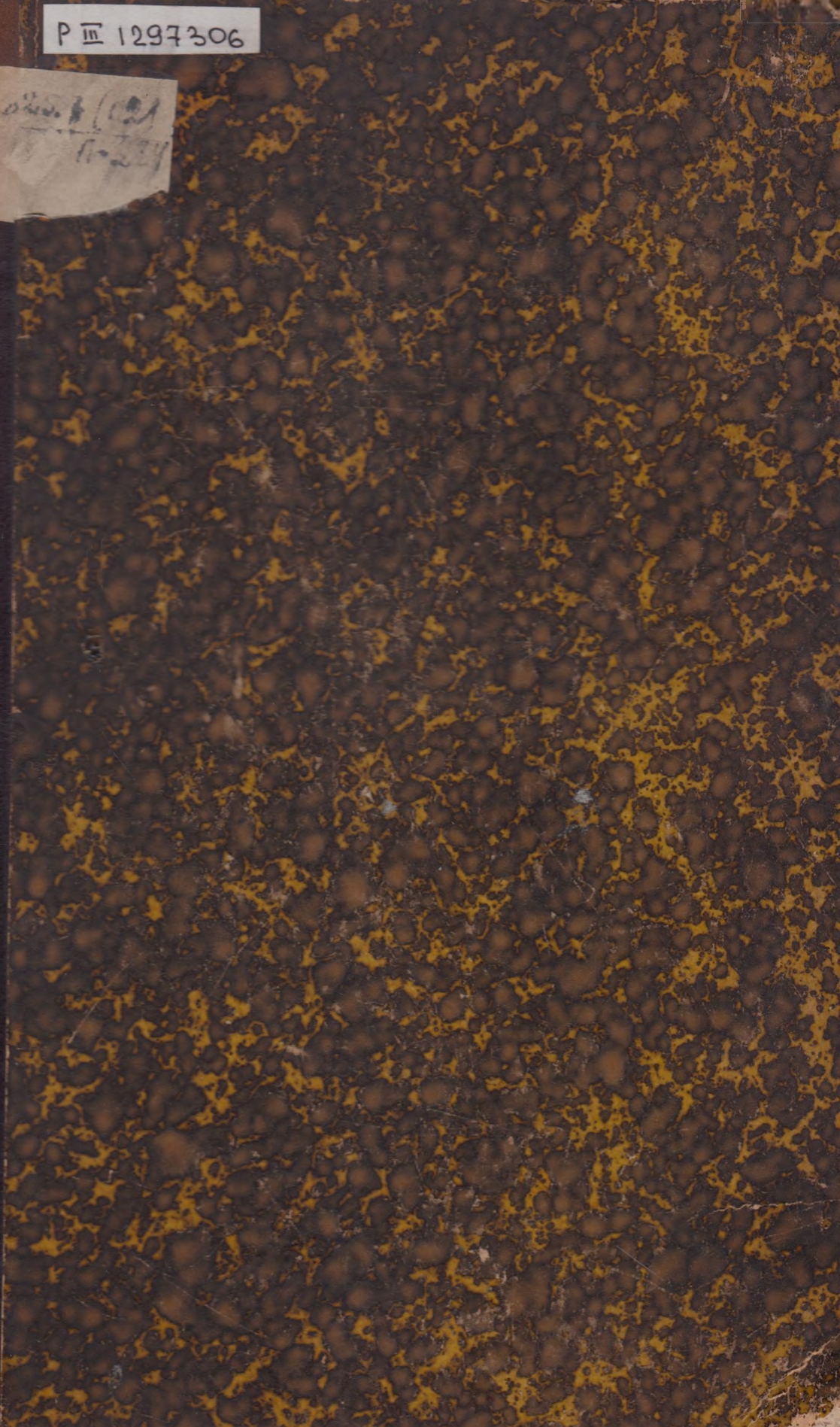


P III 1297306

Handwritten notes on a small paper fragment, possibly including a date or reference number.



ОБЫКНОВЕННЫЯ ДОРОГИ

РУКОВОДСТВО

для студентовъ института Инженеровъ путей сообщенія
Императора Александра I.

Составилъ

М. А. ЛЯХНИЦКІЙ,

ИНЖЕНЕРЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

Съ пятнадцатью листами чертежей.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Министерства путей сообщенія (А. Бенке), Фонтанка 99.

1889.

Печатано по распоряженію Института Инженеровъ путей сообщенія
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Въ 1884 году мнѣ было поручено чтеніе лекцій по курсу обыкновенныхъ дорогъ въ Институтѣ инженеровъ путей сообщенія Императора Александра I. При исполненіи этого порученія, чтобы облегчить студентамъ Института усвоеніе предмета, подготовку къ экзамену и послѣдующія справки, представлялось необходимымъ составить руководство по курсу обыкновенныхъ дорогъ. Необходимость въ такомъ руководствѣ выяснилась въ первый же годъ чтенія лекцій, но недостатокъ времени заставилъ меня ограничиться сначала составленіемъ записокъ, въ которыхъ съ надлежащей полнотой изложена была только часть курса, а остальное заключалось лишь въ видѣ подробной программы лекцій. Въ послѣдующіе годы я предполагалъ постепенно пополнять эти записки послѣдовательными отдѣлами курса, а затѣмъ, пересмотрѣвъ и исправивъ все содержаніе записокъ, составить изъ нихъ руководство для студентовъ Института.

Это предположеніе еще далеко не было окончательно выполнено, когда, въ началѣ 1888 года, г. директоръ Инсти-

тута инженеровъ путей сообщенія, Михаилъ Николаевичъ Герсевановъ, поручилъ мнѣ составить руководство по курсу обыкновенныхъ дорогъ для техниковъ путей сообщенія. Согласно съ утвержденною для экзамена на званіе техника программю, это руководство должно было заключать только болѣе важныя части курса обыкновенныхъ дорогъ, преподаемаго въ Институтѣ.

При описательномъ характерѣ предмета, не было никакой причины излагать его для техниковъ иначе, чѣмъ для студентовъ Института. Поэтому г. директоръ Института разрѣшилъ мнѣ, взамѣнъ составленія особаго руководства для техниковъ, окончить начатое мною руководство для студентовъ Института, съ тѣмъ, чтобы оно могло служить и для подготовленія къ экзамену на званіе техника путей сообщенія.

Издавая теперь это руководство, считаю нелишнимъ упомянуть, что при составленіи его я пользовался указанными въ концѣ текста книгами и статьями, замѣтками изъ собственныхъ наблюденій при осмотрѣ дорогъ въ Россіи и заграницею, разнаго рода циркулярами и постановленіями Министерства путей сообщенія и, наконецъ, невыраженными въ циркулярахъ, но обыкновенно принимаемыми при постройкѣ и ремонтѣ русскихъ казенныхъ шоссе положеніями.

При разсмотрѣніи руководства легко замѣтить, что, сравнительно съ подобными иностранными курсами дорогъ, нѣкоторые отдѣлы въ немъ изложены вкратцѣ или даже совсѣмъ выпущены, другіе же развиты очень подробно. Это

объясняется указанной выше цѣлью изданія руководства и программами преподаванія въ Институтѣ курса обыкновенныхъ дорогъ и другихъ предметовъ. Такъ, въ отдѣлѣ объ оси дороги не разсмотрѣнъ способъ сравненія относительной выгоды разныхъ направленій дороги, потому что къ этому способу приходится обращаться лишь въ рѣдкихъ случаяхъ и краткое изложеніе его едва-ли принесло бы пользу; въ отдѣлѣ о земляномъ полотнѣ приведены только общія указанія относительно исчисленія и производства земляныхъ работъ, такъ какъ послѣднія подробно описываются въ курсѣ общихъ началъ строительнаго искусства; въ отдѣлѣ о второстепенныхъ частяхъ дорогъ совершенно пропущено описаніе устройства мостовъ на обыкновенныхъ дорогахъ, такъ какъ оно излагается подробно въ курсѣ мостовъ. Напротивъ того, отдѣлъ о дорожныхъ одеждахъ развитъ очень подробно, потому что, при дороговизнѣ каменныхъ матеріаловъ въ Россіи, предстоящее проведеніе шоссе и замощеніе городскихъ улицъ дѣлаютъ весьма важнымъ правильное примѣненіе способовъ укрѣпленія поверхности дорогъ.

Желая придать руководству возможно болѣе практичности, я помѣстилъ въ числѣ чертежей сдѣланные красками образцы плана и продольнаго профиля дороги въ томъ видѣ, какъ ихъ слѣдуетъ составлять для надлежащей ясности предположеній при проектированіи дорогъ. Съ тою же цѣлью статья о шоссеиныхъ каткахъ изложена съ большою подроб-

ностью, такъ что даетъ возможность не только выбрать для данныхъ условій наиболѣе подходящій типъ катка, но и составить по приложеннымъ фигурамъ исполнительный чертежъ для заказа его.

М. Ляжницкій.

21 апрѣля 1889 г.

СОДЕРЖАНІЕ.

I. Введеніе.

Стр.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Предметъ руководства | 1 |
| 2. Общія опредѣленія | — |

II. Ось дороги въ планѣ и продольномъ видѣ.

- | | |
|------------------------------|---|
| 3. Видъ оси дороги | 2 |
|------------------------------|---|

а) Закругленія поворотовъ дороги.

- | | |
|---|---|
| 4. Опредѣленіе | 3 |
| 5. Особенности движенія по закругленіямъ | — |
| 6. Минимальный радіусъ закругленій въ ровной и гористой мѣстности | 5 |
| 7. Опредѣленіе минимальнаго радіуса по типу экипажа | 6 |
| 8. Правительственное постановленіе о минимальномъ радіусѣ закругленій | 7 |

б) Продольный профиль дороги.

- | | |
|--|----|
| 9. Продольные уклоны | 8 |
| 10. Сопротивленіе экипажей движенію на горизонтальномъ пути | 9 |
| 11. Сопротивленіе экипажей движенію на пути съ уклономъ | 10 |
| 12. Вѣсъ лошади, сила тяги ея и полный вѣсъ экипажа | 12 |
| 13. Максимальный уклонъ дорогъ въ ровной мѣстности | 13 |
| 14. Максимальный уклонъ дорогъ въ холмистой и гористой мѣстности | 15 |
| 15. Длина участковъ съ максимальнымъ уклономъ | 17 |
| 16. Особыя условія, вліяющія на величину максимальнаго уклона | — |
| 17. Минимальный уклонъ дорогъ | 18 |
| 18. Правительственное постановленіе о предѣлахъ продольныхъ уклоновъ | 19 |

в) Направленіе дороги.

19. Выборъ направленія дороги и изысканія	20
20. Изысканія дорожной линіи въ ровной мѣстности	21
21. Изысканія дорожной линіи въ гористой мѣстности	25
22. Разбивка дорожной линіи	32
23. Продольная и поперечная нивелировка и собраніе различныхъ свѣдѣній	34

III. Поперечный профиль дороги и земляное полотно.

24. Видъ поперечнаго профиля дороги	36
25. Проѣзжая часть дороги	38
26. Обочины	42
27. Канавы, боковыя и отводныя	45
28. Откосы выемокъ и насыпей	48
29. Обрѣзы, лѣтній путь и полоса отчужденія	50
30. Вычисленіе количества земляныхъ работъ	53
31. Устройство землянаго полотна дороги въ различныхъ условіяхъ мѣстности	56

IV. Дорожныя одежды.

32. Обдѣлка поверхности землянаго полотна дороги твердою одеждою	60
--	----

а) Щебеночная одежда.

33. Опредѣленіе	62
34. Краткій очеркъ развитія устройства щебеночной одежды	63
35. Щебеночная одежда безъ каменнаго основанія	71
36. Щебеночная одежда съ каменнымъ основаніемъ	78
37. Утвержденные нормальные поперечные профили шоссеиныхъ дорогъ	80
38. Каменный матеріалъ для щебеночной одежды и видъ его въ природѣ	83
39. Разбивка камня въ щебень	85
40. Щебень; величина и форма щебенокъ	88
41. Грохоченіе щебня, отдѣленіе высѣвокъ и употребленіе сцѣпляющаго матеріала	92
42. Уплотненіе щебеночнаго слоя и производство укатки щебеночной одежды катками	95
43. Устройство конныхъ катковъ для укатки щебеночной одежды	100
44. Царовыя катки	106
45. Опредѣленіе количества каменнаго матеріала, необходимаго для устройства щебеночной одежды	110

б) Каменная мостовая.

46. Определе́ние	112
47. Грубая мостовая	113
48. Тесанная мостовая	118
49. Породы каменнаго матеріала для тесанной мостовой	124
50. Добываніе и обтеска кампей для мостовой	126
51. Форма и величина камней тесанной мостовой	129
52. Образцы устройства тесанной мостовой	132

в) Асфальтовая одежда.

53. Матеріаль для устройства асфальтовой одежды	134
54. Устройство и свойства асфальтовой одежды	136

г) Деревянная мостовая.

55. Укрѣпленіе поверхности дорогъ хворостомъ, жердями и пластинами	142
56. Торцовая мостовая; мостовая системы Гурьева	144
57. Торцовая мостовая въ Англии	148
58. Торцовая мостовая въ Америкѣ	150
59. Устройство торцовой мостовой повѣйшаго типа въ Лондонѣ и Парижѣ	152
60. Свойство торцовой мостовой	153

д) Чугунная мостовая.

61. Общее устройство, свойства и нѣкоторые типы чугунной мостовой	155
---	-----

е) Улучшеніе грунтовыхъ дорогъ.

62. Состояніе обыкновенныхъ дорогъ въ Россіи	157
63. Укрѣпленіе поверхности грунтовыхъ дорогъ	159

V. Второстепенныя части дорогъ.

64. Трубы	163
65. Мосты, водоспуски и лотки	170
66. Тротуары	173
67. Огражденія дорогъ	177
68. Посадки деревьевъ вдоль дорогъ	180
69. Указательные знаки	182
70. Дорожныя зданія	184

VI. Ремонтъ дорогъ.

71. Сущность ремонта дорогъ и значеніе его	187
--	-----

а) Ремонтъ шоссеиныхъ дорогъ.

72. Общія замѣчанія	188
73. Очистка шоссе отъ пыли и грязи	190
74. Осушеніе щебеночной одежды и землянаго полотна	195
75. Прочистка канавъ и срѣзка обочинъ, оправка и загражденіе обочинъ	197
76. Выравниваніе поверхности щебеночной одежды и поливка шоссе	201
77. Содержаніе зимняго пути, расчистка снѣжныхъ заносовъ и постановка защитъ отъ заносовъ	204
78. Весенняя очистка шоссе и застилка пучистыхъ мѣстъ	208
79. Ремонтныя исправленія шоссе	210
80. Способъ разсыпки щебня по частямъ или частный ремонтъ шоссе	212
81. Способъ сплошныхъ розсыпей или сплошной ремонтъ шоссе	216
82. Щебень для ремонта шоссе	222
83. Искусственный или кирпичный щебень	225
84. Поставка и приѣмъ каменнаго матеріала для ремонта шоссе	228
85. Расходъ щебня	232
86. Опредѣленіе дѣятельности проѣзда	234
87. Опредѣленіе крѣпости каменнаго матеріала для шоссе	238

б) Ремонтъ мощеныхъ дорогъ и второстепенныхъ частей.

88. Ремонтъ мощеныхъ дорогъ	245
89. Ремонтъ второстепенныхъ частей дорогъ	250

VII. Добавленія.

90. Нѣкоторыя свѣдѣнія о русскихъ шоссе	252
91. Перечень книгъ и статей, изъ которыхъ извлечены заключающіяся въ руководствѣ свѣдѣнія и данныя	256

І. ВВЕДЕНІЕ.

1. **Предметъ руководства.** Предметъ настоящаго руководства—описаніе способовъ устройства и ремонта *обыкновенныхъ, колесныхъ* или *протѣжныхъ дорогъ*, то есть тѣхъ путей сообщенія, которыя служатъ для проѣзда обыкновенныхъ экипажей, приводимыхъ въ движеніе упряжными животными.

Къ этимъ путямъ относятся: *грунтовыя дороги, шоссейныя дороги* и *мощеныя дороги*; послѣднія по главному матеріалу, входящему въ устройство ихъ, раздѣляются на *каменные, деревянные, асфальтовыя* и *чугунныя*.

Состояніе дорогъ, степень удобства ихъ для сообщенія и размѣръ расходуемыхъ на это средствъ зависятъ отъ способовъ устройства и ремонта дорогъ. Описаніе этихъ способовъ имѣетъ цѣлью указать, какимъ образомъ съ наименьшими расходами достигнуть возможно лучшаго состоянія дорогъ.

2. **Общія опредѣленія.** Съ технической точки зрѣнія, обыкновенная дорога есть полоса земли, такимъ образомъ избранная на мѣстности, въ такую форму приведенная обработкой и такъ укрѣпленная съ поверхности, что движеніе по ней повозокъ происходитъ безопасно, удобно и легко. Та форма, въ которую приводится обработкой полоса земли, избранная для дороги, носитъ названіе *землянаго полотна дороги*. Средняя линія поверхности полотна называется *осью дороги*. Любая плоскость, перпендикулярная къ оси дороги,

пересѣкаетъ поверхность дорожной полосы по ломанной линіи, которая носить названіе *поперечнаго профиля дороги* и имѣеть неодинаковый видъ при различныхъ условіяхъ мѣстности и проведенія дороги.

Если представимъ себѣ, что плоскость поперечнаго профиля движется вдоль оси дороги, оставаясь постоянно перпендикулярною къ оси, то поперечный профиль, мѣняя постепенно и въ нѣкоторой степени свой видъ сообразно съ мѣстными условіями, опишетъ точно всю поверхность дороги. Отсюда ясно, что внѣшній видъ или форма дороги совершенно опредѣляются осью и поперечнымъ профилемъ дорожной полосы. Поэтому при описаніи устройства дороги необходимо прежде всего заняться очертаніемъ оси и поперечнымъ профилемъ дороги.

II. ОСЬ ДОРОГИ ВЪ ПЛАНѢ И ВЪ ПРОДОЛЬНОМЪ ВИДѢ.

3. Видъ оси дороги. Ось дороги представляетъ, вообще говоря, ломанную линію, проходящую по мѣстности сообразно съ изгибами земной поверхности и расположенную то на уровнѣ этой поверхности, то выше, то ниже ея. Въ планѣ ось дороги состоитъ изъ ряда прямыхъ и кривыхъ линій (фиг. 1); въ продольномъ видѣ она образуется рядомъ прямолинейныхъ участковъ, горизонтальныхъ и наклоненныхъ въ разной мѣрѣ къ горизонту (фиг. 2). Этотъ продольный видъ оси называется *продольнымъ профилемъ дороги*; при нанесеніи его на чертежъ откладываютъ въ видѣ абсциссъ горизонтальныя разстоянія различныхъ точекъ оси отъ первоначальной точки, въ масштабѣ 50 или 100 сажень въ соткѣ сажени, а въ видѣ ординатъ высоты тѣхъ же точекъ надъ какой либо постоянной плоскостью, въ масштабѣ 2 или 5 сажень въ соткѣ, и полученныя точки соединяють прямыми

линіями. При такомъ способѣ нанесенія, вслѣдствіе неравенства масштабовъ для высотъ и горизонтальныхъ разстояній, чертежъ продольной профили дороги представляетъ всегда *условное* изображеніе продольнаго вида оси, гораздо болѣе удобное для разсмотрѣнія, чѣмъ дѣйствительное изображеніе, такъ какъ на немъ видны съ необходимою ясностью всѣ перегибы оси.

Чтобы дорога была удобна для движенія повозокъ, ось ея должна удовлетворять двумъ главнымъ условіямъ: во первыхъ, кривизна отдѣльныхъ кривыхъ, входящихъ въ составъ оси не должна превышать определенной величины, а во вторыхъ, наклоненіе отдѣльныхъ участковъ оси къ горизонту не должно превосходить нѣкотораго предѣла.

Разсмотримъ каждое изъ этихъ условій отдѣльно и укажемъ, къ какимъ правиламъ проведенія дорогъ приводитъ требованіе выполнить эти условія.

а) Закругленія поворотовъ дороги.

4. Опредѣленіе. Въ общемъ случаѣ ось дороги въ планѣ состоитъ изъ прямыхъ линій, направленныхъ подъ разными углами одна въ другой и соединенныхъ у мѣстъ пересѣченія кривыми линіями. Последнія служатъ для постепеннаго перехода отъ направленія одного прямолинейнаго участка къ направленію другого и какъ бы закругляютъ образуемые прямыми углы или повороты оси; поэтому кривые участки оси называются *закругленіями поворотовъ*.

Закругленіямъ поворотовъ даютъ обыкновенно видъ дугъ круга, очерченныхъ такъ, что соединяемые ими прямолинейные участки касательны къ нимъ. Вслѣдствіе этого условіе предѣльной кривизны кривыхъ участковъ оси сводится къ требованію, чтобы радіусы закругленій не были меньше нѣкоторой величины, *минимальнаго радіуса*.

5. Особенности движенія по закругленіямъ. Кривые участки дороги нерѣдко стѣсняютъ проѣздъ и служатъ при

движеніи причиною добавочныхъ сопротивленій, измѣняющихся въ обратномъ отношеніи съ величиною радіусовъ закругленій.

Когда экипажъ движется по кривой, то лошади производятъ постоянно поперечное усиліе для удержанія его на профъзжей части дороги; это усиліе очевидно тѣмъ значительнѣе, чѣмъ меньше радіусъ закругленія.

Если ободья колесъ широки, то различныя точки ихъ, прикасаясь послѣдовательно къ поверхности дороги, подвергаются при проходѣ по закругленіямъ скольженію, являющемуся добавочнымъ сопротивленіемъ движенію. Въ самомъ дѣлѣ, точки обода описываютъ равныя окружности, но окружности эти въ кривыхъ участкахъ дороги катятся по дугамъ разныхъ радіусовъ и потому пробѣгаютъ не равныя пути.

При движеніи по закругленіямъ экипажей, запряженныхъ въ двѣ или нѣсколько паръ лошадей, происходитъ уменьшеніе силы тяги, по той причинѣ, что вслѣдствіе кривизны перемѣщенія направленіе тяги переднихъ лошадей составляетъ нѣкоторый уголъ съ направленіемъ заднихъ. Это уменьшеніе тѣмъ значительнѣе, чѣмъ радіусъ закругленія меньше.

Наконецъ, важное неудобство кривыхъ участковъ представляетъ центробѣжная сила, развивающаяся при быстромъ движеніи по нимъ экипажей. Эта сила Q прилагается въ центрѣ тяжести A экипажа (фиг. 3) и дѣйствуетъ по радіусу закругленія, то есть нормально къ направленію движенія; слагаясь съ вѣсомъ P экипажа, она даетъ наклонную равнодѣйствующую F . Если сила F направлена такъ, что встрѣчаетъ дорогу внѣ колесъ, то экипажъ опрокидывается.

Когда центробѣжная сила не такъ велика, чтобъ опрокинуть экипажъ, всетаки дѣйствіе ея на кривыхъ участкахъ проявляется въ постоянномъ поперечномъ сдвиганіи экипажа, который удерживается въ своемъ направленіи только треніемъ при скольженіи колесъ по поверхности дороги. Если это дѣйствіе сильнѣе тренія, то колеса скользятъ и экипажъ располагается косвенно къ оси дороги, слѣдствіемъ чего для лошадей является добавочное поперечное усиліе, кото-

рое затрудняетъ и утѣяетъ ихъ. Такъ какъ центробѣжная сила выражается формулою $\frac{v^2}{R}$, въ которой m — перемѣщающаяся масса, v — скорость, а R — радиусъ кривизны пути, то очевидно величина этой силы находится въ обратномъ отношеніи съ радиусомъ закругленія.

6. Минимальный радиусъ закругленій въ ровной и гористой мѣстности. Какъ видно изъ изложенныхъ выше разъясненій, для уменьшенія неудобствъ при проѣздѣ слѣдуетъ очерчивать закругленія сколь возможно бѣльшими радиусами. Но, съ другой стороны, во многихъ случаяхъ, при пересѣченіи прямыхъ участковъ оси подъ острыми углами, при обходѣ препятствій, при гористой мѣстности и т. п., представляется полезнымъ съ точки зрѣнія экономіи, для сокращенія расходовъ на устройство и ремонтъ дороги, уменьшать величину радиусовъ закругленій.

Эти два противоположныя условія должны руководить при рѣшеніи вопроса, до какого предѣла благоразумно или выгодно уменьшать величину радиусовъ закругленій, то есть какой радиусъ слѣдуетъ принять *минимальнымъ*.

Практика показала, что для обыкновенной быстрой ѣзды, со скоростью около 12 верстѣ въ часъ, представляется вполне достаточною величина радиусовъ въ 15 сажень, для ѣзды же болѣе быстрой, со скоростью около 16 верстѣ въ часъ, благоразумно не допускать радиусовъ менѣе 25 саж. Поэтому для дорогъ, проводимыхъ въ мѣстностяхъ ровныхъ и холмистыхъ, гдѣ проложеніе закругленій большихъ радиусовъ не встрѣчаетъ затрудненій, слѣдуетъ принимать минимальный радиусъ въ 15 сажень и стараться дѣлать возможно меньше закругленій радиусами, не превосходящими 25 сажень.

Въ гористыхъ мѣстностяхъ проложеніе закругленій значительныхъ радиусовъ представляетъ громадныя трудности и вызываетъ большіе расходы и потому для дорогъ въ такихъ мѣстностяхъ часто ограничиваются тою величиною радиусовъ закругленій, какая необходима для свободной медленной ѣзды, для удобнаго движенія шагомъ по кривымъ

участкамъ; это дѣлается въ предположеніи, что экипажи, движущіеся быстро по прямымъ участкамъ, могутъ замедлять свою скорость на закругленіяхъ.

Отсюда минимальная величина радіусовъ закругленій въ гористыхъ мѣстностяхъ опредѣляется только размѣрами и устройствомъ экипажей, для проѣзда которыхъ служить дорога, и принимается въ зависимости отъ этихъ размѣровъ отъ 10 до 4 сажень.

7. Опредѣленіе минимальнаго радіуса по типу экипажа.
 Опредѣленіе минимальнаго радіуса по данному типу экипажа не представляетъ затрудненія. Представимъ себѣ, что нѣкоторый экипажъ перемѣщается по кривому участку дороги (фиг. 4), и назовемъ чрезъ s ширину хода экипажа или разстояніе между ободьями колесъ, чрезъ l длину продольника или разстояніе между осями экипажа, чрезъ d длину дышла, чрезъ α уголъ вращенія передней оси на шкворнѣ, чрезъ t ширину полосы для прохода лошади и наконецъ чрезъ r радіусъ закругленія. Наименьшій радіусъ закругленія найдемъ какъ среднюю величину радіусовъ r_1 и r_2 , изъ которыхъ первымъ описываетъ дугу правое колесо задней оси, вторымъ — край лѣвой пристяжной. Изъ указанной фигуры видно, что при проѣздѣ по закругленію, послѣ поворота передней оси на уголъ α , экипажъ вращается около точки O пересѣченія направленій обѣихъ осей, при чемъ правое колесо описываетъ дугу радіусомъ

$$r_1 = l \cot \alpha - \frac{s}{2},$$

а край лѣвой пристяжной описываетъ дугу радіусомъ

$$r_2 = \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha} + 2t\right)^2}$$

Слѣдовательно минимальный радіусъ закругленія

$$r = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{1}{2} \left(l \cot \alpha - \frac{s}{2} + \sqrt{d^2 + \left(\frac{l}{\sin \alpha} + 2t\right)^2} \right)$$

По этой формулѣ легко вычислить величину радіуса, когда извѣстны размѣры и устройство экипажа.

Положимъ напримѣръ, что закругленіе должно быть удобнымъ для свободнаго медленнаго проѣзда грузовыхъ троечныхъ

телѣгъ, въ которыхъ $s=0,6$ сажени, $l=1,3$ сажени, $d=1,4$ сажени, $\alpha=25^\circ$ и $t=0,3$ сажени. Подставивъ эти численныя величины въ формулу, получимъ, что для этого случая минимальный радіусъ

$$r = \frac{1}{2} \left(1,3 \cotg 25^\circ - \frac{0,6}{2} + \sqrt{1,3^2 + \left(\frac{1,3}{\sin 25^\circ} + 2 \times 0,3 \right)^2} \right),$$

$r=3,19$, или въ круглыхъ числахъ 4 сажени.

Для другого примѣра положимъ, что закругленія должны служить для свободнаго проѣзда шагомъ роспусковъ, нагруженныхъ бревнами въ 9 сажень длиною. Бревна укладываются на роспуски обыкновенно такъ, что $\frac{1}{12}$ часть бревна выступаетъ спереди и $\frac{1}{4}$ сзади, а потому l , разстояніе между осями, равно въ этомъ случаѣ $\frac{2}{3}$ длины бревна, то есть 6 саж.; уголь α для роспусковъ равенъ 35° , а остальные размѣры экипажа такіе же, какъ въ первомъ примѣрѣ. Сдѣлавъ постановку численныхъ величинъ въ выведенную выше формулу, найдемъ, что за минимальный радіусъ въ разсматриваемомъ случаѣ слѣдуетъ принять:

$$r = \frac{1}{2} \left(6 \cotg 35^\circ - \frac{0,6}{2} + \sqrt{1,3^2 + \left(\frac{6}{\sin 35^\circ} + 2 \times 0,3 \right)^2} \right),$$

$r=9,70$, или въ круглыхъ числахъ 10 сажень.

При этомъ опредѣленіи минимальнаго радіуса закругленій для медленной ѣзды предполагается, что проѣзжая часть дороги достаточна лишь для проѣзда одного экипажа, то есть, что ширина k проѣзжей части составляетъ около 1,3 сажени. Для случаевъ же, когда проѣзжая часть дороги устраивается шире, когда ей придается ширина k_1 , необходимая для разѣзда двухъ или болѣе экипажей, вычисленную по формулѣ величину радіуса необходимо увеличивать на $\frac{k_1 - k}{2}$. Такъ, если ширина проѣзжей части равна 2,5 саж., то полученную вычисленіемъ величину радіуса слѣдуетъ поправить прибавкой къ ней $\frac{2,5 - 1,3}{2} = 0,6$ сажени.

8. Правительственное постановленіе о минимальномъ радіусѣ закругленій. По циркуляру Министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 года, минимальный радіусъ пово-

ротовъ для подъѣздныхъ шоссеиныхъ дорогъ принимается въ 16 сажень. Конечно постановленіе это относится къ наиболѣе обыкновеннымъ условіямъ проведенія дорогъ въ Россіи, къ случаямъ устройства дорогъ въ ровной или холмистой мѣстности; для случаевъ же проложенія дорогъ въ гористой мѣстности необходимо опредѣлять минимальный радіусъ вычисленіемъ, причемъ во всякомъ случаѣ должны быть выяснены причины отступленія отъ циркуляра.

Постановленіе о минимальномъ радіусѣ закругленій сопровождается въ названномъ циркулярѣ слѣдующими правилами относительно закругленій: 1) продольному профилю дороги въ мѣстахъ закругленій малыми радіусами придается малый уклонъ; и 2) два рядомъ помѣщенные закругленія въ противоположныя стороны раздѣляются прямымъ участкомъ въ 10 сажень длины.

Первое правило основывается на томъ, что большіе уклоны такъ же, какъ и крутыя закругленія, увеличиваютъ сопротивленіе тягѣ и затрудняютъ проѣздъ, а потому совпаденія большихъ уклоновъ съ крутыми закругленіями слѣдуетъ избѣгать. Второе правило относится только къ закругленіямъ малаго радіуса, близкаго къ предѣльному; если же одно или оба слѣдующія другъ за другомъ закругленія описаны радіусомъ болѣе 15—25 сажень, то непосредственное примыканіе ихъ не затрудняетъ проѣздъ.

б) Продольный профиль дороги.

9. Продольные уклоны. Продольный профиль дороги, представляя продольный видъ дорожной оси, состоитъ изъ ряда прямолинейныхъ участковъ, горизонтальныхъ и наклонныхъ къ горизонту. Наклоненіе отдѣльныхъ участковъ оси къ горизонту, или *продольный уклонъ* ихъ, выражается тангенсомъ угла наклоненія, то есть отношеніемъ разности высотъ двухъ точекъ къ горизонтальному разстоянію между ними; такъ, уклонъ въ 0,02 означаетъ такое положеніе участка, при которомъ двѣ точки, находящіяся на немъ въ разстоя-

ни сажени одна отъ другой, отстоятъ по высотѣ на двѣ сотни сажени.

Хотя горизонтальное положеніе дороги самое легкое и удобное для движенія, но неровности земной поверхности а также нѣкоторыя экономическія и техническія соображенія всегда заставляютъ отъ него отклоняться. Если соединяемые дорогою пункты лежатъ на разной высотѣ или разделены горнымъ хребтомъ, то горизонтальное положеніе дороги представляется очевидно невозможнымъ. Если мѣстность проведенія дороги холмистая или гористая, то отъ горизонтальнаго положенія отказываются, даже при возможности его, вслѣдствіе того, что оно вызвало бы большое удлиненіе пути и громадныя, весьма дорогія работы по устройству дороги. Наконецъ, даже тамъ, гдѣ мѣстность вполне горизонтальна, дорогамъ придаютъ небольшіе продольные уклоны съ цѣлью облегчить стокъ воды съ поверхности землянаго полотна.

Съ другой стороны, участки дороги съ уклономъ представляютъ нѣкоторое затрудненіе проѣзду, тѣмъ большее, чѣмъ больше уклонъ, такъ что при известной величинѣ уклона дорога дѣлается неудобною для движенія. Поэтому опредѣленіе максимальной величины уклоновъ, *предѣльнаго уклона*, который можетъ быть допущенъ при требуемыхъ удобствахъ сообщенія, является весьма важнымъ вопросомъ. Рѣшеніе этого вопроса зависитъ отъ мѣстныхъ условій проведенія дороги, а именно: отъ характера мѣстности, отъ нагрузки и устройства экипажей и отъ рода движенія по дорогѣ.

10. Сопротивленіе экипажей движенію на горизонтальномъ пути. При перемѣщеніи экипажа по горизонтальному участку дороги лошади приходится преодолевать нѣкоторое *сопротивленіе*, происходящее отъ тренія осей въ ступицахъ и отъ тренія ободьевъ колесъ о поверхность дороги. Это сопротивленіе пропорціонально давленію колесъ, то есть вѣсу экипажа съ грузомъ, или, какъ говорятъ, *полному вѣсу P* экипажа; поэтому его можно выразить чрезъ fP . Коэффици-

цієнтъ f измѣняется отъ разныхъ причинъ, каковы—размѣры колесъ, устройство экипажа, состояніе поверхности дороги и скорость движенія, но при обыкновенныхъ условіяхъ его можно принять зависящимъ только отъ состоянія поверхности дороги, такъ какъ вліяніе другихъ причинъ ничтожно. Изъ многочисленныхъ опытовъ надъ опредѣленіемъ коэффициента f найдены слѣдующія среднія величины его для дорогъ разнаго рода:

Дурная грунтовая дорога	$f = \frac{1}{10}$
Сухая, укатанная грунтовая дорога	$f = \frac{1}{20}$
Грязное, неровное шоссе.	$f = \frac{1}{25}$
Сухое, хорошее шоссе.	$f = \frac{1}{33}$
Дурная каменная мостовая	$f = \frac{1}{25}$
Хорошая тесанная мостовая	$f = \frac{1}{50}$
Асфальтовая мостовая	$f = \frac{1}{133}$

Такъ какъ сопротивленіе экипажа движенію преодолевается силою T тяги лошади, то для горизонтальнаго пути $T = f P$.

II. Сопротивленіе экипажей движенію на пути съ уклономъ.

При движеніи экипажа по наклонному пути сопротивленіе тягѣ видоизмѣняется и дѣлается зависимымъ отъ величины уклона. Если экипажъ *поднимается* по участку, наклоненному къ горизонту подъ угломъ α (фиг. 5), то полный вѣсъ P экипажа разлагается на двѣ силы: одну нормальную къ поверхности дороги, $N = P \cos \alpha$, а другую параллельную къ этой поверхности, $M = P \sin \alpha$. При этомъ, сопротивленіе экипажа отъ тренія обращается въ $f N = f P \cos \alpha$, но къ нему прибавляется сила $M = P \sin \alpha$, такъ что полное противодѣйствіе экипажа движенію составляетъ:

$$Q = f P \cos \alpha + P \sin \alpha.$$

Лошадь, приводящая экипажъ въ движеніе, преодолеваетъ, кромѣ этого противодѣйствія, еще составляющую собственнаго вѣса R , взятую параллельно линіи дороги и

равную $R \sin \alpha$; поэтому сила тяги, необходимая для подъема экипажа по уклону,

$$T = f P \cos \alpha + (P + R) \sin \alpha.$$

Раздѣливъ все члены этого равенства на $\cos \alpha$, получаемъ:

$$\frac{T}{\cos \alpha} = f P + (P + R) \operatorname{tg} \alpha.$$

Уголъ α наклоненія пути къ горизонту всегда бываетъ очень малъ; обыкновенно онъ не превосходитъ 3° и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ достигаетъ 5° . Поэтому въ выведенномъ выраженіи можно принять безъ чувствительной ошибки $\cos \alpha$ равнымъ 1. Если назвать притомъ $\operatorname{tg} \alpha$, представляющій продольный уклонъ пути, буквою h , то окончательно сила тяги при подъемѣ экипажа по участку съ уклономъ выразится формулою:

$$T = f P + (P + Q) h.$$

Если экипажъ спускается по участку, наклоненному къ горизонту подъ угломъ α , то есть по пути съ уклономъ $\operatorname{tg} \alpha = h$, то составляющія вѣсовъ экипажа и лошади, параллельныя пути, дѣйствуютъ по направленію движенія, въ противоположную сторону сравнительно съ тѣмъ, какъ при подъемѣ. Поэтому для такого случая противодѣйствіе $(P + Q) h$ получаетъ отрицательный знакъ и сила тяги, необходимая для перемѣщенія экипажа, выражается формулою:

$$T = f P - (P + Q) h.$$

Изъ послѣдней формулы видно, что T , сила тяги при спускѣ по пути съ уклономъ, обращается въ нуль, когда уклонъ h достигаетъ величины $\frac{fP}{P+Q}$; лошадь движется тогда какъ свободная по горизонтальному пути и расходуетъ только ту силу, которая обусловливается ея поступательнымъ движеніемъ. Если уклонъ пути h превосходитъ $\frac{fP}{P+Q}$, то сила тяги T дѣлается отрицательной; это значитъ, что тогда лошадь, вмѣсто того, чтобы тянуть экипажъ, должна его удерживать при спускѣ по уклону. Сила лошади расходуетъ при такомъ способѣ движенія, какъ показываетъ опытъ, очень невыгодно; кромѣ того, величина силы, которую можетъ произ-

вести лошадь при удерживаніи экипажа, почти вдвое меньше величины силы ея нормальной тяги, и потому при нѣкоторой величинѣ уклона лошадь бываетъ уже не въ состояніи удерживать экипажа при спускѣ. Для устраненія этихъ неудобствъ часто прибѣгаютъ къ устройству при экипажахъ *тормазовъ*, то есть особыхъ деревянныхъ или металлическихъ подушекъ, которыя при спускѣ можно прижимать къ ободьямъ колесъ вслѣдствіе чего является треніе, производящее механическую работу, противоположную работѣ силы T .

Подъ условіемъ считать h положительнымъ или отрицательнымъ, смотря по тому поднимается или спускается экипажъ по пути съ уклономъ, можно ограничиться для выраженія силы тяги или сопротивленія экипажа на уклонѣ формулою:

$$T = f P + (P + Q) h.$$

12. Вѣсъ лошади, сила тяги ея и полный вѣсъ экипажа.
Вѣсъ лошади Q измѣняется въ предѣлахъ отъ 15 до 25 пудовъ и обыкновенно принимаются равнымъ 20 пудамъ. *Сила тяги*, которую можетъ производить лошадь безъ изнуренія, зависитъ, кромѣ природныхъ свойствъ ея, отъ продолжительности дневной работы и отъ скорости движенія. Изъ опытовъ найдено, что въ наиболѣе обыкновенномъ и выгодномъ для общаго количества работы случаѣ, при продолжительности работы—8 часовъ и при скорости движенія—0,5 сажени въ секунду, сила тяги лошади среднихъ качествъ равна 4 пудамъ, то есть составляетъ около $\frac{1}{5}$ ея вѣса. Эту силу тяги можно считать *нормальною*; наибольшая же сила тяги, которую можетъ произвести лошадь, работая только очень короткое время, достигаетъ 12 пудовъ, то есть втрое болѣе нормальной.

Вѣсъ экипажа съ нагрузкою или *полный вѣсъ экипажа* P опредѣляется нормальной силой тяги лошади, состояніемъ поверхности дороги и характеромъ мѣстности. Въ ровной мѣстности нагрузка экипажей сообразуется обыкновенно съ горизонтальными участками дорогъ и потому полный вѣсъ

экипажа легко найти по формулѣ: $T_0 = fP$, изъ которой слѣдуетъ, что

$$P = \frac{T_0}{f}.$$

Такъ при нормальной силѣ тяги = 4 пудамъ, на сухой хорошей шоссеиной дорогѣ, для которой $f = \frac{1}{33}$, наибольшій вѣсъ экипажа съ нагрузкою, перемѣщаемого лошадыю среднихъ качествъ, по горизонтальнымъ участкамъ,

$$P = 4 : \frac{1}{33} = 132 \text{ пудамъ.}$$

Для перемѣщенія экипажа съ такимъ вѣсомъ P по участкамъ съ уклономъ приходится заставлять лошадыю тянуть съ силою болѣе нормальной силы тяги. Если это увеличеніе силы тяги невелико и продолжается каждый разъ короткое время, то оно не изнуряетъ лошадыю и не оказываетъ существеннаго вліянія на количество производимой ею ежедневно работы; въ противномъ случаѣ, лошадыю, напрягая чрезмѣрно свои силы, истощается, а количество производимой ею работы уменьшается какъ отъ сокращенія продолжительности работы, такъ и отъ постепеннаго уменьшенія силы тяги.

13. Максимальный уклонъ дорогъ въ ровной мѣстности.

Увеличеніе силы тяги на наклонномъ участкѣ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше уклонъ, а продолжительность этого увеличенія прямо пропорціональна длинѣ участка съ уклономъ; поэтому, чтобы перемѣщеніе экипажа происходило безъ изнуренія лошади, уклоны отдѣльныхъ участковъ дороги не должны превосходить нѣкотораго предѣла, а длина такихъ участковъ не должна быть болѣе опредѣленной величины. При этомъ, чѣмъ больше требуемая отъ лошади сила тяги, тѣмъ меньше должна быть продолжительность ея дѣйствія, и потому чѣмъ больше величина уклона, тѣмъ короче долженъ быть соотвѣтственный участокъ.

Изъ опытовъ и наблюденій извѣстно, что на протяженіяхъ до 300 сажень можно заставлять лошадыю, безъ особаго утомленія ея, тянуть вдвое сильнѣе нормальнаго, если только за участками дороги, требующими такой усиленной

тяги, слѣдуетъ участки горизонтальные или съ небольшимъ уклономъ, на которыхъ лошадь можетъ отдохнуть. Этотъ практическій выводъ служитъ основаніемъ для опредѣленія максимальнаго уклона на дорогахъ въ ровной мѣстности. Въ такой мѣстности нагрузка экипажей сообразуется, какъ выше сказано, съ горизонтальными участками и потому нормальная сила тяги $T_0 = fP$. Наибольшій допускаемый уклонъ h_0 опредѣлится по условію, чтобы сопротивленіе экипажа движенію на участкѣ съ такимъ уклономъ, $fP + (P + Q) h_0$, не превосходило удвоенной нормальной силы тяги $2 T_0$, то есть по условію, чтобы

$$2 T_0 = fP + (P + Q) h_0.$$

Подставляя въ это равенство вмѣсто T_0 равную ему величину fP и рѣшая его относительно h_0 , найдемъ, что

$$h_0 = \frac{fP}{P + Q},$$

откуда, если пренебречь вѣсомъ лошади Q , получается приблизительно, что

$$h_0 = f,$$

то есть, что *максимальный уклонъ* на дорогахъ въ ровной мѣстности равенъ *коэффициенту сопротивленія*, или иначе говоря, продольные уклоны этихъ дорогъ не должны превосходить коэффициента сопротивленія ихъ поверхности.

Этимъ условіемъ опредѣляются слѣдующія *максимальныя величины уклоновъ*, или предѣлы уклоновъ, *въ ровной мѣстности*:

Для сухой, укатанной грунтовой дороги, при $f = \frac{1}{20} \cdot 0,05$
 „ посредствен. шоссе или грубой мостовой, „ $f = \frac{1}{25} \cdot 0,04$
 „ хорошей посейной дороги, . . . „ $f = \frac{1}{33} \cdot 0,03$
 „ хорошей тесанной камен. мостовой, „ $f = \frac{1}{50} \cdot 0,02$.

При этомъ, участки дорогъ съ такими наибольшими уклонами должны быть не длиннѣе 300 сажень и раздѣляться участками съ малыми уклонами или горизонтальными.

При спускѣ экипажей по участкамъ дороги съ опредѣленными выше предѣльными уклонами сила тяги обращается

въ нуль. Въ самомъ дѣлѣ, сила тяги, необходимая для перемѣщенія экипажа на спускѣ,

$$T = f P - (P + Q) h;$$

подставляя въ эту формулу, вмѣсто h , $h_0 = f$ и пренебрегая вѣсомъ лошади, получимъ, что $T = 0$. Слѣдовательно, при спускахъ по уклонамъ, равнымъ коэффициенту сопротивленія, не требуется ни удерживать экипажи силою лошадей, ни тормозить колеса, что необходимо на болѣе крутыхъ спускахъ. Это представляетъ значительное удобство, какъ въ отношеніи расходованія силы лошади, такъ и въ отношеніи безопасности движенія по дорогѣ, потому что при удерживаніи экипажа работа лошади расходуется весьма невыгодно, а торможеніе колесъ при порчѣ тормазовъ бываетъ нерѣдко причиною несчастныхъ случаевъ. Значеніе этого свойства уклоновъ, равныхъ коэффициенту сопротивленія, такъ важно, что иногда только по этому свойству опредѣляютъ величины предѣльныхъ уклоновъ.

14. Максимальный уклонъ дорогъ въ холмистой и гористой мѣстности. Въ холмистой и гористой мѣстности изгибы поверхности земли обыкновенно бываютъ такъ значительны, что проведеніе дорогъ съ уклонами, непревосходящими коэффициента сопротивленія, представляетъ громадныя затрудненія, требуя весьма большаго удлиненія пути и очень значительныхъ, дорогихъ при постройкѣ и ремонтѣ работъ. Для избѣжанія этихъ затрудненій, при проложеніи дорогъ въ холмистой или гористой мѣстности допускаютъ уклоны больше коэффициента сопротивленія, то есть принимаютъ другіе большіе предѣльные или максимальные уклоны. При назначеніи этихъ максимальныхъ уклоновъ руководятся или предѣльными величинами уклоновъ на дорогахъ данной мѣстности, или принятой въ той мѣстности наибольшей нагрузкой экипажей, или наконецъ общими соображеніями объ удобствѣ сообщенія.

Если въ холмистой или гористой мѣстности, гдѣ проводится новая дорога, существуютъ другія хорошія дороги съ такой же отдѣлкой поверхности, то, предполагая одина-

ковыя условія проѣзда, принимаютъ для проводимой дороги за максимальный уклонъ наибольшую величину уклона, допущенную на дорогахъ данной мѣстности, или же назначаютъ максимальный уклонъ меньше этой величины.

Второй способъ установленія предѣла уклоновъ основывается на зависимости этого предѣла отъ величины нагрузки экипажей. Если обыкновенно принимаемая въ извѣстной мѣстности или желаемая нагрузка на одну лошадь C , а соответственный собственный вѣсъ экипажа D , то полный вѣсъ экипажа $P = C + D$. Принимая условіе, чтобы сила тяги лошади ни въ одномъ мѣстѣ дороги не превосходила двойной нормальной, и вводя въ формулу сопротивленія экипажа на участкѣ съ наибольшимъ уклономъ h_0 , $fP + (P + Q)h_0$, вмѣсто P , равную ему величину $C + D$, найдемъ, что

$$\geq T_0 = f(C + D) + (C + D + Q)h_0,$$

откуда максимальный уклонъ

$$h_0 = \frac{2 T_0 - f(C + D)}{C + D + Q}.$$

Такъ напримѣръ, если принимаемая или желаемая нагрузка $C = 50$ пудамъ, вѣсъ экипажа $D = 16$ пуд., средній вѣсъ лошади $Q = 20$ пуд. и нормальная сила тяги ея $T_0 = 4$ пуд., а дорога устраивается въ видѣ хорошаго, гладкаго шоссе, на которомъ $f = \frac{1}{33}$, то максимальный уклонъ

$$h_0 = \frac{2 \times 4 - 0,03(50 + 16)}{50 + 16 + 20} = 0,07.$$

Наконецъ, при отсутствіи данныхъ относительно наибольшихъ уклоновъ на существующихъ дорогахъ и относительно принятой въ данной мѣстности величины нагрузки экипажей, приходится для установленія максимальныхъ уклоновъ руководствоваться общими соображеніями объ удобствѣ сообщенія. Если продольные уклоны дороги не превосходятъ *удвоеннаго коэффициента сопротивленія*, то для большей части экипажей проѣздъ по дорогѣ возможенъ безъ затрудненій, а для остальныхъ экипажей, тяжело груженныхъ телѣгъ, хотя и приходится ограничивать нагрузку, но ограниченіе это менѣе половины наибольшей величины нагрузки для горизонтальнаго пути и представляется вполне

обыкновеннымъ для дорогъ въ неровной мѣстности. Поэтому для такихъ дорогъ цѣлесообразно не допускать уклоновъ болѣе $h_0 = 2f$. Этимъ условіемъ опредѣляются слѣдующія *максимальныя величины уклоновъ въ холмистой или гористой мѣстности:*

Для сухой, укатанной грунтовой дороги, при $f = \frac{1}{20} \cdot 0,10$
 „ посредствен. шоссе или грубой мостовой, „ $f = \frac{1}{25} \cdot 0,08$
 „ хорошей шоссеиной дороги, „ $f = \frac{1}{33} \cdot 0,06$
 „ хорошей тесанной камен. мостовой, „ $f = \frac{1}{50} \cdot 0,04$.

15. Длина участковъ съ максимальнымъ уклономъ. Какова бы ни была мѣстность проведенія дороги, длина участковъ съ максимальнымъ уклономъ h_0 не должна превышать 300 сажень и между ними должны лежать пологіе участки (съ уклономъ менѣе $\frac{h_0}{2}$ и длиною болѣе 50 сажень), чтобы примѣненіе двойной силы тяги не изнурило лошадей и не представляло неудобствъ для проѣзда. Участки съ меньшими уклонами (отъ h_0 до $\frac{h_0}{2}$) могутъ быть тѣмъ длиннѣе, чѣмъ меньше уклонъ, такъ что наибольшую допускаемую длину такихъ участковъ легко опредѣлить по формулѣ:

$$l = 300 \frac{h_0}{h} \text{ саж.},$$

въ которой h —уклонъ какого либо участка, l —наибольшая допускаемая длина этого участка, а h_0 —максимальный уклонъ. Въ случаѣ необходимости проложенія болѣе длинныхъ участковъ съ уклономъ отъ h_0 до $\frac{h_0}{2}$, раздѣляютъ ихъ на части наибольшей допускаемой длины, помѣщая между этими частями для отдыха лошадей участки съ уклономъ менѣе $\frac{h_0}{2}$ и длиною болѣе 50 сажень; такіе же пологіе участки необходимы и между слѣдующими одинъ за другимъ крутыми участками значительной длины. Безъ соблюденія этого условія приходится иногда прибѣгать къ припряжкѣ вспомогательныхъ лошадей въ мѣстахъ большихъ уклоновъ дороги.

16. Особыя условія, вліяющія на величину максимальнаго уклона. Выше указаны максимальныя уклоны для дорогъ

въ ровной и гористой мѣстности, соответствующіе медленному движенію экипажей, ѣздѣ шагомъ. Въ случаѣ, если дорога устраивается для пассажирскаго движенія, то есть для ѣзды рысью, то слѣдуетъ стараться, чтобы уклоны отдѣльныхъ участковъ дороги не превышали 0,035, такъ какъ только до этого предѣла по уклонамъ можно подниматься и спускаться рысью съ полною безопасностью и удобствомъ.

Въ мѣстахъ крутыхъ поворотовъ дороги, на закругленіяхъ малаго радіуса, которыя часто встрѣчаются въ гористой мѣстности, продольный уклонъ дороги слѣдуетъ дѣлать не болѣе 0,01 (фиг. 6) какъ для безопасности быстрой ѣзды, такъ и для уменьшенія сопротивленія тягѣ, которое въ значительной степени возрастаетъ съ кривизною участка.

Вообще, при установленіи величины максимальнаго уклона дороги, нужно имѣть въ виду, съ одной стороны, чтобы величина нагрузки экипажей, принятая въ данной мѣстности, не уменьшилась вслѣдствіе нѣсколькихъ допущенныхъ на дорогѣ слишкомъ большихъ уклоновъ, а съ другой стороны, чтобы длина и стоимость устройства дороги не вышли безъ нужды слишкомъ большими отъ введенія очень малыхъ уклоновъ. Сверхъ того, величину максимальнаго уклона слѣдуетъ опредѣлять въ зависимости отъ силы ожидаемаго по дорогѣ проѣзда: чѣмъ сильнѣе ожидаемое движеніе, тѣмъ полже должна быть продольная профиль дороги и тѣмъ болѣе средствъ полезно затрачивать для достиженія такой пологости.

17. Минимальный уклонъ дорогъ. Хотя горизонтальные участки дороги для проѣзда удобнѣе наклонныхъ, но проложенія ихъ вообще слѣдуетъ избѣгать, потому что они нецѣлесообразны въ техническомъ отношеніи, вслѣдствіе весьма медленнаго высыханія. Поперечные скаты, которыми ограничивается поверхность дороги, достаточны для осушенія дорожнаго полотна только при совершенно ровномъ и гладкомъ состояніи дороги; если же на поверхности дороги образуются отъ проѣзда продольныя углубленія или колеи, то на горизонтальныхъ участкахъ поперечные скаты пере-

стають выполнять свое назначеніе, вода застаивается въ колеяхъ и размягчаетъ мало по малу земляное полотно, вельдствіе чего содержаніе дороги въ исправности дѣлается затруднительнымъ. Поэтому, если даже условія мѣстности допускаютъ проложеніе горизонтальныхъ участковъ, вмѣсто нихъ устраиваютъ участки съ небольшими продольными уклонами. Иногда, чтобы не увеличивать чрезмѣрно количества земляныхъ работъ и достигнуть равномернаго осушенія дороги, каждый горизонтальный участокъ замѣняется нѣсколькими участками съ небольшимъ наклономъ, направленнымъ попеременно въ одну и другую сторону (фиг. 7).

Для свободнаго стока воды вдоль дороги, уклонъ оси ея долженъ быть не менѣе 0,005; эта предѣльная величина уклоновъ принимается обыкновенно за *минимальный уклонъ*, ниже котораго не слѣдуетъ заходить даже при совершенно ровной мѣстности. Исключеніе составляютъ высокія дамбы по разливамъ рѣкъ; въ мѣстахъ такихъ дамбъ ось дороги можно располагать и горизонтально, такъ какъ просыханіе дороги, пролегающей высокой насыпью по открытой ровной мѣстности, происходитъ быстро даже безъ продольнаго уклона.

18. Правительственное постановленіе о предѣлахъ продольныхъ уклоновъ. Циркуляромъ Министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 года, установлены слѣдующія правила относительно продольныхъ уклоновъ для подъездныхъ шоссеиныхъ дорогъ:

а) Продольные уклоны отдѣльныхъ участковъ дороги слѣдуетъ дѣлать не менѣе 0,005 и не болѣе:

для ровной мѣстности	0,04,
„ холмистой „	0,05,
„ гористой „	0,06.

б) Длина участковъ съ этими уклонами не должна превосходить:

при уклонѣ 0,04	1,5 версты,
„ „ 0,05	1,0 „
„ „ 0,06	0,5 „ ;

болѣе длинныя участки раздѣляются по длинѣ на части,

непревосходящія названныхъ протяженій, площадками съ уклономъ въ 0,01 и длиною въ 50 сажень.

в) Горизонтальные участки дороги не допускаются и замѣняются участками съ уклономъ въ 0,005, направленнымъ попеременно въ ту и другую сторону вдоль дороги.

Предѣльные величины уклоновъ по этому циркуляру близко подходят къ выведеннымъ выше на основаніи соображеній объ удобствѣ движенія и о выгоднѣйшемъ устройствѣ дорогъ, но устанавливаемая циркуляромъ длина участка съ максимальнымъ уклономъ не согласуется съ предъидущими соображеніями. Для максимальныхъ уклоновъ въ 0,04 и 0,05 предѣльная длина участковъ очень велика; правильнѣе было-бы назначить ее или одинаковою для всѣхъ трехъ случаевъ и равною 300 сажень, или же для уклона 0,06—250 сажень, для уклона 0,05—300 сажень, а для уклона 0,04—375 сажень.

Необходимо впрочемъ замѣтить, что при установленіи уклоновъ правилами циркуляра слѣдуетъ руководиться безусловно, но съ измѣненіемъ ихъ сообразно съ мѣстными условіями, по изложеннымъ выше соображеніямъ.

в) Направленіе дороги.

19. Выборъ направленія дороги и изысканія. Положеніе дороги на мѣстности, или *направленіе* ея, вполне опредѣляются видомъ дорожной оси, то есть планомъ оси и продольнымъ профилемъ дороги, такъ какъ планъ оси указываетъ относительное положеніе точекъ дороги въ горизонтальной плоскости, а продольный профиль даетъ относительное положеніе ихъ по высотѣ. Поэтому проведеніе новой дороги между заданными пунктами начинается обыкновенно изслѣдованіемъ мѣстности, или *изысканіями*, имѣющими цѣлью опредѣлить наилучшій при мѣстныхъ условіяхъ видъ оси дороги или наилучшее направленіе дороги, и собрать всѣ свѣдѣнія, необходимыя для проектированія дороги.

Крайніе пункты, которые должна соединять дорога,

устанавливаются обыкновенно правительствомъ, мѣстными учрежденіями или частными лицами, предпринимающими постройку дороги: иногда кромѣ крайнихъ пунктовъ, предпринимателями назначается и нѣсколько промежуточныхъ точекъ, черезъ которыя дорога должна проходить. Въ томъ или другомъ случаѣ представляется необходимымъ установить только направленіе дороги между заданными точками. Изысканіями опредѣляется та линія на поверхности земли, по которой слѣдуетъ произвести работы для устройства дороги. Линія эта называется *дорожной линіей*; она представляетъ вертикальную проекцію оси дороги на поверхность земли и проходитъ то выше оси дороги, то ниже ея, то совпадая съ нею.

Кромѣ находженія дорожной линіи, изысканія заключаютъ въ себѣ слѣдующія дѣйствія: разбивку и измѣреніе дорожной линіи, нивелировку вдоль и поперекъ ея, измѣреніе глубины рѣчекъ, изслѣдованіе грунта и собраніе свѣдѣній о каменныхъ матеріалахъ, о цѣнахъ на рабочихъ и матеріалы, о родѣ и дѣятельности проѣзда и пр.

20. Изысканія дорожной линіи въ равной мѣстности.

Изысканія начинаютъ ознакомленіемъ съ мѣстностью, раздѣляющею данные пункты предполагаемой дороги, съ помощью подробной карты. При проведеніи дороги въ предѣлахъ Европейской Россіи, для этой цѣли могутъ служить карты, изданныя военно-топографическимъ депо, въ масштабѣ 10 верстѣ въ дюймѣ для всѣхъ губерній и въ масштабѣ 3 версты для большей части губерній. Кромѣ того, въ военно-топографическомъ депо хранятся неизданныя карты нѣкоторыхъ губерній, въ масштабѣ 1 верста въ дюймѣ, копіи которыхъ выдаются по особымъ ходатайствамъ.

Сказанное ознакомленіе необходимо дѣлать всегда на самой мѣстности, такъ какъ нѣкоторыя подробности могутъ быть дурно выяснены на картѣ и состояніе поверхности земли можетъ оказаться измѣнившимся со времени составленія карты. При ознакомленіи съ мѣстностью помѣчаютъ общее направленіе дорожной линіи, для чего вездѣ, гдѣ

направленіе это мѣняется ставятъ точки на картѣ и забиваютъ кольца на поверхности земли. Соединяя отдѣльныя точки прямыми, получаютъ ломанную линію, называемую *базисомъ* и представляющую первоначальную дорожную линію.

Чтобы отъ этого базиса перейти къ окончательной дорожной линіи, необходимо изслѣдовать рельефъ поверхности земли. Съ этой цѣлью снимаютъ сначала продольный профиль земной поверхности по базису. На каждой прямой части AB базиса (фиг. 8) забиваютъ промежуточные кольца a, b, c во всѣхъ точкахъ, гдѣ естественный склонъ мѣстности измѣняетъ замѣтно направленіе или величину; затѣмъ измѣряютъ разстоянія между этими точками и нивелируютъ по кольямъ первоначальную дорожную линію. Сверхъ того, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ можетъ оказаться выгоднымъ перемѣститъ дорожную линію вправо или влево, опредѣляютъ также высоты различныхъ замѣчательныхъ точекъ земной поверхности, а именно тѣхъ точекъ, въ которыхъ поперечный къ оси склонъ мѣняется чувствительнымъ образомъ. Эти точки избираются на мѣстности на перпендикулярахъ къ базису $a'a'', b'b'', c'c''$ и на биссектрисахъ угловъ ея Ad, Ve . Выбравъ эти точки, измѣряютъ разстоянія ихъ до базиса и производятъ по нимъ нивелировку.

По даннымъ, полученнымъ измѣреніемъ и нивелировкой, вычерчиваютъ поперечные профили мѣстности и продольный профиль первоначальной линіи, связывая отдѣльныя части послѣдней закругленіями, причемъ высоты точекъ на закругленіяхъ опредѣляются пропорціональнымъ вычисленіемъ изъ высотъ близъ лежащихъ точекъ. Разсматривая вычерченный продольный профиль, замѣчаютъ на немъ участки съ уклонами, превосходящими установленный максимальный уклонъ. Если эти участки таковы, что выемкой небольшого количества земли на нѣкоторыхъ выступахъ, или подобной же насыпкой во впадинахъ, можно понизить всѣ крутые уклоны до установленнаго предѣла, то первоначальную дорожную линію можно принять за окончательную. Если же уклоны отдѣльныхъ участковъ очень велики

и участки эти длинны, такъ что для уменьшенія уклоновъ пришлось-бы произвести слишкомъ большія земляныя работы, то исправляютъ тамъ, гдѣ это необходимо, первоначальную линію дороги, перемѣщая нѣкоторыя вершины угловъ и замѣняя нѣкоторыя прямые участки ломанными такимъ образомъ, чтобы слишкомъ низкія части линіи повысились, а слишкомъ высокія понизились. Потомъ опредѣляютъ объясненнымъ выше способомъ продольный профиль этой новой дорожной линіи и, если по разсмотрѣніи онъ окажется еще неудовлетворительнымъ, исправляютъ снова полученную линію. Такимъ образомъ, послѣ ряда исправленій, устанавливають окончательную дорожную линію.

Эту послѣднюю линію можно однако еще улучшить въ отношеніи количества земляныхъ работъ. Наименьшее количество земляныхъ работъ очевидно соотвѣтствуетъ тому случаю, когда дорожная линія совпадаетъ съ осью дороги, то есть когда продольный профиль мѣстности совпадаетъ съ продольнымъ профилемъ дороги. На подробномъ планѣ легко намѣтить, гдѣ должна проходить такая дорожная линія, называемая *нулевою линіей*. Въ самомъ дѣлѣ, положимъ, что COF (фиг. 9) поперечный профиль мѣстности, O точка дорожной линіи и M точка оси дороги; проведемъ горизонталь Mm и перенесемъ ось въ точку m пересѣченія горизонтали съ поперечнымъ профилемъ; тогда въ разсматриваемой точкѣ дорожная линія совпадетъ съ осью дороги. Если перенесемъ разстояніе Mm на планѣ (фиг. 10) и сдѣлаемъ тоже для каждаго изъ поперечныхъ профилей, то получимъ рядъ точекъ m, m', m'', m''' , чрезъ которыя слѣдовало-бы повести искомую линію.

Получивъ такимъ образомъ рядъ точекъ, очерчиваютъ при помощи циркуля или лекала рядъ круговыхъ дугъ, радіусами не менѣе минимальнаго, такъ, чтобы дуги эти проходили чрезъ намѣченныя точки или отстояли отъ нихъ менѣе дорожной линіи, и затѣмъ проводятъ къ этимъ дугамъ общія касательныя. Совокупностью касательныхъ образуется новая дорожная линія, отличающаяся очень мало отъ предшествующей, имѣющая такіе же уклоны, но часто

представляющая при незначительномъ удлинении значительное уменьшение земляныхъ работъ.

Начертание дорожной линіи весьма облегчается, если имѣется для мѣстности *планъ съ горизонталями*. По нанесеніи на такой планъ базиса, нѣтъ нужды ни производить по нему продольной и поперечной нивелировки, ни составлять профиля. Чтобы рѣшить вопросъ, не превосходитъ ли на нѣкоторыхъ участкахъ средній уклонъ установленнаго предѣла, достаточно взять для каждаго участка разность отмѣтокъ конечныхъ точекъ и раздѣлить ее на длину; подобнымъ же способомъ опредѣляется бѣльшая или меньшая значительность земляныхъ работъ для приведенія крутыхъ уклоновъ къ желаемому предѣлу. Если необходимо перемѣстить линію для уменьшенія уклоновъ, то по плану съ горизонталями легко видѣть, какія части линіи должны быть измѣнены и какимъ образомъ это сдѣлать; точно также планъ выясняетъ крутые изгибы мѣстности и указываетъ, какъ ихъ обойти.

Когда дорожная линія установлена, продольный профиль мѣстности по плану съ горизонталями вычерчивается безъ затрудненія и быстро, потому что ординаты точекъ берутся прямо съ плана, какъ отмѣтки горизонталей, пересекаемыхъ линіей, абсциссы же находятся по масштабу; разности абсциссъ равны длинамъ, отсекаемымъ послѣдовательными горизонталями.

По продольному профилю мѣстности составляютъ продольный профиль дороги и затѣмъ улучшаютъ окончательную дорожную линію, приближая ее указаннымъ выше способомъ къ нулевой линіи. Эта послѣдняя операція дѣлается весьма просто: для каждой точки встрѣчи линіи съ горизонталью опредѣляютъ по продольному профилю, разчетомъ или масштабомъ, высоту оси и на перпендикулярѣ къ дорожной линіи отмѣчаютъ положеніе точки земной поверхности съ такою же отмѣткою; если эта точка попадаетъ между горизонталями, то положеніе ея опредѣляется съ достаточной точностью разчетомъ.

Въ виду большаго удобства для изысканій плановъ съ

горизонталями, иногда изготовляют такіе планы вдоль базиса по произведенной продольной и поперечной нивелировке и затѣмъ пользуются ими для начертанія окончательной дорожной линіи. Однако, на изготовленіе плановъ съ горизонталями требуется такъ много времени и труда, что подобный способъ нахождения линіи можно рекомендовать лишь для пунктовъ весьма трудныхъ для проведенія дороги.

21. Изысканія дорожной линіи въ гористой мѣстности.

При опредѣленіи наивыгоднѣйшаго направленія дороги въ гористой мѣстности необходимо руководиться нѣкоторыми правилами, основывающимися на общемъ видѣ поверхности земной коры въ такой мѣстности.

Неровности земной поверхности представляютъ въ формѣ и расположеніи своемъ нѣкоторыя общія черты. Большіе выступы коры обыкновенно пролегаютъ въ видѣ горныхъ цѣпей или *хребтовъ*, ограниченныхъ съ боковъ двумя наклонными поверхностями AB и AC (фиг. 11), которыя называются *горными склонами*. Сверху склоны, соединяясь, образуютъ *гребень* хребта; снизу склонъ или встрѣчаетъ поверхность моря FB , или переходитъ въ пологую поверхность CD , посредствомъ которой соединяется со склономъ DE сосѣдняго хребта. Въ послѣднемъ случаѣ впадина $ACDE$ между двумя хребтами представляетъ *бассейнъ*, наклонныя поверхности AC и DE —его склоны, а пологая поверхность CD —его *долину*, причемъ бассейнъ и долина обыкновенно носятъ названіе по рѣкѣ, рѣчкѣ или ручью G , протекающему по подошвѣ долины.

Склоны AC и DE главнаго бассейна обыкновенно бываютъ покрыты возвышеніями и впадинами, образующими второстепенные бассейны (фиг. 12). Каждый изъ этихъ бассейновъ состоитъ также изъ двухъ склоновъ, соединяющихся внизу долиной, и отдѣляется отъ смежныхъ бассейновъ гребнями второстепенныхъ хребтовъ, примыкающихъ къ главному хребту. Гребни второстепенныхъ хребтовъ постепенно понижаются отъ главнаго хребта къ долинѣ; такое же постепенное пониженіе представляютъ и подошвы второ-

степенныхъ долинъ, но скатъ гребней увеличивается съ приближеніемъ къ главной долинѣ, а скатъ долинныхъ подошвъ на оборотъ. Если представимъ себѣ, что AC (фиг. 13) склонъ главнаго бассейна, то второстепенный гребень изобразится линіей AHC , а разрѣзь второстепенной долины линіей AIC . Часть второстепеннаго хребта, ближайшая къ главной долинѣ, съ наиболѣе крутымъ скатомъ гребня HC , носитъ названіе *косогора*.

Склоны второстепенныхъ бассейновъ въ свою очередь представляютъ обыкновенно неровности, образующія бассейны и хребты такого же вида, какъ предшествующіе. Въ этомъ послѣдовательномъ ряду неровностей любой бассейнъ считается порядка низшаго сравнительно съ тѣми бассейнами, которые расположены по его склонамъ; также принято дѣлать на порядки хребты, гребни, склоны и долины. Такъ, гребни AA' и CC' (фиг. 12)—перваго порядка, гребни KK' и LL' —втораго порядка, а гребни MM' и NN' —третьяго порядка.

Скатъ склоновъ любого бассейна болѣе ската ограничивающихъ склоны гребней, такъ что общіе скаты или уклоны бассейновъ идутъ, возрастая по мѣрѣ увеличенія ихъ порядка. Сообразно съ этимъ и продольный уклонъ рѣчекъ увеличивается при переходѣ отъ долины перваго порядка къ долинѣ втораго порядка, отъ послѣдней къ долинѣ третьяго порядка и т. д.

Гребни горныхъ хребтовъ представляютъ линію извилистую въ планѣ и въ продольномъ видѣ. Самыя высокія части ихъ O, P (фиг. 14) называются *горными вершинами*, самыя низкія части Q, R образуютъ *ущелья*. Ущелья почти всегда находятся въ мѣстахъ начала второстепенныхъ долинъ; горныя же вершины обыкновенно соотвѣтствуютъ мѣстамъ отдѣленія второстепенныхъ гребней.

Изысканія дорожной линіи въ гористой мѣстности сообразуются съ видомъ неровностей земной поверхности и зависятъ отъ положенія двухъ заданныхъ точекъ линіи. Въ этомъ отношеніи различаются четыре главныхъ случая: 1) обѣ данныя точки находятся въ одной и той же долинѣ;

2) одна изъ данныхъ точекъ лежитъ въ долинѣ, а другая на склонѣ одного и того же бассейна; 3) данныя точки находятся на противоположныхъ склонахъ одного и того же косогора; 4) данныя точки лежатъ въ двухъ разныхъ бассейнахъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга однимъ или нѣсколькими гребнями.

Въ первомъ случаѣ изысканія производятся такъ же, какъ въ ровной мѣстности, и вообще отличаются легкостью, потому что скатъ долинъ невеликъ, измѣняется мало и только постепенно. Однако, при извилистомъ направленіи долины, и дорожная линія получаетъ извилистый видъ, такъ какъ для уменьшенія числа мостовъ черезъ рѣку, протекающую въ долинѣ, дорогу приходится вести по одной сторонѣ долины на значительномъ протяженіи. Выборъ выгоднѣйшей стороны долины можетъ быть затруднителенъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ, потому что важнѣйшіе пункты населенія часто бываютъ расположены на разныхъ берегахъ рѣки. Долины обыкновенно затопляются въ бѣльшей или меньшей степени разливами рѣкъ; поэтому при изысканіи дорожной линіи въ долинѣ необходимо имѣть въ виду поднять поверхность дороги выше горизонта разлива.

Во второмъ случаѣ, то есть, когда одна изъ данныхъ точекъ лежитъ въ долинѣ, а другая на склонѣ одного и того же бассейна, прямая линія, соединяющая эти точки, проходитъ сначала по долинѣ и затѣмъ поднимается по склону съ среднимъ уклономъ h , равнымъ отношенію полной высоты подъема H къ соответственной длинѣ L .

Если уклонъ h почти равенъ принятому максимальному уклону дороги, то прямая линія между данными точками даетъ первоначальную дорожную линію. Если h больше максимальнаго уклона, то отъ точки, лежащей въ долинѣ, до подошвы склона направляютъ дорожную линію по прямой, затѣмъ искривляютъ ее и ведутъ извилинами по склону, помѣщая повороты въ наиболѣе удобныхъ мѣстахъ и сообразно съ изгибами склона; такимъ способомъ развиваютъ дорожную линію до такой длины l , при которой можно подняться съ максимальнымъ уклономъ h_0 отъ подошвы склона

до данной точки; длину эту легко определить изъ равенства: $M_0 = H$. Наконецъ, если уклонъ h меньше максимальнаго уклона, то дорожную линію можно провести тремя способами.

Первый способъ состоитъ въ томъ, что дорожную линію направляютъ по прямой; способъ этотъ даетъ кратчайшую линію, но удобенъ только въ томъ случаѣ, когда поверхность склона не представляетъ значительныхъ неровностей и второстепенныхъ бассейновъ, пересѣченіе которыхъ потребовало бы большихъ земляныхъ работъ. При второмъ способѣ дорожную линію проводятъ отъ данной точки на склонѣ почти горизонтально и направляютъ ее внизъ по склону лишь отъ того мѣста, отъ котораго можно спуститься въ долину съ максимальнымъ уклономъ. Если точка лежитъ недалеко отъ гребня и послѣдній не представляетъ большихъ изгибовъ въ планѣ и по высотѣ, то этотъ способъ весьма цѣлесообразенъ, такъ какъ, направляя линію параллельно гребню, пересѣкаютъ второстепенные бассейны въ мѣстахъ незначительной глубины и вслѣдствіе этого при небольшомъ удлиненіи линіи достигаютъ большаго уменьшенія земляныхъ работъ и искусственныхъ сооружений. Третій способъ заключается въ томъ, что дорожную линію ведутъ отъ точки, лежащей на склонѣ, внизъ по склону съ максимальнымъ уклономъ, чтобы скорѣе достигъ долины, и затѣмъ направляютъ линію по долинѣ до второй точки. При этомъ способѣ послѣдняя часть линіи проводится очень легко; правда, она пересѣкаетъ рѣки и рѣчки второстепенныхъ бассейновъ въ самой широкой части ихъ, гдѣ нужны значительныя искусственныя сооружения, но за то проходитъ въ совершенно ровной мѣстности, минуя косогоры. Кромѣ того, третій способъ представляетъ еще то преимущество, что при немъ дорожная линія, слѣдуя по долинѣ, проходитъ по наиболѣе населеннымъ и наиболѣе богатымъ землямъ мѣстности, гдѣ дорога приноситъ больше пользы, чѣмъ на склонѣ бассейна.

Какъ видно изъ описаннаго выше втораго случая положенія данныхъ точекъ, при изысканіяхъ дорожной линіи въ гористой мѣстности приходится нерѣдко находить линію,

проходящую съ опредѣленнымъ однообразнымъ уклономъ на уровнѣ земной поверхности по данному склону.

Если имѣется подробный планъ мѣстности съ горизонталями, то *линія даннаго уклона* h_0 вычерчивается очень легко на этомъ планѣ. Для этого изъ данной точки A (фиг. 15) описываютъ дугу круга BB' радиусомъ r , равнымъ отношенію $\frac{g}{h_0}$ разности отмѣтокъ горизонталей къ данному уклону; каждая изъ точекъ B и B' пересѣченія этой дуги съ горизонтальною лежитъ на искомой линіи, потому что $\frac{g}{AB} = \frac{g}{AB'} = \frac{g}{r} = h_0$. Затѣмъ, описывая тѣмъ же радиусомъ дугу изъ точки B , получаютъ двѣ новыя точки C и C' , изъ которыхъ каждая находится на искомой линіи. Подобнымъ же образомъ находятъ и дальнѣйшія точки, причемъ изъ получаемыхъ каждый разъ двухъ точекъ выбираютъ ту, которая опредѣляетъ линію уклона, ближе подходящую къ общему направленію дорожной линіи или пролегающую по болѣе ровному мѣсту склона.

Когда подробнаго плана съ горизонталями нѣтъ, то линію даннаго уклона находятъ сперва на мѣстности посредствомъ теодолита, пантометра или греческаго ватерпаса (*теризитъ* — по турецки, *зигарія* — по гречески). При помощи этихъ инструментовъ, по правиламъ, указаннымъ въ геодезій, легко опредѣлить на мѣстности рядъ такихъ точекъ, что линія, проведенная чрезъ нихъ по поверхности земли, будетъ имѣть требуемый уклонъ. Въ точкахъ этихъ забиваютъ колья и производятъ по нимъ съемку, по которой наносятъ найденную линію на планъ.

Получивъ тѣмъ или другимъ способомъ ломанную линію даннаго уклона на планѣ, переходятъ отъ нея къ дорожной линіи, для чего вычерчиваютъ на планѣ черезъ полученныя точки дуги круговъ радиусами не менѣе заданнаго минимальнаго радиуса и къ этимъ дугамъ проводятъ общія касательныя; совокупность вычерченныхъ дугъ и касательныхъ даетъ требуемую дорожную линію. Эта дорожная линія короче ломанной и вслѣдствіе того уклонъ ея вообще больше уклона послѣдней; поэтому, при нахожденіи линіи

даннаго уклона, необходимо всегда немного уменьшать величину максимальнаго уклона, чтобы не превзойти этой величины при установленіи дорожной линіи.

Въ третьемъ случаетъ, то есть когда данныя точки находятся на противоположныхъ склонахъ одного и того же косогора, прямая линія, соединяющая эти точки, сначала поднимается на гребень косогора и затѣмъ спускается съ него. Такъ какъ уклоны этого подъема и спуска обыкновенно гораздо больше максимальнаго уклона дороги, то проведеніе дороги по прямой вызываетъ громадныя выемки или тоннели, что представляется черезчуръ дорогимъ для обыкновенной дороги. Можно избѣгнуть весьма большихъ уклоновъ и громадныхъ работъ, проводя дорожную линію въ обходъ косогора по поверхности земли и приблизительно на одинаковой высотѣ, но при этомъ длина дороги чрезмерно увеличивается. Поэтому чаще всего поступаютъ такимъ образомъ: ведутъ дорожную линію отъ обѣихъ данныхъ точекъ, поднимаясь съ даннымъ максимальнымъ уклономъ, до мѣста пересѣченія обѣихъ частей линіи и у мѣста пересѣченія немного укорачиваютъ ее въ предположеніи провести дорогу въ наиболѣе возвышенномъ пунктѣ небольшою выемкою.

Обратный, но вполне сходный съ разсмотрѣннымъ, случай представляетъ то положеніе данныхъ точекъ, когда онѣ находятся на двухъ склонахъ того же бассейна. Рѣшеніе вопроса, какъ провести въ этомъ случаѣ дорожную линію, совершенно сходно съ предъидущимъ: или проводятъ линію приблизительно на одинаковой высотѣ въ обходъ долины, или спускаются отъ обѣихъ точекъ съ максимальнымъ уклономъ до мѣста пересѣченія обѣихъ частей линіи и у мѣста пересѣченія спрямляютъ ее въ предположеніи провести дорогу по долинѣ небольшою насыпью.

Въ четвертомъ случаетъ, то есть когда данныя точки лежатъ въ двухъ разныхъ бассейнахъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга однимъ или нѣсколькими гребнями, опредѣляютъ сначала мѣста, въ которыхъ легче всего перевалить черезъ горные гребни, а затѣмъ, принявъ эти мѣста за неизмѣнныя

точки направленія дороги, устанавливають между ними дорожную линію по способамъ, указаннымъ въ предъидущихъ случаяхъ.

Наиболѣе удобными для перевала мѣстами гребней представляются ущелья. Чтобы дорога была возможно короче и съ меньшими уклонами, избираютъ въ каждомъ гребнѣ самое низкое изъ ущелій, находящихся вблизи общаго направленія дорожной линіи. Впрочемъ иногда приходится отбросить самое низкое ущелье; это бываетъ тогда, если къ такому ущелью примыкаетъ бассейнъ съ обрывистыми склонами, по которому весьма трудно провести дорогу.

Если имѣется въ распоряженіи подробная карта мѣстности съ горизонталями, то нахожденіе ущелій и выборъ наиболѣе низкихъ изъ нихъ дѣлается весьма легко по виду и отмѣткамъ горизонталей. Если приходится пользоваться картою безъ горизонталей, то руководствомъ для установленія пунктовъ перевала черезъ гребни могутъ служить общія особенности, замѣчаемыя въ формѣ и расположеніи неровностей земной коры. Ручьи и рѣчки, изображенные на картѣ, указываютъ положеніе долинъ и бассейновъ различныхъ порядковъ и вслѣдствіе этого даютъ возможность назначить на картѣ линіи гребней какъ между ручьями, текущими въ одну сторону, такъ и между рядами ручьевъ, спускающихся по противоположнымъ направленіямъ. Назначивъ линію гребня, можно найти довольно хорошо мѣста ущелій, такъ какъ они почти всегда лежатъ у начала долинъ. Если два ручья, текущіе по двумъ разнымъ склонамъ одного и того же хребта, расположены истоками одинъ противъ другого по обѣимъ сторонамъ гребня, то почти навѣрно соотвѣтственное ущелье принадлежитъ къ числу самыхъ низкихъ. Если ручей AB (фиг. 16) течетъ параллельно гребню CD и въ точкѣ B круто поворачиваетъ, то въ мѣстѣ поворота имѣется вѣроятно второстепенный гребень DE , заграждающій ручью путь; гребень CD , понижающійся вмѣстѣ съ ручьемъ, въ точкѣ F перестаетъ понижаться и возвышается при встрѣчѣ съ гребнемъ DE ; слѣдовательно въ точкѣ F можно найти ущелье.

На основаніи подобныхъ соображеній можно по простой картѣ съ нанесенными ручьями и рѣчками опредѣлить приблизительно мѣста и даже относительную высоту ущелій. Однако получаемыя этимъ способомъ заключенія представляются лишь вѣроятными и касаются только относительной высоты ущельевъ; кромѣ того, карты не всегда бывають составлены такъ хорошо и такъ подробно, чтобы имъ можно было вполнѣ довѣряться. Поэтому, опредѣливъ положеніе ущелій по картѣ, изслѣдуютъ мѣстность въ натурѣ, чтобы убѣдиться, существуютъ ли эти ущелья, установить точнѣе мѣста ихъ и измѣрить ихъ высоту; послѣднее дѣлается очень легко и достаточно точно посредствомъ барометра.

22. Разбивка дорожной линіи. Какова бы ни была мѣстность проведенія дороги, по установленіи дорожной линіи, назначаютъ или *разбиваютъ* ее на мѣстности, чтобы разработать подробности линіи и собрать данныя, необходимыя для составленія проекта дороги.

Разбивка дорожной линіи на мѣстности заключается въ томъ, что по концамъ и въ точкахъ пересѣченія прямыхъ участковъ линіи между собою, въ точкахъ примыканія прямыхъ участковъ къ закругленіямъ и по закругленіямъ забиваются колья; кромѣ того, къ разбивкѣ линіи относится измѣреніе ея длины, съ назначеніемъ по линіи опредѣленныхъ разстояній также посредствомъ кольевъ. Важнѣйшими пунктами дорожной линіи представляются конечныя точки ея и точки пересѣченія прямыхъ участковъ; въ этихъ точкахъ крѣпко забиваются толстыя колья или большія свайки, обозначаемыя нумерами по порядку или буквами. Чтобы облегчить нахожденіе этихъ точекъ, даже въ случаѣ уничтоженія кольевъ, часто обозначаютъ на планѣ положеніе и кратчайшее разстояніе ихъ относительно какихъ либо неизмѣняемыхъ и легко находимыхъ точекъ или *реперовъ*. Реперами могутъ служить углы зданій, межевые знаки и т. п.; при отсутствіи естественныхъ реперовъ, устраивають искусственныя, для чего закапываютъ въ землю въ нѣкоторыхъ

мѣстахъ деревянные столбы съ крестами внизу, опуская кресты глубже линіи промерзанія грунта.

Для назначенія кольями на мѣстности точекъ примыканія прямыхъ участковъ къ закругленіямъ и точекъ по линіи послѣднихъ измѣряютъ углы, образуемые прямыми участками въ точкахъ пересѣченія, и по величинамъ угловъ и соответственныхъ радіусовъ опредѣляютъ элементы закругленій.

Если назвать чрезъ α (фиг. 17) уголъ, образуемый пересѣченіемъ двухъ прямыхъ участковъ, чрезъ r радіусъ закругленія, то a , длина отрѣзка касательной отъ вершины C угла до точки касанія A или B , опредѣлится равенствомъ:

$$a = r \cotg \frac{1}{2} \alpha,$$

а b , разстояніе отъ вершины угла до середины закругленія, выразится формулою:

$$b = r \left(\operatorname{Cosec} \frac{1}{2} \alpha - 1 \right).$$

По этимъ формуламъ легко найти a и b , такъ какъ уголъ α опредѣляется измѣреніемъ, а радіусъ r берется въ круглыхъ числахъ по чертежу, сдѣланному на планѣ при изысканіяхъ.

Вычисливъ a и b , отмѣриваютъ отъ точки C по прямымъ участкамъ длины CA и CB , равныя a , а по биссектрисѣ длину CD , равную b , и забиваютъ въ точкахъ A , B и D колья. Затѣмъ, способами, указываемыми въ геодезій, опредѣляютъ положеніе промежуточныхъ точекъ закругленій и точки эти также назначаютъ на мѣстности кольями.

Измѣреніе длины дорожной линіи производится, послѣ разбивки закругленій, посредствомъ *цѣпи*, причемъ по линіи забиваются на опредѣленныхъ разстояніяхъ колья или *пикеты*. Главные пикеты, обозначаемые послѣдовательными номерами, помѣщаются чрезъ каждыя 50 сажень; промежуточные пикеты, сверхъ забитыхъ при разбивкѣ закругленій, заколачиваются во всѣхъ чѣмъ либо замѣчательныхъ точкахъ линіи, каковы—точки замѣтныхъ перегибовъ земной поверхности, точки на урѣзкахъ низкаго и высокаго горизонта воды въ рѣчкахъ, точки пересѣченій линіи съ дорогами

и т. п.; промежуточные пикеты надписываются ихъ разстояніями отъ главныхъ, иногда съ приставкой буквъ *a, b, c*.

Колья или пикеты для разбивки линіи дѣлаются въ 12 дюймовъ длиною и въ 3 дюйма толщиною; они надрубаются сбоку въ верхней части для надписанія нумера или разстоянія и забиваются въ землю на столько, чтобъ надписанное число было видно.

23. Продольная и поперечная нивелировка и собраніе различныхъ свѣдѣній. Вслѣдъ за разбивкой и измѣреніемъ дорожной линіи производится точная продольная нивелировка ея, которою опредѣляютъ высоты назначенныхъ кольями и пикетами точекъ земной поверхности, а также высоты реперовъ. Для постановки нивелировочныхъ реекъ служатъ особые кольца, длиною въ 6 и толщиною въ 2 дюйма, съ гладкою верхушкой, вколоченные въ землю на столько, что верхушка кола совпадаетъ съ поверхностью земли въ каждой точкѣ. Колья эти вколачиваются при разбивкѣ линіи рядомъ съ главными и промежуточными пикетами. При нивелировкѣ ведется журналъ, въ который вписываютъ нумера пикетовъ, прочитанныя числа реекъ, пояснительныя замѣтки и вычисленныя высоты или возвышенія точекъ линіи надъ принятой горизонтальной плоскостью. На основаніи этого журнала составляется, по мѣрѣ веденія нивелировки, чертежъ продольнаго профиля въ масштабѣ 50 или 100 сажень въ 1 соткѣ сажени для горизонтальныхъ разстояній и соотвѣтственно 2 или 5 сажень въ соткѣ для высотъ; на этомъ чертежѣ надписываются на горизонтальной линіи разстоянія между отдѣльными пикетными точками, а на вертикаляхъ высоты точекъ; образецъ такого чертежа представленъ на фигурѣ 2.

Вмѣстѣ съ продольной нивелировкой дорожной линіи производится и съемка поперечныхъ профилей земной поверхности, или поперечная нивелировка, въ тѣхъ пикетныхъ точкахъ линіи, гдѣ поверхность земли очень неровна. Прямые поперечныхъ профилей проводятся на глазъ нормально къ дорожной линіи и нивелируются въ точкахъ, отстоя-

щихъ отъ послѣдней на цѣлое число сажень и не далѣе 5 сажень; очень часто бываетъ вполне достаточно одной точки съ каждой стороны линіи. Поперечная нивелировка заносится въ журналъ, по которому затѣмъ вычерчиваются на клѣтчатой бумагѣ, сшитой въ видѣ тетради, поперечные профили земной поверхности въ масштабѣ 1 или 2 сажени въ соткѣ (фиг. 46).

При разбивкѣ линіи и нивелировкѣ ея, планъ изысканій пополняется нанесеніемъ на него величины угловъ линіи, закругленій, разстояній между отдѣльными точками линіи и различныхъ предметовъ мѣстности на полосѣ земли въ 50 или 100 сажень съ каждой стороны линіи. Положеніе лѣсныхъ зарослей, пашень, луговъ, проѣзжихъ и желѣзныхъ дорогъ, рѣкъ и ручьевъ, мостовъ, каменоломень, карьеровъ и границъ разнаго рода опредѣляютъ или глазо-мѣрно, пользуясь измѣреніемъ дорожной линіи, или по способамъ засѣчекъ и ординатъ. По дополненному такимъ образомъ плану изысканій составляютъ затѣмъ ситуаціонный планъ дороги въ масштабѣ 50 или 100 сажень въ соткѣ, по образцу, представленному на фигурѣ 1.

Кромѣ такого ситуаціоннаго плана для всей дороги, составляются иногда по собраннымъ при изысканіяхъ даннымъ или по особой съемкѣ болѣе подробные детальныя планы небольшихъ участковъ мѣстности. Необходимость въ такихъ планахъ является при опредѣленіи положенія большихъ мостовъ, дорожныхъ зданій и городскихъ улицъ.

Одновременно съ нивелировкой дорожной линіи дѣлаютъ промѣры глубины пересѣкаемыхъ ея рѣкъ, рѣчекъ и болотъ и развѣдку грунта по направленію дороги. Промѣрами глубины опредѣляются живыя сѣченія рѣчныхъ и болотныхъ ложбинъ, которыя наносятся затѣмъ на чертежъ продольнаго профиля вмѣстѣ съ горизонтами высокихъ, обыкновенныхъ и низкихъ водъ.

Развѣдка грунта большею частью ограничивается выкапываніемъ ямъ на глубину отъ 3 до 5 футовъ; напластованіе же слоевъ изслѣдуется во встрѣчаемыхъ оврагахъ. Къ буренію обращаются лишь тогда, когда располагаютъ не-

обходимыми инструментами, и производятъ его только въ исключительныхъ случаяхъ, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ предвидится необходимость глубокихъ выемокъ.

Родъ и качество грунта, опредѣленные развѣдкой, отмѣчаются на чертежѣ продольнаго профиля (фиг. 2).

Наконецъ, при изысканіяхъ собираются свѣдѣнія о мѣстахъ добыванія и родѣ строительныхъ матеріаловъ, въ особенности камня, о существующихъ цѣнахъ на матеріалы и рабочихъ, а также о возможной дѣятельности и родѣ проѣзда по дорогѣ.

III. ПОПЕРЕЧНЫЙ ПРОФИЛЬ ДОРОГИ И ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО.

24. Видъ поперечнаго профиля дороги. Поперечный профиль дороги представляетъ ломанную линію (фиг. 18), видъ которой зависитъ отъ условій мѣстности и проведеній дороги. Такъ какъ профиль этотъ получается отъ пересѣченія поверхности дорожной полосы плоскостью, перпендикулярною къ оси дороги, то отдѣльныя части его изображаютъ различныя составныя части дороги въ поперечномъ разрѣзѣ и потому по виду поперечнаго профиля можно составить точное понятіе о формѣ дороги.

Средняя полоса дорожной поверхности, изображаемая на профилѣ линіей *ВАС*, (фиг. 18) представляетъ самую важную часть дороги и называется *проезжей частью*; она служитъ для проѣзда экипажей, дѣлается выпуклою для стока воды и покрывается твердою одеждою, хорошо сопротивляющеюся разрушительному дѣйствию проѣзда. По обѣимъ сторонамъ проезжую часть обрамливаютъ *обочины* *BD*, и *CE*, не служація совѣмъ, или служація лишь въ исключительныхъ случаяхъ, для проѣзда экипажей; онѣ назначаются для складыванія матеріаловъ, необходимыхъ при содержаніи дороги, для упора дорожной одежды, покрывающей проезжую часть, и для прохода путниковъ. Иногда одна

или обѣ обочины бываютъ приподняты надъ проѣзжей частью, въ видѣ *тротуаровъ* (фиг. 20).

Рядомъ съ обочинами расположены *каналы* $DFGH$ и $EJKL$ для приѣма и отвода воды, стекающей съ поверхности дорожной полосы. Канавы окаймляются полосами земли HM и LN , носящими названіе *обрѣзовъ*; послѣдніе служатъ для складыванія ремонтныхъ матеріаловъ, для помѣщенія объѣзднаго временнаго пути при перестройкѣ дороги и для выкопки недостающей, или ссыпки лишней, земли при устройствѣ дороги. Иногда на одномъ изъ обрѣзовъ помѣщается *лѣтній путь* $LL'N'$ (фиг. 19) для проѣзда легкихъ экипажей въ сухую погоду.

Поперечный профиль описаннаго вида дорога обыкновенно имѣетъ на тѣхъ участкахъ, гдѣ она пролегаетъ въ открытой, незаселенной мѣстности, вблизи отъ естественной поверхности земли $MA'N$, безъ значительнаго поперечнаго ската. Въ другихъ случаяхъ видъ поперечнаго профиля существенно измѣняется.

Если дорога проходитъ по городу или иному населенному пункту, то часто она состоитъ только изъ проѣзжей части и двухъ тротуаровъ или двухъ обочинъ: для стока воды служатъ при этомъ *лотки*, расположенные между проѣзжей частью и тротуарами (фиг. 20) или по краямъ обочинъ (фиг. 21).

Обыкновенно дорога проводится такъ, что только на части ея протяженія ось дороги совпадаетъ съ дорожной линіей, назначаемой на поверхности земли при изысканіяхъ, на остальномъ же протяженіи ось дороги расположена выше или ниже дорожной линіи. На участкахъ, гдѣ ось дороги лежитъ выше дорожной линіи, поверхность дороги поднимаютъ выше естественной поверхности земли посредствомъ насыпки грунта или *насыпи*; на участкахъ же, гдѣ ось дороги пролегаетъ ниже дорожной линіи, поверхность дороги опускается ниже поверхности земли посредствомъ выкопки грунта или *выемки*. Соответственно съ этимъ, дорога обыкновенно пролегаетъ частью на уровнѣ земли, частью насыпью, частью выемкою.

Если дорога пролегает насыпью, то поперечный профиль ея имѣетъ видъ, изображенный на фигурѣ 22. Кромѣ проѣзжей части BAC , обочинъ BD и CE и обрѣзовъ HM и LN , въ составъ дороги входятъ въ этомъ случаѣ поверхности DH и EL , по которымъ ограничивается насыпь для устранения обвала грунта; поверхности эти называются *откосами насыпи*.

Если дорога проходитъ выемкою, то поперечный профиль ея получаетъ видъ, представленный на фигурѣ 23. Въ этомъ случаѣ въ составъ дороги входятъ, кромѣ проѣзжей части, обочинъ, канавъ и обрѣзовъ, *откосы выемки* HN' и LL' , то есть поверхности, по которымъ ограничивается выемка для устранения обвала грунта.

Наконецъ, если дорога проходитъ *по косогорю*, то часть ея расположена выемкою, а часть насыпью. Поперечный профиль дороги въ этомъ случаѣ (фиг. 24) составной изъ профиля насыпи и профиля выемки.

25. Проѣзжая часть дороги. Проѣзжая часть дороги опредѣляется тремя элементами: шириною ея, выпуклостью и устройствомъ дорожной одежды. Изложеніе способовъ устройства дорожной одежды составляетъ предметъ особаго, слѣдующаго ниже отдѣла, здѣсь же необходимо разсмотрѣть первые два элемента.

Ширина проѣзжей части сообразуется съ дѣятельностью проѣзда по дорогѣ: тѣмъ сильнѣе движеніе, тѣмъ больше должна быть эта ширина. Минимальная ширина проѣзжей части опредѣляется условіемъ, чтобы два экипажа могли разъѣхаться на ней, не сходя на обочины, не уменьшая скорости движенія и не рискуя столкнуться.

Ширина хода экипажей, или разстояніе между ободьями колесъ, составляетъ обыкновенно 0,6 сажени, а ширина самихъ экипажей съ полною и наиболѣе громоздкою нагрузкою не превышаетъ 1,3 сажени; для свободнаго разъѣзда экипажей, между ними долженъ оставаться при встрѣчѣ промежутокъ не менѣе 0,2 саж. Принимая эти данныя и допуская, что экипажи движутся у самыхъ обочинъ, найдемъ,

что *минимальная ширина* проѣзжей части для свободного разъѣзда двухъ экипажей равна (фиг. 25)

$$2 \times 1,3 - 2 \left(\frac{1,3 - 0,6}{2} \right) + 0,2 = 2,1 \text{ сажени.}$$

На нѣкоторыхъ дорогахъ ширина проѣзжей части меньше этой минимальной величины и достаточна для проѣзда лишь одного экипажа. На такихъ дорогахъ, для разъѣзда двухъ экипажей, одному изъ нихъ приходится сворачивать въ сторону, съѣзжая на обочину или на особую площадку для разъѣзда. Съѣзды на обочину допускаются при слабомъ движеніи и не представляютъ неудобства на тѣхъ дорогахъ, гдѣ подвозъ грузовъ производится по одному направленію; въ этомъ случаѣ ненагруженные телеги, встрѣчаясь съ нагруженными, безъ затрудненія сворачиваютъ болѣе или меньше на обочину. Къ устройству разъѣздныхъ площадокъ прибѣгаютъ иногда на дорогахъ въ гористой мѣстности, но пользованіе ими всегда представляетъ нѣкоторое неудобство для проѣзда. Поэтому при устройствѣ дорогъ слѣдуетъ принять за правило не дѣлать проѣзжую часть значительно меньше указанной минимальной величины, если только по дорогѣ можно ожидать довольно дѣятельнаго движенія или перевозки грузовъ въ обѣ стороны.

Когда движеніе по дорогѣ очень дѣятельное, то полезно проѣзжей части придавать такую ширину, чтобы на ней могли встрѣчаться разомъ три экипажа, потому что при дѣятельномъ проѣздѣ нерѣдки случаи, когда два экипажа, движущіеся съ разными скоростями, съѣзжаются вмѣстѣ въ моментъ встрѣчи съ третьимъ, перемѣщающимся въ противоположномъ направленіи. По тѣмъ же даннымъ, какъ и раньше, найдемъ, что для этого случая минимальная ширина проѣзжей части равна

$$3 \times 1,3 - 2 \left(\frac{1,3 - 0,6}{2} \right) + 2 \times 0,2 = 3,6 \text{ сажени.}$$

Для дорогъ, пролегающихъ по открытой, незаселенной мѣстности, такая ширина проѣзжей части совершенно достаточна при самомъ сильномъ проѣздѣ и потому увеличеніе ея свыше 3,6 сажени представляется излишнимъ. Напро-

тивъ того, для городскихъ дорогъ требованія удобства проѣзда часто заставляютъ увеличивать ширину проѣзжей части до 10 и болѣе сажень.

Въ обыкновенныхъ случаяхъ, выведенная выше минимальная ширина проѣзжей части для разѣзда двухъ экипажей, 2,1 саж., представляется и *наивыгоднѣйшей шириной*. При увеличеніи этой ширины увеличивается стоимость построенія дороги, а при уменьшеніи ея возрастаетъ стоимость ремонта дороги; первое очевидно само собою, второе же требуетъ нѣкотораго поясненія. Замѣчено, что при одинаковомъ проѣздѣ издержки на ремонтъ дороги возрастаютъ, если ширина проѣзжей части уменьшается ниже нѣкотораго предѣла, близкаго къ 2,1 саж., и притомъ возрастаніе издержекъ идетъ быстрѣе уменьшенія ширины. Это явленіе объясняется тѣмъ, что, при малой ширинѣ проѣзжей части, напримѣръ въ 1,5 сажени, экипажи во время проѣзда по необходимости остаются всегда по срединѣ ея и разрушаютъ только тѣ полосы дорожной одежды, которыя соотвѣтствуютъ положенію колесъ, вслѣдствіе чего по этимъ полосамъ образуются колеи, вызывающія разстройство одежды; когда же ширина проѣзжей части достигаетъ 2,1 саж., то экипажи получаютъ возможность при проѣздѣ перемѣщаться со стороны въ сторону, вслѣдствіе чего дорожная одежда изнашивается по всей ширинѣ и болѣе или менѣе равномерно.

На русскихъ шоссеиныхъ дорогахъ, построенныхъ на средства казны до 1864 года, ширина проѣзжей части составляла 4, 3 и 2,5 сажени, смотря по значенію, которое имѣли эти дороги во время постройки; впоследствии ширина эта на нѣкоторыхъ дорогахъ была уменьшена до 2,5 и 2 сажень. На шоссеиныхъ дорогахъ, устроенныхъ казною съ 1881 года, ширина проѣзжей части равна 2,5 и 2,1 саж.; послѣдняя ширина по приведеннымъ выше соображеніямъ представляется вполне цѣлесообразною, такъ какъ она минимальная для свободного разѣзда двухъ экипажей и наивыгоднѣйшая по постройкѣ и ремонту.

На многихъ изъ горныхъ дорогъ Кавказа и южнаго берега Крыма, построенныхъ какъ въ прежнее, такъ и

въ новѣйшее время, ширина проѣзжей части равна 1,5 сажени, и для разѣздовъ служатъ обочины съ уширеніями въ удобныхъ мѣстахъ. Такая ширина допущена на этихъ дорогахъ, вслѣдствіе трудности и дороговизны проложенія широкаго полотна въ гористой мѣстности и въ виду сравнительно малаго вѣса экипажей, могущихъ проѣзжать по нимъ при крутыхъ продольныхъ уклонахъ.

Выпуклость придается проѣзжей части съ тою цѣлью, чтобы дождевая вода не застаивалась на поверхности ея на горизонтальныхъ участкахъ дороги и не образовала продольныхъ потоковъ на участкахъ съ уклонами. Обыкновенно выпуклость устраиваютъ однимъ изъ двухъ способовъ: или дѣлая поверхность проѣзжей части цилиндрическою, или составляя ее изъ двухъ плоскостей, наклоненныхъ отъ середины проѣзжей части къ краямъ (фиг. 26, *a* и *b*).

Цилиндрическая форма, представляетъ то неудобство, что при ней края проѣзжей части наклонены сильнѣе середины, слѣдствіемъ чего является неравномѣрное изнашиваніе дорожной одежды, такъ какъ экипажи, чтобы избѣжать боковаго скольженія, направляются предпочтительно по болѣе пологой средней полосѣ проѣзжей части; поэтому цилиндрическую форму придаютъ проѣзжей части только при малой выпуклости ея поверхности. Въ большинствѣ же случаевъ поверхность проѣзжей части образуютъ двумя наклонными плоскостями, пересѣкающимися по оси дороги; при этомъ уголъ пересѣченія плоскостей немного вдавливается при устройствѣ дорожной одежды и окончательно поперечный профиль проѣзжей части получаетъ видъ двухъ прямыхъ линій, сопряженныхъ посредствомъ короткой плоской дуги (фиг. 26, *c*).

Величина выпуклости выражается или отношеніемъ стрѣлы подъема h проѣзжей части въ ширинѣ ея l , или поперечнымъ скатомъ проѣзжей части, равнымъ половинѣ того же отношенія. Величина эта зависитъ, во первыхъ, отъ качества покрывающей проѣзжую часть одежды, а во вторыхъ, отъ величины продольнаго уклона дороги. Въ самомъ дѣлѣ, чѣмъ совершеннѣе качества дорожной одежды по ма-

теріалу и устройству, тѣмъ труднѣе образуются на проѣзжей части неровности, задерживающія воду, и тѣмъ меньше можетъ быть выпуклость или поперечный скатъ для надлежащаго стока воды. Съ другой стороны, тѣмъ больше продольный уклонъ дороги, тѣмъ меньше можно заботиться объ облегченіи поперечнаго стока воды и тѣмъ меньше можетъ быть выпуклость или поперечный скатъ.

Сообразно съ этой зависимостью, обыкновенно принимаются слѣдующія величины выпуклости и поперечнаго ската проѣзжей части:

при грубой мостовой, выпукл. отъ $\frac{1}{28}$ до $\frac{1}{40}$, скатъ отъ $\frac{1}{14}$ до $\frac{1}{20}$,
 „ щебеноч. одеждѣ, „ отъ $\frac{1}{33}$ до $\frac{1}{50}$, „ отъ $\frac{1}{17}$ до $\frac{1}{25}$,
 „ тесанной мостовой, „ отъ $\frac{1}{50}$ до $\frac{1}{80}$, „ отъ $\frac{1}{25}$ до $\frac{1}{40}$,

причемъ здѣсь бѣльшія числа относятся къ участкамъ дорогъ съ малымъ уклономъ, а меньшія — къ участкамъ съ большимъ уклономъ.

На русскихъ шоссеиныхъ дорогахъ, построенныхъ на средства казны въ новѣйшее время, поперечные скаты проѣзжей части приняты отъ $\frac{1}{17}$ до $\frac{1}{25}$ и измѣняются въ этихъ предѣлахъ по длинѣ дорогъ въ обратномъ отношеніи съ величиною продольнаго уклона.

Поверхности проѣзжей части на горныхъ дорогахъ часто даютъ по всей ширинѣ одинъ поперечный скатъ, направленный въ сторону горнаго гребня; это дѣлается на крутыхъ горныхъ склонахъ и имѣетъ цѣлю устранить сдвиганіе экипажа къ краю насыпи (фиг. 38).

26. Обочины. Обочины, окаймляя проѣзжую часть, служатъ для упора покрывающей ее дорожной одежды и для временнаго склада ремонтныхъ матеріаловъ. Кромѣ того, обочины часто удовлетворяютъ и другимъ назначеніямъ: по нимъ направляются пѣшеходы; на нихъ сворачиваютъ экипажи для остановокъ или для разѣздовъ со встрѣчными экипажами; въ нѣкоторыхъ случаяхъ по нимъ происходитъ проѣздъ легкихъ экипажей въ сухое время года.

Въ незаселенной мѣстности обочины обыкновенно устраи-

ваются изъ того же грунта, какъ и земляное полотно; только въ случаѣ песчанаго грунта полотна, для устройства обочинъ берутъ черноземную или песчаноглинистую землю. Если обочины служатъ для проѣзда легкихъ экипажей, то поверхность ихъ иногда покрываютъ слоемъ хряща. Въ заселенныхъ мѣстахъ покрываютъ обочины каменною мостовою, чтобы предохранить ихъ отъ скорой порчи и доставить больше удобствъ движенію.

Поверхность обочинъ располагаютъ чаще всего въ уровень съ проѣзжею частью, давая имъ поперечный скатъ, направленный отъ оси дороги къ краямъ ея (фиг. 18). Скатъ этотъ или принимается равнымъ скату проѣзжей части, или дѣлается немного больше послѣдняго для облегченія стока дождевой воды.

Ширина обочинъ сообразуется съ тѣми назначеніями, которымъ онѣ должны удовлетворять въ данныхъ условіяхъ проведенія дороги. Минимальная ширина обочинъ 0,30 саж., но при такой ширинѣ обочины годны лишь для упора дорожной одежды и для нѣкотораго обезпеченія движенія, но другимъ назначеніямъ удовлетворять почти не могутъ. Такая ширина обочинъ встрѣчается лишь на горныхъ дорогахъ, каковы дороги Кавказа и южной части Крыма.

Нерѣдко придаютъ обочинамъ ширину въ 0,70 саж., при которой онѣ могутъ служить для свободнаго движенія пѣшеходовъ и для складыванія матеріаловъ въ томъ количествѣ, какое необходимо для обыкновеннаго ремонта дороги. Въ этомъ случаѣ, для складыванія матеріаловъ въ большомъ количествѣ пользуются обрѣзами, или иногда устраиваютъ на опредѣленныхъ разстояніяхъ по длинѣ дороги особыя складочныя площадки (фиг. 27 и 28). Такая ширина обочинъ принята на русскихъ шоссеиныхъ дорогахъ, построенныхъ казною въ послѣднее время.

Наконецъ, иногда устраиваютъ обочины шириною въ 1,50 саж. и болѣе. Такая ширина, удовлетворяя всѣмъ потребностямъ дороги, представляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и значительныя неудобства: увеличивая ширину землянаго полотна, она дѣлаетъ дорожке постройку и ремонтъ дороги;

затрудняя стокъ воды съ проѣзжей части и просыханіе землянаго полотна, она способствуетъ разстраиванію дорожной одежды и увеличиваетъ расходы на содержаніе дороги. Последнее неудобство въ особенности бываетъ замѣтно въ томъ случаѣ, если одна или обѣ обочины, непокрытыя каменною мостовою, предоставляются для проѣзда; отъ дѣйствія проѣзда поверхность обочины въ короткое время сбивается и покрывается массой неровностей, требующихъ частыхъ исправленій и задерживающихъ на поверхности землянаго полотна дождевую воду. Поэтому, если обстоятельства проложенія дороги заставляютъ дѣлать обочины широкими и оставлять ихъ свободными для проѣзда, то поверхность ихъ необходимо покрывать каменною мостовою.

На русскихъ шоссе, построенныхъ на средства казны до 1864 года, ширина обочинъ достигаетъ 1,50 и 1,75 саж. и представляется излишне большою, особенно при существующемъ движеніи. Обочины большею частью заграждены для проѣзда, но излишекъ ширины ихъ все-таки оказываетъ вредное вліяніе на исправность шоссе, замедляя просыханіе землянаго полотна.

При расположеніи обочинъ на одномъ уровнѣ съ проѣзжею частью, вода, скопляющаяся во время дождя на поверхности дороги, стекаетъ въ канавы по обочинамъ и дѣлаетъ ихъ неудобными для прохода въ сырую погоду. Поэтому на дорогахъ съ значительнымъ движеніемъ пѣшеходовъ, въ городахъ или въ окрестностяхъ городовъ, возвышаютъ одну или обѣ обочины надъ проѣзжей частью въ видѣ тротуаровъ (фиг. 20 и 29), давая поверхности ихъ поперечный скатъ отъ $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{50}$ къ срединѣ дороги. Если такія возвышенныя обочины назначены исключительно для движенія пѣшеходовъ, то ихъ покрываютъ слоемъ плотно утрамбованнаго крупнаго песка, или замащиваютъ камнями (фиг. 20), асфальтомъ или деревомъ. Вода, стекающая съ поверхности проѣзжей части и тротуаровъ, скопляется въ этомъ случаѣ въ лоткахъ съ продольными уклонами (фиг. 30) и изъ самыхъ низкихъ точекъ лотковъ отводится каналами или трубами.

27. Канавы, боковыя и отводныя. Канавы составляютъ весьма важную принадлежность дороги; онѣ служатъ для пріема воды, стекающей съ поверхности полотна дороги, и для отвода ее къ мѣстамъ естественнаго стока, оврагамъ лощинамъ и рѣкамъ; кромѣ того, онѣ осушаютъ земляное полотно и устраняютъ этимъ размягченіе грунта подъ дорожную одежду и вдавливаніе въ него частей этой одежды. Если дорога устраивается безъ канавъ, то результаты отсутствія ихъ дѣлаются замѣтными вскорѣ по окончаніи постройки и выражаются тѣмъ, что проѣзжая часть дороги весьма медленно высыхаетъ, скоро теряетъ выпуклость и допускаетъ образованіе въ дорожной одеждѣ глубокихъ колея, а для поддержанія дороги въ исправности требуются очень большіе расходы. Канавы по сторонамъ дорожного полотна, или *боковыя канавы*, необходимы на всемъ протяженіи дороги, гдѣ она пролегаетъ выемкою, на уровнѣ поверхности земли и насыпью не выше 0,25 саж.; при болѣе высокихъ насыпяхъ стокъ воды съ дорожного полотна на обрѣзы и по нимъ къ естественнымъ склонамъ не вредитъ дорогѣ и канавы представляются излишними. На косогорахъ необходима только одна канава, съ нагорной стороны землянаго полотна, причемъ часто для уменьшенія количества земляныхъ работъ и для удобства проѣзда замѣняютъ эту нагорную канаву мощенымъ лоткомъ (фиг. 38 и 39). Подобная же замѣна канавъ мощеными лотками дѣлается иногда на участкахъ дорогъ, пролегающихъ по городамъ и селеніямъ (фиг. 21).

Если боковыя канавы, кромѣ воды, стекающей съ дороги, принимаютъ въ себя воду пересѣкаемыхъ дорожною лоциною или ручьевъ, то для опредѣленія размѣровъ канавъ по количеству ожидаемаго притока воды и данному уклону пользуются формулами гидравлики. Если же канавы служатъ только для осушенія полотна и стока дождевой воды, падающей на поверхность дорожной полосы, то размѣры ихъ назначаются по слѣдующимъ практическимъ правиламъ. Дну канавъ (фиг. 31) даютъ постоянную ширину въ 0,25 сажени, а глубину ихъ соразмѣряютъ съ количествомъ протекающей

воды и положеніемъ дороги. Въ возвышенныхъ пунктахъ, откуда канавы понижаются въ обѣ противоположныя стороны, назначаютъ глубину ихъ отъ 0,15 до 0,20 сажени, смотря по ширинѣ откосовъ выемки и поперечному скату мѣстности; по мѣрѣ приближенія къ низкимъ мѣстамъ глубину эту постепенно увеличиваютъ и при значительной длинѣ канавъ доводятъ въ концѣ до 0,40 сажени. Въ ровной мѣстности средняя глубина канавъ принимается въ 0,25 сажени и, при горизонтальномъ положеніи полотна, измѣняется по длинѣ дороги для образованія продольнаго уклона дна ихъ. Откосы канавъ, вслѣдствіе незначительной ширины ихъ, дѣлаютъ обыкновенно съ одиночнымъ (1:1) скатомъ, но въ выемкахъ откосамъ канавъ, прилегающимъ къ откосамъ выемки, придаютъ скатъ, равный скату послѣднихъ.

Продольный уклонъ боковыхъ канавъ зависитъ отъ продольнаго уклона дороги и дѣлается равнымъ послѣднему, за исключеніемъ случаевъ, указываемыхъ ниже; для свободного стока воды онъ долженъ быть не менѣе 0,005.

На участкахъ дорогъ съ уклономъ менѣе 0,005, уклонъ боковыхъ канавъ дѣлается болѣе уклона дороги и доводится до 0,005 постепеннымъ углубленіемъ канавъ отъ середины участка къ краямъ. На длинныхъ участкахъ дорогъ съ однообразнымъ небольшимъ уклономъ, уклонъ канавъ часто не много увеличиваютъ постепенно отъ возвышенной точки къ низменной, потому что, по мѣрѣ пониженія канавы, количество протекающей въ ней воды увеличивается. На переходахъ дорогъ отъ возвышенной точки къ низменной, канавы стараются располагать такъ, чтобы уклонъ ихъ не уменьшался рѣзко въ такомъ мѣстѣ, гдѣ не устроено выпуска воды изъ канавъ, потому что въ точкахъ подобнаго рѣзкаго уменьшенія уклона складываются наносы, вслѣдствіе уменьшенія скорости теченія воды: съ этою цѣлью дѣлаютъ иногда уклонъ канавъ немного болѣе уклона дороги. Наконецъ, уклонъ канавъ бываетъ по необходимости больше уклона дороги въ томъ случаѣ, когда вода, собирающаяся въ выемкѣ AC отводится вдоль сосѣдней насыпи CD къ ближайшему оврагу D (фиг. 32).

Въ мѣстахъ крутыхъ пониженій поверхности земли, боковыя каналы удаляютъ (фиг. 33) отъ землянаго полотна дороги, чтобы обезопасить его отъ поврежденія при размывахъ канавъ, которые происходятъ иногда въ подобныхъ мѣстахъ, влѣдствіе большой скорости теченія воды. Въ гористой мѣстности, дорогамъ часто приходится давать большой уклонъ на значительномъ протяженіи; въ такихъ случаяхъ, для устраненія размывовъ, каналы располагаютъ уступами (фиг. 34), раздѣляя ихъ на части съ уклономъ, меньшимъ уклона дороги, и сопрягая эти части каменными стѣнками изъ сухой кладки съ каменнымъ поломъ, имѣющимъ обратный уклонъ для уничтоженія скорости протекающей воды.

При большомъ уклонѣ, или очень значительномъ количествѣ проводимой воды, дно и откосы боковыхъ канавъ укрѣпляются, для устраненія размывовъ, обкладкой *дертомъ* или каменной *мостовой*. Предѣльными уклонами, не требующими искусственнаго укрѣпленія канавъ, принимаются уклоны отъ 0,03 до 0,06, смотря по роду грунта. Степень сопротивленія грунта размыву и количество протекающей воды часто бываетъ трудно опредѣлить при проведеніи дороги; поэтому нерѣдко укрѣпленіе дна и откосовъ канавъ откладываютъ при устройствѣ дорогъ до тѣхъ поръ, пока опытъ не укажетъ мѣсть, гдѣ необходимо защитить ихъ дерновой или мощеніемъ.

Вода, скопляющаяся въ боковыхъ канавахъ, не должна ни въ какомъ случаѣ оставаться долгое время у землянаго полотна дороги, такъ какъ застой воды можетъ быть причиною намоканія и даже разжиженія грунта, поддерживающаго дорожную одежду. Поэтому при проложеніи дороги пользуются всѣми мѣстными обстоятельствами для спуска воды изъ боковыхъ канавъ въ пересѣкаемые дорогою и близь лежащіе овраги и лоцины. Если дорога пересѣкаетъ оврагъ или лоцину, то вода изъ боковыхъ канавъ прямо изливается въ углубленіе мѣстности и стекаетъ по продольному скату его; если же оврагъ или лоцина лежитъ вблизи дороги и не пересѣкается ею, то для отвода воды устраиваютъ отъ зем-

лянаго полотна къ углубленію мѣстности *отводную канаву*. Въ томъ и другомъ случаѣ, для спуска воды изъ канавы, находящейся съ нагорной стороны, укладываютъ подъ землянымъ полотномъ поперечную трубу (фиг. 35). Иногда, впрочемъ, трубы не дѣлаютъ и въ лощину *A* выпускаютъ воду изъ одной только канавы *BC* (фиг. 37); другую же канаву *DE* продолжаютъ чрезъ возвышенность до слѣдующей лощины.

Въ ровной низменной мѣстности бываетъ нерѣдко довольно трудно устроить надлежащій отводъ воды изъ боковыхъ канавъ. Отводнымъ канавамъ въ такой мѣстности приходится давать большую длину и направлять ихъ по линіямъ наибольшихъ скатовъ поверхности земли, для отысканія которыхъ необходимо производство специальной нивелировки.

Въ случаѣ невозможности отвода воды къ пониженнымъ точкамъ посредствомъ отводныхъ канавъ, ограничиваются выкапываніемъ вблизи дороги ямъ на опредѣленныхъ разстояніяхъ одна отъ другой и спускомъ воды въ эти ямы, откуда она испаряется въ сухое время. Если почва мѣстности заключаетъ въ себѣ водопроницаемые слои хряща или песка, то въ землѣ дѣлаютъ колодцы или скважины, поглощающія спускаемую къ нимъ воду изъ канавъ.

28. Откосы выемокъ и насыпей. Уклонъ откосовъ выемокъ и насыпей зависитъ отъ рода грунта землянаго полотна и отъ глубины выемки или высоты насыпи. Чѣмъ слабѣе грунтъ и чѣмъ глубже выемка или выше насыпь, тѣмъ вообще уклонъ откосовъ долженъ быть положе, чтобы приданная земляному полотну дороги форма сохранялась безъ поврежденій.

Въ настоящее время, при проведеніи дорогъ, правильнымъ выборомъ дорожной линіи достигаютъ того, что поверхность землянаго полотна близко прилегаетъ къ поверхности земли по всей длинѣ дороги, вслѣдствіе чего выемки глубже 2 сажень и насыпи выше этой величины встрѣчаются рѣдко. При этомъ на дорогахъ въ ровной мѣстности можно соорудовать уклонъ откосовъ лишь съ качествомъ грунта и принимать его одинаковымъ для всей дороги или для значи-

тельныхъ частей ея. Обыкновенно уклонъ этотъ дѣлается равнымъ 1:1 или *одиночнымъ* для твердаго грунта, 1:1½ или *полуторнымъ* для грунта средней твердости и 1:2 или *двойнымъ* для слабаго грунта.

Откосамъ большихъ насыпей и выемокъ слѣдуетъ придавать болѣе пологіе уклоны, но обыкновенно, для уменьшенія количества земляныхъ работъ, дѣлаютъ ихъ полуторными или двойными, укрѣпляя поверхность грунта посѣвкой травы, разсадкою лозы или ивы, обкладкой дерномъ, хворостяной одеждой и каменной мостовой; родъ укрѣпленія сообразуется со степенью слабости грунта и съ мѣстными условіями. Къ укрѣпленію откосовъ прибѣгаютъ и при малыхъ насыпяхъ, если полотно дороги пролегаетъ по разливу рѣки.

Иногда, для увеличенія устойчивости широкихъ откосовъ, раздѣляютъ ихъ по ширинѣ *бермами* (фиг. 36, *a*), но мѣру эту нельзя признать рациональной: бермы увеличиваютъ объемъ выемокъ и насыпей, мѣшаютъ стоку дождевой воды и нерѣдко служатъ причиною сползовъ въ откосахъ; вмѣсто устройства бермъ, лучше уменьшать уклонъ откосовъ по всей ширинѣ или только въ нижней части (фиг. 36, *b*).

На крутыхъ косогорахъ (фиг. 24) откосы дорожнаго полотна, при указанныхъ выше уклонахъ, часто получаются весьма широкими или даже совсѣмъ невыполнимыми; въ такомъ случаѣ, или придаютъ откосамъ уклоны больше одиночнаго, оставляя ихъ при очень твердомъ грунтѣ открытыми, а при менѣе твердомъ покрывая ихъ каменной мостовой, или замѣняютъ откосы подпорными стѣнками (фиг. 38 и 39). Стѣнки эти обыкновенно складываются изъ камня на-сухо, безъ подливки раствора, съ небольшою подтеской наружныхъ граней матеріала; внѣшней поверхности стѣнокъ дается отлогость отъ 0,1 до 0,2, а ширина ихъ сообразуется съ высотой ($b =$ отъ 0,4 до 0,6 h) и иногда измѣняется уступами по высотѣ.

На участкахъ дороги, пролегающихъ по скалистому грунту, откосамъ полотна даютъ очень крутые уклоны (фиг. 40) и не заботятся о правильности вида ихъ. Если скалистый грунтъ слабъ и съ трещинами, то въ выемкахъ

удаляютъ мягкія части грунта и оставляютъ твердыя выступающими на поверхности откосовъ. При твердой, невывѣтривающейся скалѣ откосы полотна дѣлаютъ совершенно отвѣсными и даже иногда, для уменьшенія объема выемки, оставляютъ скалу въ видѣ свѣса надъ дорогою (фиг. 41). При вывѣтривающейся скалѣ откосамъ полотна придаютъ уклонъ отъ 3:1 до 5:1, или же дѣлаютъ ихъ отвѣсными, но поддерживаютъ тонкими подпорными стѣнками сухой кладки.

29. Обрѣзы, лѣтній путь и полоса отчужденія. Обрѣзы представляютъ запасныя полосы земли по сторонамъ дорожнаго полотна, удовлетворяющія различнымъ назначеніямъ, какъ при постройкѣ дороги, такъ и во время ея эксплуатаціи. При постройкѣ дороги, на обрѣзахъ мѣстами ссыпаютъ въ видѣ *отваловъ* или *кавальеровъ* землю изъ выемокъ, остающуюся отъ возведенія насыпей, и выкапываютъ изъ *выборокъ* или *резервовъ* землю, недостающую для устройства насыпей. Во время пользованія дорогою, на обрѣзахъ складываются необходимые для ремонта строительные матеріалы, если количество ихъ такъ значительно, что они не помѣщаются на обочинахъ, или если обочины очень узки; кромѣ того, по обрѣзамъ устраиваются временные объѣздные пути при перестройкѣ дороги или сооруженій на ней; наконецъ, по одному изъ обрѣзовъ иногда проводятъ постоянную грунтовую дорогу, или *лѣтній путь*, назначаемый для движенія легкихъ экипажей въ сухое лѣтнее время.

Кавальерамъ даютъ форму по возможности правильно ограниченныхъ кучъ болѣе или менѣе значительной длины (фиг. 42); чтобы не затруднять подъемъ земли, высоту ихъ дѣлаютъ небольшою, около половины средней глубины выемки, и принимаютъ одинаковою по всей длинѣ; для удаленія дождевой воды отъ откоса выемки, верхнюю грань кавальера наклоняютъ въ сторону, противоположную выемкѣ. Для облегченія поправокъ откосовъ, въ случаѣ ихъ обвала или сплыва, кавальеры помѣщаютъ въ разстояніи отъ внѣшняго ребра откоса $2h + h'$, гдѣ h — средняя глубина выемки,

а h' — высота кавальера. Для подвозки на обрѣзы ремонтнаго матеріала, въ кавальерахъ оставляютъ промежутки, или *прочалки*, а для отвода воды, стекающей съ кавальеровъ и частью съ обрѣзовъ, въ случаѣ недостаточности продольнаго уклона мѣстности, устраиваютъ за кавальерами небольшія канавы.

Резервы располагаются въ разстояніи не менѣе 1,5 сажени отъ нижняго ребра откоса насыпи и вынимаются въ видѣ по возможности правильныхъ углубленій; для удобства подъема и измѣренія земли, ихъ ведутъ глубиною въ $\frac{1}{2}$ сажени и въ рѣдкихъ случаяхъ въ 1 сажень.

Лѣтній путь проводится въ видѣ постоянной грунтовой дороги, по одному изъ обрѣзовъ (фиг. 19) и, для устраненія значительныхъ земляныхъ работъ, располагается на самой поверхности земли, по естественнымъ склонамъ дорожной полосы. На косогорахъ, при входѣ въ селенія и при встрѣчѣ съ крутыми буграми, болотами и рѣчками онъ прерывается и соединяется съ проѣзжей частью дороги помощью мощеныхъ камнемъ переѣздовъ черезъ канаву или по откосу (фиг. 43). При встрѣчѣ съ сухими оврагами или пересыхающими лѣтомъ ручьями онъ проводится по самой подошвѣ ложбины. Поверхность лѣтняго пути дѣлаютъ съ однимъ или съ двумя скатами и обыкновенно оставляютъ безъ покрытія твердою одеждою. Съ внѣшней стороны лѣтняго пути часто устраиваютъ канаву для отвода стекающей съ поверхности его дождевой воды.

Такой лѣтній путь въ сухое лѣтнее время удобнѣе, покойнѣе и мягче для движенія легкихъ экипажей, нежели проѣзжая часть дороги, покрытая твердой и жесткой одеждою; поэтому, крестьяне, проѣзжающіе обыкновенно съ небольшими грузами, на неподкованныхъ лошадяхъ и въ телѣгахъ безъ шинъ на колесахъ, направляются въ хорошую погоду всегда по лѣтнему пути. Кромѣ пользы, доставляемой движенію, лѣтній путь, принимая на себя часть проѣзда, облегчаетъ и сберегаетъ проѣзжую часть дороги. Иногда лѣтній путь назначается для прогона стадъ и носитъ названіе *скотопрогонной дороги*; въ такомъ случаѣ его рас-

полагають въ нѣкоторомъ разстояніи отъ главной дороги, чтобы охранить послѣднюю отъ порчи проходящими стадами.

Въ прежнее время помѣщали иногда лѣтній путь рядомъ съ проѣзжей частью дороги, на одной изъ обочинъ, уширявшейся значительно съ этой цѣлью. При такомъ расположеніи онъ представляетъ большія неудобства: отъ увеличенія ширины выемокъ и насыпей стоимость устройства дороги увеличивается, а отъ натаскиванія грязи въ сырую погоду съ лѣтняго пути на твердую одежду, покрывающую проѣзжую часть, послѣдняя разстраивается и требуетъ большихъ издержекъ на ремонтъ; кромѣ того, лѣтній путь, заростая травой или покрываясь неровностями отъ дѣйствія проѣзда, затрудняетъ стокъ дождевой воды съ проѣзжей части въ канавы. Вслѣдствіе этихъ неудобствъ, такое расположеніе лѣтняго пути теперь совсѣмъ оставлено. Вообще лѣтній путь не представляетъ необходимой принадлежности дороги; на большей части русскихъ шоссеиныхъ дорогъ нѣтъ лѣтнихъ путей.

Ширина обрѣзовъ бываетъ весьма различна въ зависимости отъ условій мѣстности. При проведеніи дороги по узкимъ улицамъ селеній, по весьма дорогимъ землямъ и по гористой мѣстности, обрѣзовъ или не дѣлаютъ совсѣмъ, или ограничиваются очень малой шириной ихъ; въ первыхъ двухъ случаяхъ отчужденіе земли подъ обрѣзы обходится весьма дорого, а въ послѣднемъ обрѣзы, по самому свойству мѣстности, не приносятъ существенной пользы. Во всѣхъ остальныхъ случаяхъ обрѣзамъ придаютъ ширину болѣе или менѣе значительную, но не вполнѣ одинаковую по длинѣ дороги. Въ прежнее время на русскихъ казенныхъ шоссе обрѣзамъ давали ширину отъ 7 до 12 сажень; теперь же, при постройкѣ новыхъ шоссе, стараются для уменьшенія пространства, занимаемаго подъ нихъ, по возможности ограничить ширину обрѣзовъ до размѣра необходимости и доводятъ ее до 3 сажень безъ лѣтняго пути и до 4 сажень съ лѣтнимъ путемъ.

Пространство, занимаемое подъ дорогу, носитъ названіе *полосы отчужденія земель*; ширина этой полосы опре-

дѣляется шириною всѣхъ составныхъ частей дороги въ поперечномъ направленіи и часто принимается одинаковою для всей дороги или для отдѣльныхъ участковъ ея. Въ Россіи для дорогъ большихъ и почтовыхъ сообщеній ширина полосы отчужденія назначается закономъ въ 20 сажень въ открытой мѣстности и въ 30 сажень въ лѣсистыхъ мѣстахъ. Такая полоса отчужденія принята для большей части казенныхъ шоссеиныхъ дорогъ сѣверной и средней части Россіи, построенныхъ въ прежнее время. Циркуляромъ Министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 года, ширина полосы отчужденія для подъездныхъ шоссе назначена переменною по длинѣ дороги, въ зависимости отъ положенія ея: для участковъ шоссе, проходящихъ по самой поверхности земли, ширина отчуждаемой полосы принимается въ 13 саж.; если шоссе проходитъ выемкою или насыпью, которыхъ отмѣтка не больше полусажени, или по косогору уклономъ не выше 10° , то ширина отчужденія увеличивается до 20 сажень; наконецъ, если шоссе пролегаетъ выемкою или насыпью съ отмѣткою больше полусажени, или по косогору уклономъ выше 10° , то отчуждаемая полоса доводится до ширины 30 сажень.

На шоссеиныхъ дорогахъ, построенныхъ казною съ 1881 г., ширина полосы отчужденія принята: на однихъ шоссе, какъ напримѣръ Проскурово-исаковецкое, переменною по длинѣ дороги и измѣняющеюся, согласно постановленію циркуляра, отъ 13 до 30 сажень, а на другихъ шоссе, каковы—Дубно-ровенское, Кобринъ-влодавское и прочія, постоянною по длинѣ дороги и равною 13 саж.; при этомъ какъ на тѣхъ, такъ и на другихъ шоссе, допущены суженія полосы въ населенныхъ пунктахъ и уширенія ея въ мѣстахъ расположенія очень большихъ выборокъ.

30. Вычисленіе количества земляныхъ работъ. Для вычисленія количества земляныхъ работъ при устройствѣ дороги, пользуются вычерченнымъ по изысканіямъ продольнымъ профилемъ дорожной линіи и поперечными профилями земной поверхности. Съ этою цѣлью прежде всего вычерчиваютъ продольный профиль оси устраиваемой дороги на

чертежѣ продольнаго профиля дорожной линіи (фиг. 2). При этомъ стараются провести ось дороги такъ, чтобы она возможно болѣе примыкала къ дорожной линіи, то есть, чтобы поверхность землянаго полотна прилегала возможно ближе къ поверхности земли.

Отклоненія оси отъ дорожной линіи вызываются установленными предѣлами уклоновъ и мѣстными условіями. Такъ, если уклонъ дорожной линіи въ какомъ либо мѣстѣ выходитъ изъ установленныхъ предѣловъ, то ось въ этомъ мѣстѣ отклоняется отъ нея и проводится съ требуемымъ максимальнымъ или минимальнымъ уклономъ. Если изгибы поверхности земли незначительны, то въ мѣстахъ ломаныхъ участковъ дорожной линіи помѣщаютъ прямые участки оси, придавая имъ такое положеніе, чтобы дорога шла нѣсколько больше насыпью, чѣмъ выемкою (фиг. 44). Чтобы поверхность землянаго полотна не заливалась и не напывалась водою, ее необходимо возвышать надъ поверхностью земли въ мѣстахъ сырыхъ и болотистыхъ; въ первомъ случаѣ возвышеніе принимается въ 0,5 сажени надъ уровнемъ весеннихъ водъ, во второмъ—въ 0,3 сажени надъ поверхностью земли. При встрѣчахъ дороги съ рѣками поверхность дороги также поднимается надъ поверхностью земли для подхода къ мостамъ, получающимъ возвышеніе по требованіямъ судоходства. Соответственно съ этимъ, ось дороги въ такихъ мѣстахъ проводится выше дорожной линіи.

Вычертивъ такимъ образомъ продольный профиль оси дороги, опредѣляютъ измѣреніемъ и вычисленіемъ высоты точекъ оси, соотвѣтствующихъ главнымъ и промежуточнымъ пикетнымъ точкамъ дорожной линіи. Числа этихъ высотъ надписываются (фиг. 2) рядомъ съ числами нивелировочныхъ высотъ на вертикаляхъ; затѣмъ, на вертикаляхъ же надписываются разности между первыми и вторыми числами, называемыя *красными отмѣтками* и выражающія высоты насыпей и глубины выемокъ. Вмѣстѣ съ этимъ опредѣляется положеніе точекъ оси, имѣющихъ красную отмѣтку 0; точки эти вводятся какъ новыя промежуточные, а разстоянія ихъ до пикетныхъ точекъ надписываются на чертежѣ.

Далѣе составляютъ по условіямъ, указаннымъ въ предъидущихъ статьяхъ этого отдѣла (24—29), *нормальный* или *основной поперечный профиль* дороги (фиг. 45). Наконецъ, для тѣхъ точекъ дорожной линіи, въ которыхъ производилась поперечная нивелировка, на ранѣе вычерченныхъ поперечныхъ профиляхъ земной поверхности (фиг. 46) откладываются по масштабу длины красныхъ отмѣтокъ и наносятся по составленному типу поперечные профили землянаго полотна.

Продольный профиль дорожной оси и поперечные профили землянаго полотна даютъ возможность вычислить количество земляныхъ работъ для проведенія дороги. Это количество опредѣляется двумя элементами: во первыхъ, объемомъ выемокъ и насыпей, во вторыхъ, дальностью перевозки грунта при образованіи полотна.

Вычисленіе объемовъ дѣлается отдѣльно между каждыи двумя пикетными точками дорожной линіи, слѣдующими одна за другою. Для этого, сначала въ каждой пикетной точкѣ опредѣляютъ величину площади выемки или насыпи; въ точкахъ, для которыхъ составлены чертежи поперечныхъ профилей, это дѣлаютъ по чертежамъ, а въ остальныхъ точкахъ—по краснымъ отмѣткамъ, пользуясь вспомогательною таблицею, которая составляется напередъ по принятому за типъ поперечному профилю и даетъ величину площадей выемокъ или насыпей по глубинѣ или высотѣ ихъ. Затѣмъ, по площадямъ профилей и разстояніямъ между ними вычисляютъ объемы выемокъ и насыпей. Послѣ вычисленія объемовъ соображаютъ, откуда выгоднѣе взять землю для насыпей и куда перемѣститъ землю изъ выемокъ. Чаще всего землею выемокъ пользуются для образованія насыпей, но иногда бываетъ выгодно часть этой земли сыпать у выемки на обрѣзахъ, въ видѣ кавальеровъ, а для насыпи взять часть земли изъ резервовъ на смежныхъ обрѣзахъ; къ этому же способу образованія землянаго полотна является необходимость прибѣгать при неравенствѣ объемовъ выемокъ и насыпей.

По назначеніи способа производства выемокъ и насыпей, опредѣляютъ приблизительно расчетомъ центры тяже-

стей перемѣщаемыхъ массъ и, по горизонтальнымъ и вертикальнымъ разстоянїямъ между ними, находятъ дальность перемѣщенїя грунта.

При этомъ уклоны подъемовъ не болѣе 0,03 и уклоны спусковъ не выше 0,06 не принимаются во вниманїе, такъ какъ они не затрудняютъ существенно работу; при болѣе-шихъ уклонахъ на подъемахъ и спускахъ, влїянїе ихъ вводятъ въ расчетъ тѣмъ, что за каждую сажень вертикальнаго разстоянїя прибавляютъ 12 сажень къ соотвѣтственному горизонтальному разстоянїю и полученную сумму принимаютъ за дальность перемѣщенїя.

По мѣрѣ вычисленїя количества земляныхъ работъ, составляется вѣдомость ихъ въ видѣ таблицы, въ отдѣльныхъ графахъ которой помѣщаютъ послѣдовательно: нумера главныхъ и промежуточныхъ пикетовъ, красныя отмѣтки пикетныхъ точекъ, разстоянїя между ними, площади поперечныхъ профилей, объемы выемокъ и насыпей между каждыми двумя сосѣдними профилями, объемы земли изъ выемки, поступающей на насыпь, объемы земли, ссыпаемой въ кавальеры, объемы земли, берущейся изъ резервовъ, дальности перемѣщенїя земли, качество грунта и поясненїя. Въ концѣ этой вѣдомости дѣлается общїй сводъ, въ которомъ помѣщаютъ суммы объемовъ земли, перемѣщаемой для образованїя выемокъ и насыпей въ различныхъ грунтахъ, и соотвѣтствующія этимъ суммамъ дальности перемѣщенїя.

31. Устройство землянаго полотна дороги въ различныхъ условїяхъ мѣстности. При сооруженїи землянаго полотна дороги, болѣе всего затрудненїй представляютъ участки, пролегающїе по мокрой и болотистой мѣстности. Поэтому проложенїя дороги въ такой мѣстности стараются избѣгать, но иногда оказывается неудобнымъ и даже невозможнымъ обойти мокрое или болотистое пространство. Въ такомъ случаѣ прежде всего принимаютъ мѣры для осушенїя полосы земли, отчуждаемой подъ дорогу. Съ этой цѣлью, въ болотистой мѣстности, по обѣимъ сторонамъ дорожной линїи

прокапываютъ, въ разстояніи отъ 2 до 3 сажень отъ будущаго полотна дороги, рвы, шириною около 2 саж., съ уклономъ, направленнымъ къ ближайшимъ ложбинамъ, и со спускомъ воды, соображеннымъ съ мѣстными условіями. Полосу земли, огражденную рвами, перерѣзываютъ поперечными канавками отъ полотна дороги ко рвамъ, на разстояніи около 25 саж. одна отъ другой (фиг. 47).

Въ мокрыхъ или слабо-болотистыхъ мѣстахъ этотъ способъ даетъ удовлетворительные результаты, но въ топкихъ, глубокихъ болотахъ устройствомъ рвовъ часто бываетъ невозможно достигнуть полнаго осушенія дорожной полосы.

При пересѣченіи болотъ дорога всегда располагается на насыпи, высота которой соразмѣряется со способностью болота выдерживать нагрузку. Къ возведенію насыпи приступаютъ по истеченіи одного или двухъ лѣтъ послѣ устройства рвовъ. Если въ теченіе этого времени рвы не производятъ необходимаго осушенія дорожной полосы, то для обезпеченія устойчивости насыпи прибѣгаютъ къ различнымъ средствамъ, родъ которыхъ зависитъ отъ состава и глубины болота.

Болота, въ отношеніи ихъ состава, можно раздѣлить на два рода: а) *моховыя*, плотность которыхъ наименьшая на поверхности и постепенно увеличивается до дна болота, и б) *торфянистыя*, покрытыя плотной корой перегноя и болотистыхъ растеній, подъ которой на болѣе или менѣе значительную глубину, до самаго дна болота, расположена жидкая или весьма слабая болотистая масса.

На моховомъ болотѣ подошву землянаго полотна расширяютъ, придавая откосамъ пологіе уклоны, и кладутъ подъ полотно, поперекъ дороги, слой хворосту или мелкаго лѣса; чтобы устранить выпучиваніе болота возлѣ полотна, съ обѣихъ сторонъ насыпи устраиваютъ банкеты А (фиг. 48).

На торфянистомъ болотѣ устройство землянаго полотна сообразуется съ толщиной и плотностью коры. Если кора толста и плотна, то насыпь располагаютъ непосредственно на ней, уширяя по возможности подошву полотна; при недостаточной плотности коры, проваль насыпи въ болото

устраняется тѣмъ, что насыпь возводится на фашинномъ основаніи (фиг. 49). Въмѣсто фашинь, подъ насыпь кладутъ иногда нѣсколько слоевъ дерна, расположенныхъ въ перевязку, или деревянный ростверкъ (фиг. 50). При такомъ устройствѣ полотна, насыпь дѣлается какъ-бы плавающей въ болотѣ на фашинномъ, дерновомъ или деревянномъ основаніи, вслѣдствіе чего она получаетъ нѣкоторую упругость, которая впрочемъ не представляетъ неудобства на обыкновенныхъ дорогахъ.

Если кора болота тонка и слаба, то она не выдерживаетъ вѣса насыпи и разрывается подъ основаніемъ, причемъ земляное полотно проваливается въ болото; поэтому, на болотахъ съ тонкой и слабой корой прибѣгаютъ къ инымъ средствамъ проложенія полотна. При небольшой глубинѣ болота, на днѣ осушительныхъ рововъ роютъ канавы такой глубины, чтобы дно ихъ было расположено на твердомъ грунтѣ, засыпаютъ эти канавы хорошей, нераспускающейся въ водѣ землей и затѣмъ возводятъ насыпь (фиг. 51). Земля, насыпанная въ канавы, препятствуетъ выжиманію мягкой болотной массы изъ-подъ насыпи въ сторону, слѣдствіемъ чего является равномерная осадка землянаго полотна и уплотненіе мягкой болотной массы подъ нимъ. Если болото съ слабой корою очень глубоко, то стараются прорвать кору и основать насыпь на днѣ болота; для этого насыпаютъ, по возможности скорѣе, по направленію дороги значительное количество грунта, вслѣдствіе чего кора болота подъ насыпью разрывается и грунтъ опускается до дна болота; чтобы придать земляному полотну надлежащіе размѣры, послѣ разрыва коры насыпку грунта продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока насыпь не перестанетъ замѣтно осѣдать и не получить надлежащей высоты, ширины и откосовъ (фиг. 52).

Такъ какъ земляное полотно, проведенное по болотистой мѣстности, вслѣдствіе сжатія болотныхъ грунтовъ, обыкновенно опускается съ теченіемъ времени, то насыпямъ необходимо придавать при устройствѣ нѣкоторый излишекъ высоты, сравнительно съ проектомъ; излишекъ этотъ опредѣляется по соображенію съ предполагаемой осадкой на-

сыпи и ни въ какомъ случаѣ не долженъ быть меньше этой осадки.

Болотная мягкая земля не употребляется для возведенія насыпей, но высохшій торфъ или иль можетъ служить для устройства нижнихъ слоевъ землянаго полотна; для верхнихъ же слоевъ, во всякомъ случаѣ, необходимо подвозить землю съ возвышенныхъ мѣстъ.

При проведеніи землянаго полотна по мѣстности, затопляемой весенними водами, откосы подводной части насыпи обдѣлываются камнемъ или фашинами (фиг. 53); въ случаяхъ, когда, вслѣдствіе растворимости грунта или значительной скорости теченія водъ, приходится ожидать подмывовъ полотна, укрѣпляютъ насыпь призмами изъ накидныхъ камней (фиг. 54).

Приступая къ сооруженію землянаго полотна дороги на мѣстности, не имѣющей болотистаго характера, готовятъ прежде всего дорожную полосу къ производству земляныхъ работъ. Въ мѣстахъ, покрытыхъ лѣсными зарослями, деревья и кустарникъ вырубаютъ по всей дорожной полосѣ и иногда выкорчевываютъ пни. Корчеваніе необходимо только для насыпей высотой менѣе 0,4 саж.; при возведеніи же болѣе высокихъ насыпей можно и не корчевать пней, потому что подъ толстымъ слоемъ земли они гниютъ весьма медленно. Затѣмъ выкапываютъ всѣ предположенные по проекту отводныя канавы, чтобы работамъ не мѣшала дождевая вода. Наконецъ, съ мѣстъ, назначенныхъ подъ выемки, снимается и складывается на сторонѣ дернъ, употребляемый впослѣдствіи для обдѣлки откосовъ.

При возведеніи насыпей необходимо заботиться о томъ, чтобы осадка ихъ послѣ устройства была по возможности меньше и равномернѣе; потому что, при значительной и не равномерной осадкѣ полотна, въ твердой одеждѣ, которою покрываютъ поверхность дороги, появляются перемѣщенія, вслѣдствіе чего одежда теряетъ плотность и сдѣлается составныхъ частей, а поверхность дороги дѣлается неровною и неправильною. Чтобы сдѣлать насыпи возможно болѣе плотными и устойчивыми, ихъ ведутъ горизонтальными сло-

ями, толщиною около 0,25 саж.; для устраненія неравно-
мѣрной осадки, къ насыпкѣ каждаго слоя земли, за исклю-
ченіемъ перваго, приступаютъ не раньше, какъ по оконча-
ніи нижележащаго слоя по всей ширинѣ полотна. Перевоз-
ка грунта производится въ тачкахъ людьми или въ телѣ-
гахъ лошадьми, причемъ ее располагаютъ такъ, чтобы отъ
движенія тачекъ и телѣгъ по воздвигаемымъ насыпямъ слою
насыпаемаго грунта сжимались.

Матеріаломъ для возведенія насыпей могутъ служить
почти все роды грунтовъ. Слѣдуетъ избѣгать употребленія
известковаго и мергельнаго грунтовъ, которые обладаютъ
способностью сильно всасывать воду, растворяться въ ней
и пучиться отъ дѣйствія влажности и мороза; грунты эти
весьма вредны для прочности дороги и служатъ причиною
образованія на дорогѣ пучинъ. Къ числу не вполне удоб-
ныхъ для насыпей грунтовъ можно отнести также и сыпу-
чій песокъ, которъ, не имѣя никакой связи между части-
цами, размывается водою и разносится вѣтромъ. Если по
мѣстнымъ условіямъ приходится возводить насыпи изъ сы-
пучаго песка, то поверхность и откосы землянаго полотна
обкладываютъ слоемъ хорошаго грунта или же дерномъ.

Выемки производятся, подобно насыпямъ, горизонталь-
ными слоями, причемъ работы располагаютъ такъ, чтобы
дождевая вода, попадающая въ выемку, имѣла постоянный
свободный стокъ. Въ случаѣ устройства выемки въ извест-
ковомъ, мергельномъ или сыпуче-песчаномъ грунтахъ, верхній
слой землянаго полотна, толщиною около 0,15 сажени, сни-
маютъ и замѣняютъ хорошимъ грунтомъ.

IV. ДОРОЖНЫЯ ОДЕЖДЫ.

**32. Обдѣлка поверхности землянаго полотна дороги твер-
дою одеждой.** Состоящее изъ обыкновеннаго грунта и необ-
дѣланное твердымъ матеріаломъ полотно дороги обладаетъ
столь малымъ сопротивленіемъ дѣйствию проѣзда, что даже

легкіе экипажи, особенно въ мокрую погоду, вдавливаются въ него колесами и образуютъ глубокія колеи, приче́мъ полотно теряетъ приданную ему правильную и гладкую форму поверхности, стокъ воды съ него затрудняется и дорога въ короткое время дѣлается совершенно неудобною для проѣзда. Для сохраненія приданной земляному полотну формы поверхности, для увеличенія естественнаго сопротивленія дороги дѣйствию проѣзда и для облегченія происходящаго по дорогѣ движенія экипажей, поверхность полотна, или по крайней мѣрѣ проѣзжую часть ея, необходимо обдѣлывать твердою одеждою, составляющей весьма важный элементъ всякой искусственной дороги.

Сообразно съ ея назначеніемъ, дорожная одежда должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

1) она должна обладать достаточнымъ сопротивленіемъ, чтобы давленіе отдѣльныхъ колесъ, не прорѣзывая ея, не передавалось земляному полотну;

2) она должна быть такъ плотна, чтобы дождевая вода не проникала черезъ нее и не размягчала землянаго полотна;

3) она должна состоять изъ матеріала такой твердости и крѣпости, чтобы изнашиваніе ея отъ тренія и толчковъ экипажей происходило медленно и равномерно, и

4) она должна быть такъ устроена, чтобы сопротивленіе экипажей усилію движителей, при движеніи по дорогѣ, было возможно меньше.

Для возможнаго уменьшенія величины сопротивленія экипажей необходимо, чтобы дорожная одежда была тверда, эластична и лежала на прочномъ, несжимаемомъ грунтѣ, чтобы составныя части ея были вполне соединены между собою и чтобы поверхность ея представляла возможно меньше выступовъ и углубленій, была ровна и гладка.

Матеріалами для устройства дорожныхъ одеждъ служатъ главнымъ образомъ твердыя каменные породы, встрѣчающіяся въ природѣ. Впрочемъ часто дорожныя одежды устраиваются изъ другихъ матеріаловъ, а именно: изъ искусственныхъ камней, дерева, асфальта и чугуна. Кромѣ того, во многихъ случаяхъ, для устройства дорожныхъ одеждъ,

как вспомогательные материалы, употребляются песокъ цементъ, смола и креозотъ.

По роду матеріаловъ и способу употребленія ихъ, дорожныя одежды раздѣляются на слѣдующіе виды: *щебеночная одежда, каменная мостовая, деревянная мостовая, асфальтовая одежда и чугунная мостовая.*

Дороги, покрытыя щебеночной одеждой, носятъ названіе *шоссе, шоссейныхъ* или *шоссированныхъ дорогъ*; дороги, покрытыя одеждami другихъ видовъ, называются обыкновенно *мощеными дорогами* или *мостовыми*. Часто впрочемъ подъ названіемъ шоссе разумѣютъ не только дороги со щебеночной одеждой, но и дороги, обдѣланныя каменною мостовою.

а) Щебеночная одежда.

33. Опредѣленіе. Всѣ системы устройства щебеночной одежды основываются на одномъ общемъ началѣ, составляющемъ, такъ сказать, основную идею шоссейной дороги. Это начало можно выразить слѣдующими словами:

„Верхній слой проѣзжей части дороги составляется изъ мелкихъ кусковъ твердаго камня, или щебенокъ, соединенныхъ въ плотную массу; этотъ слой такъ устраивается и поддерживается, что колеса повозокъ не могутъ его проѣзывать и проникать до нижняго слоя, если такой имѣется, или до грунта, если слой щебенокъ расположенъ непосредственно на грунтѣ“.

Какъ ни проста эта идея, но способовъ для устройства щебеночной одежды существуетъ нѣсколько. Употребляющіяся въ новѣйшее время системы устройства щебеночной одежды можно раздѣлить на два типа: 1) щебеночную одежду безъ каменнаго основанія и 2) щебеночную одежду съ каменнымъ основаніемъ.

Каждый изъ этихъ типовъ представляетъ свои преимущества и недостатки, которыми и опредѣляется бѣльшая или меньшая примѣнимость ихъ въ опредѣленныхъ мѣстахъ, при разныхъ условіяхъ, каковы — положеніе дороги, родъ

проѣзда, свойства грунта и качества каменнаго матеріала. Необходимо впрочемъ замѣтить, что на выборъ того или другаго типа щебеночной одежды, кромѣ мѣстныхъ условій, имѣеть обыкновенно вліяніе установившійся обычай или правительственныя постановленія. Система щебеночной одежды перваго типа употребляется въ послѣднее время преимущественно въ Россіи, Франціи и Англии, а система втораго типа—въ Германіи.

Прежде, чѣмъ перейти къ описанію этихъ системъ щебеночной одежды, приведемъ нѣсколько свѣдѣній о развитіи устройства ея.

34. Краткій очеркъ развитія устройства щебеночной одежды. Древнѣйшій изъ извѣстныхъ способовъ устройства щебеночной одежды употреблялся римлянами. Одежда римскихъ дорогъ, соединявшихъ Римъ съ провинціями его и назначавшихся главнымъ образомъ для свободнаго перемѣщенія войскъ, устраивалась весьма солидно, что свидѣтельствуя какъ сохранившіеся до настоящаго времени остатки этихъ дорогъ, такъ и дошедшія до насъ описанія ихъ устройства.

Большую частью одежда римскихъ дорогъ имѣла видъ каменной мостовой, но нерѣдко устраивали ее и въ видѣ щебеночной одежды. Такъ, на дорогѣ между нынѣшними городами Триромъ и Мецомъ, на правомъ берегу Мозеля, она состояла изъ четырехъ слоевъ (фиг. 55): нижняго основнаго слоя, сложеннаго на известковомъ растворѣ изъ плитъ известняка, толщиною около 10 дюймовъ, втораго слоя изъ плотно-утрамбованной глины, толщиною въ 4 дюйма, третьяго слоя изъ крупнаго известняковаго щебня на известковомъ растворѣ, толщиною около 18 дюймовъ, и верхняго слоя изъ хряща на известковомъ растворѣ, толщиною въ срединѣ 12 дюймовъ, а по краямъ около 8 дюймовъ. Слой глины употреблялся очевидно съ тою цѣлью, чтобы удержать прониканіе грунтовой воды въ верхнюю часть одежды и предупредить замерзаніе ея тамъ. На другихъ дорогахъ устройство одежды было нѣсколько иное, но почти повсюду

она отличалась двумя особенностями: достигала толщины около полусажени и дѣлалась изъ каменнаго матеріала на известковомъ растворѣ, такъ что представляла изъ себя какъ-бы настоящую, основательно сложенную горизонтальную стѣну.

Такая солидность дорожной одежды кажется особенно чрезмѣрною, если обратить вниманіе на то, что римскія дороги подвергались дѣйствию проѣзда совершенно незначительной грузности сравнительно съ дорогами нашего времени. Принимая въ соображеніе высокое развитіе римлянъ въ строительномъ отношеніи, слѣдуетъ думать, что они придавали дорожной одеждѣ весьма большую толщину и крѣпость не по грузности проѣзда, а для того, чтобы противоставить намѣренному разрушенію ихъ, во время войнъ или возмущеній, сильное сопротивленіе. Въ наше время существуетъ стремленіе уменьшать толщину одежды до размѣра, требуемаго условіемъ достаточнаго сопротивленія проѣзду, и признается излишнимъ употребленіе известковаго раствора для соединенія частей каменнаго матеріала, входящаго въ составъ одежды.

Въ XVII столѣтіи въ Австріи и Франціи щебеночную одежду дѣлали тоже очень толстою, но не употребляли известковаго раствора для соединенія составныхъ частей ея. Въ началѣ второй половины XVIII вѣка во Франціи щебеночная одежда устраивалась слѣдующимъ образомъ: по срединѣ дорожнаго полотна вырывался въ землѣ продольный ящикъ (фиг. 56), въ 2,5 сажени шириною и въ 12 дюймовъ глубиною; на горизонтальномъ днѣ этого ящика укладывался одинъ или два ряда грубо-околоатаго плитнаго камня *ab*; затѣмъ у краевъ ящика располагались такъ называемые *бордюры*, то есть ряды крупныхъ камней *c* и *d*, которыхъ верхняя грань совпадала съ поверхностью дороги; эти бордюры обозначали разомъ и предѣльные линіи одежды и уровень ея поверхности. Остальное пространство вырытаго ящика заполнялось щебнемъ, который предварительно сортировался и затѣмъ насыпался между бордюрами такъ, чтобы самыя крупныя щебенки лежали внизу, а самыя мелкія — сверху.

Толщина одежды составляла по срединѣ не менѣе 18, а по краямъ не менѣе 12 дюймовъ, но часто была значительно больше.

Такая толщина одежды была въ то время болѣе или менѣе необходима, потому что дороги исправлялись лишь изрѣдка, весною и осенью, способомъ натуральной повинности. Однако эта толщина не спасала щебеночную одежду отъ разстройства и дороги того времени были обыкновенно весьма неудовлетворительны. Колеи существовали на нихъ постоянно, потому что колеса, проходившіе по толстому слою рыхлаго щебня, оставляли слѣдъ, по которому направлялись всѣ экипажи. Хотя образовавшіеся колеи изрѣдка засыпались щебнемъ, но экипажи избѣгали свѣжихъ насыпокъ, проходили возлѣ нихъ и скоро производили новыя колеи. Съ другой стороны, дождевая вода застаивалась въ колеяхъ, размягчая дно ихъ, и проникала, какъ черезъ рѣшето, сквозь остальную часть несплотнившейся щебеночной одежды. Нижніе плитные камни, даже въ томъ случаѣ, если они были уложены съ большимъ стараніемъ, выходили изъ горизонтальнаго положенія и погружались въ размягченный грунтъ, такъ что одежда скоро совершенно разстраивалась. Разстройство еще ускорялось присутствіемъ бордюровъ, которые, изнашиваясь меньше щебеночнаго слоя, образовали на поверхности дороги выступы, препятствовавшіе какъ поперечному стоку воды, такъ и переѣзду повозокъ съ поѣзжей части на обочины и обратно.

Отмѣна натуральной повинности во Франціи въ 1764 году дала возможность уменьшить толщину щебеночной одежды, измѣнить ея устройство и ввести частыя исправленія дорогъ. Преобразование и улучшеніе щебеночной одежды въ такомъ направленіи было предложено *Trésage (Trésaguet)*, главнымъ инженеромъ Лиможскаго округа Франціи; этотъ инженеръ первый серьезно изслѣдовалъ вопросъ объ устройствѣ шоссеинныхъ дорогъ и описалъ результаты своихъ трудовъ въ мемуарѣ, изданномъ болѣе 100 лѣтъ тому назадъ, въ 1775 году.

Основываясь на томъ, что при непрерывныхъ почин-

кахъ дороги толщина щебеночной одежды можетъ быть доведена до размѣра, лишь необходимаго для сопротивленія вѣсу самыхъ тяжелыхъ повозокъ, Трезаге предложилъ уменьшить толщину одежды до 10 дюймовъ по всей ширинѣ и придать ей при этомъ слѣдующее устройство (фиг. 57). Въ земляномъ полотнѣ дороги вырывался *продольный ящикъ*, шириною въ 2,5 сажени и глубиною въ 10 дюймовъ; дно этого ящика отдѣлялось поверхностью, параллельною той выпуклости, которую должно было имѣть шоссе, а боковыя грани срѣзывались откосами подъ угломъ около 20°. По краямъ приготовленнаго ящика укладывались бордюры изъ камней, такимъ образомъ, чтобы вся ихъ поверхность, за исключеніемъ верхняго ребра, была покрыта щебнемъ. Затѣмъ, дно ящика выстилалось слоемъ небольшихъ камней, имѣвшихъ приблизительно одинаковую, около 4 дюймовъ, толщину и положенныхъ на ребро. На поверхность этого слоя камней насыпалось два слоя щебня, каждый толщиною въ 3 дюйма; нижній слой составлялся изъ щебенокъ средней величины, верхній изъ щебенокъ величиною въ грѣцкій орѣхъ. На щебень для послѣдняго слоя употреблялся самый крѣпкій каменный матеріалъ. Трезаге предлагалъ относиться съ величайшимъ вниманіемъ къ выбору матеріала для этого слоя и неособенно заботиться о качествахъ камня или булыжника, употребляемаго на остальные слои, такъ какъ прочность одежды зависитъ только отъ верхняго слоя; поэтому матеріалъ для верхняго слоя доставлялся часто изъ особыхъ далекихъ карьеровъ. Стрѣла выпуклости принималась въ 6 дюймовъ (въ $\frac{1}{35}$ ширины одежды), какъ на горизонтальныхъ участкахъ, такъ и на уклонахъ.

Трезаге устроилъ подобную щебеночную одежду на нѣсколькихъ дорогахъ и для поддержанія ея ввелъ тщательный непрерывный ремонтъ. Результатомъ явилось то, что дороги эти со щебеночной одеждой, состоявшей большею частью изъ слабаго известковаго матеріала, выдерживали въ продолженіе 10 лѣтъ, при непрерывномъ ремонтѣ, весьма сильный проѣздъ, оставаясь все время столь же удобными

и столь же правильными, какъ при первоначальномъ устройствѣ. Такой блестящій результатъ сдѣлалъ имя Трезаге извѣстнымъ и побудилъ признать предложенный имъ способъ устройства шоссе раціональнымъ.

Въ началѣ настоящаго столѣтія система устройства щебеночной одежды Трезаге была принята въ общихъ чертахъ всѣми французскими инженерами и вошла въ употребленіе не только во Франціи, но и въ другихъ государствахъ Европы. Впрочемъ въ частностяхъ она иногда видоизмѣнялась: подъ слоемъ камней, положенныхъ на ребро, укладывали при слабыхъ грунтахъ слой камней плашмя, что увеличивало толщину одежды; при скалистомъ грунтѣ одежду устраивали только изъ щебня, безъ нижняго слоя камней; стрѣлу выпуклости увеличивали и доводили до $\frac{1}{25}$ и иногда даже до $\frac{1}{20}$ ширины одежды.

Однако, указаніе Трезаге на необходимость тщательныхъ и безпрестанныхъ исправленій щебеночной одежды было съ теченіемъ времени позабыто и ремонтъ французскихъ шоссе во второе десятилѣтіе текущаго вѣка сдѣлался очень неисправнымъ. Весь щебень употреблялся въ дѣло осенью, такъ что въ продолженіи зимы и весны шоссе оставались безъ матеріала для задѣлки образовавшихся поврежденій; щебень допускался очень крупный и не очищался отъ землистыхъ частей; ни пыль, ни грязь не счищалась почти никогда и щебень часто насыпался въ углубленія одежды, до верху наполненные грязью. Слѣдствіемъ всего этого было то, что къ 1820 году французскія шоссе пришли въ весьма дурное состояніе, давшее поводъ къ установленію не совсѣмъ вѣрнаго заключенія о неудовлетворительности системы Трезаге.

Англійскія шоссеиныя дороги были около этого времени также въ очень дурномъ состояніи. Наиболѣе оживленныя и вслѣдствіе того наиболѣе разстроенныя изъ этихъ дорогъ были приведены въ порядокъ въ 1820 году инженеромъ *Мак-Адамомъ* (*Mac-Adam*), который перестроилъ щебеночную одежду ихъ по новой системѣ. Идея, положенная Мак-Адамомъ въ основаніе этой системы устройства одежды, выражена имъ слѣдующими словами:

„Если вѣрно, что исправность шоссе зависитъ существенно отъ сохранности слоя щебня, образующаго поверхность его; если вѣрно, что, по пробивкѣ этого слоя, шоссе скоро дѣлается неудобнымъ для проѣзда, потому что колеса, проникая въ промежутки между крупными щебенками или небольшими камнями нижнихъ слоевъ, разстраиваютъ и разрушаютъ щебеночную одежду окончательно, — не естественно ли думать, что нижніе слои крупнаго щебня и каменной почти бесполезны и что ихъ съ удобствомъ можно было бы уничтожить, а вмѣсто того увеличить толщину верхняго слоя изъ мелкаго щебня и приложить больше старанія къ устройству этого слоя, который образовалъ бы всю толщину дорожной одежды?“

Проводя эту идею на практикѣ, Мак-Адамъ держался, при устройствѣ щебеночной одежды (фиг. 58), слѣдующихъ правилъ:

1) Нѣтъ нужды прорывать въ земляномъ полотнѣ продольный ящикъ для насыпки щебня; напротивъ того, необходимо поднимать, на сколько возможно, поверхность земли, на которой располагается щебеночная одежда, чтобы вода легче стекала въ стороны и основаніе одежды оставалось сухимъ.

2) Щебень долженъ состоять изъ щебеноекъ приблизительно одинаковаго размѣра и притомъ такой величины, чтобы вѣсъ ихъ не превосходилъ $\frac{1}{3}$ фунта.

3) Щебень слѣдуетъ сортировать съ величайшимъ стараніемъ и совершенно очищать отъ примѣсей порошкообразныхъ, землистыхъ, мѣловыхъ и глинистыхъ. Только полученный бойкою и угловатый щебень способенъ сплотиться въ твердую одежду; поэтому естественный гравій, въ особенности состоящій изъ округленныхъ камешковъ, не слѣдуетъ употреблять на дорожную одежду.

4) Разсыпку щебня слѣдуетъ производить нѣсколькими слоями, не подмѣшивая при этомъ къ щебню никакого сѣпляющаго матеріала. Толщина одежды въ 10 дюймовъ достаточна даже при самыхъ дурныхъ грунтахъ и основаніе во всякомъ случаѣ бесполезно.

5) Существенное условіе хорошаго шоссе есть водонепроницаемость щебеночной одежды. Давленіе колесъ вы-

держивается въ концѣ концовъ грунтомъ и естественный грунтъ, пока онъ сухъ, не вдавливаются подъ дѣйствіемъ колесъ; поэтому слѣдуетъ заботиться о поддержаніи грунта въ сухомъ состояніи, покрывая его непроницаемымъ для воды покрываломъ, — щебеночной одеждой.

Шоссейныя дороги, порученныя Мак-Адаму, имѣли щебеночную одежду значительной толщины, состоявшую изъ щебенокъ и камней различной величины, набросанныхъ кое-какъ; эта смѣсь давала поверхность неровную и тряскую и дороги часто разстраивались. Мак-Адамъ приказалъ разобрать эту щебеночную одежду и разбить камни и крупныя щебенки въ щебень средней крупности; пользуясь добытымъ такимъ образомъ щебнемъ, онъ съ небольшими расходами перестроилъ шоссе по изложеннымъ выше правиламъ и, благодаря хорошо веденной системѣ ремонта, благодаря своей личной дѣятельности и своему неослабному надзору, получилъ прекрасныя, очень ровныя и гладкія дороги, доставившія ему большую извѣстность. Мак-Адаму же слѣдуетъ поставить въ заслугу уничтоженіе излишней выпуклости шоссе; при слабой выпуклости, которую онъ ввелъ, движеніе стало распредѣляться гораздо лучше по всему пространству шоссе; истираніе одежды не сосредоточивалось на одной полосѣ, а распространялось на всю поверхность, вслѣдствіе чего перестали образоваться колеи.

Въ 1834 году французскій инженеръ *Полонсо (Polonceau)*, обративъ вниманіе на неудобство существовавшихъ тогда способовъ устройства щебеночной одежды въ томъ отношеніи, что проѣзду предоставлялось, при открытіи шоссе, нагроможденіе щебня, а не плотная щебеночная одежда, предложилъ способъ устранять это неудобство.

Соединеніе твердыхъ щебенокъ, рассыпанныхъ слоемъ по поверхности землянаго полотна, происходитъ, подъ дѣйствіемъ одного проѣзда, съ трудомъ и требуетъ много времени. Нужно, чтобы давленіе, производимое проѣздомъ экипажей, заставило щебенки сблизиться и чтобы мелочь, происходящая отъ раздавливанія извѣстнаго количества щебенокъ, наполнила пустоты, существующія въ слое щебня; тогда

только сдѣленіе матеріала достигается вполне и одежда дѣлается плотною и ровною. Такимъ образомъ, требуемый видъ дороги достигается затрудненіемъ проѣзда и разрушеніемъ нѣкотораго количества щебня.

Способъ устройства щебеночной одежды, предложенный Полонсо, имѣлъ цѣлью разомъ сберечь трудъ проѣзда, порчу экипажей и трату щебня. Онъ заключался въ слѣдующемъ: дно ящика, устроеннаго для щебеночной одежды, уплотнялось провозомъ *катка*, или круговаго цилиндра, вѣсомъ около 375 пуд., приводимаго въ движеніе лошадьми; затѣмъ, по уплотненной поверхности разсыпался слой слабого щебня и покрывался вторымъ слоемъ смѣси изъ крѣпкаго и слабого щебня, причѣмъ слабый щебень имѣлъ назначеніе служить связующимъ веществомъ для крѣпкаго; наконецъ, на второй слой насыпался верхній слой твердаго щебня, покрывавшійся каменною мелочью. Каждый изъ слоевъ щебня, передъ насыпкой слѣдующаго, подвергался укаткѣ провозомъ того же катка, вслѣдствіе чего въ нѣсколько часовъ достигалось то сжатіе и сплотненіе щебеночной одежды, которое отъ проѣзда экипажей получалось часто лишь по истеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ.

Самая важная особенность этого способа заключается въ примѣненіи искусственной укатки помощью катка къ уплотненію щебеночной одежды. Принятая съ нѣкоторымъ недоувѣріемъ искусственная укатка была признана впоследствии единственнымъ рациональнымъ способомъ уплотненія щебеночнаго слоя и стала примѣняться ко всѣмъ устройствамъ щебеночной одежды.

Дальнѣйшее усовершенствованіе въ устройствѣ щебеночной одежды было сдѣлано въ 1860 году въ Парижѣ и состояло въ примѣненіи къ уплотненію щебня силы пара. Для устраненія неудобствъ, представляемыхъ въ большихъ городахъ употребленіемъ конныхъ катковъ, были изобрѣтены катки, приводимые въ движеніе паромъ. Паровые катки дали возможность достигнуть такой плотности и крѣпости щебеночной одежды, какая была недоступна при употребленіи конныхъ катковъ.

35. Щебеночная одежда безъ каменнаго основанія. При постройкѣ шоссе въ Россіи, начатой правительствомъ въ 1817 году, примѣнялась первоначально система щебеночной одежды Трезаге; по этой системѣ устроена была одежда С.-Петербургско-московскаго шоссе, перваго русскаго шоссе, оконченнаго постройкою въ 1834 году. Впослѣдствіи, когда слава объ успѣхахъ Мак-Адама распространилась по всей Европѣ, въ Россіи стали примѣнять къ устройству шоссе систему Мак-Адама. При этомъ щебеночной одеждѣ придавали сначала, по примѣру Мак-Адама, толщину въ 10 дюймовъ, но потомъ, слѣдуя указаніямъ французскихъ инженеровъ и замѣтивъ, что щебеночный слой отвердѣвалъ вполнѣ только на глубину 4 дюймовъ, начали уменьшать толщину щебеночной одежды до 6 дюймовъ. Такая толщина оказывалась достаточною на твердыхъ и неразмягчающихся грунтахъ, каковы — каменные и песчаные, но на всѣхъ прочихъ грунтахъ земляное основаніе разжижалось отъ воды, проходившей черезъ тонкій слой щебня, и уступало давленію проѣзжавшихъ по дорогѣ экипажей, вслѣдствіе чего щебень въ нѣкоторыхъ мѣстахъ опускался, смѣшивался съ землею, и въ концѣ концовъ весь щебеночный слой проникался грязью и переставалъ образовывать твердую одежду.

Для предупрежденія подобнаго разстройства шоссе, пришлось увеличивать толщину щебеночнаго слоя, смотря по роду грунта, до 9 и даже до 12 дюймовъ; дѣйствительно, при большей толщинѣ щебеночнаго слоя, неравномѣрность осадки устраняется, потому что давленіе колеса въ какой-либо точкѣ *A* на поверхности слоя, передавалась отъ одной щебенки къ другой, распространяется на нѣкоторую площадь *BC* землянаго полотна (фиг. 59), величина которой тѣмъ больше, чѣмъ толще слой щебня. Но, при дороговизнѣ каменнаго матеріала въ Россіи, щебеночная одежда значительной толщины обходилась очень дорого; поэтому явилось стремленіе найти способъ ограничить эту толщину. Было замѣчено, что песокъ точно также передаетъ давленіе, дѣйствующее въ одной точкѣ, на нѣкоторую площадь грунта, которой вели-

чина зависитъ отъ толщины слоя песка, и что, сверхъ того, чистый песокъ, въ особенности крупный, хорошо отводитъ въ сторону проникающую въ него воду, не допуская ее размягчать земляное полотно. Тогда съ выгодою стали замѣнять часть щебеночнаго слоя слоемъ песка, которому, по дешевизнѣ его, можно было придавать значительную толщину (фиг. 60). На скалистыхъ грунтахъ слой песка подъ щебнемъ оказался тоже весьма полезнымъ, потому что онъ имѣетъ нѣкоторую упругость, которая устраняетъ раздавливаніе щебенокъ проѣздомъ, происходящее на скалѣ при небольшой толщинѣ щебеночнаго слоя.

Такимъ образомъ получился новый типъ щебеночной одежды, по которому было перестроено С.-Петербурго-московское шоссе и построены многія шоссе въ Россіи. Этотъ типъ происходитъ отъ системы устройства, предложенной Мак-Адамомъ, и мало отъ нея отличается; поэтому щебеночная одежда такого типа называется иногда *мак-адамовъ*.

Въ гористыхъ мѣстностяхъ каменный матеріалъ обыкновенно имѣется въ изобиліи, а въ пескѣ очень часто существуетъ недостатокъ. На дорогахъ въ такихъ мѣстностяхъ нѣтъ никакого основанія и невыгодно замѣнять нижнюю часть щебеночнаго слоя песчанымъ слоемъ. Въ подобныхъ случаяхъ щебеночная одежда устраивается, безъ подсыпки песка, изъ слоя щебня, толщина котораго сообразуется съ мѣстными условіями.

Щебеночная одежда описываемаго типа состоитъ (фиг. 61) изъ *слоя щебня*, расположеннаго или на *слое песка*, или непосредственно на грунтѣ, и иногда ограниченнаго по краямъ рядами *бордюрныхъ камней*.

Толщина *слоя щебня*, или *щебеночнаго покрытія*, сообразуется съ дѣятельностью проѣзда по дорогѣ и со свойствами каменнаго матеріала, употребляемаго на щебень; въ зависимости отъ этихъ обстоятельствъ, ее принимаютъ отъ 5 до 7 дюймовъ, считая щебень въ сплотненномъ укаткою состояніи. Часто щебеночному слою придаютъ по срединѣ толщину на 1 или 1,5 дюйма больше, чѣмъ по краямъ, въ виду

того, что середина дорожной одежды сильнѣе страдаетъ отъ дѣйствія проѣзда и потому сильнѣе изнашивается, чѣмъ края.

Для уменьшенія издержекъ на разбивку щебня, щебеночное покрытие значительной толщины въ прежнее время устраивали изъ трехъ слоевъ щебня различной крупности: нижній слой насыпали изъ крупнаго, средній—изъ средняго, а верхній—изъ мелкаго щебня. Въ послѣдствіи, съ уменьшеніемъ толщины щебеночнаго покрытия, стали употреблять щебень только двухъ сортовъ: крупный—на нижній слой и мелкій—на верхній. Но различная крупность щебня въ покрытіи оказалась неудобною, потому что крупныя щебенки поднимались отъ давленія проѣзжавшихъ экипажей вверхъ и дѣлали проѣздъ безпокойнымъ. Поэтому употребленіе щебня различной крупности продержалось недолго и въ настоящее время щебеночное покрытие устраиваютъ обыкновенно изъ одного слоя щебня, крупность котораго сообразуется съ крѣпостью каменнаго матеріала. Къ устройству покрытия изъ двухъ слоевъ щебня различной крупности прибѣгаютъ только въ томъ случаѣ, когда крѣпкій каменный матеріалъ очень дорогъ и представляется возможность образовать нижнюю часть покрытия изъ болѣе дешеваго, слабаго матеріала. Въ этомъ случаѣ полезно верхній слой разсыпать послѣ предварительной укатки нижняго.

Толщина *песчанаго слоя*, образующаго какъ-бы *основаніе* одежды, зависитъ отъ рода грунта, по которому пролагается шоссе, и отъ средствъ, которыми располагаютъ для устройства дороги. Толщину этого слоя полезно было бы назначать: при болотномъ грунтѣ землянаго полотна—въ 12 дюймовъ, при глинистомъ и мергельномъ грунтѣ—въ 10 дюймовъ, при песчано-глинистомъ—отъ 8 до 9 дюймовъ, при глинисто-песчаномъ, заключающемъ болѣе 30% глины,—отъ 6 до 8 дюймовъ и при скалистомъ—въ 4 дюйма. Но обыкновенно, для уменьшенія издержекъ на устройство шоссе, толщину песчанаго слоя принимаютъ отъ 4 до 6 дюймовъ. Необходимо однако замѣтить, что подобное ограниченіе толщины песчанаго слоя иногда влечетъ за собою

скорое разстройство щебеночной одежды на участкахъ съ худымъ грунтомъ и не можетъ быть иначе исправлено, какъ полной, дорого-стоющей перестройкой одежды. Песчаному слою обыкновенно придаютъ одинаковую толщину по всей ширинѣ, но иногда его дѣлаютъ по срединѣ на 1 или 1,5 дюйма толще, чѣмъ по краямъ, потому что середина шоссе больше краевъ подвергается дѣйствию проѣзда. Наилучшимъ матеріаломъ для песчаного слоя считается песокъ крупный, чистый и угловатый; чѣмъ крупнѣе и чище песокъ, тѣмъ меньше можетъ быть принята толщина основанія.

Въ песчаномъ и хрящеватомъ грунтѣ, а также въ глинисто-песчаномъ грунтѣ, содержащемъ менѣе 30% глины, песчаный слой представляется излишнимъ и слой щебня располагается непосредственно на грунтѣ дорожнаго полотна. Точно также слой щебня насыпается прямо на грунтъ землянаго полотна на дорогахъ въ гористой мѣстности, гдѣ въ каменномъ матеріалѣ нѣтъ недостатка, песокъ встрѣчается не повсюду, а крутые скаты земной поверхности и большіе продольные уклоны дорогъ способствуютъ быстрому стоку воды и осушенію полотна. Въ такихъ условіяхъ находятъ шоссеыныя дороги Крыма и Кавказа.

Поперечнымъ скатамъ землянаго полотна подъ песчанымъ слоемъ даютъ уклонъ отъ $\frac{1}{33}$ до $\frac{1}{25}$, такъ что, въ зависимости отъ толщины слоевъ песка и щебня по срединѣ и краямъ, уклонъ поперечныхъ скатовъ поверхности шоссе измѣняется отъ $\frac{1}{25}$ до $\frac{1}{17}$. Наиболѣе раціональнымъ уклономъ поперечныхъ скатовъ представляется уклонъ въ $\frac{1}{20}$, такъ какъ при большемъ уклонѣ проѣздъ нѣсколько затрудняется скольженіемъ колесъ въ сторону и направляется вслѣдствіе этого исключительно по срединѣ щебеночной одежды, а при меньшемъ уклонѣ стокъ воды съ поверхности шоссе дѣлается неудовлетворительнымъ вскорѣ послѣ устройства дороги. Однако, полезно измѣнять величину поперечнаго уклона отъ $\frac{1}{25}$ до $\frac{1}{17}$ по длинѣ дороги, въ зависимости отъ величины продольныхъ уклоновъ, такимъ образомъ, чтобы величина поперечнаго уклона была въ обратномъ отношеніи съ величиною продольнаго. Слой щебня

насыпается такъ, чтобы поверхность его представляла двѣ плоскости, пересѣкающіяся по срединѣ дороги подъ нѣкоторымъ угломъ, который округляется отъ укатки и проѣзда. Насыпка щебня слоемъ съ цилиндрическою поверхностью неудобна тѣмъ, что, послѣ уплотненія и осадки щебеночной одежды, шоссе дѣлается слишкомъ плоскимъ и дождевая вода худо стекаетъ съ него.

Бордюры или *барьеры* по линіямъ отдѣла щебеночной одежды отъ обочинъ считались необходимою принадлежностью шоссе до сороковыхъ годовъ; бордюры состояли тогда изъ рядовъ крупныхъ булыжныхъ камней, уложенныхъ по краямъ одежды одинъ возлѣ другаго безъ подтески. Ихъ считали нужными для удержанія щебня и предупрежденія смѣшенія его съ землею обочинъ; кромѣ того находили, что бордюры облегчаютъ, во время построенія шоссе, приведеніе его къ опредѣленному проекту продольному и поперечному уклону и приносятъ пользу при ремонтѣ шоссе, обозначая предѣлы щебеночной одежды.

Въ сороковыхъ годахъ установилось мнѣніе, что бордюры приносятъ мало пользы, такъ какъ щебень и безъ нихъ не входитъ въ землю обочинъ, предѣлы щебеночной одежды легко отыскиваются и безъ обозначенія ихъ барьерами, щебень же, попадающій на обочины, увеличиваетъ ихъ прочность и, наконецъ, для правильной постройки шоссе могутъ служить небольшія колья столь же удобно, какъ и бордюры. Вмѣстѣ съ тѣмъ обращено было вниманіе и на невыгоды бордюровъ, а именно на то, что они неудобны для переѣзда, что вдоль ихъ образуются на шоссе колеи, быстро увеличивающіяся отъ ударовъ колесъ, и что гладкая поверхность бордюрныхъ камней служитъ проводникомъ скопляющейся въ колеяхъ воды подъ щебеночный слой. По всемъ этимъ причинамъ, съ тѣхъ поръ стали устраивать щебеночную одежду безъ бордюровъ и даже вынимать бордюрные камни и обращать ихъ въ щебень на нѣкоторыхъ изъ тѣхъ шоссе, гдѣ они были устроены.

Но дальнѣйшія наблюденія надъ щебеночной одеждой показали, что нѣкоторая польза бордюровъ несомнѣнна,

Одинъ изъ извѣстныхъ дѣятелей шоссеинаго дѣла въ Россіи, инженеръ Гофмейстеръ, въ замѣткѣ своей, напечатанной въ 1871 г., обратилъ вниманіе на то, что на шоссе съ бордюрами гораздо долѣе сохраняется выпуклая, свободообразная форма щебеночнаго слоя, гораздо лучше держится песчаное основаніе, постоянно сохраняются линіи отдѣла щебеночной одежды отъ обочинъ и устраняется расползаніе одежды въ стороны; что шоссе съ бордюрами требуетъ меньше средствъ для постройки и ремонта, такъ какъ при бордюрахъ можно дать щебеночному слою меньшую толщину, а на ремонтъ расходовать меньше щебня; и что вообще, по причинѣ суровости и переменчивости климата Россіи, шоссе съ бордюрами оказывается, при одинаковыхъ условіяхъ, гораздо прочнѣе и исправнѣе шоссе безъ бордюровъ. Это мнѣніе, основанное на многолѣтнемъ опытѣ, было поддержано и другими инженерами. Вслѣдствіе этого, въ послѣднее время снова начинаютъ употреблять бордюры, но составляютъ ихъ изъ рядовъ болѣе или менѣе обтесанныхъ параллелепипедныхъ камней (фиг. 62), или устраиваютъ, въ видѣ продольныхъ полосъ, изъ нѣсколькихъ рядовъ камней средней величины (фиг. 63).

Для отвода дождевой воды, проходящей черезъ щебеночный слой и скопляющейся въ песчаномъ основаніи, *слои песка* пропускаютъ подъ *обочинами*. Прежде песчаному слою давали непрерывные поперечные скаты и уменьшали его толщину, постепенно отъ середины къ краямъ, дюйма на 2 (фиг. 64), но подобное устройство представляло то неудобство, что съ теченіемъ времени, когда проѣзжая часть дороги отъ продолжительнаго дѣйствія проѣзда нѣсколько опускалась, песчаный слой терялъ способность отводить проникающую въ него воду въ стороны и вода, оставаясь въ основаніи, разжижала земляное полотно. Теперь, для устраненія этого неудобства, слой песка подъ обочинами располагаютъ нѣсколько ниже, чѣмъ подъ щебеночнымъ слоємъ (фиг. 62), и соединяютъ отдѣльныя части слоя посредствомъ продольныхъ песчаныхъ желобовъ А. Иногда, для уменьшенія издержекъ на постройку шоссе, подъ обочинами устраиваютъ,

вмѣсто непрерывнаго слоя песка, воронки *B*, наполненныя пескомъ и проходящія отъ продольнаго жолоба *A* къ откосамъ полотна, въ разстояніи 1,5 или 2 сажень одна отъ другой (фиг. 63). Расположеніе слоя песка подъ обочинами нѣсколько ниже, чѣмъ подъ щебеночнымъ покрытіемъ, представляетъ еще ту выгоду, что допускаетъ срѣзку части земли съ обочинъ, въ чемъ иногда является необходимость при ремонтѣ шоссе.

Къ *устройству* щебеночной одежды на земляномъ полотнѣ слѣдуетъ приступать лишь тогда, когда полотно въ мѣстахъ насыпей успѣетъ осѣсть, то есть не равѣс, какъ черезъ годъ по производствѣ земляныхъ работъ. Но часто, если обстоятельства не позволяютъ откладывать на цѣлый годъ окончаніе постройки дороги, къ устройству щебеночной одежды приступаютъ вслѣдъ за земляными работами, примѣняя, для возможнаго уменьшенія вреда отъ осадокъ, искусственное уплотненіе насыпей, при возведеніи ихъ, или же такъ располагаютъ работы, чтобы земляное полотно окончить къ началу зимы, впродолженіе зимы заготовить щебень, а весною начать устройство щебеночной одежды.

Земляному полотну, при самомъ возведеніи его, даютъ ту форму, которую оно должно имѣть по проекту, причемъ, считывая на осадку, высоту и вышуклость полотна въ насыпяхъ дѣлаютъ нѣсколько больше проектной. Приступая къ устройству одежды, земляное полотно планируютъ въ мѣстахъ, гдѣ оно размылось водою, обдѣлываютъ поверхность его по проекту, выправляютъ поперечные и продольные скаты и иногда уплотняютъ верхній слой грунта трамбованіемъ или укаткою катками. Затѣмъ, по краямъ устраиваемой щебеночной одежды забиваютъ въ землю кольца съ верхушками, расположенными на высотѣ предполагаемыхъ слоевъ песка и щебня; по кольямъ насыпаютъ на поверхность полотна слой песка и утрамбовываютъ или укатываютъ его. Далѣе, по краямъ щебеночнаго слоя укладываются бордюры, или ставятся на ребро временно доски для удержанія земли обочинъ; затѣмъ устраиваютъ изъ растительной или глинисто-песчаной земли обочины и между

ними насыпаютъ слой щебня. Наконецъ, слой щебня выравнивается и плотно укатывается каткомъ.

36. Щебеночная одежда съ каменнымъ основаніемъ. Щебеночная одежда этого типа имѣетъ сходство съ одеждой системы Грезаге, отъ которой она по всей вѣроятности и происходитъ. Эта одежда состоитъ изъ *основанія*, или нижняго слоя, сложеннаго изъ крупныхъ камней, и *покрытія*, или верхняго щебеночнаго слоя (фиг. 65). По линіямъ отдѣла щебеночной одежды отъ обочинъ иногда располагаются бордюры изъ камней, правильно обтесанныхъ въ верхней части; бордюрные камни обыкновенно укладываются такъ, что нижніе концы ихъ лежатъ въ землѣ глубже камней основанія, увеличивая боковую устойчивость одежды, а верхніе концы образуютъ на поверхности дороги полосы, опредѣляющія положеніе верхней грани щебеночнаго слоя. Какъ уже сказано, польза этихъ камней, по мнѣнію многихъ инженеровъ, сомнительна, а между тѣмъ они представляютъ нѣкоторыя неудобства и увеличиваютъ стоимость устройства шоссе. Поэтому часто ихъ устраняютъ совсѣмъ, или замѣняютъ направляющими камнями, уложенными въ разстояніи около трехъ сажень одинъ отъ другаго и имѣющими назначеніе указывать положеніе краевъ одежды по высотѣ и по горизонтальному направленію. Иногда, желая сохранить бордюры съ цѣлью ограниченія щебеночной одежды и для упора образуемаго ею свода, располагаютъ бордюрные камни такъ, чтобы ихъ верхушки находились почти на одномъ уровнѣ съ поверхностью каменнаго основанія и были покрыты слоемъ щебня; въ этомъ случаѣ укладка бордюрныхъ камней очень проста и нѣтъ нужды заботиться о правильной обтескѣ ихъ верхушекъ.

Каменное основаніе одежды дѣлается толщиной не менѣе 5 дюймовъ, а на дорогахъ съ тяжелымъ грузовымъ движеніемъ отъ 7 до 8 дюймовъ, и состоитъ (фиг. 65) изъ крупныхъ кусковъ камня, уложенныхъ на ребро, длиною нормально къ оси дороги и, насколько позволяетъ ихъ форма, рядами въ перевязку, причемъ особенное вниманіе обра-

щается на то, чтобы камни прилегали къ земляному полотну плоскими, но узкими гранями; при такомъ расположеніи камней, основаніе образуетъ родъ обратной мостовой, съ камнями, обращенными ровными гранями внизъ и остроконечіями вверхъ. Чтобы щебеночное покрытіе могло хорошо соединиться съ каменнымъ основаніемъ, ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ допускать укладки отдѣльныхъ камней послѣдняго плашня; съ тою же цѣлью, слишкомъ широкіе камни слѣдуетъ раскалывать или разбивать. По выстилкѣ основанія, верхушки камней, выступающія надъ общимъ уровнемъ, сбиваются, а промежутки между камнями тщательно расклиниваются осколками камней, такъ что окончательно верхняя грань основанія представляетъ шероховатую поверхность, какъ-бы составленную изъ небольшихъ камней, прилегающихъ одинъ къ другому плотно, безъ промежутковъ. Если основаніе состоитъ изъ очень крупныхъ камней, то щебеночный слой не соединяется съ нимъ и сильно страдаетъ отъ ударовъ и толчковъ колесъ, причѣмъ основаніе дѣйствуетъ какъ наковальня.

Если дорожная одежда дѣлается по всей ширинѣ одинаковой толщины, то каменному основанію придается также одинаковая толщина; если же одежда къ срединѣ утолщается, то основанію дается выпуклость, занимающая среднее положеніе между выпуклостью землянаго полотна и поверхности шоссе (фиг. 66). Для приданія основанію требуемой и однообразной выпуклости, употребляются особые шаблоны, приставляемые къ бордюрамъ, или къ забитымъ по краямъ одежды кольямъ. Нѣкоторые инженеры предлагаютъ спланивать каменное основаніе посредствомъ укатки, но это нецѣлесообразно; подобная укатка увеличиваетъ стоимость построенія дороги и затрудняетъ соединеніе основанія со щебеночнымъ слоемъ, которое происходитъ гораздо легче, если поверхность основанія остается до насыпки щебня шероховатую.

Щебеночное покрытіе, смотря по силѣ проѣзда и качествамъ каменнаго матеріала, дѣлается толщиною отъ 3 до 7 дюймовъ и составляется изъ одного или двухъ слоевъ щебня.

Чаще всего для устройства покрытія насыпаютъ одинъ слой щебня, причемъ опытъ показываетъ, что плотная, прочная и гладкая одежда образуется тѣмъ скорѣе и легче, чѣмъ равномернѣе щебень, употребляемый для этого, и что для образованія хорошей одежды необходима извѣстная степень мелкости щебенокъ, измѣняющаяся въ зависимости отъ крѣпости каменнаго матеріала и способа укатки. Иногда составляютъ покрытіе изъ двухъ слоевъ щебня различной крупности. Въ прусскомъ постановленіи 1871 года указано для случая щебеночной одежды большой толщины употребленіе средняго щебеночнаго слоя; по этому постановленію, щебеночная одежда, при ширинѣ въ 2,5 сажени, образуется или изъ основанія въ 5 дюймовъ и щебеночнаго покрытія въ 3,5 дюйма толщиною, или изъ основанія въ 5 дюймовъ средняго щебеночнаго слоя въ 3 дюйма и верхняго щебеночнаго слоя въ 3,5 дюйма толщиною, причемъ средній слой насыпается изъ болѣе крупнаго щебня, чѣмъ верхній. Однако такое устройство представляетъ то неудобство, что крупныя щебенки средняго слоя врѣзываются въ верхній слой и отъ дѣйствія проѣзда поднимаются вверхъ между мелкими щебенками, равномерность щебня теряется и восстановленіе одежды дѣлается труднѣе, чѣмъ при употребленіи щебня одинаковой крупности. Поэтому насыпку въ два слоя употребляютъ лишь въ случаѣ, если крѣпкій каменный матеріалъ для верхняго слоя очень дорогъ, но имѣется въ распоряженіи дешевый слабый матеріалъ для средняго слоя.

Для устройства покрытія, на основаніе насыпается слой щебня надлежащей толщины и съ такою выпуклостью, какая обуславливается поперечною профилею шоссе. Затѣмъ, для сообщенія составнымъ частямъ насыпаннаго слоя необходимой связи, покрытіе укатывается чугуннымъ каткомъ.

37. Утвержденные нормальные поперечные профили шоссе. Для русскихъ шоссеиныхъ дорогъ существуютъ въ настоящее время два нормальные поперечные профили, утвержденные Министерствомъ путей сообщенія для руководства при построеніи шоссе.

Одинъ изъ этихъ нормальныхъ профилей установленъ циркуляромъ Министерства путей сообщенія, отъ 20 декабря 1847 года, для государственныхъ транзитныхъ шоссе и имѣеть два вида: одинъ—для глинистыхъ грунтовъ (фиг. 67), другой — для песчаныхъ (фиг. 68). Вся ширина землянаго полотна по этому профилю назначена въ 6 сажень, изъ которыхъ 2,5 сажени занимаетъ щебеночная одежда, а $2 \times 1,75 = 3,5$ сажени—обочины. Для глинистыхъ грунтовъ стрѣла выпуклости полотна принята въ 10 дюймовъ и по всей ширинѣ полотна назначенъ песчаный слой, имѣющій по оси шоссе толщину въ 4 дюйма и постепенно утоняющійся до откосовъ полотна, гдѣ толщина его составляетъ 2 дюйма. Для песчаныхъ грунтовъ стрѣла выпуклости землянаго полотна принята въ 9 дюймовъ и песчаного слоя не назначено. Толщина слоя щебня въ обоихъ видахъ профиля и по всей ширинѣ одежды назначена одинаковая и равная 7 дюймамъ. Толщина слоя растительной земли на обочинахъ принята у краевъ щебеночнаго слоя въ 7 дюймовъ, а у откосовъ въ 3 дюйма. Ширина канавъ по дну назначена въ 0,33 сажени, а глубина ихъ въ 0,5 сажени.

Этотъ поперечный профиль, съ незначительными измѣненіями, примѣненъ къ большей части русскихъ казенныхъ шоссе, построенныхъ въ прежнее время, до 1864 года; таковы—шоссе: Московско-варшавское, Кіево-брестское, Кіевское, Воронежское и многія другія. Съ постройкой желѣзныхъ дорогъ, шоссе потеряли значеніе транзитныхъ путей и обратились въ мѣстные и подъѣздные пути. вмѣстѣ съ этимъ устранилась и обязательность утвержденнаго въ 1847 году поперечнаго профиля, а въ руководство при постройкѣ мѣстныхъ шоссе былъ данъ въ послѣдствіи новый поперечный профиль.

Другой нормальный поперечный профиль установленъ циркуляромъ Министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 г., для подъѣздныхъ или мѣстныхъ шоссе и имѣеть также два вида: одинъ—для глинистыхъ грунтовъ (фиг. 69), другой — для песчаныхъ (фиг. 70). Вся ширина землянаго полотна по этому профилю назначена въ 3,5 сажени, изъ

которыхъ 2,5 сажени занимаетъ щебеночная одежда, а $2 \times 0,5 = 1$ сажень—обочины. Для глинистыхъ грунтовъ назначенъ слой песка по всей ширинѣ полотна и одинаковой толщины, въ 6 дюймовъ; въ песчаныхъ грунтахъ слой щебня располагается непосредственно на грунтѣ полотна. Щебеночный слой въ обоихъ видахъ профиля имѣетъ толщину въ 7 дюймовъ по срединѣ и въ 6 дюймовъ по краямъ и огражденъ бордюрами изъ правильно обтесанныхъ въ верхней части камней. Уклонъ поперечныхъ скатовъ щебеночнаго слоя назначенъ въ 0,06, а уклонъ поверхности обочинъ въ 0,07. Толщина слоя растительной или глинисто-песчаной земли на обочинахъ принята въ 12 дюймовъ у краевъ щебеночной одежды и въ 11 дюймовъ у откосовъ полотна. Ширина канавъ по дну и глубина ихъ назначена въ 0,25 сажени, ширина лѣтняго пути—въ 2,5 сажени и ширина полосы для ремонтнаго матеріала на обрѣзѣ—въ 1,75 сажени. Въ выемкахъ и насыпяхъ больше 0,5 сажени и на косогорахъ уклономъ свыше 10° ширина полотна увеличивается до 4 сажень, но лѣтняго пути и полосы для ремонтнаго матеріала не полагается, а на разстояніяхъ отъ 50 до 100 сажень, по длинѣ шоссе, дѣлаются уширенія выемки или насыпи для образованія складочныхъ площадокъ (фиг. 27 и 28).

Этотъ поперечный профиль принять въ руководство при постройкѣ всѣхъ новыхъ казенныхъ шоссе, за исключеніемъ горныхъ дорогъ Крыма и Кавказа. Для нѣкоторыхъ шоссе, какъ напримѣръ Проскурово-исаковецкое, утвержденный профиль примѣненъ безъ измѣненій, для другихъ же шоссе, каковы—стратегическія шоссе: Дубно-ровенское, Кобринъ-влодавское, Дрогичинъ-высоколитовское и Шепетово-бѣльское, въ немъ сдѣланы небольшія измѣненія. Нормальный поперечный профиль послѣднихъ шоссе представленъ, съ подробнымъ указаніемъ размѣровъ, на фигурахъ 71 и 72.

На горныхъ дорогахъ Крыма и Кавказа щебеночная одежда устроена во всѣхъ грунтахъ только изъ слоя щебня, безъ песчанаго основанія. Такое устройство одежды

этихъ шоссе вполнѣ цѣлесообразно при мѣстныхъ условіяхъ; оно опредѣляется обиліемъ каменнаго матеріала при недостаткѣ песка, гористымъ характеромъ мѣстности, облегчающимъ осушеніе землянаго полотна, и теплымъ климатомъ края.

38. Каменный матеріалъ для щебеночной одежды и видъ его въ природѣ. Горныя породы, употребляющіяся для устройства щебеночной одежды, многочисленны и разнообразны. Ихъ можно разбить на нѣсколько разрядовъ слѣдующимъ образомъ:

Известняки. Известняки представляютъ огромныя различія по своей крѣпости, отъ плотныхъ мраморовъ до слабыхъ рухляковъ. Сравнительно съ другими породами, они мягки и даютъ много пыли и грязи. Пыль, образуемая на шоссе отъ изнашиванія известковаго щебня, сцѣпляется подъ давленіемъ и, при смѣшеніи съ водою, образуетъ *вязкую* грязь, то есть грязь пластичную, липкую и дѣлающуюся отъ высыханія твердою и плотною; вслѣдствіе этого, известняки болѣе пригодны для сухихъ мѣстностей, чѣмъ для мокрыхъ.

Кремни. Кремни тверды, но хрупки. Кремневый щебень мало изнашивается отъ тренія, но легко раскалывается отъ ударовъ; поэтому онъ разрушается въ щебеночной одеждѣ довольно быстро. Пыль кремней обладаетъ совершенно противоположными качествами, сравнительно съ пылью известняковъ; она представляется *тощеною*, не образуетъ съ водою тѣста, но сплотняется отъ влажности и совершенно распадается при высыханіи. Поэтому кремни пригодны для мѣстностей съ частыми дождями, но даютъ дурныя шоссе въ южныхъ краяхъ. Впрочемъ, кремни очень разнообразны по своимъ качествамъ: нѣкоторые ноздреватые кремни разрушаются съ замѣчательною быстрою, между тѣмъ какъ плотные жерновики и кремневые известняки сопротивляются разрушительному дѣйствию проѣзда очень хорошо.

Кварцы. Кварцы сходны съ кремнями, но менѣе хруп-

ки. Они даютъ почти повсюду хорошую щебеночную одежду, хотя въ мелочи ихъ замѣчается недостатокъ вязкости.

Песчаники. Звонкіе и плотные песчаники представляютъ прекрасный матеріаль для шоссе. Они очень крѣпки и мало хрупки; ихъ пыль довольно тоща, но болѣе вязка, чѣмъ пыль кремней или кварцевъ. Однако, песчаники слѣдуетъ выбирать для шоссе осмотрительно: слабые песчаники рыхлы и образуютъ весьма посредственную щебеночную одежду.

Граниты. Граниты и породы со сходнымъ составомъ, каковы—*гнейсы* и *сіениты*, представляютъ вообще хорошій матеріаль для шоссе, крѣпкій, не хрупкій и съ вязкою мелочью. Но и въ этомъ случаѣ полезно дѣлать выборъ, такъ какъ иногда названныя породы бываютъ довольно рыхлы и тогда щебеночная одежда изъ нихъ изнашивается быстро и доставляетъ много пыли.

Порфиры. Порфиры и однородныя полевошпатовыя породы доставляютъ матеріаль самаго высшаго качества. Вслѣдствіе крѣпости и относительной упругости массы, они сопротивляются очень хорошо стиранію и ударамъ; кромѣ того, они даютъ прекрасную мелочь. Къ сожалѣнію, породы эти часто бываютъ очень дороги, вслѣдствіе трудности добыванія и сравнительной рѣдкости находженія.

Амфиболическія породы. Змѣевики, офиты и діориты доставляютъ также очень хорошій матеріаль для щебеночной одежды и отличаются качествами, сходными съ качествами предыдущихъ породъ. Однако, при употребленіи ихъ, необходимо дѣлать выборъ, потому что степень крѣпости ихъ очень различна.

Вулканическія породы. Базальты, траппы, лавы и другія вулканическія породы отличаются вообще очень большимъ сопротивленіемъ и даютъ вязкую пыль. Впрочемъ, иногда встрѣчаются слабые базальты и пористыя лавы, раздавливающіяся довольно легко и образующія много пыли.

Горныя породы, доставляющія каменный матеріаль, находятся въ природѣ или въ видѣ сплошныхъ массъ, или

въ видѣ слоистыхъ напластованій, или въ видѣ полевыхъ камней, или, наконецъ, въ видѣ хряща.

Сплошныя и слоистыя каменные породы залегаютъ въ землѣ на различной глубинѣ и выходятъ мѣстами на поверхность земли; въ такихъ мѣстахъ устраиваютъ каменоломни, въ которыхъ добываютъ каменный матеріалъ выломкою. Полевые камни встрѣчаются въ природѣ отдѣльными кусками различной величины, которые лежатъ на земной поверхности и въ землѣ на небольшой глубинѣ, въ одиночку и болѣе или менѣе значительными скопленіями; добываніе полевыхъ камней заключается въ сборкѣ ихъ, довольно часто въ выкапываніи ихъ изъ земли въ мѣстахъ скопленій, а иногда и въ раздѣленіи очень большихъ кусковъ или булыгъ на части.

Хрящъ или гравій состоитъ изъ мелкихъ камешковъ различной величины, образующихъ большія скопленія въ толщѣ земли; на горныхъ скатахъ, въ оврагахъ или по берегамъ рѣкъ, гдѣ эти скопленія выходятъ на поверхность земли, располагаются карьеры для добычи хряща. Передъ употребленіемъ на щебеночную одежду, хрящъ обыкновенно подвергаютъ подготовкѣ, которая заключается въ томъ, что болѣе крупныя зерна его разбиваются на части и вся масса хряща очищается отъ землистыхъ примѣсей посредствомъ грохоченія. Вслѣдствіе округленной, отшлифованной формы зеренъ, хрящъ сплотняется при образованіи одежды гораздо труднѣе, чѣмъ щебень, и потому требуетъ болѣе тщательной и продолжительной укатки и даетъ довольно слабую щебеночную одежду, годную только для дорогъ съ несильнымъ проѣздомъ.

39. Разбивка камня въ щебень. Каменный матеріалъ, находимый въ природѣ въ видѣ сплошныхъ массъ, слоистыхъ напластованій и полевыхъ камней, обыкновенно доставляется къ мѣсту устройства щебеночной одежды въ видѣ кусковъ камня, изъ которыхъ затѣмъ на самой дорогѣ изготовляется щебень ручной или машинной бойкою. Только въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Франціи и Южной Германіи

принято производить бойку камня не на дорогѣ, а въ мѣстахъ добыванія каменнаго матеріала, или въ особыхъ дворахъ, и уже готовый щебень подвозить къ мѣсту устройства шоссе.

Ручная бойка производится посредствомъ молотковъ съ желѣзною головкою и деревянною рукояткою. Для разбивки большихъ кусковъ камня, величиною болѣе 0,1 сажени, употребляютъ кувалды отъ 10 до 15 фунтовъ вѣсомъ, которыми бьютъ съ размаху. Полученные при этомъ куски разбиваются затѣмъ окончательно молотками, вѣсомъ отъ 2,5 до 5 фунтовъ.

Въ Россіи и Сѣверной Германіи бойщики работаютъ обыкновенно въ сидячемъ положеніи; они кладутъ между ступнями ногъ твердый камень, въ видѣ наковальни, и бьютъ на немъ каменный матеріалъ короткими молотками, похожими по размѣрамъ на столярные молотки. Этотъ способъ работы представляется свойственнымъ старикамъ, женщинамъ и вообще рабочимъ слабой организаціи, но для бойщиковъ молодыхъ и сильныхъ повидимому цѣлесообразнѣе тотъ способъ работы, который распространенъ во Франціи и Южной Германіи и состоитъ въ томъ, что бойщикъ держится, во время работы, стоя и нагнувшись впередъ, и бьетъ камень, лежащій въ кучѣ или положенный на особую наковальню изъ твердаго камня; при этомъ бойка на наковальнѣ идетъ лучше, чѣмъ въ кучѣ, но вызываетъ нѣкоторую дополнительную работу, такъ какъ необходимо каждый камень брать изъ кучи и укладывать на наковальню. Бойка камня производится иногда легкими молотками съ желѣзною головкою, вѣсомъ всего около 1,25 фунта, наваренною на концахъ сталью и насаженною на гибкую, длинную рукоятку, эластичность которой позволяетъ сообщать малой массѣ головки значительную живую силу.

Ручная бойка очень тягостна, требуетъ много времени и обходится довольно дорого: опытный бойщикъ можетъ набить въ день только отъ 0,15 до 0,20 куб. сажени щебня изъ камня слабыхъ породъ и отъ 0,06 до 0,10 куб. сажени изъ камня крѣпкихъ породъ; по дѣйствующему у насъ

Урочному Положенію, одинъ обыкновенный рабочій назначается въ день для разбивки отъ 0,045 до 0,060 куб. сажени щебня изъ камня твердыхъ породъ и отъ 0,055 до 0,080 куб. сажени щебня изъ камня средней твердости; сообразно съ этимъ, набивка ручнымъ способомъ кубической сажени щебня обходится отъ 8 до 15 рублей.

Медленность и дороговизна разбивки камня ручнымъ способомъ дали поводъ къ устройству машинъ для бойки камня, или *камнедробилокъ*. Первая изъ такихъ машинъ устроена была болѣе 20 лѣтъ тому назадъ американцемъ *Блекомъ (Blake)*.

Главныя составныя части дробилки Блека—двѣ толстыя чугунныя плиты (фиг. 73), изъ которыхъ одна *A* имѣетъ вертикальное положеніе и прочно соединена съ устоемъ дробилки, а другая *B* наклонена къ первой подъ угломъ въ 25° и можетъ перемѣщаться, вращаясь около оси *C*. Внутреннія поверхности обѣихъ плитъ покрыты продольными зубцами, расположенными такъ, что выступы одной плиты приходятся противъ впадинъ другой. Валъ *D* приводится во вращеніе силою локобиля или лошадей и посредствомъ эксцентрика *E* заставляетъ двигаться шатунъ *F*, отъ котораго движеніе передается подкосамъ *G* и чрезъ нихъ плитѣ *B*. Плита *B*, приближаясь къ плитѣ *A*, раздробляетъ помѣщаемые между зубцами куски камня и оттягивается въ первоначальное положеніе пружиною *H*. Клинья *I* служатъ для установки плитъ на нѣкоторомъ разстояніи, опредѣляющемъ величину щебенки.

Для сортировки доставляемаго дробилкою *L* матеріала служить конической грохотъ *M* (фиг. 74), приводимый во вращеніе около горизонтальной оси рабочимъ валомъ; величина отверстій грохота увеличивается отъ узкаго конца къ широкому, и слишкомъ крупный щебень, вываливающийся изъ послѣдняго, разбивается ручнымъ способомъ, или еще разъ поступаетъ въ дробилку. Дробилка устанавливается на такой высотѣ, что проходящій черезъ грохотъ щебень, падаетъ прямо въ тачки для отвозки *N*.

Опытъ указываетъ, что при машинной бойкѣ щебень обходится дешевле, чѣмъ при ручной, но получается гораздо менѣе равномернымъ; при слоистыхъ каменныхъ породахъ, каковы—известняки, машинная бойка доставляетъ щебенки чаще продолговатой, чѣмъ кубической формы, и даетъ весьма много осколковъ и мелочи. Поэтому въ последнее время, не смотря на нѣкоторыя усовершенствованія дробилокъ, машинную бойку стараются примѣнять только къ сплошнымъ, крѣпкимъ каменнымъ породамъ, каковы—базальты и граниты. Кромѣ того, вслѣдствіе дороговизны дробилокъ съ приспособленіями для приведенія ихъ въ движеніе и для грохотки щебня, машинная бойка представляется вполне умѣстной и выгодною только на крупныхъ каменоломняхъ, гдѣ щебень изготовляется постоянно, въ теченіе круглаго года, большими массами и откуда онъ распространяется по широкимъ районамъ.

Наиболѣе распространено употребленіе машинной бойки въ Баденѣ, гдѣ каменнымъ матеріаломъ для щебеночной одежды служитъ порфиръ, и въ Бельгіи, доставляющей каменный матеріалъ для сѣверной части Франціи. Въ Россіи машинная бойка камня почти совершенно не употребляется, а щебень изготовляется исключительно ручной бойкою.

40. Щебень; величина и форма щебеноекъ. Плотная, гладкая и прочная щебеночная одежда образуется тѣмъ скорѣе и легче, чѣмъ равномернѣе щебень, употребляемый на устройство ея; кромѣ того, для образованія хорошей одежды необходима известная мелкость щебеноекъ, измѣняющаяся въ зависимости отъ крѣпости каменнаго матеріала и способа уплотненія щебня, а также опредѣленная форма щебеноекъ, способствующая укаткѣ щебеночнаго слоя. Поэтому щебень долженъ состоять изъ щебеноекъ опредѣленной формы и одинаковой величины, причемъ величина эта должна заключаться въ опредѣленныхъ предѣлахъ.

Если щебенки очень велики, то между ними остаются значительныя пустоты, наполненныя мелочью, крѣпость

которой меньше крѣпости щебенокъ; при этомъ колеса экипажей проходятъ по ряду точекъ съ различнымъ сопротивленіемъ и шоссе скоро дѣлается негладкимъ и тряскимъ. Кромѣ того, давленіе колеса при очень крупномъ щебнѣ худо распространяется отъ поверхности слоя къ его основанію, такъ какъ большія щебенки вдавливаются въ землю отъ давленія, которое безопасно выдерживается малыми. На фигурѣ 75 показана разница между слоємъ, составленнымъ изъ кубиковъ $abcd$ и изъ кубиковъ съ меньшею вдвое величиною ребра; давленіе P , дѣйствующее на поверхность слоя, передается въ первомъ случаѣ лишь одному ребру d , а во второмъ случаѣ распространяется на три ребра e , f и g ; чѣмъ мельче щебенки, тѣмъ лучше это распространеніе давленія. Съ другой стороны, очень малыя щебенки легко раздавливаются и, подѣ дѣйствіемъ проѣзда, трутся однѣ о другія по большому количеству поверхностей, вслѣдствіе чего быстро изнашиваются; сверхъ того, чѣмъ мельче щебенки, тѣмъ дороже стоитъ разбивка камня въ щебень. Изъ этихъ соображеній ясно, что для величины щебенокъ должны быть установлены высшій и низшій предѣлы.

Величины щебенокъ опредѣляется или ихъ вѣсомъ, или кубическимъ измѣреніемъ, или, наконецъ, діаметромъ *мѣрнаго кольца*. Первый способъ, предложенный Мак-Адамомъ, въ настоящее время не употребляется; изъ двухъ другихъ болѣе удобнымъ и практичнымъ слѣдуетъ признать послѣдній. Онъ состоитъ въ томъ, что для измѣренія величины щебенокъ употребляются желѣзныя кольца (фиг. 76) съ опредѣленными діаметрами отверстія, причемъ щебенка, проходящая во всѣхъ своихъ положеніяхъ черезъ кольцо діаметромъ d дюймовъ, считается имѣющею величину не болѣе d дюймовъ, а щебенка, не проходящая ни въ какомъ положеніи черезъ кольцо діаметромъ d' , признается имѣющею величину не менѣе d' дюймовъ; этотъ способъ выраженія величины щебенокъ примѣняется во всемъ дальнѣйшемъ изложеніи.

Высшій предѣлъ величины щебенокъ зависитъ отъ крѣпости каменнаго матеріала: чѣмъ слабѣе матеріаль, тѣмъ

предѣлъ этотъ долженъ быть больше и наоборотъ. Это очевидно, такъ какъ естественно давать большіе размѣры тѣламъ, меньше сопротивляющимся давленію; сверхъ того, слабый матеріалъ изнашивается быстрѣе и сглаживается лучше на поверхности, а разница въ крѣпости между щебенками и мелочью въ немъ меньше ощутительна. Наибольше цѣлесообразнымъ высшимъ предѣломъ величины щебенки слѣдуетъ признать: 2 дюйма для очень крѣпкаго матеріала, какой доставляется базальтами и порфирами, 2,25 и 2,50 дюйма для матеріала средней крѣпости, какой получается изъ гранитовъ и діоритовъ, и 2,75 дюйма для слабого матеріала, какой даютъ нѣкоторыя породы известняковъ и песчаниковъ. При употребленіи щебня на частный ремонтъ щебеночной одежды, предѣлъ этотъ полезно немного (на 0,25 дюйма) уменьшать; напротивъ того, при укаткѣ щебеночной одежды тяжелыми паровыми катками, можно допустить небольшое (на 0,25 дюйма) увеличеніе вышеприведеннаго предѣла.

Что касается наименьшей величины щебенки, то она также зависитъ отъ крѣпости каменнаго матеріала; наибольше цѣлесообразнымъ низшимъ предѣломъ величины щебенки представляется: 0,75 дюйма для очень крѣпкаго матеріала, 1 дюймъ для матеріала средней крѣпости и 1,25 дюйма для слабого матеріала. Однако, такъ какъ невозможно достигнуть того, чтобы въ щебнѣ не было нѣкотораго количества щебенки меньше этого предѣла, и такъ какъ присутствіе ихъ не представляетъ очень важнаго неудобства, то обыкновенно довольствуются требованіемъ, чтобы порція ихъ не была значительна.

Правительственныя постановленія относительно величины щебенки въ разныхъ государствахъ различны: въ Баденѣ требуется, чтобы щебенки проходили черезъ кольцо въ 1,77 дюйма діаметромъ; въ Ганноверѣ поставлено условіемъ, чтобы щебенки возможно ближе подходили къ кубику отъ 1,34 до 1,57 дюйма въ сторонѣ; въ Брауншвейгѣ существуетъ подобное же условіе, но сторона кубика опредѣлена размѣромъ отъ 1,18 до 1,57 дюйма и щебень передъ

разсыпкой очищается грохоткою. Въ Вюртембергѣ, гдѣ употребляется для шоссе большею частію довольно слабый матеріаль, для опредѣленія величины щебенокъ установлено кольцо въ 1,97 дюйма діаметромъ; во Франціи высшій предѣлъ величины щебенокъ принимается въ 2,36 дюйма, а низшій предѣлъ въ 0,79 дюйма.

Въ Россіи, въ контракты на поставку щебня для ремонта казенныхъ шоссе, вводится условіе, чтобы щебенки были величиною: при твердомъ, гранитномъ или кварцевомъ, камнѣ, — отъ 1 до 2 куб. дюймовъ, въ среднемъ не болѣе 1,5 куб. дюйма; при камнѣ средней твердости, каковы—песчаникъ и конгломератъ,—отъ 1,5 до 2,5 куб. дюйма, въ среднемъ не болѣе 2 куб. дюймовъ; наконецъ, при слабомъ известняковомъ камнѣ,—отъ 2,5 до 4 куб. дюймовъ, въ среднемъ не болѣе 3,25 куб. дюйма. Сверхъ этого, въ контракты включается другое условіе, состоящее въ томъ, что, при приѣмѣ поставленнаго матеріала отъ подрядчика, крупность щебня повѣряется перегрохоткою его черезъ два грохота: одинъ съ квадратными клѣтками въ 0,5 дюйма въ сторонѣ, другой съ квадратными клѣтками въ 2,25 дюйма для твердаго щебня, въ 2,5 дюйма для щебня средней твердости и въ 2,75 дюйма для слабого щебня, причемъ щебнемъ надлежащихъ измѣреній считается только матеріаль, непроваливающийся черезъ первый грохотъ и проходящій черезъ второй; осколки и мелочь, получающіеся при просѣвкѣ черезъ первый грохотъ, считаются высѣвками и не подлежатъ особой оплатѣ, а щебенки, остающіяся на второмъ грохотѣ, бракуются и подвергаются перебивкѣ.

Эти два условія, опредѣляющія крупность щебня, не согласны между собою; кромѣ того, выраженіе величины щебенокъ въ кубическихъ единицахъ неудобно, потому что при неправильномъ видѣ щебенокъ, трудно опредѣлять объемъ ихъ. Гораздо лучше выразить величину щебенокъ діаметромъ мѣрныхъ колець, большаго и малаго, причемъ повѣрка надлежащей крупности щебня производится весьма легко и наглядно.

Поэтому въ послѣднее время, въ условіяхъ по поставкѣ

щебня для постройки и ремонта казенных шоссе, способ определения величины щебенки кубическими мѣрами и перегрехоткой замѣняется способом мѣрныхъ колець, размеры которыхъ назначаются согласно съ приведенными выше наиболѣе цѣлесообразными предѣлами; грохоченіе же щебня оставлено въ условіяхъ лишь какъ средство для надлежащей очистки щебня отъ мелочи и очень крупныхъ кусковъ камня.

Форма щебенки имѣетъ вліяніе на плотность щебеночной одежды и на изнашивание ея. Если щебенки ограничены острыми углами или ребрами, то онѣ обламываются при слабомъ давленіи; если же онѣ имѣютъ сферической или эллиптической видъ, то катаются однѣ по другимъ и сплотненіе ихъ весьма трудно, даже невозможно. Наилучшія формы тѣ, которыя занимаютъ средину между этими двумя крайностями и обладаютъ прямоугольными ребрами, причемъ форму куба слѣдуетъ предпочесть всѣмъ другимъ, потому что она представляетъ одинаковое сопротивленіе по всѣмъ направленіямъ. Не слѣдуетъ допускать разбивки камня на щебенки, хотя и съ прямыми ребрами, но имѣющія видъ продолговатыхъ брусковъ или тонкихъ пластинокъ, потому что подобные бруски и пластинки представляютъ очень неодинаковое сопротивленіе въ различныхъ положеніяхъ и потому легко разламываются на мелкія части.

41. Грохоченіе щебня, отдѣленіе высѣвокъ и употребленіе сѣбяляющаго матеріала. При разбивкѣ камня въ щебень получается довольно много мелкихъ осколковъ и песчинокъ. Слѣдуя указаніямъ Мак-Адама, эту мелочь прежде тщательно отдѣляли отъ щебня посредствомъ просѣиванія его черезъ грохоты и отбрасывали какъ негодный матеріалъ. Впослѣдствіи французскіе инженеры, обративъ вниманіе на то, что плотный слой одежды не иначе составляется щебнемъ, какъ при посредствѣ такой же мелочи, образующейся отъ раздробленія матеріала, предложили оставлять мелкіе осколки въ щебнѣ. При примѣненіи этой мѣры, расходы на устройство и ремонтъ щебеночной одежды во многихъ случаяхъ уменьшились, какъ отъ отмѣны грохоченія щебня, такъ и

отъ уменьшенія употребляемаго количества его, потому что при укатываніи и проѣздѣ меньше раздавливалось щебня для заполненія промежутковъ между щебенками. Но, съ другой стороны, обнаружались и существенныя неудобства этой мѣры: во-первыхъ, количество мелочи въ щебнѣ оставалось неопредѣленнымъ и потому поставщики щебня мало заботились о выборѣ хорошаго камня и даже намѣренно подмѣшивали къ щебню значительное количество мелочи изъ слабаго, вывѣтрившагося камня; во-вторыхъ, при большомъ количествѣ мелочи, разсыпанной вмѣстѣ съ щебнемъ, щебенки, разьединенныя мелочью, не могли надлежащимъ образомъ сблизиться, долго перемѣшались подъ дѣйствіемъ укатки и проѣзда, получали округленную форму и потому медленно сплотнялись въ твердый слой; въ-третьихъ, щебеночный слой съ значительнымъ количествомъ мелочи оказывался слабѣе слоя изъ чистаго щебня; наконецъ, въ-четвертыхъ, при маломъ количествѣ мелочи, объемъ мелкихъ частицъ, распределенный по всей толщинѣ щебеночнаго слоя, былъ недостаточенъ для заполненія промежутковъ между щебенками и для связи послѣднихъ.

Такъ путемъ наблюдений выработалось убѣжденіе, что мелочь представляетъ полезный матеріалъ для щебеночной одежды, но что нужно принимать мѣры къ тому, чтобы количество ея не было ни очень велико, ни очень мало и чтобы она не мѣшала сплотненію щебеночнаго слоя.

Въ настоящее время щебень для устройства шоссе въ большинствѣ случаевъ очищаютъ отъ мелкихъ частицъ грохоченіемъ; отдѣленная мелочь, называемая *высытками*, хотя и не оплачивается особо, но не считается негоднымъ отбросомъ: она употребляется въ видѣ *супляющаго матеріала*, для заполненія промежутковъ между щебенками, но не иначе, какъ послѣ предварительнаго сближенія ихъ укаткой, и только въ томъ количествѣ, какое необходимо для наполненія пустотъ въ сдавленномъ слоѣ. При этомъ, въ случаѣ малаго количества высывокъ, къ щебеночной мелочи прибавляютъ мелкаго хряща или крупнаго песка, а въ случаѣ употребленія нѣкоторыхъ породъ щебня, совершенно замѣняютъ вы-

сѣвки матеріаломъ, болѣе пригоднымъ для сѣпленія щебенокъ; такъ, при употребленіи щебня изъ известняковъ, берутъ для заполнения промежутковъ между щебенками кремнистый хрящъ или песокъ, а при устройствѣ щебеночной одежды изъ кремня или кремнистаго гравія, употребляютъ въ видѣ заполняющаго матеріала мергель.

При машинной бойкѣ камня, щебень отдѣляется отъ мелочи и вмѣстѣ съ тѣмъ раздѣляется на нѣсколько сортовъ по крупности посредствомъ конического грохота *N* (фиг. 74), приводимаго въ движеніе тѣмъ же локобилемъ, какъ и дробилка *L*. При ручной бойкѣ, отдѣленіе высѣвокъ производится помощью обыкновеннаго грохота, состоящаго изъ деревянной рамы съ проволочной сѣткою (фиг. 77) или съ желѣзной рѣшеткою (фиг. 78). Величина отверстій въ сѣткѣ и промежутковъ въ рѣшеткѣ грохота назначается по соображенію съ низшимъ предѣломъ величины щебенокъ, то есть такою, чтобы черезъ грохотъ могли проходить щебенки, меньшія предѣльной величины.

Обыкновенно грохотъ устанавливается въ наклонномъ положеніи (фиг. 79) у мѣста бойки и рабочій бросаетъ на него щебень лопатою, по мѣрѣ разбивки. Очень часто, сверхъ того, щебень грохотится по окончаніи бойки или передъ разсыпкою. Такое грохоченіе щебня необходимо производить въ сухую погоду, потому что иначе мелочь не отдѣляется вполне отъ щебенокъ.

Землистыя и глинистыя частицы, которыми камни бывають болѣе или менѣе облѣплены, попадаютъ при грохоченіи въ составъ высѣвокъ; если количество этихъ землистыхъ и глинистыхъ частицъ значительно, то ихъ слѣдуетъ отдѣлять отъ мелкихъ осколковъ каменной породы вторичнымъ пропусканіемъ высѣвокъ черезъ грохотъ съ болѣе мелкими отверстіями, потому что иначе высѣвки не доставятъ щебеночной одеждѣ связи, неразрушаемой дѣйствіемъ сырости.

Грохоченіемъ щебня достигается извѣстная равномерность щебенокъ; съ этою цѣлью, кромѣ просѣиванія черезъ грохотъ съ мелкими отверстіями, щебень пропускають иногда черезъ грохотъ съ отверстіями, соответствующими наибольш-

шей допускаемой величинѣ щебенокъ, приче́мъ отъ щебня отдѣляются очень крупныя щебенки. Но въ большинствѣ случаевъ, для отдѣленія крупныхъ щебенокъ, довольствуются ручной сортировкой, которая производится такъ: во время грохоченія щебня для отдѣленія высѣвокъ, рабочіе отбираютъ щебенки, кажу́щіяся очень крупными, пробуютъ ихъ пропускать черезъ мѣрное кольцо и отбрасываютъ ихъ въ сторону, для перебивки, въ случаѣ, если эти щебенки не проходятъ черезъ кольцо во всѣхъ положеніяхъ.

42. Уплотненіе щебеночнаго слоя и производство укатки щебеночной одежды катками. Слой щебня, насыпанный для образованія щебеночной одежды, представляетъ рыхлую массу, которая можетъ сплотиться въ твердую кору только подѣ влияніемъ внѣшнихъ усилій. Въ прежнее время уплотненіе щебеночнаго слоя предоставлялось дѣйствию проѣзда, но такой способъ, такъ сказать, естественнаго уплотненія отличается слѣдующими неудобствами: проѣздъ по неукатанному щебеночному слою крайне тягостенъ для проѣзжающихъ и причиняетъ вредъ лошадямъ; узкіе ободья колесъ выдавливаютъ глубокія колеи въ рыхломъ щебеночномъ слоѣ; щебенки округляются или раздавливаются, а достигаемое съ большимъ трудомъ уплотненіе щебеночной одежды ограничивается полосой незначительной ширины; для распространенія укатки на всю ширину одежды, необходимо прибѣгать къ загражденію заѣзженныхъ полосъ, приче́мъ равномерное уплотненіе достигается медленно и не вполне, съ употребленіемъ большаго количества добавочнаго щебня и ручнóй работы и съ нанесеніемъ немалого вреда проѣзду; наконецъ, способъ этотъ не экономиченъ, потому что при немъ значительное количество щебня раздробляется безъ всякой пользы и въ продолженіе долгаго времени приходится держать на дорогѣ рабочихъ для заравниванія образующихся колеи и направленія проѣзда.

Желая устранить всѣ эти неудобства, французскій инженеръ Полонсо предложилъ въ 1834 году производить уплотненіе щебеночной одежды посредствомъ укатки ея

тяжелымъ каткомъ, съ употребленіемъ спѣшляющаго матеріала. Принятый сначала съ недовѣріемъ, способъ искусственнаго уплотненія щебеночнаго слоя вошелъ въ послѣдствіи во всеобщее употребленіе и почти совершенно вытѣснилъ примѣненіе естественнаго уплотненія. Значеніе этого способа такъ велико, что введеніе его считается самымъ важнымъ усовершенствованіемъ въ дѣлѣ построенія шоссеиныхъ дорогъ.

Всѣ неудобства употреблявшагося прежде способа уплотненія щебня проѣздомъ совершенно устраняются примѣненіемъ укатки каткомъ: посредствомъ провоза по насыпанному слою щебня тяжелаго катка достигается то, что отдѣльныя угловатыя щебенки сближаются до возможной степени, а поверхность слоя, получившаго необходимое количество мелочи, дѣлается гладкою и непродавливаемою отъ дѣйствія колесъ, вслѣдствіе чего экипажи теряютъ всякое основаніе направляться при проѣздѣ предпочтительно по какой нибудь опредѣленной части дорожной одежды; при этомъ форма поверхности дороги сохраняется неповрежденною проѣздомъ и равномерное изнашиваніе щебеночнаго слоя начинается одновременно съ открытіемъ дороги. Правда, что такая укатка увеличиваетъ расходы на постройку дороги, потому что требуетъ затраты значительнаго количества рабочей силы; но это увеличеніе расходовъ меньше ущерба, производимаго изнашиваніемъ щебня при естественномъ уплотненіи, и несравненно меньше вреда, наносимаго рыхлымъ слоемъ проѣзду.

Въ настоящее время способъ естественнаго уплотненія щебеночнаго слоя употребляется только при постройкѣ дорогъ въ сильно гористой мѣстности, съ очень большими уклонами и очень малыми радіусами кривыхъ, дѣлающими примѣненіе катковъ весьма труднымъ.

Отлагая описаніе устройства катковъ различныхъ типовъ до слѣдующей статьи, замѣтимъ здѣсь только, что обыкновенно вѣсь катка можно увеличивать посредствомъ нагруженія и что ширина полосы, захватываемой каткомъ при проходѣ, составляетъ отъ 0,55 до 0,75 сажени.

Укатка щебеночной одежды катками производится слѣдующимъ образомъ: вся сооружаемая линія дороги раздѣляется на участки отъ 125 до 250 сажень и работа ведется постепенно, отдѣльными участками. При употребленіи конныхъ катковъ, участки эти не должны быть длиннѣе 250 сажень, потому что необходимо давать лошадямъ по возможности чаще отдыхать. По разсынкѣ щебня слоемъ такой толщины, какая требуется поперечнымъ профилемъ шоссе, провозятъ катокъ безъ нагрузки вдоль всего участка, сначала по одному краю послѣдняго (фиг. 80), потомъ, сдѣлавъ поворотъ или переложивъ лошадей, по другому краю; далѣе, подобно первому обороту катка, производится цѣлый рядъ параллельныхъ оборотовъ, причемъ каждый послѣдующій оборотъ направляется такъ, что закрываетъ на $\frac{1}{14}$ сажени путь предыдущаго оборота. Когда катокъ достигнетъ середины укатываемой полосы и пройдетъ по ней, его вновь устанавливаютъ на тотъ край, съ котораго начата укатка, и во второй разъ, посредствомъ цѣлага ряда оборотовъ, провозятъ катокъ по всей поверхности участка. Подобное передвиженіе катка повторяется до тѣхъ поръ, пока щебеночный слой не получитъ надлежащаго уплотненія; при этомъ, по мѣрѣ сплачиванія щебня, катокъ мало-по-малу нагружаютъ, пока вѣсъ его не достигнетъ полной величины.

Часто производятъ эту операцію нѣсколько иначе: сначала провозятъ катокъ по краямъ участка, дѣлая первый оборотъ, какъ и въ предыдущемъ способѣ; далѣе, слѣдуя постоянно по однѣмъ и тѣмъ-же полосамъ и въ одномъ и томъ-же направленіи, повторяютъ провозъ катка до тѣхъ поръ, пока оба края участка не укрѣпятся достаточно; затѣмъ переходятъ къ уплотненію смежныхъ полосъ участка и оканчиваютъ рядомъ провозовъ катка по оси.

По опыту найдено, что для полного уплотненія щебеночнаго слоя необходимо, чтобы катокъ надлежащаго вѣса прошелъ по каждому мѣсту слоя отъ 40 до 50 разъ, при щебнѣ изъ крѣпкаго камня, и отъ 20 до 30 разъ, при щебнѣ изъ слабаго камня, причемъ число проходовъ должно быть тѣмъ больше, чѣмъ крупнѣе щебень и чѣмъ толще укаты-

ваемый слой. Постепенное веденіе укатки отъ краевъ дорожной одежды къ срединѣ дѣлается съ цѣлью противодѣйствовать боковому расползанію щебеночнаго слоя, уплотненіемъ крайнихъ частей укатываемой полосы раньше средней.

Производство укатки можно раздѣлить на два періода. Въ *первомъ періодѣ*, катокъ возятъ по слою чистаго щебня и заставляютъ его сжаться. При первыхъ проходахъ, катокъ углубляется въ рыхлый щебень, образуетъ передъ собою волну, распластываетъ ее движеніемъ впередъ и оставляетъ за собою широкій слѣдъ. Образуется при этомъ также боковая волна, которую рабочіе должны немедленно разравнивать. Эти волны появляются все въ меньшей и меньшей степени при слѣдующихъ проходахъ катка и къ концу перваго періода дѣлаются незамѣтными. Въ *первомъ періодѣ* укатки свободно лежація щебенки, подъ дѣйствіемъ вѣса катка, взаимно сближаются, а промежутки между ними уменьшаются; этотъ періодъ требуетъ около половины всего необходимаго числа проходовъ катка и считается оконченнымъ только тогда, когда щебенки потеряютъ свою подвижность. Во *второмъ періодѣ*, при провозѣ катка, рассыпаютъ передъ нимъ, по поверхности слоя, мало по малу и за нѣсколько пріемовъ, сцѣпляющій или заполняющій матеріалъ и доводятъ укатку до полнаго уплотненія слоя; при этомъ сцѣпляющій матеріалъ, отъ дѣйствія сотрясеній при движеніи катка, опускается между щебенками и заполняетъ оставшіеся между ними промежутки, вслѣдствіе чего слой щебня обращается въ плотную кору.

Не слѣдуетъ ни въ какомъ случаѣ насыпать сцѣпляющій матеріалъ на рыхлый щебеночный слой передъ началомъ укатки или во время перваго періода ея, потому что мелочь, попадая въ промежутки рыхлаго слоя въ слишкомъ большомъ количествѣ, мѣшаетъ щебенкамъ надлежащимъ образомъ сблизиться и приносить сцѣпленію частицъ только вредъ. Кромѣ того, подсыпку сцѣпляющаго матеріала необходимо производить по частямъ, тонкимъ слоемъ, и прекращать ее, когда поверхность щебеночнаго слоя перестанетъ обнажаться.

Большая или меньшая необходимость употребленія сцѣпляющаго матеріала и потребное количество его обусловливаются свойствами щебня: кварцевый щебень сплотняется съ большимъ трудомъ и требуетъ значительнаго количества сцѣпляющаго матеріала; при известковомъ щебнѣ, сплотненіе наступаетъ гораздо быстрѣе и представляется возможность обходиться безъ подсыпки мелкаго вещества, хотя это невыгодно. Употребленіе заполняющаго матеріала во всѣхъ случаяхъ доставляетъ экономическую выгоду, такъ какъ уменьшаетъ трудъ укатки и позволяетъ замѣнить дешевымъ мелкимъ матеріаломъ ту часть щебня, которая иначе раздавилась бы для заполнения пустотъ въ слоѣ, подъ дѣйствіемъ укатки и проѣзда. Сцѣпляющій матеріаль ни подъ какимъ видомъ не долженъ содержать въ себѣ значительнаго количества землистыхъ составныхъ частей. Лучше всего въ видѣ сцѣпляющаго матеріала употреблять высѣвки, отдѣляемыя отъ щебня посредствомъ грохотки, при бойкѣ его или передъ разсыпкой; въ случаѣ малаго количества высѣвокъ, къ нимъ прибавляютъ мелкаго хряща или крупнаго песка, а въ случаѣ устройства щебеночной одежды изъ известняка, кремня или кремнистаго гравія, замѣняютъ высѣвки болѣе удобнымъ матеріаломъ.

Для облегченія и ускоренія укатки весьма полезна поливка щебня водою: смоченныя щебенки легче скользятъ одна по другой и скорѣе занимаютъ то положеніе, при которомъ щебеночный слой обращается въ плотную кору; кромѣ того, вода, проникая съ поверхности щебеночнаго слоя къ основанію, увлекаетъ съ собою зерна сцѣпляющаго матеріала, складываетъ ихъ въ промежуткахъ между щебенками и этимъ ускоряетъ уплотненіе слоя. Поэтому, при производствѣ укатки въ сухую погоду, укатываемый слой иногда поливаютъ водою; но, такъ какъ доставка воды къ мѣсту работъ обходится большею частью очень дорого, то слѣдуетъ стараться производить укатку въ дождливое время, а именно въ первую половину осени, когда выпадаютъ частые и продолжительные дожди.

Неровности, образующіяся на поверхности щебеночнаго

слоя при укаткѣ, задѣлываются запаснымъ щебнемъ, какъ только матеріаль слоя перестанетъ передвигаться передъ каткомъ и раньше окончательнаго уплотненія одежды. *Окончательнымъ уплотненіемъ* считается то, при которомъ брошенная на поверхность шоссе щебенка наибольшей допускаемой величины, при проходѣ катка, не вдавливается въ укатанный слой, а раздробляется.

По окончаніи укатки, поверхность щебеночной одежды покрываютъ обыкновенно слоемъ высувокъ или иного мелкаго матеріала, что дѣлается съ цѣлью предупредить выбииваніе отдѣльныхъ щебенокъ копытами лошадей. Въ этомъ случаѣ мелкій матеріаль можетъ заключать въ себѣ довольно значительное количество землистыхъ частей, такъ какъ онъ не вводится въ составъ щебеночнаго слоя, а служитъ только какъ-бы покрываломъ для слоя на первое время.

43. Устройство конныхъ катковъ для укатки щебеночной одежды. Катки, посредствомъ которыхъ производится искусственное уплотненіе щебеночнаго слоя, состоятъ вообще изъ тяжелыхъ цилиндровъ и изъ приспособленій для перевозки и нагруженія ихъ. По матеріалу, изъ котораго дѣлаются цилиндры, катки бываютъ *деревянные, чугунные и каменные*. Деревянные катки употреблялись въ первое время введенія искусственнаго уплотненія одежды и теперь совершенно оставлены; въ настоящее время примѣняются почти исключительно чугунные и въ рѣдкихъ случаяхъ каменные, гранитные, катки. По роду движущей силы, служащей для перемѣщенія, катки раздѣляются на *конные и паровые*.

Устройство конныхъ катковъ очень разнообразно; ниже приведено описаніе наиболѣе извѣстныхъ типовъ.

Катокъ Полонсо (Polonseau), первый по времени, былъ устроенъ довольно искусно; цилиндръ его, въ 1 сажень діаметромъ и 0,75 сажени шириною, состоялъ изъ толстыхъ дубовыхъ досокъ, соединенныхъ между собою, окованныхъ желѣзными обручами и прибитыхъ гвоздями къ двумъ сплошнымъ деревяннымъ дискамъ, закрывавшимъ цилиндръ съ боковъ. Эти доски не были прямыми, а представляли вогну-

тость въ 0,15 сажени къ срединѣ, что было сдѣлано съ цѣлью заставить цилиндръ лучше прилегать къ выпуклой поверхности шоссе и сдвигать щебень подъ катокъ. Въ боковыхъ дискахъ были прорѣзаны закрывавшіяся дверцами отверстия, черезъ которыя цилиндръ наполнялся пескомъ или гравіемъ, когда являлась необходимость увеличить вѣсъ катка. Къ рамѣ, охватывавшей цилиндръ, было прикрѣплено спереди дышло, а сзади противовѣсъ, уравновѣшивавшій дышло, такъ что лошадямъ не приходилось ничего нести на себѣ, а вся тяжесть рамы передавалась на поверхность дороги цилиндромъ. Пустой катокъ вѣсилъ только 75 пудовъ и перевозился легко, по наполненіи же цилиндра пескомъ, вѣсъ катка достигалъ 375 пуд.; изъ этого видно, что устройство катка давало большой просторъ измѣненію производимаго имъ давленія.

По поводу особенностей этого катка необходимо замѣтить, что деревянный цилиндръ неудобенъ для уплотненія слоя изъ твердаго щебня: щебенки врѣзываются въ стѣнки цилиндра, быстро его портятъ и мѣшаютъ движенію катка; это неудобство впрочемъ можно устранить обивкой цилиндра толстымъ листовымъ желѣзомъ. Вогнутая форма боковой поверхности цилиндра не имѣетъ никакой выгоды: выпуклость щебеночной одежды ничтожна на полосѣ, соответствующей ширинѣ катка, и выпуклую форму шоссе съ удобствомъ можно составить изъ неширокихъ плоскихъ полосъ; съ другой стороны, вогнутость цилиндра можетъ служить причиною образованія въ щебеночномъ слоѣ бороздъ, въ случаѣ неплотнаго примыканія цилиндра къ поверхности слоя.

Катокъ Шаттенмана (Schattenmann) состоитъ изъ чугунаго цилиндра *A* (фиг. 81) съ желѣзной осью, соединенной съ цилиндромъ посредствомъ чугунныхъ спиць *B*; концы оси охвачены чугунными подушками *C*, поддерживающими деревянную раму *D*. Къ рамѣ прикрѣпленъ на поперечныхъ брускахъ *E* деревянный ящикъ *F*, который можно наполнять балластомъ. Снизу, къ обѣимъ концамъ рамы придѣланы вращающіяся на осяхъ валики *T*, ободья которыхъ не

касаются поверхности дороги; назначеніе этихъ валиковъ заключается въ томъ, чтобы поддерживать катокъ, при потерѣ имъ равновѣсія на участкахъ шоссе со значительными уклонами. Къ рамѣ прикрѣплено дышло *H*, къ которому припрягаются лошади. Діаметръ и длина цилиндра одинаковы и равны 0,65 сажени; собственный вѣсъ катка составляетъ 180 пудовъ и до такой же величины можетъ быть доводимъ вѣсъ нагрузки. Катки подобнаго устройства употребляются для ремонта щебеночной одежды на нѣсколькихъ линіяхъ русскихъ шоссе.

Катокъ, изображенный на фигурѣ 82, сходенъ съ каткомъ Шатенмана, но представляетъ нѣкоторыя улучшенія въ конструкціи. Въ немъ цилиндръ *A* соединенъ съ осью посредствомъ шести спиць *B* съ каждой стороны, а не посредствомъ четырехъ спиць, какъ въ вышеописанномъ каткѣ, что очень важно для прочности катка, такъ какъ спицы иногда ломаются. Деревянные рама и ящикъ, скоро портящіеся отъ сырости и сотрясеній, замѣнены въ этомъ каткѣ соответственными желѣзными частями *D* и *F*. Для уменьшенія скорости и для остановки катка служитъ тормазъ *E*, который можно прижимать къ катку вращеніемъ рукоятки *G*. Для счистки грязи и щебенокъ, пристающихъ къ цилиндру при провозѣ катка въ сырую погоду и при укаткѣ, къ рамѣ придѣланы скребки *L*. Между чугунными подушками *C* и концами оси цилиндра вставлены мѣдные подшипники, устраняющіе стираніе подушекъ. Приспособленія *H* и *J*, для прикрѣпленія дышла *K* и запряжки лошадей, устроены съ обѣихъ сторонъ катка, такъ что при перемѣнѣ направленія тяги нѣтъ нужды поворачивать катокъ, а достаточно только переложить лошадей. Діаметръ цилиндра — 0,60 сажени, а его длина — 0,58 сажени; толщина стѣнки цилиндра 2,5 дюйма. Вѣсъ катка безъ нагрузки — 230 пудовъ, а съ полною нагрузкою — 360 пудовъ. Катки такого устройства были примѣнены при укаткѣ вновь проведенныхъ шоссе въ западныхъ губерніяхъ Россіи.

Въ каткахъ двухъ послѣднихъ типовъ ящикъ для нагрузки помѣщенъ надъ цилиндромъ и вслѣдствіе этого

центр тяжести всего прибора, по нагруженіи его, располагается очень высоко; такое устройство дѣлаетъ эти катки мало-устойчивыми, валкими. Этого неудобства не имѣетъ *французскій катокъ*, изображенный на фигурѣ 83. Онъ состоитъ изъ чугуннаго цилиндра *A* и желѣзной рамы *B* съ двумя ящиками изъ листоваго желѣза *C* и *D*, емкостью около 0,08 куб. сажени каждый, въ которые насыпается, по мѣрѣ необходимости, песокъ или щебень. При каткѣ имѣется тормазъ *G*, который можно прижимать къ цилиндру посредствомъ винта *H*. Для счистки грязи и щебенокъ съ цилиндра, къ рамѣ подвѣшены на болтикахъ *J* скребки *K*; въ случаяхъ, когда въ этихъ скребкахъ нѣтъ нужды, ихъ привѣшиваютъ къ крючкамъ *L*, какъ показано на фигурѣ. Къ рамѣ прикрѣплены два дышла *E* и *F*, дающіе возможность производить укатку въ одну и другую сторону безъ поворачиванія катка; дышла эти вращаются на болтѣ, такъ что ихъ можно по желанію или поднять въ положеніе, показанное на фигурѣ, или привести въ горизонтальное положеніе и закрѣпить въ немъ посредствомъ засова *M*. Центр тяжести нагрузки расположенъ довольно низко и потому съ каткомъ можно обращаться свободно, не опасаясь опрокидыванія его. Подобные катки изготовляются въ настоящее время на заводѣ Буильяна (Bouillant) въ Парижѣ и очень распространены во Франціи. Собственный вѣсъ этого катка составляетъ 190 пудовъ, а вѣсъ песка или щебня въ ящикахъ можетъ быть доводимъ тоже до 190 пудовъ, такъ что полный вѣсъ катка достигаетъ до 380 пудовъ; діаметръ цилиндра равенъ 0,60 сажени, а ширина его—0,55 сажени. Катокъ этотъ весьма проченъ, удобенъ для укатки и перевозки, стоитъ же не особенно дорого, а именно 2.000 франковъ въ Парижѣ.

Иногда, для уменьшенія стоимости, въ каткѣ описаннаго типа рама и ящики дѣлаются изъ дерева; такого устройства катокъ изображенъ на фигурѣ 84. Онъ состоитъ изъ тѣхъ же главныхъ частей, какъ и предъидущій: *A*—чугунный цилиндръ, *B*—деревянная рама, *C* и *D*—досчатые ящики для нагрузки, *E* и *F*—мѣста прикрѣпленія дышелей. Этотъ катокъ вѣситъ 150 пудовъ безъ нагрузки и 220 пу-

довъ при полной нагрузкѣ. Катки подобнаго типа употребляются у насъ при ремонтѣ щебеночной одежды на Киевскомъ шоссе.

Въ Германіи распространено употребленіе *катка, нагружаемого водою*. Катокъ этого типа, употребляемый для укатки шоссе въ Штутгартѣ (фиг. 85, *a* и *b*), состоитъ изъ чугунаго цилиндра, діаметромъ и длиною въ 0,65 сажени; стѣнка цилиндра имѣетъ толщину въ 2,5 дюйма и укрѣплена внутри ребордами *B*. Съ боковъ цилиндръ закрытъ привинченными къ нему дисками *C*, въ которыхъ сдѣланы два отверстія: одно *D* для наливаія воды, другое *E* для осмотра цилиндра. На желѣзную ось цилиндра *F*, толщиною въ 5 дюймовъ, надѣта желѣзная рама, къ которой прикрѣплены приспособленія для счистки съ цилиндра пристающаго матеріала *G*, для торможенія катка *H* и для соединенія рамы съ дышломъ *J*. Всѣ катка безъ воды составляютъ около 300 пудовъ, а съ водою—около 360 пудовъ; въ запряжку для передвиженія его необходимо не менѣе 6 сильныхъ лошадей. Подобный катокъ стбитъ въ Берлинѣ около 1700 марокъ.

Катокъ Буилльяна (Bouillant), устроенный для укатки шоссе на улицахъ Парижа, сходенъ съ предъидущимъ, но удобнѣе его для маневрированія. Въ чугунномъ цилиндрѣ *A* (фиг. 86) этого катка помѣщенъ цилиндрической закрытый ящикъ *B* изъ листоваго желѣза. Въ боковой стѣнкѣ этого ящика сдѣланъ кранъ *C* для наполненія его водою и отверстія *D* и *E*, открываемыя для выпуска и впуска воздуха при наполненіи и опоражниваніи ящика. Рама *F* имѣетъ видъ кольца и къ ней прикрѣплены: два небольшихъ колеса *G*, имѣющихъ такое же назначеніе, какъ валики въ каткѣ Шатенмана, тормазъ *K* и скребки *L*; кольцо рамы *F* охвачено другимъ кольцомъ *H*, могущимъ вращаться около перваго и соединеннымъ съ дышлами *J*, что даетъ возможность мѣнять направленіе тяги однимъ вращеніемъ кольца *H*, безъ отпряжки лошадей и безъ поворота катка. Этотъ катокъ, при діаметрѣ въ 0,80 саж. и ширинѣ въ 0,60 саж., вѣситъ пустой 250 пудовъ, а съ нагрузкою 360 пудовъ.

Во Франціи можно встрѣтить катки смѣшаннаго типа, въ которыхъ увеличеніе вѣса производится двумя способами, наполненіемъ цилиндра водою и насыпаніемъ въ ящики щебня. Вѣсъ подобныхъ катковъ составляетъ безъ нагрузки около 320 пудовъ, а съ двойною нагрузкою до 610 пудовъ.

Въ *Вюртембергѣ* употребляется на шоссеиныхъ дорогахъ катокъ (фиг. 87, *a* и *b*), состоящій изъ трехъ чугунныхъ цилиндровъ, изъ которыхъ передній *A* помѣщается по срединѣ и можетъ поворачиваться вмѣстѣ съ переднимъ ходомъ *B*, а оба задніе *C* расположены на разстояніи, немного меньшемъ длины передняго, и прикрѣплены къ кузову *D* неподвижно. Кузовъ катка имѣетъ видъ деревяннаго ящика, наполняемаго, въ случаѣ необходимости камнемъ. У cadaго изъ цилиндровъ придѣланъ скребокъ *E* для счистки пристающаго при укаткѣ щебня, а къ обимъ заднимъ цилиндрамъ примыкаетъ тормазъ *F*. Передній ходъ вращается на 90°, что даетъ возможность поворачивать катокъ на самомъ маломъ пространствѣ. Толщина стѣнокъ чугунныхъ цилиндровъ равна 2 дюймамъ; вѣсъ пустаго катка достигаетъ 225 пудовъ, а нагруженнаго камнемъ—350 пудовъ.

Относительно вѣса и главныхъ размѣровъ конныхъ катковъ необходимо замѣтить слѣдующее: *вѣсъ* катка и *ширина* его, принимаемая равною длинѣ цилиндра, должны находиться въ опредѣленномъ отношеніи между собою, такъ какъ слишкомъ тяжелые и узкіе катки вдавливаются въ щебеночный слой и раздробляютъ щебень, а широкіе и легкіе слабо уплотняютъ щебень; кромѣ того, чѣмъ крѣпче каменный матеріалъ, тѣмъ больше долженъ быть вѣсъ катка, при одинаковой ширинѣ его. Произведенные опыты показываютъ, что наилучшимъ давленіемъ на погонный футъ ширины катка, при полной его нагрузкѣ, слѣдуетъ считать минимально отъ 60 до 90 пудовъ, максимально отъ 120 до 150 пудовъ. Ширина катка дѣлается обыкновенно равною отъ 0,55 до 0,65 сажени; она опредѣляется тѣмъ, что болѣе узкіе катки мало устойчивы, а болѣе широкіе, при требуемомъ давленіи на единицу ширины, очень тяжелы и потому неудобны для перемѣщенія.

Такъ какъ сопротивленіе катка движенію уменьшается съ увеличеніемъ *діаметра* цилиндра его, то представляется полезнымъ дѣлать этотъ діаметръ возможно бѣльшимъ; но необходимость удобнаго расположенія по высотѣ дышла и требованія устойчивости заставляютъ ограничивать величину діаметра. Въ первое время примѣненія катковъ, придавали цилиндрамъ ихъ діаметръ около 1 сажени, но впослѣдствіи, слѣдуя указаніямъ практики, стали уменьшать этотъ размѣръ; въ настоящее время діаметръ цилиндра въ каткахъ измѣняется отъ 0,57 до 0,80 сажени.

44. Паровые катки. Исправленіе, или *ремонтъ*, щебеночнаго слоя имѣетъ большое сходство съ устройствомъ его и требуетъ также укатки щебня катками. Употребленіе катковъ описаннаго выше устройства для ремонта очень оживленныхъ шоссе представляетъ иногда важныя неудобства. Полная длина катка и его запряжки изъ 6—8 лошадей достигаетъ до 7 сажени; дѣйствіе съ такими длинными, тяжелыми приборами, движущимися по прямой линіи и не могущими легко поворотиться, и маневры, необходимыя для перемѣны направленія ихъ движенія, представляютъ большую помѣху сильному проѣзду и служатъ причиною скопленія экипажей и даже несчастныхъ случаевъ на оживленныхъ шоссированныхъ улицахъ въ большихъ городахъ. Сверхъ того, какъ при постройкѣ, такъ и при ремонтѣ шоссе, укатка конными катками стоитъ дорого, по причинѣ большаго количества работы и большой животной силы, потребныхъ для производства ея.

Эти неудобства конныхъ катковъ вызвали попытки замѣнить при укаткѣ силу лошадей силою пара. Первая попытка состояла въ томъ, что на обыкновенномъ каткѣ была помѣщена паровая машина, поршень которой приводилъ въ движеніе ось чугуннаго цилиндра. Этотъ катокъ былъ очень неустойчивъ и паровой котель наклонялся то впередъ, то назадъ, не смотря на два небольшіе колеса, придѣланные къ рамѣ спереди и сзади, какъ въ каткѣ Шатенмана.

Въ 1860 году въ Парижѣ, гдѣ неудобства конныхъ кат-

ковъ чувствовались особенно сильно, были изобрѣтены два паровыхъ катка различнаго устройства: одинъ—*Лемуаномъ* (*Lemoine*), другой—*Баллезонамъ* (*Ballaison*). При сравнительномъ испытаніи этихъ катковъ, предпочтеніе отдано было послѣднему, потому что онъ меньше пугалъ лошадей, не раздроблялъ матеріала и легче поворачивался.

Катокъ Баллезона, принятый съ того времени и употребляемый для укатки парижскихъ шоссе до сихъ поръ, состоитъ (фиг. 88) изъ двухъ одинаковыхъ чугунныхъ цилиндровъ *A*, отъ 0,56 до 0,70 сажени діаметромъ и въ 0,68 сажени длиною, разстояніе между осями которыхъ составляетъ отъ 1,41 до 1,87 сажени. Концы осей *B* поддерживаютъ раму *C* съ паровой машиной *D*, шатуны которой сообщаютъ катку движеніе посредствомъ зубчатыхъ колесъ *E* и безконечныхъ цѣпей *F*. Въсѣхъ всего катка составляетъ отъ 1070 до 1375 пудовъ и распредѣляется почти одинаково на оба цилиндра. Приспособленіе для перемѣны хода машины позволяетъ придавать катку движеніе впередъ и назадъ, безъ поворотовъ; кромѣ того, оси обоихъ цилиндровъ можно поворачивать въ горизонтальной плоскости и заставлять этимъ катокъ описывать кривыя даже малыхъ радіусовъ. По опытамъ, произведеннымъ въ Парижѣ, укатка паровымъ каткомъ обходится въ 1,3 раза дешевле конной укатки; времени для укатки при паровомъ каткѣ требуется почти вдвое меньше, а достигаемое уплотненіе щебня гораздо сильнѣе, чѣмъ при конномъ каткѣ.

Въ Англіи въ большомъ употребленіи паровые катки другаго типа, изобрѣтеннаго *Авелингомъ и Портеромъ* (*Aveling and Porter*) изъ *Рочестера*. Эти катки все болѣе и болѣе распространяются также на материкъ и изготовляются въ настоящее время какъ въ Англіи, такъ и во Франціи и Германіи. Паровой катокъ Авелинга и Портера состоитъ изъ двухъ паръ чугунныхъ цилиндровъ *A* (фиг. 89), поддерживающихъ паровую машину; передніе цилиндры примыкаютъ одинъ къ другому, а задніе имѣютъ между собою промежутокъ на 0,09 сажени менѣе общей длины переднихъ цилиндровъ, такъ что пути цилиндровъ немного

покрываются одни другими. Задніе цилиндры приводятся въ движеніе паровой машиной и являются такимъ образомъ движущими; передніе цилиндры могутъ поворачиваться около вертикальной оси и даютъ возможность направлять катокъ по кривымъ съ очень малымъ радіусомъ, то есть служатъ направляющими движенія. Оба передніе цилиндра имѣютъ небольшую коничность и расположены такъ, что внизу производящія ихъ, касающіяся поверхности дороги, образуютъ одну непрерывную прямую линію, а сверху между поверхностями цилиндровъ имѣется промежутокъ, въ которомъ помѣщается шкворень *B*, поддерживающій при посредствѣ букса *C* переднюю часть пароваго котла *D*. Задняя часть котла, соединенная съ платформой для машиниста и съ ящиками для запасовъ воды и топлива, помѣщается на оси заднихъ цилиндровъ. Движеніе поршня въ паровомъ цилиндрѣ *E* передается посредствомъ четырехъ зубчатыхъ колесъ оси заднихъ цилиндровъ. Для поворачиванія переднихъ цилиндровъ на шкворнѣ служатъ цѣпи *F*, прикрѣпленныя къ концамъ оси этихъ цилиндровъ. Цѣпи навиты въ разныя стороны на валъ *G*, который можно вращать въ ту или другую сторону при помощи винтоваго зацѣпленія *H* и стержня *I* съ рукояткою (фиг. 89). Катки эти изготовляются двухъ величинъ, въ 610 и 915 пудовъ вѣсомъ; на фигурѣ показаны размѣры большаго типа.

Подобные паровые катки съ успѣхомъ употребляются у насъ, въ Варшавскомъ округѣ путей сообщенія, для укатки щебеночнаго слоя при ремонтѣ казенныхъ шоссе, расположенныхъ въ окрестностяхъ и вблизи Варшавы. Въ распоряженіи округа имѣются 4 катка, вѣсомъ по 610 пудовъ. Они были выписаны изъ Рочестера въ 1880 году и съ тѣхъ поръ укатываютъ ежегодно до 40 верстъ щебеночнаго слоя при ремонтѣ шоссе. Путемъ восьмилѣтняго опыта добыты слѣдующія данныя относительно укатки этими катками: для укатки 1 версты щебеночнаго слоя, въ 5 дюймовъ толщиною и въ 2,5 сажени шириною, необходимо для пароваго катка 10 дней, между тѣмъ какъ конный катокъ ту же работу выполняетъ въ 17—20 дней. Укатка 1 версты щебеночнаго

слоя паровымъ каткомъ стоитъ въ среднемъ 144 р. 15 к., причеиъ стоимость эта слагается изъ расхода на работу и топливо—99 р. 50 к., расхода на ремонтъ—21 р. 90 к., расхода на переходы катка — 3 р. и содержанія машиниста—18 р. 75 к.; при одинаковыхъ условіяхъ укатка 1 версты коннымъ каткомъ обходится въ 205 р. 50 к.

Примѣненіе паровыхъ катковъ представляетъ много удобствъ. Укатка этими катками производится быстро, такъ какъ скорость движенія и вѣсъ ихъ значительны, переиѣнненіе по вѣсѣмъ направленіямъ легко и повороты не нужны. Вслѣдствіе значительнаго вѣса ихъ, укатываемый щебеночный слой получаетъ весьма большую плотность и представляется вполне годнымъ для самаго тяжелаго проѣзда тотчасъ же по окончаніи укатки. Паровая укатка устраняетъ разрыхленіе щебеночнаго слоя, производимое при конныхъ каткахъ ногами лошадей, и позволяетъ поэтому уменьшать число проходовъ катка по каждому мѣсту. Она производится легко и на значительныхъ уклонахъ (до 0,08), такъ какъ, увеличивая дѣйствіе пара и уменьшая скорость, можно преодолѣть почти всякое препятствіе. Наконецъ, паровые катки занимаютъ мало мѣста, могутъ укатывать очень короткіе участки и по этимъ причинамъ даютъ возможность уменьшать въ значительной степени затрудненія, причиняемыя ремонтомъ шоссе.

Но, вмѣстѣ съ этимъ, употребленіе паровыхъ катковъ связано и съ нѣкоторыми неудобствами. Шумъ машины и особенно ея видъ пугаютъ хорошихъ лошадей, слѣдствіемъ чего могутъ быть несчастные случаи, въ особенности на оживленныхъ городскихъ улицахъ; въ Парижѣ обстоятельство это заставило обратиться къ производству укатки въ ночное время съ совершеннымъ огражденіемъ укатываемой улицы для проѣзда. Въ другихъ большихъ городахъ, на примѣръ въ Берлинѣ и Мюнхенѣ, менѣе опасаются испуга лошадей и, производя паровую укатку днемъ и безъ полнаго прекращенія проѣзда, довольствуются выставкой предостерегательныхъ знаковъ. Кроме того, паровые катки стоятъ дорого, отъ 5 до 6 тысячъ рублей, при самомъ простомъ

устройствѣ; они быстро портятся и требуютъ дорогихъ исправленій; управленіе ими нельзя поручить дорожному мастеру или десятнику, а необходимо нанимать особаго механика, содержаніе котораго въ теченіе года обходится дорого. Результатомъ этихъ условій являются значительные общіе расходы, которые необходимо распредѣлять на большое количество укатки, чтобы они не были очень чувствительны; паровая укатка обходится дешевле конной только въ томъ случаѣ, если каткамъ представляется работа въ теченіе значительной части года, какъ бываетъ въ большихъ городахъ и на весьма оживленныхъ дорогахъ между городами.

Стоимость укатки паровыми катками измѣняется въ довольно широкихъ предѣлахъ; она зависитъ отъ степени плотности, которую желаютъ придать щебеночному слою, отъ свойствъ щебня, отъ толщины укатываемаго слоя и отъ другихъ мѣстныхъ условій. Вообще можно принять, что стоимость укатки слоя въ 4 дюйма толщиною, со включеніемъ погашенія расхода на пріобрѣтеніе катка, найма прислуги, доставки воды и разсыпки сцѣпляющаго матеріала, составляетъ отъ 8 до 16 копѣекъ за квадр. сажень.

45. Опредѣленіе количества каменнаго матеріала, необходимаго для устройства щебеночной одежды. Щебеночный слой, при переходѣ изъ рыхлаго состоянія въ плотное подѣйствиемъ укатки, сжимается и дѣлается тоньше вслѣдствіе уменьшенія промежутковъ между щебенками. Опыты показываютъ, что рыхлый щебеночный слой содержитъ въ среднемъ около 48% пустотъ, а плотно-укатанный—всего около 20%; слѣдовательно объемъ промежутковъ въ щебнѣ уменьшается отъ укатки почти въ 2,5 раза. Происходящее при этомъ утоненіе щебеночнаго слоя, или уменьшеніе объема щебня, зависитъ отъ степени уплотненія, отъ количества мелочи, заключающейся въ щебнѣ и подсыпаемой къ нему во время укатки и отъ качества щебня. Чѣмъ сильнѣе укатка, чѣмъ меньше въ щебнѣ мелочи и чѣмъ слабѣе щебень, тѣмъ уменьшеніе объема щебня больше.

Въ дѣйствующемъ теперь Урочномъ Положеніи для строительныхъ работъ въ Россіи принимается, что объемъ щебня при переходѣ изъ рыхлаго состоянія въ плотное уменьшается въ 1,4 раза; инженеръ Гофмейстеръ считаетъ отношеніе объемовъ слоя, въ рыхломъ и плотномъ видѣ, равнымъ отъ 1,18 до 1,20 при крѣпкомъ щебнѣ и отъ 1,25 до 1,28 при щебнѣ средней крѣпости; по мнѣнію инженера Бакуринскаго, зависимость между толщиной щебеночнаго слоя, въ рыхломъ и уплотненномъ видѣ, въ среднемъ близко выражается отношеніемъ 9 : 7, которое обыкновенно принималось при постройкѣ и ремонтѣ шоссе до 1869 года.

Различіе этихъ числовыхъ величинъ происходитъ по всей вѣроятности отъ неодинаковости условій, при которыхъ опредѣлялось уменьшеніе объема щебня. Урочное Положеніе очевидно даетъ предѣльную величину, дальше которой уменьшеніе объема никогда не заходитъ, и данность эта принимается обыкновенно за основаніе для расчета работъ. Во всякомъ случаѣ, въ виду происходящаго при укаткѣ *сжатія* матеріала, для образованія плотнаго щебеночнаго слоя необходимо заготовлять и разсыпать количество щебня, превосходящее отъ 1,18 до 1,40 разъ тотъ объемъ, который опредѣляется поперечнымъ профилемъ шоссе.

При разбивкѣ камня въ щебень, объемъ матеріала въ большинствѣ случаевъ нѣсколько увеличивается, то есть получается такъ называемый *прибой*. Количество прибоя зависитъ отъ крупности щебня, отъ величины кусковъ камня и отъ качества каменной породы. При принимаемой обыкновенно для шоссе крупности щебня и при каменномъ матеріалѣ средней крѣпости, количество прибоя достигаетъ въ среднемъ: изъ мелкаго и средняго камня — до 5%, изъ крупнаго камня — до 10% и изъ булыгъ и камней большаго объема — до 15%. Впрочемъ, увеличеніе объема каменнаго матеріала, при обращеніи камня въ щебень, не представляетъ явленія, общаго для всѣхъ каменныхъ породъ: нѣкоторыя породы, каковы — конгломераты, ноздреватые известняки и т. п., совсѣмъ не даютъ прибоя и иногда даже

уменьшаются въ объемѣ на 12 — 16% при разбивкѣ въ щебень.

Принимая въ соображеніе приведенныя выше данности касательно сжатія щебеночнаго слоя и прибоа, легко опредѣлить количество каменнаго матеріала, необходимое для устройства щебеночной одежды даннаго профиля на извѣстной длинѣ шоссе.

Такъ, если устраивается щебеночная одежда безъ каменнаго основанія и площадь поперечнаго сѣченія ея по нормальному профилю равна w , а длина шоссе равна L , то для исполненія работы необходимо заготовить отъ $1,18 Lw$ до $1,40 Lw$ щебня, для набивки котораго потребуется доставить къ мѣсту работъ отъ $0,9 \times 1,18 Lw$ до $0,9 \times 1,40 Lw$ крупнаго камня.

б) Каменная мостовая.

46. Опредѣленіе. Каменною мостовою называется такая дорожная одежда, которая составляется изъ камней опредѣленной величины, плотно уложенныхъ отъ руки на твердомъ основаніи и крѣпко прижатыхъ другъ къ другу и къ основанію.

Камни для мостовой употребляются въ обдѣланномъ или необдѣланномъ видѣ, бываютъ различной формы и величины и состоятъ изъ матеріала, представляющаго большое сопротивленіе разрушительному дѣйствию проѣзда. Укладка камней, или стилка мостовой, производится такимъ образомъ, чтобы камни имѣли возможно болѣе связи между собою и образовали возможно болѣе плотный слой и возможно болѣе ровную поверхность. Камни мостовой укладываются на особомъ основаніи изъ одного или нѣсколькихъ слоевъ матеріаловъ, не размягчающихся въ присутствіи воды. Значеніе этого основанія весьма важно для прочности и исправности мостовой: давленіе, производимое проѣздомъ на отдѣльные камни, принимается основаніемъ и распределяется имъ на значительную площадь землянаго полотна; проникающая съ

поверхности мостовой вода или совершенно не пропускается основаніемъ, или впитывается имъ и отводится къ мѣстамъ стока; кромѣ того, часто основаніе сообщаетъ мостовой нѣкоторую упругость и, уменьшая вредное дѣйствіе ударовъ колесъ и копытъ лошадей, увеличиваетъ прочность мостовой. Основаніе устраивается различной толщины и изъ различныхъ матеріаловъ; обыкновенно оно образуется изъ песка, хряща, щебня или бетона.

По виду камней каменная мостовая бываетъ двоякаго рода: *грубая* и *тесанная*; первая составляется изъ камней неправильнаго вида, совсѣмъ нетесанныхъ или немного обработанныхъ, вторая — изъ камней правильнаго вида, приведенныхъ тескою къ опредѣленной формѣ.

47. Грубая мостовая. Грубая мостовая устраивается чаще всего изъ булыжника и носитъ въ такомъ случаѣ названіе *булыжной мостовой*.

Булыжная мостовая, вслѣдствіе неправильнаго вида булыжныхъ камней, не удовлетворяетъ вполне одному изъ главныхъ условій дорожной одежды, а именно — не образуетъ гладкой поверхности. Кромѣ того, неправильность вида камней дѣлаетъ составныя части мостовой мало — устойчивыми, вслѣдствіе чего послѣдняя не обладаетъ необходимой неизмѣняемостью, быстро дѣлается неровною и требуетъ частыхъ исправленій и перестилки. Различными улучшеніями въ устройствѣ мостовой можно только уменьшить эти недостатки, но устранить ихъ нельзя; поэтому булыжная мостовая представляетъ не вполне удовлетворительный видъ дорожной одежды. Не смотря на это, вслѣдствіе бѣдности Россіи въ сплошныхъ породахъ каменнаго матеріала, весьма малаго изнашиванія булыжныхъ камней и дешевизны устройства и ремонта, булыжная мостовая весьма распространена у насъ и является обыкновенной системой дорожной одежды въ столицахъ, городахъ и другихъ населенныхъ пунктахъ. Въ государствахъ Западной Европы примѣненіе этой мостовой сравнительно ничтожно.

По величинѣ кусковъ, булыжный камень, употребляемый

на мостовую, принято дѣлить на *четыре сорта*: крупный, длиною въ 9 дюймовъ (5 вершковъ), средній, длиною въ 7 дюймовъ (4 вершка), мелкій, длиною въ 5 дюймовъ (3 вершка), и самый мелкій, длиною въ 3,5 дюйма (2 вершка). Сообразно съ этимъ, и булыжная мостовая бываетъ *крупная, средняя, мелкая и самая мелкая*. Мостовая изъ крупнаго булыжника, представляя поверхность изъ серіи большихъ округленныхъ выступовъ, невыносимо тряска и потому почти не употребляется для замощенія дорогъ, а служитъ для покрытія откосовъ, размываемыхъ водою. Средній и мелкій булыжникъ болѣе пригоденъ для замощенія проѣзжей части дорогъ. Самый мелкій булыжникъ употребляется главнымъ образомъ для покрытія тѣхъ поверхностей, по которымъ не бываетъ проѣзда, напримѣръ полось, отдѣляющихъ дома отъ тротуаровъ.

Способы расположенія камней въ мостовой разнообразны: камни могутъ быть расположены (фиг. 90) *пллшмя*, то есть широкою гранью къ низу (*a*), — *на ребро*, то есть такъ, чтобы широкая грань камня была вертикальна (*b*), — *тычкомъ*, то есть такъ, чтобы наибольшее измѣреніе камня было вертикально и острый конецъ обращенъ внизъ (*c*), и — *острякомъ*, то есть такъ, чтобы при вертикальномъ положеніи наибольшаго измѣренія острый конецъ былъ обращенъ вверхъ (*d*). Кроме того, при трехъ послѣднихъ расположеніяхъ камней, оси ихъ могутъ быть совершенно вертикальны или наклонны, соотвѣтственно съ чѣмъ укладка камней бываетъ *съ наклономъ* или *безъ наклона*.

Для устройства булыжной мостовой камни укладываются одинъ возлѣ другаго на приготовленномъ заранѣ основаніи, которое въ этомъ случаѣ образуется слоемъ песка. Для укрѣпленія камней въ приданномъ имъ положеніи употребляется также песокъ; по способу употребленія его, мощеніе можетъ быть *на-сухо* и *съ подсыпкою песка*. Въ первомъ случаѣ камни плотно всаживаются въ слой песчанаго основанія, во второмъ — укладка камней сопровождается подбрасываніемъ песка между ними.

Для покрытія проѣзжей части дорогъ болѣе цѣлесо-

образенъ способъ мощенія тычкомъ, безъ наклона и на-сухо, такъ какъ при немъ камни укладываются плотнѣе, чѣмъ при другихъ способахъ, и образуютъ меньше промежутковъ, болѣе толстый слой и болѣе ровную поверхность. Способъ мощенія острякомъ, безъ наклона и на-сухо, по цѣлесообразности близко подходитъ къ предъидущему: положеніе камней въ немъ еще устойчивѣе, но поверхность мостовой получается не столь гладкою; поэтому остряковый способъ предпочитается тычковому только при употребленіи мелкаго булыжника.

Что касается крупности булыжника, то чѣмъ мельче камни, тѣмъ менѣе замѣтенъ главный недостатокъ булыжной мостовой, — негладкость поверхности, но, вмѣстѣ съ уменьшеніемъ величины камней, уменьшается и прочность мостовой. Камни съ наибольшимъ измѣреніемъ въ 6 дюймовъ представляютъ наилучшій по крупности матеріаль для устройства булыжной мостовой. Впрочемъ, если дорога подвергается сильному и тяжелому проѣзду, то полезно брать для мостовой камни ббльшаго размѣра, въ 7 и даже 8 дюймовъ; для мощенія же дорогъ съ малымъ проѣздомъ годится и булыжникъ въ 5 дюймовъ. Вообще для мощенія дорогъ, въ особенности городскихъ, булыжникъ необходимо сортировать, такъ какъ одно изъ главныхъ условій хорошей мостовой заключается въ возможной равномерности камней, ее составляющихъ; полученные сорта слѣдуетъ распределять по поверхности дороги сообразно съ распределеніемъ проѣзда, причемъ слишкомъ крупные камни раскалывать на части, а очень мелкіе разбивать въ щебень, необходимый при мощеніи.

Стилка булыжной мостовой (фиг. 91) производится слѣдующимъ образомъ: на поверхность землянаго полотна дороги насыпаютъ слой песка, толщиною около 7 дюймовъ, какъ основаніе для мостовой; на этомъ слоѣ мостятъ камни, одинъ плотно возлѣ другаго, тычкомъ или острякомъ, всаживая ихъ въ песокъ основанія или подсыпая къ нимъ немного песка, причемъ придаютъ каждому камню надлежащее положеніе помощью удара ручнымъ молоткомъ, или *кианкой*.

По окончаніи нѣкоторой части мостовой, ее уколачиваютъ трамбовками, вѣсомъ въ 2 пуда, съ чугуннымъ поддономъ, шириною въ нижней части въ 6 дюймовъ; затѣмъ, для доставленія камнямъ большей устойчивости и для образованія гладкой поверхности, промежутки между камнями *защебениваются*, то есть заполняются мелкимъ щебнемъ, и мостовая снова утрамбовывается. Наконецъ, вся поверхность мостовой засыпается хрящомъ или зернистымъ пескомъ на толщину около 0,75 дюйма. Высланную такимъ образомъ мостовую не слѣдуетъ тотчасъ открывать для проѣзда, но нужно выждать, чтобы поверхность ея была обильно смочена дождемъ, такъ какъ движеніемъ воды, увлекающей песокъ, всѣ пустоты между камнями окончательно заполняются, — мостовую *затягиваетъ*.

Хотя матеріаль, изъ котораго составляется булыжная мостовая, отличается весьма большимъ сопротивленіемъ разнороднымъ дѣйствіямъ внѣшнихъ усилій, но видъ и помѣщеніе его таковы, что подъ дѣйствіемъ воды, мороза и проѣзда, камни очень быстро теряютъ приданное имъ положеніе, вслѣдствіе чего поверхность мостовой дѣлается неровною и дорога неудобною для проѣзда.

Для увеличенія прочности булыжной мостовой устраиваютъ ее иногда въ 2 ряда. *Двойная булыжная мостовая* состоитъ (фиг. 92) изъ двухъ стилокъ булыжныхъ камней, расположенныхъ каждая на особомъ слоѣ песка, одна надъ другою. Нижняя стилка камней не подвергается непосредственному дѣйствію проѣзда, а только принимаетъ и передаетъ грунту давленія грузовъ, распределенныя на значительную площадь, то есть играетъ роль основанія; поэтому нижняя стилка не требуетъ особой тщательности исполненія и составляется изъ несортированныхъ крупныхъ камней, положенныхъ плашмя, съ подсыпкою песка и безъ расщебенки, на песчаномъ слоѣ, толщиною около 4 дюймовъ. Послѣ сильной утрамбовки нижней стилки, на поверхность ея насыпается слой песка въ 7 дюймовъ и на немъ вымачивается верхняя стилка, тычкомъ или острякомъ, изъ камней, длиною отъ 6 до 7 дюймовъ. При замощеніи верхняго ряда

камень необходимо соблюденіе тѣхъ же условій, какъ и при устройствѣ одиночной мостовой: сортировка камней, трамбованіе, защебениваніе промежутковъ и посыпка поверхности пескомъ. Двойная булыжная мостовая гораздо прочнѣе одиночной, но обходится значительно дороже послѣдней и жестка для проѣзда; поэтому она представляет- ся вполнѣ умѣстной только при весьма дурномъ грунтѣ и затруднительности его осушенія, а также при весьма большомъ грузовомъ движеніи.

Въ небольшихъ городахъ южной части Франціи встрѣчается *мостовая изъ булыжныхъ камней съ подтесанными верхушками*. Для устройства ея булыжные камни сортируются, затѣмъ подтесываются сверху и съ двухъ сторонъ (фиг. 93) и укладываются поперечными рядами на песчаномъ основаніи такимъ образомъ, чтобы подтесанныя боковыя грани примыкали однѣ къ другимъ и шли по направленію проѣзда, а округленные грани одного ряда камней входили въ углубленія между камнями сосѣднихъ рядовъ, и чтобы верхнія выровненные грани лежали въ одной плоскости (фиг. 94). Мостовая эта, по удобству проѣзда, много превосходитъ обыкновенную булыжную.

Въ Германіи очень распространена *булыжная мостовая изъ околотыхъ камней*, отличающаяся отъ предъидущей способомъ обтески камней. Верхняя грань отдѣльныхъ камней немного выравнивается, а боковая поверхность на небольшую высоту окалывается настолько, чтобы камни могли примыкать одинъ къ другому безъ слишкомъ значительныхъ промежутковъ; подготовленные подобнымъ образомъ камни укладываются одинъ возлѣ другаго безъ перевязки и правильности швовъ (фиг. 95). Передъ обдѣлкой камни обыкновенно сортируются; наилучшимъ размѣромъ камней считается средній, немного крупнѣе, чѣмъ для простой булыжной мостовой, а именно около 8 дюймовъ по длинѣ. Основаніе устраивается изъ слоя песка въ 8 дюймовъ, или изъ слоя песка въ 6 дюймовъ на слой строеваго мусора такой же толщины. Оковка камней производится *кирами*, вѣсомъ около 5 фунтовъ, съ ребромъ, расположеннымъ по направленію ру-

кояти. При окалываніи камни помѣщаются на подставкѣ, имѣющей сверху впадину, въ которой они удерживаются рукою. Для отдѣленія части камня, легкою наколкою назначаютъ прежде нѣсколько мѣстъ по плоскости отдѣла, а потомъ сильными ударами производятъ отколъ.

Въ Россіи такая мостовая встрѣчается въ городахъ остзейскихъ губерній и преимущественно въ Ригѣ. Въ Петербургѣ было сдѣлано нѣсколько опытовъ замощенія улицъ подобною мостовою, причемъ она называлась *мозаичною* или *рижскою*. Опыты эти были не вполне удачны, но неудача ихъ произошла не отъ несовершенства системы мощенія а отъ неудовлетворительности устройства основанія мостовой и отъ недостаточной длины взятыхъ камней.

48. Тесанная мостовая. Тесанная мостовая устраивается изъ камней, обдѣланныхъ такимъ образомъ, что верхняя грань ихъ представляетъ правильный прямоугольникъ или квадратъ, а въ общемъ они имѣютъ форму прямого параллелепипеда, куба или усѣченной пирамиды со слабо-сходящимися къ нижней грани ребрами. Часто называютъ тесанную мостовую *кубическою*, такъ какъ въ прежнее время ее устраивали изъ камней исключительно кубической формы.

Камни тесанной мостовой укладываются на *основаніи*, которое должно обладать слѣдующими качествами: а) распространять мѣстное давленіе на возможно ббльшую площадь, б) представлять сжимаемость слабую и одинаковую во всѣхъ точкахъ, в) сохранять однообразную сопротивляемость во всякую погоду, сухую и мокрую, и г) отводить проникающую сквозь мостовую дождевую воду, или же быть совершенно непроницаемымъ для воды.

Чистый песокъ удовлетворяетъ этимъ условіямъ, и потому чаще всего основаніе образуется слоемъ песка. При этомъ опытъ показываетъ, что чѣмъ песокъ чище и зерна его угловатѣе, тѣмъ онъ болѣе пригоденъ для основанія, и что крупность зеренъ не имѣетъ существеннаго значенія. Толщина *песчаного основанія* опредѣляется качествомъ песка

и родомъ грунта; чѣмъ разнороднѣе грунтъ землянаго полотна и чѣмъ больше въ немъ частей, способныхъ размягчаться отъ дѣйствія воды, тѣмъ толще должно быть основаніе. Трудно установить въ этомъ отношеніи теоретическія правила, а приходится руководиться мѣстными обычаями,— плодомъ опыта; обыкновенно считаютъ 4 дюйма и 12 дюймовъ крайними и рѣдко достигаемыми предѣлами толщины песчанаго основанія и чаще всего придаютъ ему толщину отъ 6 до 10 дюймовъ. Вообще песокъ стоитъ недорого сравнительно съ правильно обтесанными камнями и потому лучше употребить его для основанія въ излишнемъ количествѣ, чѣмъ въ недостаточномъ. Иногда нижняя часть песчанаго слоя замѣняется хрящомъ, обладающимъ большею прочностью и меньшей осадкою, чѣмъ песокъ. При слабомъ грунтѣ землянаго полотна или для достиженія большей прочности, устраиваютъ основаніе мостовой изъ плотно уложенныхъ на земляномъ полотнѣ камней, покрытыхъ слоемъ хряща или песка. Для очень оживленныхъ дорогъ въ большихъ городахъ песчаное основаніе представляетъ иногда недостаточное сопротивленіе; въ такомъ случаѣ камни мостовой укладываются на щебеночномъ или бетонномъ основаніи.

Щебеночное основаніе устраивается подобно щебеночной одеждѣ. Такъ, на перемасиваемыхъ улицахъ Берлина его дѣлаютъ слѣдующимъ образомъ (фиг. 96): на выровненной поверхности землянаго полотна выстилаютъ грубую мостовую, толщиною въ 4 дюйма, изъ булыжныхъ камней острякомъ, или изъ колотыхъ камней, уложенныхъ на ребро, ровною гранью книзу и длиною нормально къ оси дороги; затѣмъ, эту грубую мостовую покрываютъ слоемъ щебня, толщиною въ 3,3 дюйма, въ плотномъ тѣлѣ; наконецъ, слой щебня крѣпко укатываютъ тяжелымъ каткомъ и насыпаютъ на него слой песка въ 1,5 дюйма. Въ Вѣнѣ, при слабомъ грунтѣ землянаго полотна, основаніе состоитъ изъ грубой мостовой толщиною въ 8 дюймовъ, слоя щебня въ 6 дюймовъ, слоя хряща въ 1 дюймъ и слоя песка въ 3 дюйма.

Какъ песчаное, такъ и щебеночное основаніе имѣетъ

тотъ недостатокъ, что жидкая грязь съ поверхности дороги, проникая черезъ промежутки между камнями мостовой, напитываетъ слой песка или щебня и оставляетъ въ основаніи часть заключающихся въ ней органическихъ веществъ, вслѣдствіе чего основаніе обращается въ резервуаръ нечистотъ и теряетъ свои первоначальныя свойства. Кромѣ того, если слой щебня или песка неуплотненъ до надлежащей степени, то образуемое имъ основаніе даетъ неравномѣрныя осадки, вслѣдствіе которыхъ на поверхности мостовой появляются неровности.

Этихъ недостатковъ не имѣетъ *бетонное основаніе*, представляющее вмѣстѣ съ тѣмъ и наиболѣе крѣпкій типъ основанія для мостовой. Оно образуется слоемъ тощаго бетона, состоящаго изъ одной части цемента и семи частей смѣси изъ песку и хряща; слою бетона даютъ толщину отъ 6 до 9 дюймовъ, сообразно съ качествомъ грунта дорожнаго полотна, и покрываютъ его смазкой изъ раствора цемента съ пескомъ, толщиной около 2 дюймовъ; поверхность смазки выравниваютъ совершенно точно по требуемой выпуклости посредствомъ шаблона. Часто бетонное основаніе покрывается слоемъ песка, толщиной около 1 дюйма, служащимъ подстилкою или постелью для мостовыхъ камней и смягчающимъ нѣсколько дѣйствіе ударовъ и толчковъ отъ проѣзда. Бетонное основаніе вполне пригодно для улицъ съ весьма сильнымъ движеніемъ и имѣетъ только одно неудобство: при мостовой съ такимъ основаніемъ дѣлается затруднительнымъ и очень дорогимъ исправленіе газопроводныхъ и водопроводныхъ трубъ, лежащихъ подъ мостовой. Устройство основанія изъ бетона очень распространено въ городахъ Англіи и въ послѣднее время начинаетъ примѣняться и въ большихъ городахъ другихъ государствъ западной Европы.

Когда камни мостовой укладываются одинъ возлѣ другаго на поверхности основанія, то, вслѣдствіе несовершенства обтески боковыхъ граней, между ними остаются промежутки, называемые *швами*.

Эти швы должны быть заполнены соответственнымъ

материаломъ, потому что иначе выступы, которыми камни упираются одинъ въ другой, скоро сбиваются отъ дѣйствія ударовъ и тогда камни остаются разобщенными и теряютъ необходимую устойчивость. Кромѣ того, заполненіе швовъ затрудняетъ въ большей или меньшей степени прониканіе дождевой воды съ органическими веществами къ основанію мостовой.

Самый простой и употребительный способъ заполненія швовъ состоитъ въ засыпкѣ ихъ *пескомъ*; для этой цѣли берутъ песокъ, обладающій тѣми же качествами, которыя считаются необходимыми для устройства изъ него основанія. Заполненіе швовъ пескомъ неудобно только тѣмъ, что мало препятствуетъ прониканію воды, насыщенной уличнымъ соромъ, съ поверхности мостовой къ ея основанію.

Для устраненія этого неудобства, заполняютъ швы непроницаемыми для воды веществами: *смолой* или *цементнымъ растворомъ*. Заполненіе швовъ смолой заключается въ томъ, что нижнія части швовъ засыпаются чистымъ, зернистымъ, кварцевымъ пескомъ (фиг. 96), а верхнія части заливаются расплавленной смѣсью изъ 75% смолы и 25% креозота; смола при этомъ берется твердая, асфальтовая или древесная. Для заполненія швовъ цементнымъ растворомъ, составляютъ изъ 1 части портландскаго цемента и 4 частей песка смѣсь, прибавляютъ къ ней такое количество воды, чтобы образовалась жидкая масса, и этой массой заливаютъ промежутки между камнями. Послѣдній способъ заполненія швовъ вполнѣ пригоденъ только для мостовыхъ съ бетоннымъ основаніемъ; при песчаномъ основаніи, вслѣдствіе незначительнаго перемѣщенія отдѣльных камней, неизбежнаго подъ дѣйствіемъ постоянныхъ сотрясеній, растворъ растрескивается, отстаетъ отъ камней и распадается, вслѣдствіе чего швы открываются и пропускаютъ дождевую воду.

Была сдѣлана еще попытка заколачивать верхнія части швовъ тонкими деревянными рейками, но попытка эта оказалась совершенно неудачною: рейки скоро утонялись отъ сотрясеній и давали при гніеніи органической соръ.

Камни, изъ которыхъ образуется тесанная мостовая, укладываютъ на основаніи непрерывными полосами равной ширины, или *рядами*, располагая длину камней по направленію рядовъ (фиг. 97). Обыкновенно рядамъ придаютъ положеніе *нормальное* къ направленію проѣзда или къ оси дороги, чтобы поверхность мостовой не представляла непрерывныхъ швовъ, параллельныхъ линіямъ прохода колесъ. Неудобство непрерывныхъ продольныхъ швовъ очевидно: колесо, разъ попавши на такой шовъ, двигалось бы по нему на большомъ протяженіи, не встрѣчая побужденія подняться на сосѣднія выпуклыя поверхности камней, вслѣдствіе чего каждый шовъ превратился бы скоро въ колею и вся поверхность мостовой покрылась бы параллельными бороздами.

Для избѣжанія того же неудобства, швы, раздѣляющіе камни въ послѣдовательныхъ рядахъ, располагаются *въ перевязку*, то есть такъ, чтобы они съ каждымъ рядомъ камней прерывались, а не представляли продолженія одни другихъ. Лучше всего стлать мостовую такимъ образомъ, чтобы продольные швы каждого ряда камней приходились противъ серединъ камней смежныхъ рядовъ; если, вслѣдствіе неравенства длины камней, этого нельзя выполнить, то слѣдуетъ по крайней мѣрѣ располагать продольные швы каждого ряда противъ средней трети камней сосѣдняго ряда. При стлкѣ мостовой изъ камней одинаковой длины, для соблюденія перевязки швовъ, заготавливаются на оконечности рядовъ особые камни *A*, половинной или полуторной длины (фиг. 98).

Иногда придаютъ рядамъ камней положеніе, *наклонное* къ оси дороги подъ угломъ въ 45° , причемъ ряды располагаются или по прямой линіи во всю ширину дороги (фиг. 99), или по ломанной линіи съ точкою перелома на оси дороги (фиг. 100). При такомъ положеніи рядовъ, въ мостовой нѣтъ совсѣмъ даже короткихъ продольныхъ швовъ, содѣйствующихъ округленію верхнихъ граней камней отъ ударовъ, которые получаютъ при паденіи колесъ съ верхушекъ камней въ швы; кромѣ того, при наклонномъ положеніи рядовъ, колеса переходятъ съ одного камня на дру-

гой не сразу, а постепенно, и потому не производят толчковъ, разрушающихъ края камней. Однако, на основаніи сдѣланныхъ опытовъ, нельзя сказать положительно, что наклонное положеніе рядовъ замедляетъ округленіе верхушекъ камней и дѣйствительно оказываетъ полезное вліяніе на изнашиваемость мостовой; правда ребра камней сохраняются лучше, но за то отъ дѣйствія колесъ и копытъ сильнѣе разрушаются трехгранные углы камней, а округленіе верхушекъ и изнашивание краевъ происходитъ почти совершенно такъ же, какъ при нормальномъ положеніи рядовъ. Какъ на выгоду наклоннаго положенія швовъ, указываютъ также на то, что въ наклонныхъ швахъ лошади легче находятъ точки упора для копытъ; но выгода эта не имѣетъ большаго значенія, потому что и при нормальномъ положеніи рядовъ подобное качество мостовой достигается столь же хорошо уменьшеніемъ ширины камней. Наконецъ, наклонное положеніе рядовъ связано съ тѣмъ неудобствомъ, что требуетъ для оконечностей рядовъ особыхъ камней съ острыми углами *A* (фиг. 101), представляющихъ нѣкоторыя затрудненія при изготовленіи и избѣгаемыхъ при нормальномъ расположеніи рядовъ.

Итакъ, въ обыкновенныхъ условіяхъ наклонное положеніе рядовъ оказывается нисколько не лучше нормальнаго, но въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ оно представляетъ важное преимущество передъ послѣднимъ. Въ *мѣстахъ пересѣченія улицъ* (фиг. 102) проѣздъ происходитъ по направленію каждой изъ нихъ и, кромѣ того, изъ одной улицы въ другую. Чтобы на общей полосѣ перекрестка не было швовъ, параллельныхъ направленію проѣзда по одной или другой улицѣ, прибѣгаютъ къ стилкѣ мостовой наклонными рядами, располагая ихъ параллельно биссектрисамъ угловъ, образуемыхъ осями улицъ, или параллельно прямымъ, составляющимъ углы въ 45° съ осями. Впрочемъ, если одна изъ улицъ—главная и съ сильнымъ проѣздомъ, а другая—боковая и со слабымъ проѣздомъ, то можно провести по перекрестку мостовую главной улицы нормальными рядами (фиг. 103); при такомъ устройствѣ, проѣздъ боковой улицы направ-

ляется на перекресткѣ вдоль рядовъ камней, но вредное вліяніе слабого проѣзда оказывается обыкновенно столь незначительнымъ, что такое расположеніе рядовъ, влѣдствіе простоты выполненія, часто предпочитается первому.

По краямъ тесанная мостовая ограничивается обыкновенно *бордюрами С* (фиг. 96 и 107), состоящими изъ правильно обтесанныхъ крупныхъ камней; бордюры служатъ также для поддержанія тротуаровъ и образуютъ съ прилежащими камнями мостовой желоба, или лотки для стока воды.

Камни тесанной мостовой должны удовлетворять нѣкоторымъ условіямъ. Они должны быть такъ крѣпки, чтобы не раздавливались подъ давленіемъ перемѣщаемыхъ по мостовой тяжестей и не изнашивались въ короткое время отъ дѣйствія проѣзда. Необходимо, кромѣ того, чтобы поверхность мостовой была плотною, ровною и гладкою, для чего камни должны представлять возможно менѣе неровностей и крѣпко сохранять то положеніе, которое придается имъ при устройствѣ мостовой. Чѣмъ болѣе камни способны удовлетворять перечисленнымъ условіямъ, тѣмъ мостовая лучше; способность же эта опредѣляется породой камней, обработкой ихъ и размѣрами.

49. Породы каменнаго матеріала для тесанной мостовой. Каменный матеріалъ для тесанной мостовой долженъ обладать большою твердостью и крѣпостью, однородностью состава и механическихъ свойствъ, способностью худо шлифоваться при изнашиваніи и свойствомъ легко обрабатываться въ правильныя формы. Самое важное изъ этихъ качествъ—однородность матеріала: камни слабые, но одинаковой крѣпости, служатъ лучше камней крѣпкихъ, но различной сопротивляемости, потому что если изнашиваніе матеріала неодинаково для всѣхъ камней, то въ мостовой скоро образуются неровности, дѣлающія ее дурною. Поэтому, прежде всего, при выборѣ матеріала для мостовой, необходимо обращать вниманіе на однородность каменной породы.

Чаще всего тесанная мостовая устраивается изъ пе-

счанника; почти также часто употребляютъ для мостовой гранитъ и порфиръ и нерѣдко прибѣгаютъ къ употребленію известняка.

Известняки, какъ относительно слабый матеріаль, мало пригодны для устройства мостовой при сколько-нибудь дѣятельномъ движеніи; они даютъ при обработкѣ много пыли и мелочи, быстро изнашиваются и раздавливаются подъ дѣйствіемъ большихъ грузовъ; однако въ мѣстностяхъ, гдѣ нѣтъ другаго каменнаго матеріала, известняки довольно часто употребляются на мостовую и при слабомъ движеніи оказываются удовлетворительными. Нѣкоторыя твердыя породы известняковъ, каковы—мраморы, держатся въ мостовой хорошо, но представляютъ то неудобство, что шлифуются и дѣлаются скользкими, а сверхъ того, очень дороги. Наконецъ, необходимо замѣтить, что известняки рѣдко бываютъ достаточно однородными.

Песчаники, при старательномъ выборѣ, представляютъ прекрасный матеріаль для мостовой. Песчаники съ кварцевымъ цементирующимъ веществомъ очень хорошо выдерживаютъ удары, мало изнашиваются и не шлифуются; песчаники же съ глинистымъ цементирующимъ веществомъ совершенно не годятся на мостовую: они легко разбиваются на части и, напитываясь водою, скоро разрушаются. Пытались устраивать мостовую изъ мягкихъ песчаниковъ, напитывая камни расплавленной асфальтовой смолой, проникавшей въ поры матеріала и дѣлавшей поверхность камней плотною и непроницаемою для воды; такіе камни держались сначала хорошо, но укрѣпленная кора ихъ, бывшая очень тонкою, скоро изнашивалась и открывала дѣйствию проѣзда слабую внутренность камней; такимъ образомъ напитываніе оказалось дорогимъ и бесполезнымъ средствомъ увеличить прочность камней.

Наилучшій каменный матеріаль для устройства мостовой доставляютъ *граниты* и *порфиры*; они обладаютъ болѣе сильнымъ сопротивленіемъ, какъ изнашиванію, такъ и раздробленію, чѣмъ песчаники, не вбираютъ въ себя воды и вообще даютъ долговѣчную мостовую. Поэтому ихъ употребляютъ съ

успѣхомъ для замощенія улицъ съ очень сильнымъ проѣздомъ. Недостатокъ гранитовъ и порфировъ состоитъ въ томъ, что они въ короткое время подъ дѣйствіемъ проѣзда шлифуются, отчего поверхность мостовой дѣлается весьма скользкою, особенно въ сухую погоду. Можно уменьшить до нѣкоторой степени этотъ недостатокъ, употребляя камни малыхъ размѣровъ и увеличивая такимъ образомъ число швовъ, служащихъ точками упора для копытъ лошадей. Необходимо однако замѣтить, что свойство легко шлифоваться только тогда имѣетъ значеніе важнаго недостатка, когда мостовая изъ гранита и порфира встрѣчается на улицахъ въ видѣ исключенія и потому лошади не могутъ къ ней привыкнуть; если же такой мостовой покрыто значительное протяженіе улицъ, то лошади, часто пробѣгая по ней, легко приспособляютъ свой бѣгъ къ скользкой поверхности.

Базальты отличаются большимъ сопротивленіемъ дѣйствию разнородныхъ внѣшнихъ усилій, но съ трудомъ поддаются обработкѣ въ правильныя формы, а отъ дѣйствія проѣзда легко шлифуются и дѣлаются скользкими для лошадей въ сырую погоду. Поэтому употребленіе ихъ на мостовую довольно ограничено.

50. Добываніе и обтеска камней для мостовой. Каменные породы, доставляющія матеріаль для мостовой, встрѣчаются въ природѣ въ видѣ пластовъ, или въ видѣ отдѣльныхъ глыбъ, которые или выходятъ на поверхность земли, или бываютъ скрыты въ ея толщѣ. Для розысканія ихъ въ послѣднемъ случаѣ можно пользоваться зондомъ, состоящимъ изъ желѣзнаго стержня съ поперечной деревянной рукояткой; такой зондъ углубляютъ въ землю до тѣхъ поръ, пока не почувствуютъ сильнаго сопротивленія углубленію. Снизу зондъ оканчивается стальнымъ наконечникомъ; пробуя имъ бурить глыбу, можно опредѣлить до нѣкоторой степени, хороша ли по качеству каменная порода.

Найдя глыбу или пластъ надлежащаго качества, обнажаютъ скалу отъ покрывающей ее земли и раздѣляютъ часть каменной породы сначала на большіе прямоугольные куски,

имѣющіе толщину, равную одному изъ измѣреній мостовыхъ камней, а длину и ширину, превосходящія въ опредѣленное цѣлое число разъ остальные два измѣренія камней, причемъ оставляютъ всегда небольшой излишекъ для покрытія той потери матеріала, которая является результатомъ послѣдующей обработки. Раздѣленіе это производится слѣдующимъ образомъ: назначаютъ на скалѣ линіи раздѣла и по нимъ выбиваютъ, посредствомъ молотка въ 10 фунтовъ вѣсомъ, желобки; послѣ надлежащаго углубленія желобковъ, помѣщаютъ въ нихъ стальные клинья и, ударяя по клиньямы тяжелыми молотками, раскалываютъ скалу по требуемому направленію.

Полученные большіе куски скалы раздѣляются на части, равныя по величинѣ мостовымъ камнямъ, при помощи молотка въ 20—30 фунтовъ вѣсомъ. Для этого каменотесъ назначаетъ на кускѣ скалы съ помощью линейки линіи, опредѣляющія размѣры камней, затѣмъ, цѣлымъ рядомъ легкихъ ударовъ съ обѣихъ лицевыхъ граней куска, ослабляетъ матеріалъ скалы по назначеннымъ линіямъ до самой середины и, наконецъ, сильными ударами по куску, заставляетъ его расколотся по ослабленнымъ плоскостямъ. Послѣ этого камни подвергаются *тескѣ*, то есть отдѣлкѣ, состоящей въ томъ, что посредствомъ легкаго молотка, вѣсомъ отъ 2,5 до 7 фунтовъ, исправляются ребра, выравниваются грани и сбиваются болѣе значительные выступы и горбы.

Послѣдняя работа имѣетъ весьма важное значеніе, потому что выступы, горбы и углубленія на поверхности камней представляютъ крупныя неудобства. Прежде всего эти неровности увеличиваютъ сопротивленіе повозокъ движенію. Кромѣ того, если за горбомъ *A* (фиг. 104) слѣдуетъ ребро *B* въ направленіи движенія повозокъ, то колеса, падая съ верхушки горба, сбиваютъ ребро *B* и повреждаютъ ребро *C* смежнаго камня, такъ что шовъ *BC* расширяется; если рассматриваемый шовъ расположенъ параллельно движенію повозокъ, то колеса, подходящія къ выступу *A* не удерживаются на немъ и падаютъ въ шовъ, соскальзывая по скату *AB*, вслѣдствіе чего края камня болѣе подвергаются дѣйствію проѣзда и сильнѣе изнашиваются, чѣмъ середина, и

поверхность камня стремится принять сферическую форму. Наконецъ, присутствіе горбовъ заставляетъ дѣлать швы по крайней мѣрѣ такой ширины, какой высоты эти горбы; между тѣмъ широкіе швы неудобны въ томъ отношеніи, что, когда они разбѣзжаются, то образуютъ какъ-бы колеи, изъ которыхъ колеса съ трудомъ выходятъ.

Мостовая, камни которой сдѣлались сверху сферическими, очень неудобна для движенія, особенно для проѣзда пассажировъ: она чрезвычайно тряска, представляетъ большое сопротивленіе тягѣ и утомительна для лошадей, копыта которыхъ съ трудомъ удерживаются на выпуклой поверхности, особенно если она скользка отъ отшлифовки или отъ покрывающей ее жирной грязи.

Чтобы избѣжать этихъ неудобствъ или по крайней мѣрѣ ослабить ихъ, часто не довольствуются первоначальной теской камней, а обдѣлываютъ ихъ *вторичной тескою*, устраняя въ большей или меньшей степени неровности граней. Однако никогда не слѣдуетъ заводить обтеску камней слишкомъ далеко; съ одной стороны, отъ дѣйствія ударовъ молоткомъ при продолжительной тескѣ, матеріаль камня ослабляется на нѣкоторую толщину и быстрѣе потомъ изнашивается; съ другой стороны, съ точки зрѣнія удобства проѣзда и ремонта, вредно уничтожать швы или уменьшать ширину ихъ ниже извѣстнаго предѣла. Если швы незамѣтны или слишкомъ узки, то поверхность мостовой весьма скользка для лошадей, такъ какъ копыта ихъ не находятъ точекъ упора. Кромѣ того, при ремонтѣ мостовой приходится вынимать отдѣльные камни, для чего швы должны имѣть достаточную ширину, чтобы въ нихъ можно было просунуть употребляемые при этомъ инструменты. Наконецъ, швы должны имѣть нѣкоторую ширину, чтобы въ нихъ можно было ввести заполняющій матеріаль: песокъ, цементъ или смолу. Для удовлетворенія всѣмъ этимъ требованіямъ, *ширина швовъ* должна быть около 0,4 дюйма. Поэтому, полезною представляется только та степень обтески, которая необходима для достиженія этой ширины швовъ; дальнѣйшая же обработка приноситъ больше вреда, чѣмъ пользы.

51. Форма и величина камней тесанной мостовой. Камням тесанной мостовой придают форму прямого параллелепипеда, куба или усѣченной четырехгранной пирамиды со слабымъ наклономъ граней.

Камни *пирамидальной формы* располагаются такъ, чтобы большее основаніе пирамиды было на поверхности мостовой. Наклонъ боковыхъ граней камней не долженъ быть значителенъ, потому что иначе положеніе камней не представляетъ надлежащей устойчивости и мостовая скоро дѣлается неплотною. Въ самомъ дѣлѣ, грузъ P (фиг. 105) давящій на ребро A стремится поворотить камень около ребра B , и дѣйствіе его тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше наклонъ граней пирамиды; далѣе, очевидно, что по мѣрѣ того, какъ камни изнашиваются, швы между ними расширяются и тѣмъ скорѣе, чѣмъ болѣе наклонъ граней.

Недостатокъ устойчивости и расширение швовъ представляютъ неудобства пирамидальныхъ камней, но неудобства эти мало замѣтны, если наклонъ боковыхъ граней ихъ невеликъ, напримѣръ, не превосходитъ 0,1. Къ неудобствамъ пирамидальныхъ камней слѣдуетъ отнести также и то, что, послѣ изнашивания камней сверху, ихъ нельзя перевернуть при перестройкѣ мостовой, хотя надо замѣтить, что къ переворачиванію камней прибѣгаютъ рѣдко. Съ другой стороны, допущеніе пирамидальности въ камняхъ дѣлаетъ значительно дешевле ихъ поставку, уменьшая количество негоднаго отброса въ каменоломняхъ; кромѣ того, при пирамидальной формѣ камней производство ремонта гораздо легче, чѣмъ при призматической.

Кубическая форма представляетъ наиболѣе старый родъ обтески камней для мостовой и довольно распространена, но въ послѣднее время все болѣе и болѣе вытѣсняется параллелепипедной, или *продолговатой формой*. Кубическіе камни обходятся немного дешевле продолговатыхъ, потому что при равномъ объемѣ поверхность ихъ меньше, а количество ручной работы при обдѣлкѣ находится въ зависимости главнымъ образомъ отъ поверхности; сверхъ того, ихъ можно переворачивать, по мѣрѣ изнаши-

ванія, вообще большее число разъ, чѣмъ продолговатые камни.

Въ остальныхъ отношеніяхъ продолговатые камни выгоднѣе кубическихъ. Ихъ укладываютъ всегда длиною нормально къ линіямъ проѣзда, причемъ мостовая представляетъ въ каждомъ ряду меньшее число швовъ, идущихъ по направленію движенія, чѣмъ при кубическихъ камняхъ; между тѣмъ именно по этимъ швамъ быстрѣ всего происходитъ изнашивание реберъ камней и сильнѣе всего проявляется округленіе ихъ головокъ. Разсматривая изъѣзженную мостовую (фиг. 106) легко замѣтить, что больше всего изнашиваются ребра камней у продольныхъ швовъ *A* и части камней, слѣдующія непосредственно за этими швами *B*; слѣдовательно, полезно уменьшать число продольныхъ швовъ, такъ какъ вмѣстѣ съ этимъ уменьшается также число реберъ *A* и точекъ *B*. Кромѣ того, при одинаковомъ изнашиваніи швовъ, продолговатые камни еще имѣютъ плоскія части, тогда какъ кубическіе становятся совершенно округленными.

Величина камней выражается ихъ размѣрами по тремъ направленіямъ, то есть ихъ шириною, длиною и высотой; она опредѣляется условіями удобства для проѣзда, сопротивляемостью матеріала внѣшнимъ усиліямъ и относительною стоимостью.

Если камни мостовой велики, то сопротивленіе ихъ излому и устойчивость весьма значительны, но мостовая дѣлается при изнашиваніи очень тряскою и не вполне удобною для проѣзда: отъ округленія верхнихъ граней камней и отъ опусканія нѣкоторыхъ изъ нихъ, на поверхности мостовой образуются неровности, вслѣдствіе чего колеса экипажей при движеніи производятъ постоянные толчки и, соскальзывая съ округленныхъ верхушекъ камней въ продольные швы, вызываютъ непрерывное и довольно значительное поперечное перемѣщеніе экипажей, а лошади, не встрѣчая на большихъ и округленныхъ камняхъ точекъ упора для копытъ, часто поскальзываются. Если камни малы, то эти неудобства устраняются, но сопротивленіе камней из-

лону и сдвиганію представляется сравнительно небольшимъ, почему камни очень малыхъ размѣровъ цѣлесообразны лишь при употребленіи на мостовую очень крѣпкаго каменнаго матеріала и при тщательной стилкѣ мостовой.

Малые камни въ равномъ объемѣ стоятъ дороже большихъ, потому что изготовленіе ихъ требуетъ больше ручной работы, пропорціональной не объему, а поверхности камней. Стилка мостовой изъ малыхъ камней стоитъ также дороже, такъ какъ работа по укладкѣ каждаго камня слабо возрастаетъ съ увеличеніемъ его размѣровъ. Поэтому, не смотря на то, что на мостовую изъ малыхъ камней необходимо меньшее объемное количество матеріала, она обходится нерѣдко въ общемъ немного дороже мостовой изъ большихъ камней; по удобству же для проѣзда, первая всегда несравненно лучше второй.

Ширина камней должна быть одинакова для опредѣленнаго участка мостовой или по крайней мѣрѣ для каждаго изъ поперечныхъ рядовъ. Ширина эта опредѣляется условіемъ, что разстояніе между поперечными швами мостовой должно быть такой величины, чтобы лошади легко находили въ швахъ точки упора для копытъ. Вообще, употребляемая ширина камней измѣняется отъ 3 до 8 дюймовъ, причемъ для очень крѣпкаго матеріала наилучшая ширина 3 — 3,5 дюйма, какъ найдено по опытамъ въ Лондонѣ, гдѣ были испробованы камни различной ширины. Лошадь, на бѣгу по мостовой изъ широкихъ камней, старается всегда упираться въ поперечные швы и, ударяя копытами въ ребра камней, сбиваетъ эти ребра; при ширинѣ камней въ 3 — 3,5 дюйма, то есть меньшей діаметра копытъ лошади, подобнаго сбиванія реберъ не замѣчается, потому что тогда, лошадь ударяетъ копытами въ мостовую, какъ случится, не выбирая для того болѣе удобныхъ мѣстъ. Ширину въ 3 — 3,5 дюйма можно придавать камнямъ только при очень крѣпкомъ матеріалѣ; при матеріалѣ же меньшей крѣпости приходится увеличивать ширину камней до 4 — 7 дюймовъ.

Длина камней дѣлается также одинаковою, хотя одно-

образіе въ длинѣ камней менѣе важно, чѣмъ въ ширинѣ. Равномѣрность длины камней вызывается до нѣкоторой степени требованіемъ перевязки продольныхъ швовъ мостовой. Кромѣ сего, если основаніе мостовой состоитъ изъ слоя песка, то равномѣрность длины камней необходима для того, чтобы площади нижнихъ граней ихъ были одинаковой величины, чѣмъ обуславливается одинаковая осадка камней отъ сжатія песка, подъ давленіемъ проходящихъ по мостовой грузовъ. Употребляемая длина камней измѣняется въ предѣлахъ отъ 5 до 10 дюймовъ и чаще всего принимается въ 7 — 9 дюймовъ.

Высота камней должна быть также одинакова для всей мостовой или извѣстнаго ея участка. Однообразіе высоты необходимо, чтобы камни представляли равное сопротивленіе разламыванію, равную устойчивость и, если основаніе песчаное, равномѣрную осадку. Полное сжатіе слоя песка, при опредѣленномъ давленіи, пропорціонально толщинѣ его; слѣдовательно, чѣмъ камень выше и слой песка, соотвѣтственно съ этимъ, тоньше, тѣмъ осадка камня меньше. Высота камней зависитъ отъ крѣпости матеріала и дѣятельности проѣзда и обыкновенно измѣняется отъ 6 до 9 дюймовъ; высота въ 7 дюймовъ при крѣпкомъ матеріалѣ достаточна даже для самаго сильнаго проѣзда.

Вообще, каковы бы ни были размѣры камней, хорошо, если они остаются постоянными на всемъ пространствѣ мостовой. Если же въ распоряженіи имѣются камни различныхъ размѣровъ, то необходимо ихъ сортировать по величинѣ и класть одинъ сортъ за другимъ на отдѣльныхъ участкахъ мостовой, притомъ такъ, чтобы величина камней постепенно увеличивалась вдоль дороги.

52. Образцы устройства тесанной мостовой. Въ дополненіе къ изложеннымъ выше общимъ правиламъ устройства тесанной мостовой приводимъ, въ видѣ примѣровъ, краткое описаніе типовъ мостовой, предпочитаемыхъ въ послѣднее время въ большихъ городахъ, при замощеніи улицъ.

Въ *Парижѣ* тесанная мостовая устраивается въ но-

вѣйшее время изъ камней кварцеваго песчаника изъ Фонтенебло, длиною въ 6,5, 8 или 9 дюймовъ, шириною въ 3, 4 или 5 дюймовъ и высотойю отъ 6 до 6,5 дюймовъ, правильно обтесанныхъ двойною тескою, приче́мъ предпочитаютъ камни размѣровъ 6,5 × 4 × 6,5 дюймовъ; камни укладываются (фиг. 107) на слоѣ песка, толщиною отъ 6 до 9 дюймовъ, нормальными рядами; швы дѣлаются толщиною отъ 0,2 до 0,4 дюймовъ и заполняются пескомъ.

Въ *Винн* камни тесанной мостовой изготовляются изъ гранита и обыкновенно имѣютъ форму куба въ 7 дюймовъ въ сторонѣ; только на большихъ уклонахъ употребляются камни, имѣющіе форму параллелепипедовъ въ 5 дюймовъ шириною, въ 9,5 дюймовъ длиною и въ 7 дюймовъ высотойю. Камни кубической формы выдерживаютъ троекратное изнашиваніе до допускаемой степени, которою считается одинъ дюймъ: сначала изнашиванію подвергается верхняя грань, потомъ камни переворачиваются вверхъ нижнею гранью и наконецъ въ верхнее положеніе приводится боковая грань. Мостовая стелется почти всегда наклонными рядами и только на большихъ уклонахъ предпочитается нормальное расположеніе рядовъ. Основаніе мостовой (фиг. 108) состоитъ: при твердомъ грунтѣ, изъ слоя хряща въ 6 дюймовъ и слоя песка въ 3 дюйма толщиною, при слабомъ грунтѣ, изъ ряда камней въ 8 дюймовъ, слоя щебня въ 6 дюймовъ, слоя хряща въ 1 дюймъ и слоя песку въ 3 дюйма толщиною; швы заполняются пескомъ.

Въ *Берлинѣ* новѣйшій типъ мостовой (фиг. 96) состоитъ изъ камней песчаника или діорита, длиною и высотойю въ 7,5 дюймовъ, шириною въ 4 дюйма, или изъ камней гранита кубической формы, въ 6 дюймовъ въ сторонѣ; продолговатые камни располагаются всегда нормальными рядами, а кубическіе — какъ нормальными, такъ и наклонными. Основаніе мостовой образуется рядомъ камней, въ 4 дюйма высотойю, укладываемыхъ острымъ концомъ плотно одинъ возлѣ другаго, и слоёмъ щебня, въ 3,3 дюйма толщиною, крѣпко укатываемаго паровымъ каткомъ; передъ стилкой камней поверхность щебеночнаго слоя покрывается слоёмъ

песка, около 1 дюйма толщиною, для выравниванія разности высотъ отдѣльныхъ камней. Швы между камнями, толщиною около 0,4 дюйма, заполняются на половину высоты кварцевымъ пескомъ и затѣмъ заливаются расплавленной смѣсью изъ 75% асфальтовой смолы и 25% креозота. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при проложеніи по улицѣ конножелѣзной дороги, средняя полоса мостовой стелется на слоѣ бетона, въ 7 дюймовъ толщиною, покрытомъ слоємъ песка въ 1 — 1,5 дюйма.

Въ *Лондонѣ* большая часть улицъ покрыта гранитомъ изъ Абердина. Мостовая состоитъ изъ камней отъ 6 до 12 дюймовъ длиною, отъ 6 до 8 дюймовъ высотой и въ 3 дюйма шириною (фиг. 109). Основаніе мостовой образуется слоємъ бетона, разогланнаго на выровненной и уплотненной поверхности грунта, слоємъ около 8 дюймовъ толщиною; бетонъ составляется изъ одной части португальскаго цемента и 7 частей смѣси гравія съ пескомъ, въ которой на 1 часть песка приходится 2 части гравія. Бетонный слой утрамбовывается, выравнивается съ поверхности, смазывается цементнымъ растворомъ и по отвердѣніи покрывается слоємъ песка, въ 1 дюймъ толщиною, чистаго или смѣшаннаго съ цементомъ въ порошокѣ. Камни стелются на цементномъ растворѣ, которымъ заполняются также и швы между ними.

в) Асфальтовая одежда.

53. Матеріаль для устройства асфальтовой одежды.
Асфальтъ есть известнякъ юрской формаци, пропитанный *битумомъ*, или особой смолой состава $H_n C_m + H_p C_q O_r$. Его добываютъ во многихъ мѣстахъ и преимущественно на границѣ Швейцаріи и Франціи: въ департаментахъ Эна и Савойи, у Сесселя, и въ кантонѣ Невшатель, въ долину Травера; въ Россіи асфальтъ добывается близъ Сызрани, въ с. Костычахъ.

Асфальтовая смола, или битумъ, весьма горючее, переменнаго состава вещество, состоящее изъ двухъ разныхъ

элементовъ, одного — твердаго и постояннаго, другаго — жидкаго и летучаго; ихъ можно раздѣлить перегонкой. Смотри по отношенію этихъ двухъ элементовъ, битумъ болѣе или менѣе вязокъ при опредѣленной температурѣ. Нефть и каменный уголь представляютъ границы того ряда, въ который можно расположить битумы по относительному содержанию составныхъ элементовъ.

Битумъ встрѣчается также внѣ асфальта; иногда его находятъ въ свободномъ состояніи, какъ на берегахъ Мертваго моря въ Палестинѣ, но чаще имъ бывають пропитаны минеральныя вещества, напримѣръ: глина, какъ на островѣ Тринидадѣ, или песокъ, какъ у Бастенны въ Ландскомъ департаментѣ Франціи.

На холодѣ битумъ сухъ и хрупокъ; при обыкновенной температурѣ онъ твердъ, но во время сильныхъ жаровъ дѣлается тягучимъ. При нагрѣваніи битумъ размягчается и становится жидкимъ при температурѣ свыше 100° C. Если нагрѣвать битумъ на открытомъ воздухѣ выше 140° , то онъ измѣняется: одна часть его улетучивается, другая образуетъ черный угольный остатокъ. Наконецъ, если битумъ зажечь, то онъ сгораетъ коптящемъ пламенемъ.

Когда битумомъ пропитана глина или песокъ, то его легко оттуда извлечь; стоитъ только такую глину или песокъ бросить въ кипящую воду, и битумъ, размягчившись, отдѣляется отъ земли, которая опускается на дно сосуда, оставляя битумъ плавающимъ на поверхности воды. Въ асфальтѣ известковыя частицы, связанныя битумомъ, разъединяются, когда послѣдній дѣлается жидкимъ, то есть при температурѣ около 100° ; при этомъ асфальтъ распадается въ порошокъ, но не плавится.

Для нѣкоторыхъ примѣненій требуется асфальтъ въ расплавленномъ видѣ; чтобы сообщить асфальту способность плавиться, прибавляютъ къ нему нѣкоторое количество битума, дѣлающее его плавкимъ при температурѣ отъ 130 до 140° . Самый богатый асфальтовый известнякъ содержитъ въ себѣ не болѣе $12 - 14\%$ битума; для сообщенія же асфальту плавкости, заключающееся въ

немъ количество битума доводится до 16 — 24⁰/₁₀₀, что достигается смѣшиваніемъ порошка асфальта съ расплавленнымъ битумомъ. Получаемый при этомъ продуктъ отливается въ формы, отвердѣваетъ въ нихъ при охлажденіи и носитъ названіе *асфальтовой мастики*.

54. Устройство и свойства асфальтовой одежды. На городскихъ улицахъ съ большимъ проѣздомъ движеніе экипажей по каменной мостовой производитъ оглушительный шумъ и непріятныя сотрясенія въ прилежащихъ домахъ. Щебеночная одежда устраняетъ эти неудобства, но даетъ много пыли и грязи, неудобныхъ для городского движенія и засоряющихъ водосточныя трубы.

Давно уже старались придумать для подобныхъ случаевъ такое покрытие поверхности дорогъ, которое не имѣло бы неудобствъ каменной мостовой и щебеночной одежды. Задача эта вполнѣ удовлетворительно была рѣшена примѣненіемъ асфальта къ замощенію дорогъ.

Первые опыты устройства асфальтовой одежды относятся къ 1837 году, но долгое время они велись ощупью, прежде чѣмъ найдена была наилучшая форма употребленія асфальта для мощенія.

Сначала изготовляли искусственные бруски изъ хряща и асфальтовой мастики; швы между такими брусками заполнялись расплавленной мастикой, во время укладки ихъ. Дѣлали также попытки устраивать родъ щебеночной одежды, располагая на земляномъ полотнѣ смѣсь изъ щебня и расплавленной мастики. Оба эти способа, имѣющіе большое сходство, одинаково не имѣли успѣха. Зимой мастика, будучи очень хрупкой, раздроблялась между щебенками; лѣтомъ она размягчалась и становилась пластичною, причемъ однѣ щебенки опускались внизъ, а другія выступали на поверхность, гдѣ онѣ образовали шероховатость и быстро измельчались. Въ томъ и другомъ случаѣ, состояніе дорогъ, покрытыхъ подобной одеждой, скоро становилось неудовлетворительнымъ.

Около 1840 года удалось устроить гораздо лучшую до-

рожную одежду, настилая слой расплавленной мастики, съ примѣсью битума и гравія, на бетонное основаніе. Это устройство примѣняется до сихъ поръ для покрытія тротуаровъ, проходовъ и дворовъ, а иногда и улицъ. Устроенная такимъ способомъ одежда носитъ названіе *одежды изъ литаго асфальта* и держится довольно хорошо, если слой расплавленной мастики настиляется на совершенно сухое бетонное основаніе, а движеніе по покрытому одеждою пространству не очень сильно. При испытаніяхъ на улицахъ Парижа въ 1848 году, эта одежда не имѣла успѣха, вслѣдствіе быстроты распространенія поврежденій, достигавшихъ крайней степени во время зимы. потому что исправленіе ея можно производить только въ сухое время. Въ Петербургѣ такой одеждой покрыты двѣ улицы: Малая Садовая и Набережная Фонтанки у Инженернаго замка; на этихъ улицахъ она изнашивается въ короткое время и требуетъ частыхъ исправленій и перестилокъ.

Одежда изъ литаго асфальта устраивается слѣдующимъ образомъ (фиг. 110): на выровненномъ и плотно укатанномъ земляномъ полотнѣ улицы настиляется слой бетона, толщиною отъ 6 до 9 дюймовъ. изъ 4 частей гравія, 2 частей щебня и 1 части портландскаго цемента, съ достаточнымъ количествомъ воды. Слой этотъ утрамбовывается и выравнивается смазкой изъ цементнаго раствора. Когда такое основаніе совершенно отвердѣетъ и высохнетъ, его покрываютъ расплавленной смѣсью изъ мастики, битума и гравія, то есть *литымъ асфальтомъ*. Плавка, или *варка*, литаго асфальта производится у самаго мѣста работъ въ перевозныхъ (фиг. 111) или переносныхъ (фиг. 112) котлахъ. Въ нагрѣтый котель кладутъ сначала битумъ и, расплавивъ его, прибавляютъ къ нему постепенно, за нѣсколько разъ, асфальтовую мастику. По мѣрѣ прибавленія и плавки мастики, ее перемѣшиваютъ, чтобы не дать массѣ пригорать ко дну котла; перемѣшиваніе производится въ перевозномъ котлѣ особой мѣшалкой *A*, а въ переносномъ—ручной кочергой *B*. Когда вся мастика распустится, въ котель всыпаютъ мелкій гравій и смѣшиваютъ его съ расплавленной массой. Рас-

плавленный асфальтъ достаютъ изъ котла черпаками или ведрами и, принеся на мѣсто работъ, вываливаютъ грядками, которыя разстилаются рабочими, стоящими на колѣняхъ, въ ровный слой посредствомъ деревянныхъ лопатокъ (фиг. 113). При этой разстилкѣ, особенное вниманіе обращается на отогрѣваніе остывшихъ краевъ слоя послѣ перерыва работы, чтобы впослѣдствіи стыки слоя не разошлись и не образовали трещинъ; отогрѣваніе производится настилкой на остывшіе края горячаго асфальта и затѣмъ счисткой его прочь.

Если асфальтомъ покрывается проѣзжая часть улицы, то его настилаютъ обыкновенно толщиною въ 2 дюйма, за 2 раза, слоями въ 1 дюймъ. Литой асфальтъ для нижняго слоя составляется изъ 81% мастики, 4% битума и 15% гравія; въ составъ асфальта для верхняго слоя входитъ меньше битума и меньше гравія. Верхній слой разстилается тогда, когда нижній вполне окрѣпнетъ, и поверхность его тотчасъ по настилкѣ, для сообщенія одеждѣ шероховатости, посыпается пескомъ, который затѣмъ растираютъ деревянными *терками* (фиг. 114).

Пытались также употреблять асфальтовый известнякъ въ естественномъ состояніи, какъ обыкновенную каменную породу, — въ видѣ щебня, насыпаннаго слоемъ. При этомъ получалась хорошая щебеночная одежда, которая держалась почти такъ же, какъ обыкновенная, и изнашивалась почти въ такое же время, какъ и послѣдняя. Отъ такого способа покрытія дорогъ пришлось отказаться, по причинѣ его дороговизны.

Хорошихъ практическихъ результатовъ примѣненія асфальта для мощенія достигли лишь въ 1855 году, когда былъ придуманъ способъ устройства мостовой, называющейся *одеждой изъ сплотненнаго асфальта*. Способъ этотъ заключается въ сплотненіи естественнаго асфальта, предварительно обращеннаго въ порошокъ, послѣ разстилки его тонкимъ слоемъ на крѣпкомъ основаніи.

Основаніе образуется слоемъ бетона въ 6 дюймовъ толщиною, покрытымъ смазкой изъ цементнаго раствора. тол-

щиною въ 0,4 дюйма, поверхности которой придается въ точности желаемая выпуклость дороги. Устраиваютъ иногда основаніе и въ видѣ хорошо укатанной щебеночной одежды, которой поверхность, до-чиста вычищенная, выравнивается цементнымъ растворомъ.

Асфальтовый известнякъ обращается въ порошокъ механическимъ способомъ: сначала его разбиваютъ въ куски дробилками, затѣмъ размалываютъ на особыхъ мельницахъ и наконецъ просѣиваютъ въ коническихъ ситахъ. Полученный порошокъ нагревается до 120° во вращающихся на горизонтальной оси *барабанахъ* и подвозится къ мѣсту работъ въ закрытыхъ повозкахъ. Часто впрочемъ нагреваютъ асфальтовый порошокъ у самаго мѣста работъ на особыхъ перевозныхъ *сковородахъ* изъ листового желѣза (фиг. 115).

Въ нагрѣтомъ состояніи порошокъ разсыпается на основаніи въ количествѣ, достаточномъ для образованія слоя отъ 1,5 до 2 дюймовъ толщиною, для чего порошокъ долженъ быть насыпанъ на толщину отъ 2,25 до 3 дюймовъ. Порошокъ разстилаютъ равномернo лопатками и выравниваютъ по желаемой профили. Выравниваніе дѣлается при помощи шаблона (фиг. 116), состоящаго изъ длинной доски *A*, нижній край которой вырѣзанъ сообразно съ профилею и будущимъ уплотненіемъ слоя, а верхній прикрѣпленъ къ шпиргельному брусу *B* съ каточками на обоихъ концахъ. Передвигая этотъ шаблонъ по положеннымъ у краевъ одежды брускамъ, надъ насыпаннымъ порошкомъ, приводятъ послѣдній къ однообразной и требуемой толщинѣ. Затѣмъ, рабочіе съ нагрѣтыми на жаровнѣ желѣзными *пестами* (фиг. 117) уплотняютъ осторожно порошокъ, такимъ образомъ, чтобы вновь соединить раздѣленные частицы асфальта. Выравниваніе поверхности оканчиваютъ разглаживаніемъ ея посредствомъ особыхъ, большихъ, немного вогнутыхъ *утюговъ* (фиг. 118), напередъ нагрѣваемыхъ, подобно пестамъ. Далѣе, трамбуютъ асфальтовый слой пестами снова, на этотъ разъ энергично, и посыпаютъ его мелкимъ пескомъ, чтобы предупредить по-

скальзываніе лошадей. Наконецъ, провозять по слою маленькій ручной катокъ, вѣсящій отъ 25 до 30 пудовъ и имѣющій цилиндръ шириною отъ 0,3 до 0,4 сажени. Подобная одежда можетъ быть открыта для проѣзда по истеченіи нѣсколькихъ часовъ по ея устройствѣ.

Иногда слой асфальта отдѣляютъ отъ бетоннаго основанія прокладкой изъ кровельнаго толя, которая имѣетъ назначеніе облегчать небольшія перемѣщенія асфальтоваго слоя, происходящія при измѣненіи температуры и служащія часто причиною образованія трещинъ въ асфальтовой одеждѣ.

Одежда изъ сплотненнаго асфальта превосходна при условіи, что послѣдній расположенъ на совершенно сухомъ и прочномъ основаніи. Если бетонъ, по которому растилаютъ асфальтъ, влаженъ, то находящаяся на немъ вода испаряется отъ прикосновенія съ горячимъ порошкомъ, причемъ паръ можетъ вырваться наружу, лишь пролагая себѣ проходы сквозь асфальтовую кору. Вслѣдствіе этого, въ асфальтѣ образуется рядъ вертикальныхъ трещинъ, раздѣляющихъ его на мелкія части, которыя легко раздробляются при движеніи экипажей. Неравномѣрная сжимаемость грунта производитъ такой же результатъ, почему иногда бетонный слой располагаютъ не непосредственно на грунтѣ, а на плотно укатанной подстилкѣ изъ крупнаго щебня или изъ крупныхъ камней и хряща. Кромѣ того, для исправности одежды важно, чтобы толщина асфальтоваго слоя была однообразна и чтобы основаніе не представляло никакихъ ямокъ. Наконецъ, существенными условіями успѣха этой одежды являются тщательность выполненія работъ при устройствѣ ея и выборъ матеріаловъ.

Дороги, покрытыя асфальтовой одеждой, избавлены отъ грязи и пыли, потому что изнашиваніе асфальта происходитъ очень медленно. Полагаютъ, что асфальтовый слой теряетъ въ годъ не болѣе $\frac{1}{25}$ дюйма толщины на тысячу проходящихъ по дорогѣ лошадей въ день. Асфальтовая одежда загрязняется лишь навозомъ, доставляетъ экипажамъ проѣздъ покойный и мягкій, безъ шума и тряски, и совершенно освобождаетъ дома отъ сотрясеній. Въ холодное время года сопротивленіе тяги на ней меньше, чѣмъ на тесанной мо-

стовой; лѣтомъ оно не превышаетъ сопротивленія на шебеночной одеждѣ, за исключеніемъ случаевъ, когда дорога подвергается дѣйствию жгучихъ лучей солнца, размягчающихъ иногда асфальтъ до того, что на немъ остаются слѣды отъ прохода колесъ. Наконецъ, въ асфальтовой одеждѣ нѣтъ швовъ и потому она въ полномъ смыслѣ непроницаема и не пропускаетъ той грязи, которая пропитываетъ основаніе каменной мостовой.

Вмѣстѣ съ этими достоинствами, драгоценными для большихъ городовъ, асфальтовая одежда обладаетъ и нѣкоторые недостатки: ее нельзя устраивать и въ особенности ремонтировать иначе, какъ въ сухое время, которое въ нѣкоторыхъ краяхъ случается рѣдко и продолжается недолго; если поврежденія являются въ ней зимой, то до наступленія удобнаго для ремонта, сухого и теплаго, времени они успѣваютъ достигнуть значительныхъ размѣровъ; кромѣ того, сильные морозы и продолжительные дожди даютъ происхожденіе поврежденіямъ асфальтоваго слоя, тѣмъ болѣе вреднымъ, что образованіе ихъ не разъяснено еще хорошо. Слѣдствіемъ этихъ особенностей асфальтовой одежды является то, что ремонтъ ея очень труденъ и дорогъ.

Вначалѣ существовало также опасеніе, что асфальтовая одежда будетъ опасна для лошадей, вслѣдствіе отсутствія швовъ для удержанія ихъ отъ поскользыванія. Но впослѣдствіи выяснилось, что асфальтъ не скользокъ самъ по себѣ, потому что онъ никогда не полируется; онъ дѣлается скользкимъ только отъ присутствія на поверхности его тонкаго слоя постороннихъ пластическихъ или скользкихъ веществъ, каковы — грязь и ледъ. Грязь обыкновенно доставляется сосѣдними дорогами, съ которыхъ она наносится колесами экипажей; она не представляетъ неудобства, если очень жидка, но становится скользкою при сгущеніи. Впрочемъ, при такой густой, или *жирной*, грязи, а также при гололедицѣ, достаточно только немного посыпать поверхность асфальтовой одежды пескомъ, чтобы устранить совершенно ея скользкость.

Благодаря своимъ полезнымъ особенностямъ, асфаль-

товая одежда представляет весьма распространенный видъ мощенія улицъ въ большихъ городахъ Западной Европы; въ Берлинѣ и Парижѣ ею покрыто очень много улицъ въ центральныхъ частяхъ городовъ. Дороговизна устройства и ремонта представляетъ главное препятствіе къ еще болѣе широкому распространенію этой одежды на городскихъ улицахъ и дѣлаетъ ее мало примѣнимою для открытыхъ дорогъ.

г) Деревянная мостовая.

55. Укрѣпленіе поверхности дорогъ хворостомъ, жердями и пластинами. Употребленіе дерева для устройства дорожной одежды ведетъ свое начало вѣроятно съ того же времени, какъ и самая ранняя потребность въ перевозкѣ грузовъ по дурному грунту,—по тосямъ или болотамъ. Застилка дорогъ хворостомъ, жердями и пластинами, для укрѣпленія поверхности ихъ, была извѣстна болѣе тысячи лѣтъ назадъ; покрытіе полотна мостовъ и небольшихъ участковъ дорогъ досками и бревнами вошло въ употребленіе столь же давно. Не смотря на это, нѣтъ основанія думать, чтобы деревянная мостовая, въ узкомъ смыслѣ этого слова, употреблялась раньше настоящаго столѣтія; самое раннее примѣненіе ея къ общественнымъ дорогамъ было сдѣлано въ Россіи. Прежде описанія этой мостовой, скажемъ нѣсколько словъ объ употребленіи хвороста, жердей и пластинъ для укрѣпленія поверхности дорогъ.

Хворостяная стилка устраивается изъ хвороста или фашинь, поддерживающихъ хрящъ, песокъ или иной матеріаль, который собственно и подвергается непосредственному дѣйствию проѣзда; такой сыпучій матеріаль является необходимой составной частью этой одежды, потому что самый хворостъ, по мягкости своей, неудобенъ для проѣзда и не представляетъ достаточнаго сопротивленія тренію колесъ. Хворостяная стилка удобна для укрѣпленія проѣзжей части дорогъ въ грунтахъ, растворяемыхъ водою, каковы —

мергельный, известковый, глинистый и др. Для устройства ея, хворость и хрящъ или песокъ располагаются послѣдовательными рядами: сначала кладутъ поперегъ дорожнаго полотна рядъ двукомельныхъ фашинъ и, перерубивъ ихъ перевязки, разравниваютъ хворость въ слой; затѣмъ, сверхъ хвороста насыпаютъ слой хряща или песка; подобное нанесеніе слоевъ повторяютъ нѣсколько разъ, смотря по степени вязкости и низменности мѣста.

Въ видѣ примѣра, можно указать слѣдующій способъ устройства хворостяной стилки, оказавшейся дешевымъ и довольно удовлетворительнымъ по удобству проѣзда и ремонта. На поверхность земли накладываютъ (фиг. 119), по ширинѣ въ 2 сажени, слой хвороста изъ хвойнаго или лиственнаго лѣса, толщиною не менѣе 30 дюймовъ по срединѣ и 20 дюймовъ по краямъ, располагая вѣтви поперегъ дороги; потомъ, по бокамъ этого слоя, отступя отъ него на 1,5 сажени, копаютъ канавы и вынимаемую землю насыпаютъ на хворость слоемъ, толщиною въ 12 дюймовъ, съ выпуклостью къ срединѣ; наконецъ, насыпанную землю плотно утрамбовываютъ и покрываютъ ее слоемъ песка, толщиною отъ 4 до 7 дюймовъ, смотря по вязкости земли.

Жердевой настиль устраивается изъ сосновыхъ или еловыхъ жердей, длиною въ 2 сажени и толщиною не менѣе 2 вершковъ. Сначала по длинѣ дороги (фиг. 120) кладутъ и вбиваютъ въ грунтъ 3 или 4 ряда жердей, въ видѣ лежней; на этихъ лежняхъ настилаютъ жерди поперегъ, комлями попеременно въ ту и другую сторону, пригоняя жерди, какъ между собою, такъ и къ лежнямъ, помощью небольшой притески. Затѣмъ, для скрѣпленія жердей, сверхъ настилки, по обѣимъ краямъ ея, кладутъ прижимы изъ жердей; прижимы эти прибиваютъ къ землѣ кольями съ изогнутыми головками, располагая кольца наклонно по обѣимъ сторонамъ прижимовъ, въ разстояніи полусажени одинъ отъ другаго, и дѣлая для нихъ вырубку въ смежныхъ жердяхъ. Наконецъ, для облегченія проѣзда и сохраненія настила, сверхъ жердей насыпаютъ слой глинисто-песчаной земли, толщиною въ 3 дюйма. Съ цѣлью увеличенія прочности

настила, полезно дѣлать прижимы изъ пластинъ, болѣе обезпечивающихъ надлежащую связь жердей.

Пластинный настилъ устраивается подобно жердевому. Вдоль дороги врываютъ въ грунтъ 4 или 5 рядовъ лежней *L* изъ четырехвершковыхъ бревенъ и по нимъ настилаютъ пластины *M*, длиною обыкновенно отъ 2 до 3 сажень, изъ шестивершковыхъ бревенъ. При стилкѣ, пластины располагаются поперегъ дороги, горбылемъ къ землѣ, и прирубаются, какъ между собою, такъ и къ лежнямъ. Сверхъ пластинной настилки, по обоимъ краямъ ея, кладутся прижимы *O* изъ бревенъ, обтесанныхъ на 3 канта; прикрѣпленіе прижимовъ къ землѣ или къ лежнямъ производится свайками *A* или булавами *B* (фиг. 121), размѣщенными черезъ сажень по длинѣ прижимовъ. Булавы дѣлаютъ изъ плотнаго неколющагося дерева, напримѣръ изъ березы, съ головками на нижнемъ концѣ, и продѣваютъ ихъ въ выдолбленныя въ лежняxъ отверстія; затѣмъ, къ нимъ прирубаютъ настилъ и прижимы, сверхъ которыхъ верхніе концы булавъ расклиниваются. Было испытано располагать пластины наклонно къ оси дороги, но безъ успѣха: такое расположеніе, не облегчая проѣзда, только ускоряло истираніе пластинъ.

Пластинный настилъ удобнѣе жердеваго для проѣзда, но обходится дороже при постройкѣ. Вообще же, какъ хворостяная стилка, такъ и жердевой и пластинной настилы не даютъ вполне удовлетворительной и удобной для движенія одежды, скоро портятся и въ нѣсколько (3—5) лѣтъ совершенно сгниваютъ. Поэтому примѣненіе ихъ не велико и ограничивается тѣми мѣстностями, которыя, при болотистомъ грунтѣ, весьма бѣдны каменными матеріалами и богаты лѣсомъ.

56. Торцовая мостовая; мостовая системы Гурьева. Гораздо совершеннѣе описанныхъ видовъ настила — досчатый и брусчатый настилы, но примѣненіе ихъ ограничивается мостами. Не входя въ подробности устройства этихъ настиловъ, какъ частей мостовъ, замѣтимъ только, что на-

стилы эти не долговѣчны и быстро изнашиваются, потому что дерево, положенное волокнами горизонтально, слабо выдерживаетъ дѣйствіе внѣшнихъ усилій: давленіе и удары, дѣйствуя на дерево поперегъ волоконъ, легко раздробляютъ вещество, связывающее волокна, что даетъ начало полному разрушенію дерева; треніе же колесъ, при дѣйствіи вдоль волоконъ, легко отдѣляетъ верхнія волокна отъ остальныхъ.

Значительно большее сопротивленіе внѣшнимъ усиліямъ представляетъ дерево въ томъ случаѣ, когда оно расположено къ поверхности дороги *торцемъ*, то есть поставлено волокнами вертикально. Это свойство дерева послужило основаніемъ къ устройству деревянной мостовой болѣе совершеннаго типа, *торцовой мостовой*.

Первое печатное упоминаніе о торцовой мостовой относится къ 1822 году и находится въ книгѣ баварскаго инженера *Пехмана* (*Anleitung zum Bau und zur Erhaltung der Haupt- und Vicinal-Strassen*), въ которой сдѣлана между прочимъ слѣдующая замѣтка: „Особой рекомендаціи заслуживаетъ для мостовъ мостовая изъ деревянныхъ кубиковъ, поставленныхъ торцемъ. Такъ какъ деревянные кубики можно нарѣзать изъ короткихъ концовъ, остающихся безъ пользы въ большомъ количествѣ при возведеніи деревянныхъ построекъ, то устройство такой мостовой обходится недорого. Многолѣтній опытъ на нѣсколькихъ мостахъ въ Баваріи доказываетъ долговѣчность и прочность такой мостовой, какъ относительно разрушительнаго дѣйствія экипажей, которому она противостоитъ дольше, чѣмъ каменная мостовая, отягчающая сильнѣе мосты, такъ и относительно гніенія“.

По этой замѣткѣ и нѣкоторымъ другимъ указаніямъ можно думать, что первыя попытки устройства торцовой мостовой были сдѣланы въ началѣ XIX столѣтія въ Германіи и Австріи, но до двадцатыхъ годовъ попытки эти ограничивались незначительными размѣрами, замощеніемъ торцами полотна мостовъ, проѣздовъ и проходовъ. Первое примѣненіе этой мостовой къ замощенію улицъ было сдѣлано въ началѣ двадцатыхъ годовъ въ Россіи, въ С.-Пе-

тербургѣ; по предложенію академика *Гурьева*, торцовой мостовой замощены были сначала два участка на Большой Морской и Милліонной улицахъ, а затѣмъ, черезъ 6 — 7 лѣтъ, часть Невскаго проспекта и Петергофской дороги. Впослѣдствіи эта мостовая была испытана въ Лондонѣ, Вѣнѣ и Нью-Йоркѣ.

Въ первоначальномъ видѣ мостовая системы *Гурьева* устраивалась слѣдующимъ образомъ (фиг. 122). На хорошо уплотненное основаніе изъ гравія или щебня, покрытое слоемъ песка, въ 2 — 3 дюйма толщиною, укладывались одна возлѣ другой призматическія *колодки*, *шапки* или *торцы* (фиг. 123), высотой 7 дюймовъ и въ поперечникѣ 10 дюймовъ. Колодки эти соединялись вмѣстѣ посредствомъ деревянныхъ штырей *A*, около 4 дюймовъ длиною, заколачиваемыхъ въ одно-дюймовыя дыры, высверленныя въ двухъ противоположныхъ граняхъ каждой колодки, на половинѣ ея высоты. По обѣимъ сторонамъ улицы узкія полосы замощивались булыжною мостовою, а въ промежуткѣ между ними настигалась деревянная мостовая изъ колодокъ, соединявшихся изложеннымъ способомъ. Поверхность мостовой осмаливалась затѣмъ нагрѣтой смѣсью изъ жидкой и густой смолы, поровну, причемъ мазилкой проводили по швамъ колодокъ, для закрытія всѣхъ щелей, черезъ которыя вода могла бы проникнуть между торцами. Наконецъ, тотчасъ же за осмолкой поверхность мостовой посыпалась пескомъ въ такомъ количествѣ, сколько его могла забрать въ себя смола. Колодки получались распилкой шестивершковыхъ бревень на части, поперекъ длины, посредствомъ обыкновенныхъ или же двойныхъ круглыхъ пилъ, и обтесывались затѣмъ въ шестигранныя призмы, въ ручную топорами или на машинахъ особыми стальными рѣзцами. Для намѣтки граней при ручной обтескѣ употреблялся иногда желѣзный *шестигранникъ* (фиг. 124); шестигранникъ этотъ приставляли къ отпиленному куску бревна и ударами загоняли лезвія его въ дерево, причемъ на кускѣ обозначались начальныя направленія граней.

Были попытки замѣнить шестигранную форму коло-

докъ восьмигранной, криволинейной и кубической, но попытки эти не имѣли успѣха. Восьмигранная форма колодокъ (фиг. 125) требуетъ дополнительныхъ четырехъ торцевъ *K*, которые, вслѣдствіе меньшихъ размѣровъ, изнашиваются скорѣе восьмигранныхъ и ускоряютъ разстройство мостовой; криволинейная форма колодокъ (фиг. 126) представляетъ больше трудностей при изготовленіи и притескѣ торцевъ, чѣмъ призматическая; при кубической же формѣ на изготовленіе колодокъ идетъ больше матеріала, чѣмъ при шестигранной.

Впослѣдствіи въ описанной мостовой было сдѣлано улучшеніе измѣненіемъ устройства основанія. Для предупрежденія неравномѣрной осадки, мостовую начали стлать по осмоленному настилу изъ досокъ *A* (фиг. 127), положенныхъ вдоль дороги, съ промежутками въ четверть дюйма, на поперечные лежни *B*. При этомъ лежни располагаются на разстояніи полсажени одинъ отъ другаго и утапливаются въ землю, а грунтъ между ними плотно трамбуется и обдѣлывается небольшою выпуклостью, во избѣжаніе прогиба досокъ.

Деревянная мостовая системы Гурьева, въ послѣднемъ видѣ, примѣняется къ замощенію улицъ въ С.-Петербургѣ до сихъ поръ безъ всякихъ измѣненій. Стоимость устройства вновь такой мостовой съ досчатымъ настиломъ составляетъ въ настоящее время 16 р. 80 к. за кв. сажень, стоимость передѣлки ея, съ досчатымъ настиломъ—13 р. 66 к., безъ настила—9 р. 64 к. за кв. сажень. Для замощенія квадратной сажени улицы потребно 100 торцевъ изъ шестивершковыхъ бревенъ; на осмолку квадратной сажени выходитъ $\frac{2}{5}$ пуда смолы, а на обыску того же пространства пескомъ $\frac{1}{400}$ куб. сажени песка.

Эта мостовая крайне недолговѣчна: въ мѣстахъ очень сильнаго проѣзда въ Петербургѣ она держится не болѣе 2 лѣтъ; на улицахъ же съ среднимъ движеніемъ—около 4 лѣтъ. Вслѣдствіе этого, перемощеніе улицъ, покрытыхъ такой мостовой, приходится производить очень часто, что вызываетъ большіе расходы и затрудняетъ проѣздъ. Однако, не смотря на недолговѣчность и дороговизну въ общемъ мостовой си-

стемы Гурьева, городъ до сихъ поръ съ замѣчательнымъ упрямствомъ держится этой системы, не вводя въ нее никакихъ измѣненій и не дѣлая никакихъ попытокъ ко введенію торцовой мостовой другихъ системъ, во многихъ отношеніяхъ болѣе совершенныхъ и болѣе выгодныхъ.

57. Торцовая мостовая въ Англии. Въ Англии первыя попытки устройства деревянной мостовой начались въ 1825 г., но долгое время ограничивались незначительными размѣрами и не имѣли успѣха. Исторія этой мостовой выражается въ цѣломъ рядѣ привилегій, взятыхъ на особыя конструкціи ея, причемъ перепробованы были всевозможныя, прямыя, кривыя, косоугольныя и зубчатыя формы колодокъ, но ни одна изъ этихъ конструкцій не сохранилась до настоящаго времени.

Первые изобрѣтатели составляли мостовую изъ торцевъ, поддержанныхъ чугунными кбробками; потомъ, когда система Гурьева, по описаніямъ путешественниковъ, стала извѣстною въ Англии, началось подражаніе этой системѣ. Въ 1839 г. *Робертъ Карей (Robert Carey)* взята была привилегія на устройство деревянной мостовой изъ колодокъ (фиг. 128), имѣвшихъ форму двухъ сложенныхъ основаніями четырехгранныхъ усѣченныхъ пирамидъ, и притомъ двоякаго рода, однѣ—съ расширеніемъ, а другія—съ суженіемъ къ срединѣ, такъ что колодки входили одна въ другую, взаимно подпираясь и удерживаясь. Съ этого времени большая часть послѣдующихъ изобрѣтеній была проникнута той ложной идеей, что для прочности мостовой весьма существенно, чтобъ торцы были крѣпко соединены между собою врубками; средства и формы, предлагавшіяся для достиженія этого свойства, были очень разнообразны и многочисленны.

Въ 1842 году *Осборнъ Рейнольдсъ (Osborne Reynolds)* ввелъ впервые деревянныя колодки параллелепипедальной формы, считающейся въ настоящее время наивыгоднѣйшею. Дальнѣйшія улучшенія были сдѣланы въ 1871 г. обществомъ Improved Wood Pavement Company; затѣмъ, весьма существенное усовершенствованіе мостовой относится къ 1874 г., когда введено было употребленіе бетона на основаніе.

Изъ старыхъ системъ торцовой мостовой достаточно описать здѣсь лишь систему *Копланда* (*Copland*). Мостовая этой системы (фиг. 129) составляется изъ параллелепипедальныхъ колодокъ, расположенныхъ поперечными рядами на тонкомъ слое асфальта, который поддерживается слоемъ бетона, въ 12 дюймовъ толщиною; колодки отдѣльныхъ рядовъ соединены между собою нагелями; нижняя часть швовъ между торцами заполнена асфальтомъ, а верхняя—пескомъ. Эта мостовая была примѣнена въ Лондонѣ и Гамбургѣ.

Въ новѣйшее время въ англійскихъ городахъ вошло въ употребленіе болѣе простое устройство торцовой мостовой, устраняющее неудобства прежнихъ системъ. Мостовая примѣнена въ большихъ размѣрахъ особенно тамъ, гдѣ преобладаетъ сильный проѣздъ въ легкихъ экипажахъ и желательно устраненіе шума отъ проѣзда.

Колодки вырѣзываются изъ простаго или пропитаннаго креозотомъ лѣса и имѣютъ отъ 3 до 4 дюймовъ ширины, отъ 6 до 7 дюймовъ высоты и отъ 8 до 12 дюймовъ длины. Матеріаломъ для колодокъ служитъ почти исключительно *красная шведская ель*; она мягче другихъ породъ дерева, но обладаетъ весьма важнымъ для дорожной одежды качествомъ—*однородностью*. Твердые породы дерева, каковы—дубъ и букъ, теперь совершенно оставлены, потому что они доставляютъ матеріаль неоднородный и отъ проѣзда дѣлающійся весьма гладкимъ. Въ послѣднее время начинаютъ входить въ употребленіе и имѣютъ успѣхъ американскія породы дерева—*pinus mitis* и *pinus rigida*.

Колодки располагаются почти исключительно рядами, нормальными къ оси улицы; стыковымъ швамъ между отдѣльными торцами и швамъ между рядами даютъ толщину отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{2}$ дюйма, смотря по роду заполнения ихъ. Швы заполняются или толемъ при толщинѣ въ $\frac{1}{8}$ дюйма, или асфальтовой смолой при толщинѣ отъ $\frac{1}{4}$ дюйма, или наконецъ цементнымъ растворомъ при толщинѣ отъ $\frac{2}{5}$ до $\frac{1}{2}$ дюйма. Нерѣдко также нижняя часть швовъ заливается асфальтовой мастикой, а верхняя—растворомъ, но употреблявшаяся раньше

закладка швовъ деревянными пластинками совершенно оставлена. Вообще для заполнения швовъ берутъ такой матеріалъ, который былъ бы немного сжимаемъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, непроницаемъ для воды, чтобы задѣлка швовъ, съ одной стороны, допускала разбуханіе торцевъ безъ выпучиванія мостовой, а съ другой, препятствовала прониканію дождевой воды подъ торцы. Изъ указанныхъ способовъ заполнения швовъ ни одинъ не выказалъ существенныхъ преимуществъ передъ другими.

Основаніе торцовой мостовой образуется, подобно основанію асфальтовой одежды, слоемъ бетона, отъ 6 до 10 дюймовъ толщиною, смотря по твердости грунта, а поверхность основанія выравнивается по надлежащей выпуклости дороги тонкой цементной смазкой или слоемъ песка въ 2 дюйма. Кромѣ образованія твердаго основанія для мостовой, бетонный слой имѣетъ еще назначеніе мѣшать поднятію грунтовой воды вверхъ, такъ какъ отъ устраненія воды существенно зависитъ долговѣчность мостовой, въ особенности, если пропитываніемъ дерева и заполненіемъ швовъ мостовая защищена и отъ прониканія воды сверху.

На Оксфордской улицѣ въ Лондонѣ устроена въ 1878 г. торцовая мостовая, изображенная въ поперечномъ и продольномъ разрѣзахъ на фигурѣ 130; швы заполнены цементнымъ растворомъ. Торцовая мостовая, устроенная въ томъ же году въ Бирмингамѣ, представлена на фигурѣ 131; въ ней стыковые и поперечные швы заполнены гидравлическимъ растворомъ, а бетонное основаніе покрыто слоемъ песка. Эта мостовая устроена взамѣнъ торцовой-же мостовой на основаніи изъ двойнаго досчатаго настила, которая худо держалась.

58. Торцовая мостовая въ Америкѣ. Въ Сѣверной Америкѣ первые опыты устройства торцовой мостовой были сдѣланы нѣсколько позже, чѣмъ въ Англіи. Тамъ условія для устройства такой мостовой представлялись, подобно тому, какъ и въ Россіи, весьма благоприятными, потому что дерево можно достать легко, въ большомъ количествѣ и хоро-

шаго качества. Но и въ Америкѣ, какъ въ Англии, сначала не получали хорошихъ результатовъ, и лишь мало-по-малу, когда узнали недостатки и неудобства отдѣльныхъ системъ устройства и нашли средства ихъ устранять примѣненіемъ болѣе цѣлесообразныхъ конструкцій, дѣло пошло лучше. Теперь деревянная мостовая употребляется тамъ въ широкихъ размѣрахъ, ею замощены цѣлыя части городовъ и даже цѣлые города, напримѣръ Чикаго.

На фигурахъ 132 и 133 изображены двѣ системы деревянной мостовой, примѣненные въ Америкѣ. Въ этихъ системахъ колодки укладываются на слой песка, въ 6 дюймовъ толщиною, тщательно укатанный и выравненный по шаблону. Въ первой системѣ скрѣпленіе колодокъ дѣлается посредствомъ дощечекъ, въ 1 дюймъ толщины и одинаковой съ торцами высоты; во второй системѣ соединеніе колодокъ достигается при помощи самой формы ихъ. Въ обоихъ случаяхъ колодки пропитываются передъ стилкой горячей смолой и укладываются рядами, нормально къ оси улицы и въ перевязку, а швы заливаются смѣсью изъ мелкаго хряща и каменноугольной смолы. Иногда колодки располагаются на досчатомъ настиль (фиг. 134) и ряды ихъ отдѣляются одинъ отъ другаго планками, изогнутыми по выпуклости поперечнаго профиля улицы и прикрѣпленными къ торцамъ гвоздями; планки занимаютъ при этомъ только нижнюю часть швовъ, верхняя же часть послѣднихъ заливается смѣсью изъ хряща и смолы.

Въ Чикаго деревянная мостовая устроена слѣдующимъ образомъ. На тщательно уплотненное земляное полотно насыпается и утрамбовывается двухдюймовый слой песка или хряща; на послѣдній укладывается основаніе изъ двухдюймовыхъ еловыхъ досокъ, настланныхъ вдоль улицы и поддержанныхъ по концамъ и срединѣ другими поперечными досками; всѣ эти доски осмаливаются съ обѣихъ сторонъ. Колодки, размѣрами $4 \times 6 \times 8$ дюймовъ, грубо вытесанные изъ кедроваго дерева, укладываются рядами на досчатомъ настиль, а швы между ними, толщиною около 1 дюйма, заполняются хрящомъ. Затѣмъ, мостовая утрамбовывается,

швы вновь заполняются хрящомъ и заливаются разогрѣтой асфальтовой смолой. Наконецъ, поверхность мостовой поливается асфальтовой смолой и посыпается хрящомъ.

59. Устройство торцовой мостовой новѣйшаго типа въ Лондонѣ и Парижѣ. Въ послѣднее время въ Лондонѣ и Парижѣ торцовая мостовая считается наилучшимъ видомъ дорожной одежды для центральныхъ улицъ, причемъ устраивается слѣдующимъ образомъ:

На земляномъ полотнѣ (фиг. 136) настиляется слой бетона, толщиной отъ 6 до 8 дюймовъ, составленнаго изъ 1 части портландскаго цемента на 7 частей смѣси изъ $\frac{1}{3}$ песка и $\frac{2}{3}$ хряща; бетонъ разстилаютъ въ мягкомъ состояніи и уплотняютъ трамбовками до тѣхъ поръ, пока на поверхности его не покажется жидкій растворъ, послѣ чего поверхность слоя покрывается смазкой изъ цементнаго раствора, которую выравниваютъ по заданному профилю улицы. Съ этой цѣлью профиль обозначается забитыми на нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другаго кольями, къ которымъ прибиваютъ гибкія дощечки, служащія правилками; передвигая линейку по двумъ послѣдовательнымъ правилкамъ, выравниваютъ поверхность раствора точно по профилю. Черезъ 4 или 5 дней послѣ устройства основанія, когда бетонъ успеетъ окрѣпнуть, на немъ стелютъ мостовую.

Колодки имѣютъ форму равныхъ прямыхъ параллелепипедовъ, размѣрами $3 \times 6 \times 9$ дюймовъ, и получаютъ распилкой самыхъ лучшихъ досокъ красной шведской ели. Доски, толщиной 3 дюйма и шириною 9 дюймовъ, выпиляются изъ бревенъ, свѣже срубленныхъ и высшаго достоинства; при приѣмкѣ досокъ, бракуютъ сначала всѣ штуки, имѣющія гниль, трещины и другіе пороки, затѣмъ производятъ окончательный приѣмъ съ меньшей тщательностью; послѣ распилки досокъ на бруски, высотой 6 дюймовъ, исключаютъ изъ числа годнаго матеріала всѣ колодки съ сучьями. Предъ употребленіемъ въ дѣло, колодки погружаются на 5 минутъ въ расплавленную смѣсь битума, креозота и глинистаго мѣла.

Колодки укладываютъ на основаніе рядами, нормальными къ оси улицы и отдѣленными одинъ отъ другаго швами, которымъ придаютъ однообразную толщину въ 0,4 дюйма, посредствомъ планокъ *A* (фиг. 135), помѣщаемыхъ временно между рядами. По укладкѣ всѣхъ колодокъ, вынимаютъ планки и наливаютъ на поверхность мостовой известное количество расплавленнаго битума, который стекаетъ въ швы и заполняетъ ихъ на высоту около 1,5 дюйма (фиг. 136); отвердѣвая въ швахъ, битумъ сплавиваетъ торцы въ одну непроницаемую кору. Наконецъ, заполняютъ остальную часть швовъ жидкимъ цементнымъ растворомъ, наливая его на поверхность мостовой и запуская въ швы помощью метель. Окончивъ мощеніе, посыпаютъ мостовую мелкимъ, острымъ гравіемъ, который вдавливаясь въ дерево, укрѣпляетъ поверхность мостовой и дѣлаетъ ее несколькою; посыпку эту приходится производить по нѣскольку разъ въ годъ.

Продольные швы, стыковые между отдѣльными торцами въ ряду, располагаютъ въ перевязку и дѣлаютъ ихъ возможно тоньше, обыкновенно не толще $\frac{1}{10}$ дюйма. Для доставленія же торцамъ возможности раздаваться при разбуханіи, окаймляютъ мостовую двумя или тремя рядами колодокъ *B*, уложенныхъ длиною по направленію оси улицы, и швамъ между этими рядами даютъ толщину отъ 1 до 1,5 дюйма, съ заполненіемъ ихъ пескомъ.

60. Свойства торцовой мостовой. Торцовая мостовая обладаетъ достоинствами, весьма важными для большихъ городовъ: она почти совершенно устраняетъ уличный шумъ и сотрясенія отъ проѣзда и не даетъ ни пыли, ни грязи; она не требуетъ, строго говоря, никакихъ исправленій; очистка ея легче и дешевле очистки каменной мостовой и особенно щебеночной одежды; при ней водостоки не заполняются массой песка; наконецъ, она представляетъ малое сопротивленіе тягѣ.

Къ недостаткамъ деревянной мостовой обыкновенно относятъ слѣдующее:

1) въ случаѣ пожаровъ, она можетъ загорѣться и служить удобнымъ матеріаломъ для распространенія огня, чему бывали примѣры въ Америкѣ, гдѣ на улицахъ нѣкоторыхъ городовъ не только проѣзжая часть, но и тротуары покрыты деревомъ;

2) напиткиваясь водою съ органическими веществами, она производитъ въ послѣдствіи зловонныя и нездоровыя испаренія;

3) пыль, образуемая при истираніи этой мостовой, имѣетъ видъ мелкихъ иголъ, которыя, летая въ воздухѣ, могутъ утомлять и ранить глаза, какъ это было замѣчено въ Америкѣ; и

4) гладкая поверхность мостовой дѣлается скользкою при смачиваніи и гололедицѣ.

Однако, при практикуемыхъ теперь способахъ устройства торцовой мостовой и въ обыкновенныхъ случаяхъ ея примѣненія, перечисленные свойства нельзя считать недостатками. Горючесть матеріала мостовой едва-ли можетъ представлять какую либо опасность въ случаѣ пожаровъ, при обильной поливкѣ главныхъ городскихъ улицъ и при огромныхъ средствахъ тушенія пожаровъ въ большихъ городахъ. Вредное дѣйствіе древесной пыли совершенно уничтожается тщательной очисткой и частой поливкой улицъ въ жаркое лѣтнее время. Скользкость поверхности деревянной мостовой легко устранить разсыпкой по ней отъ времени до времени небольшого количества мелкаго гравія, который вдавливаясь въ дерево, сообщаетъ ему достаточную шероховатость. Напитываніе мостовой органическими веществами, въ новѣйшихъ системахъ устройства ея, въ значительной мѣрѣ отстраняется пропитываніемъ торцевъ креозотомъ, или погруженіемъ ихъ на нѣкоторое время въ нагрѣтую смѣсь смолы съ креозотомъ, и заливкой швовъ битумомъ и цементомъ.

Единственный важный недостатокъ деревянной мостовой — недолговѣчность, вслѣдствіе которой она требуетъ черезъ короткіе періоды времени полнаго возобновленія, не только дорогаго, но и стѣснительнаго для движенія. Выше

было уже упомянуто, что мостовую системы Гурьева приходится возобновлять через промежутки времени не болѣе 2 — 4 лѣтъ; въ Петербургѣ мѣстами она возобновляется даже ежегодно. Торговая мостовая новѣйшей системы держится гораздо лучше, но все-же не такъ долго, какъ хорошая каменная тесанная мостовая. Замѣчено, что на улицахъ съ весьма большимъ движеніемъ изнашиваніе торговой мостовой новѣйшей системы, съ поверхности, составляетъ ежегодно отъ 0,4 до 0,8 дюйма и что мостовую приходится мѣнять при потерѣ ею отъ 2 до 3 дюймовъ толщины. Сообразно съ этимъ, продолжительность службы мостовой на весьма оживленныхъ улицахъ достигаетъ четырехъ или пяти лѣтъ; на улицахъ же съ средней дѣятельностью проѣзда она держится отъ семи до десяти лѣтъ.

Деревянная мостовая допускаетъ, вслѣдствіе своей гладкой поверхности, незначительную выпуклость, принимаемую обыкновенно около $\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{70}$; въ отношеніи продольнаго уклона примѣненіе ея можетъ заходить почти такъ же далеко, какъ и каменной мостовой. По мощеной деревомъ улицѣ у Ludgate Hill въ Лондонѣ, при уклонѣ въ 0,04, проѣздъ совершается безъ всякаго затрудненія. Въ Бирмингамѣ деревянная мостовая на улицѣ Great Charles Street имѣетъ на короткомъ участкѣ уклонъ въ 0,08.

д) Чугунная мостовая.

61. Общее устройство, свойства и нѣкоторые типы чугунной мостовой. Чугунная мостовая обыкновенно устраивается изъ чугунныхъ плитъ или шашекъ, расположенныхъ на основаніи изъ слоя щебня, хряща или бетона. Слой щебня или хряща, служащій основаніемъ мостовой, выравнивается по горизонтальной плоскости и уплотняется укаткой или трамбованіемъ; при употребленіи же бетона основаніе устраивается такъ же, какъ для каменной мостовой. Чугунныя части накладываются на поверхность основанія и соединяются между собою закраинами или выступами;

если онѣ имѣютъ видъ плитъ, то ихъ кладутъ непрерывными рядами съ перевязкой швовъ; если же имъ придана форма шашекъ, то ихъ стелютъ подобно шестиграннымъ колодкамъ торповой мостовой. Углубленія или впадины въ чугунныхъ частяхъ мостовой заполняются хрящомъ.

Чугунная мостовая распространена далеко не такъ, какъ другіе виды дорожной одежды; примѣненіе ея ограничивается отдѣльными участками или улицами въ нѣкоторыхъ городахъ и имѣетъ значеніе скорѣе опытовъ, чѣмъ принятаго способа мощенія. Какъ выяснилось изъ этихъ опытовъ, удобства чугунной мостовой заключаются въ долговѣчности ея и въ безопасности для проѣзда, зависящей отъ шероховатаго вида поверхности мостовой; къ недостаткамъ же этой мостовой слѣдуетъ отнести дороговизну ея устройства и способность производить нездоровыя испаренія, происходящія отъ скопленія въ мостовой органическихъ веществъ иличной грязи.

Чугунная мостовая Уайнса (фиг. 137) была испытана сначала въ Нью-Йоркѣ, а затѣмъ на Архангелогородскомъ шоссе въ Петербургѣ. Она состояла изъ чугунныхъ квадратныхъ плитъ въ 42 дюйма въ сторонѣ, отлитыхъ толщиной въ 1 дюймъ и имѣвшихъ на поверхности выступы около 2 дюймовъ высокою. Выступы шли въ шахматномъ порядкѣ и отдѣлялись одинъ отъ другаго впадинами, около 1 дюйма шириною. Плиты были расположены на слоѣ песка въ 12 дюймовъ и соединялись закраинами. Впадины были заполнены щебнемъ, а поверхность засыпана пескомъ. Опытный участокъ мостовой въ Петербургѣ прослужилъ 10 лѣтъ безъ исправленій и затѣмъ разобранъ при перестройкѣ шоссе, причемъ плиты оказались не только неповрежденными, но даже сохранившими совершенно гладкую поверхность.

Ячеистая чугунная мостовая (фиг. 138 и 139) примѣнена въ Варшавѣ, гдѣ ею покрыто нѣсколько улицъ и полотно Александровскаго моста черезъ р. Вислу. Она устроена изъ ячеистыхъ плитъ, расположенныхъ на плотно укатанномъ хрящевомъ основаніи и соединенныхъ одна съ другою помощью зубцовъ; ячеи плитъ заполнены хрящомъ, а поверх-

ность мостовой засыпана пескомъ. На фигурѣ 138 изображена въ планѣ и въ двухъ разрѣзахъ часть плиты и показано устройство основанія; на фигурѣ 139 представлено расположеніе плитъ въ мостовой.

Мостовая американца Кнаппа состоитъ изъ чугунныхъ бездонныхъ шашекъ (фиг. 140), раздѣленныхъ перегородками на части, размѣромъ меньшія копыта лошади. Шашки укладываются (фиг. 141) на основаніи изъ бетона и соединяются между собою выступами и впадинами, а промежутки между ними и внутри ихъ засыпаются щебнемъ; послѣдній насыпается также сверхъ мостовой и укатывается каткомъ. Поверхность этой мостовой по виду похожа на поверхность щебеночной одежды, но не изнашивается замѣтно даже при самомъ сильномъ проѣздѣ. Мостовая эта примѣнена въ Нью-Йоркѣ, Бостонѣ и Лондонѣ; въ Петербургѣ ею замощены части Милліонной улицы и Дворцовой Набережной у Мраморнаго дворца.

е) Улучшеніе грунтовыхъ дорогъ.

62. Состояніе обыкновенныхъ дорогъ въ Россіи. Лишь незначительная часть русскихъ обыкновенныхъ дорогъ покрыта твердою одеждою описанныхъ выше видовъ. Если исключить шоссе и мостовыя, принадлежащія казнѣ, городамъ, земствамъ, мѣстнымъ учрежденіямъ и обществамъ и составляющія въ общемъ не болѣе 25.000 верстъ, то всѣ остальные русскія дороги, протяженіемъ въ нѣсколько сотъ тысячъ верстъ, представляются путями безъ искусственнаго укрѣпленія поверхности, или *грунтовыми дорогами*.

Состояніе этихъ дорогъ вообще неудовлетворительно; за небольшими исключеніями, онѣ бываютъ возможны для проѣзда лишь въ сухое лѣтнее время и, съ болѣе или менѣе продолжительными промежутками, зимою. Весною, осенью и лѣтомъ, во время продолжительныхъ дождей, эти дороги скоро разрыхляются и покрываются массой колеи и выбоинъ, вслѣдствіе чего сообщеніе по нимъ дѣлается крайне затруд-

нительнымъ или совершенно невозможнымъ; зимою движеніе по санному пути по временамъ прекращается снѣжными заносами и становится весьма неудобнымъ при продолжительныхъ оттепеляхъ.

Неудовлетворительное состояніе грунтовыхъ дорогъ происходитъ отъ трехъ причинъ: во-первыхъ, отъ отсутствія на нихъ укрѣпленія проѣзжей части, во-вторыхъ, отъ неправильнаго общаго устройства этихъ дорогъ и, въ-третьихъ, отъ беспорядочнаго содержанія ихъ.

Первая причина не можетъ быть устранена въ полной мѣрѣ, вслѣдствіе особенныхъ мѣстныхъ условий края. Простѣйшіе виды дорожной одежды, щебеночная одежда и грубая каменная мостовая, стоятъ дорого, такъ что шоссированіе или мощеніе грунтовыхъ дорогъ, при огромномъ протяженіи ихъ и слабой населенности Россіи, является положительно непосильнымъ бременемъ для населенія. Примѣненіе подобной мѣры тѣмъ болѣе неисполнимо, что большая часть грунтовыхъ дорогъ, проходитъ по мѣстностямъ, гдѣ каменный матеріалъ встрѣчается рѣдко или его вовсе нѣтъ. При такихъ мѣстныхъ условіяхъ приходится прибѣгать къ другимъ способамъ укрѣпленія поверхности дорогъ, пользуясь имѣющимися въ распоряженіи матеріалами. Эти способы, указываемые въ слѣдующей ниже статьѣ, хотя и не устраняютъ совершенно первой причины неудовлетворительности дорогъ, но все-же въ значительной мѣрѣ улучшаютъ состояніе ихъ.

Неправильности въ общемъ устройствѣ грунтовыхъ дорогъ можно устранить безъ особыхъ затрудненій и безъ большихъ затратъ по правиламъ, излагаемымъ въ этой книгѣ и общимъ для всѣхъ обыкновенныхъ дорогъ. Согласно съ этими правилами, необходимо прокопать по сторонамъ дорогъ боковыя и отводныя канавы и выправить дорожное полотно такъ, чтобы оно не имѣло ни напрасныхъ извилинъ, ни очень крутыхъ уклоновъ, и было достаточно возвышено въ сырыхъ мѣстахъ. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что грунтовымъ дорогамъ полезно давать ширину, болѣе опредѣляемой условіемъ свободного развѣзда экипажей, чтобы, при порчѣ не-

покрытаго твердой одеждой полотна на одной полосѣ проѣзда, движеніе могло направляться по другой полосѣ. Существующія грунтовыя дороги имѣютъ весьма разнообразную ширину; нерѣдко ширина ихъ достигаетъ 30 сажень. Такая ширина собственно для проѣзда представляется излишнею и потому при улучшеніи дорогъ, чтобы облегчить содержаніе ихъ въ исправности, ширину проѣзжей полосы уменьшаютъ, не доводя однако ее до того предѣла, который считается достаточнымъ для дорогъ, покрытыхъ твердою одеждою.

Для приведенія въ порядокъ содержанія грунтовыхъ дорогъ необходимы постоянный надзоръ за дорогами и побужденіе къ тому, чтобы на нихъ, по временамъ, но довольно часто, производились работы для поддержанія приданнаго дорогамъ общаго устройства и для исправленія поверхности ихъ; послѣднее достигается тѣми же средствами, какъ и первоначальное укрѣпленіе дорожнаго полотна. Содержаніе зимняго пути на грунтовыхъ дорогахъ производится тѣмъ же способомъ, какъ и на шоссе, и будетъ описано особо, въ отдѣлѣ о ремонтѣ дорогъ.

63. Укрѣпленіе поверхности грунтовыхъ дорогъ. Такъ какъ грунтовыя дороги проводятся обыкновенно въ случаяхъ недостатка средствъ на устройство щебеночной одежды или каменной мостовой, то укрѣпленіе поверхности ихъ ограничивается употребленіемъ матеріаловъ, имѣющихся вблизи дорогъ и не требующихъ ни трудной добытки, ни дорогой подвозки. Употребленіе того или другаго матеріала обуславливается родомъ грунта дорожнаго полотна.

Если дорога проходитъ по *чисто-песчаному грунту*, то поверхность ея никогда не бываетъ ни грязною, ни ямистою. Проѣздъ по песчаному полотну покоенъ, но встрѣчаетъ большое затрудненіе въ рыхлости песка: вслѣдствіе отсутствія связи между частицами, особенно въ сухое время, песокъ легко уступаетъ давленію колесъ и копытъ лошадей, такъ что большая часть силы тяги поглощается выдавливаніемъ грунта и треніемъ колесъ въ немъ.

Для укрѣпленія поверхности песчаного полотна принимаются мѣры, доставляющія частицамъ песка нѣкоторую связь или лишаящія слой песка подвижности. Иногда поверхность дороги покрываютъ слоемъ растительной земли или глины, въ 3 или 4 дюйма толщиною, и плотно уколачиваютъ этотъ слой трамбовками или укатываютъ его деревяннымъ каткомъ. Но мѣра эта обыкновенно приноситъ мало пользы даже при плотномъ пескѣ; при рыхломъ же, сыпучемъ пескѣ она нисколько не улучшаетъ дороги: тонкій слой земли или глины скоро смѣшивается съ пескомъ и тонетъ въ немъ безъ слѣда. Гораздо болѣе достигаетъ цѣли укрѣпленіе поверхности песчаного полотна *землянымъ бетономъ* и *верескомъ*.

Земляной бетонъ составляется изъ двухъ частей гравія или хряща и изъ одной части растительной земли. Смѣсь эту разсыпаютъ слоемъ, не менѣе 6 дюймовъ толщиною, по спланированной поверхности дороги, разравниваютъ ее и плотно утрамбовываютъ или укатываютъ. Этотъ способъ примѣнимъ только въ случаяхъ, когда вблизи дороги имѣется въ достаточномъ количествѣ гравій и растительная земля, что бываетъ довольно рѣдко.

Чаще прибѣгаютъ къ укрѣпленію песчаной дороги верескомъ, растущимъ обыкновенно въ изобиліи въ мѣстностяхъ съ грунтомъ изъ чистаго песка. Стебель этого растенія очень твердъ, имѣетъ видъ корня и достигаетъ длины 0,7 сажени. Верескъ весьма медленно сгниваетъ, оказываетъ большое сопротивленіе разрыву и тренію и потому очень пригоденъ для покрытія проѣзжей полосы песчаного полотна. Укрѣпленіе поверхности дороги верескомъ производится слѣдующимъ образомъ: въ дорожномъ полотнѣ вырываютъ продольный ящикъ или ложе (фиг. 142), глубиною въ 8 дюймовъ и на ширину проѣзжей полосы, которую принимаютъ въ этомъ случаѣ около 2,5 сажень; въ это ложе настилаютъ на толщину около 5 дюймовъ пластъ вереска, располагая стебли его поперекъ дороги; затѣмъ, пластъ этотъ уминается ногами и засыпается на толщину въ 3 дюйма пескомъ, полученнымъ при прорытіи ложа, или еще лучше

песчано-глинистымъ грунтомъ; наконецъ, проѣзжую полосу утрамбовываютъ или укатываютъ въ сырую погоду и открываютъ дорогу для проѣзда осенью, когда нѣтъ недостатка во влагѣ, способствующей окончательному уплотненію настилки. Съ открытіемъ ѣзды, насыпанный сверху вереска слой песка дѣлается тоньше, вслѣдствіе заполненія имъ промежутковъ между стеблями вереска, а вмѣстѣ съ тѣмъ и самый пластъ вереска осаживается; поэтому впоследствии снова насыпаютъ проѣзжую полосу пескомъ или песчано-глинистымъ грунтомъ. Такой способъ укрѣпленія поверхности песчаныхъ дорогъ употребляется съ успѣхомъ въ Лифляндіи. Въ случаѣ, если вереска вблизи дороги нѣтъ, вмѣсто него употребляютъ, хотя и съ меньшимъ успѣхомъ, *хвойныя лапки*, то есть молодыя вѣтки ели или сосны.

Если дорога проходитъ по *глинистому грунту*, то въ мокрое время полотно ея размягчается, такъ что въ немъ вязнуть колеса экипажей и ноги лошадей, а въ сухое время всѣ неровности, сдѣланныя въ размягченномъ полотнѣ, сильно затвердѣваютъ и лишь съ трудомъ сравниваются подѣ дѣйствіемъ проѣзда. Вслѣдствіе сильнаго прилипанія глины къ вязнущимъ въ ней колесамъ, проѣздъ по глинистому полотну въ мокрое время почти невозможенъ; въ сухое же время движеніе по такому полотну съ сильно затвердѣвшими неровностями неудобно и весьма безпокойно. Эти особенности глинистой дороги проявляются тѣмъ сильнѣе, чѣмъ чище глина, то есть чѣмъ меньше заключается въ ней песка. Отсюда вытекаетъ наиболѣе распространенный способъ укрѣпленія поверхности такихъ дорогъ посредствомъ *песка*, рассыпаемаго по дорожному полотну слоемъ около 6 дюймовъ. Песокъ смѣшивается отъ дѣйствія проѣзда съ верхнимъ слоемъ глины и на нѣкоторое время уплотняетъ поверхность дорожнаго полотна, въ степени, достаточной для негрузнаго проѣзда.

Этотъ способъ даетъ удовлетворительные результаты только при тощей глинѣ; если же полотно состоитъ изъ жирной глины, то насыпанный на него слой песка тонетъ въ размокшей глинѣ безъ слѣда. Цѣлесообразнѣе укрѣпле-

ніе глинистой дороги *землянымъ бетономъ*, который составляютъ изъ 1 части растительной земли и 2 частей гравія, хряща или песка, разсыпаютъ по поверхности полотна слоемъ въ 6 дюймовъ и затѣмъ утрамбовываютъ или укатываютъ. Примѣсь растительной земли къ песку полезна въ томъ отношеніи, что она придаетъ ему нѣкоторую связь, но не образуетъ съ нимъ, подобно глинѣ, твердыхъ комьевъ; кромѣ того, наполняя промежутки между песчинками, растительная земля препятствуетъ нѣсколько дождевой водѣ проникать до глины и удерживаетъ песокъ на поверхности полотна; наконецъ, отъ примѣси растительной земли поверхность дороги на частяхъ, свободныхъ отъ проѣзда, покрывается травой, укрѣпляющей своими корнями эти части до тѣхъ поръ, пока на нихъ не перейдетъ движеніе.

При очень жирной и вязкой глинѣ, слой землянаго бетона разсыпаютъ по поверхности дороги на особомъ, приготовленномъ напередъ основаніи (фиг. 143). Основаніе устраиваютъ изъ хвороста, который настиляется на полотно поперегъ дороги на толщину около 6 дюймовъ и покрывается съ плотною утрамбовкою тонкимъ слоемъ глины. Назначеніе этого основанія препятствовать прониканію воды въ дорожное полотно и погруженію въ глину землянаго бетона.

Если дорога проходитъ по *пловучему грунту*, мергельному или известковому, то, для укрѣпленія поверхности ея, насыпка на дорожное полотно тонкаго слоя песка, хряща или землянаго бетона оказывается недостаточной. Слои эти въ самое короткое время поглощаются безслѣдно пловучимъ грунтомъ, разжижающимся отъ дождевой воды на значительную глубину вслѣдствіе чрезвычайно легкой растворимости. Для укрѣпленія дорожнаго полотна изъ такого грунта, покрываютъ его предварительно на всей ширинѣ проѣзжей полосы слоемъ какого либо другаго грунта, толщиною отъ 1 до 2 футъ, и поверхность насыпаннаго грунта улучшаютъ, сообразно съ его свойствами, однимъ изъ описанныхъ выше способовъ.

При проведеніи дороги по болоту, полотно ея устра-

иваютъ сообразно съ свойствами болота, по правиламъ, указаннымъ выше, въ статьѣ 31. Насыпь, которою въ этомъ случаѣ проводится дорога, образуется обыкновенно изъ привознаго грунта, по всей высотѣ или только въ верхнихъ слояхъ. Поэтому для укрѣпленія поверхности такой дороги употребляются обыкновенно такіе же способы, какъ для укрѣпленія дорожного полотна изъ глины или песка. Въ рѣдкихъ случаяхъ, когда насыпь по болоту устраивается изъ *болотнаго грунта*, поверхность дороги укрѣпляютъ хворостяною стилкою (фиг. 119), или жердевымъ настиломъ (фиг. 120), устройство которыхъ описано въ статьѣ 55.

V. ВТОРОСТЕПЕННЫЯ ЧАСТИ ДОРОГЪ.

64. Трубы. Въ мѣстахъ пересѣченія дороги съ оврагами, ложбинами и небольшими ручьями представляется необходимость пропускать дождевую и ручейную воду сквозь дорожное полотно, съ одной стороны земляной насыпи на другую. Съ этою цѣлью въ такихъ мѣстахъ устраиваются искусственныя сооруженія, называемыя *трубами*.

Трубы обыкновенно имѣютъ видъ каналовъ съ осью, нормальной или слабо наклонною къ осевой вертикальной плоскости дороги. Измѣреніе трубы вдоль оси ея считается *длиною*; часть поперечнаго сѣченія трубы, открытая для свободнаго протока воды, называется *отверстіемъ* трубы. Форма отверстія опредѣляется родомъ матеріала, изъ котораго устраивается труба, и величиною отверстія; обыкновенно отверстіе имѣетъ видъ прямоугольника, круга или фигуры, составленной изъ прямоугольника снизу и части круга сверху. Наибольшее горизонтальное измѣреніе отверстія называется *пролетомъ* трубы.

Для устройства трубъ пользуются различными строительными матеріалами; по роду этихъ матеріаловъ, трубы бываютъ деревянныя, чугуныя, цементныя, гончарныя, каменные и кирпичныя.

Деревянные трубы устраиваются изъ бревенъ и пластинъ или накатинъ; онѣ имѣють то неудобство, что, вслѣдствіе скорой порчи дерева отъ гніенія, представляются со оруженіями недолговѣчными и требуютъ чрезъ каждые 10 — 12 лѣтъ возобновленія, дорогаго и стѣснительнаго для движенія по дорогѣ. По причинѣ этого недостатка, въ Западной Европѣ почти совершенно отказались отъ устройства деревянныхъ трубъ на значительныхъ дорогахъ; тамъ ихъ можно найти только на маловажныхъ, лѣсныхъ и полевыхъ, путяхъ. Напротивъ того, въ Россіи, при бѣдности края въ каменныхъ матеріалахъ, дешевизнѣ лѣса и недостаткѣ средствъ на проведеніе дорогъ, къ устройству деревянныхъ трубъ прибѣгають довольно часто.

Для пропуска небольшого количества воды деревянные трубы устраиваются изъ пластинъ (фиг. 144). Пластины притесываются одна къ другой *на-четверти* и кладутся съ боковъ и снизу вдоль оси трубы, а сверху поперекъ оси. Боковыя пластины соединяются между собою посредствомъ шпонокъ *A* и образуютъ стѣнки трубы; нижнія пластины соединенныя шпонками *B*, служатъ дномъ трубы. Стѣнки снизу вставляются шпунтами въ пазы, вынутыя въ пластинахъ дна, а сверху связываются стяжками *C* и покрываются настиломъ изъ поперечныхъ пластинъ. Выходящія наружу концы продольныхъ пластинъ обрѣзываются по откосу землянаго полотна. Пролетъ такихъ трубъ обыкновенно бываетъ невеликъ, не болѣе 0,3% сажени.

Если протокъ воды болѣе значителенъ, то деревянные трубы устраиваютъ слѣдующимъ образомъ (фиг. 145): Поперекъ дороги забивается два ряда свай *A* въ разстояніи 0,75 — 1 сажени одна отъ другой; на эти ряды насаживаются насадки *B*, а за сваи закладываются пластины, образующія боковыя стѣнки трубы; сверху на насадки кладется настилъ изъ пластинъ или накатинъ *C*, перекрывающій промежутокъ между рядами свай. По концамъ трубы разстояніе между рядами свай постепенно увеличиваютъ, а высоту ихъ уменьшаютъ, такъ что насадки *D* на конечныхъ сваяхъ проходятъ по откосу насыпи. Сваи, насадки и пластины дѣла-

ются изъ шестивершковыхъ бревенъ, а накатины для настила берутся толщиною въ 4 или 5 вершковъ. Смотря по потоку воды, такимъ трубамъ даютъ пролетъ отъ 0,30 до 0,60 сажени при пластинномъ настилѣ и отъ 0,60 до 1,20 сажени при накатномъ.

На шоссейныхъ дорогахъ въ предѣлахъ Московской губерніи съ большимъ успѣхомъ примѣняется типъ *деревянныхъ трубъ съ рельсовыми ребрами* (фиг. 146). Для устройства трубы этого типа вырываютъ поперекъ дороги два ряда ямокъ *A*, глубиною 0,5 сажени и шириною 0,2 сажени, въ разстояніи 1 сажени одна отъ другой. Вырытыя ямки заполняются бетономъ, въ который утапливаются чугунныя подушки. По отверденіи бетона, на подушкахъ устанавливаются ребра *B*, выгнутыя изъ старыхъ рельсовъ; затѣмъ, ребра покрываются палубой изъ накатинъ, толщиною въ 4 или 5 вершковъ, притесанныхъ между собою и къ ребрамъ. Концы накатинъ срѣзываются по откосу насыпи и нижніе изъ нихъ покрываются насадкою *C*, упирающеюся въ столбикъ *D*. При малой высотѣ насыпей, ребрамъ даютъ видъ полуокружности и косыхъ насадокъ не дѣлаютъ. Иногда, вмѣсто бетонныхъ столбовъ, забиваютъ сваи *A* (фиг. 147) и чугунныя подушки прикрѣпляютъ къ насадкамъ *B*, покрывающимъ эти сваи. Пролетъ этихъ трубъ дѣлаютъ отъ 0,33 до 1,50 сажени, смотря по необходимости.

Чугунныя трубы устраиваются изъ цилиндрическихъ круглыхъ колѣнъ (фиг. 148), соединяемыхъ между собою раструбами и укладываемыхъ или прямо на землѣ, если грунтъ хорошъ и крѣпокъ, или на слоѣ песка, толщиною отъ 0,20 до 0,30 сажени, или наконецъ на слоѣ бетона, толщиною отъ 0,15 до 0,20 сажени. Для сопряженія концовъ сооруженія съ насыпью и устраненія подмывовъ землянаго полотна, крайніе колѣна трубы или задѣлываются въ каменные стѣнки (фиг. 148), или дѣлаются особаго вида, со срѣзаннымъ краемъ и наклонной плитой, совпадающей по укладкѣ трубы съ откосомъ насыпи (фиг. 149). Для дорогъ употребляются трубы пролетомъ, или діаметромъ, отъ 0,15 до 0,50 сажени; на казенныхъ шоссе средней по-

лосы Россіи такихъ трубъ довольно много. Чугунныя трубы представляютъ сооруженія весьма прочныя и долговѣчныя, но значительному примѣненію ихъ на обыкновенныхъ дорогахъ препятствуетъ высокая стоимость, особенно при значительныхъ діаметрахъ.

Цементныя трубы изготовляются изъ цементнаго бетона и, подобно чугуннымъ трубамъ, составляются по длинѣ изъ нѣсколькихъ колѣнъ; онѣ укладываются подъ насыпи на особомъ основаніи и задѣлываются концами въ каменные или кирпичныя стѣнки (фиг. 150). Трубы эти стоятъ вдвое дешевле чугунныхъ и хорошо выдерживаютъ давленіе насыпи и дѣйствіе проѣзда; вліянію атмосферныхъ дѣятелей онѣ сопротивляются на столько же, какъ и сооруженія изъ обыкновенныхъ естественныхъ камней. Единственный недостатокъ такихъ трубъ заключается въ томъ, что, при неравномѣрной осадкѣ, онѣ легко ломаются, особенно въ мѣстахъ стыковъ отдѣльныхъ колѣнъ, гдѣ, вслѣдствіе раструбнаго соединенія, сопротивленіе трубъ слабѣе, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ. Поэтому, при устройствѣ этихъ трубъ, слѣдуетъ заботиться главнымъ образомъ о прочномъ основаніи, устраивая его изъ слоя бетона, щебня или песка, сообразно со степенью слабости грунта и другими мѣстными условіями. Обыкновенно цементныя трубы дѣлаютъ съ круговымъ отверстіемъ, діаметромъ отъ 0,15 до 0,30 сажени, но иногда отверстію ихъ даютъ овальную форму съ пролетомъ отъ 0,20 до 0,40 сажени. Толщина стѣнокъ этихъ трубъ измѣняется отъ 2 до 2,5 дюймовъ и увеличивается вмѣстѣ съ пролетомъ.

Глазированныя гончарныя трубы составляются изъ отдѣльныхъ колѣнъ и укладываются подъ насыпи совершенно такъ же, какъ чугунныя и цементныя трубы. Лучшія гончарныя трубы изготовляются въ Англіи, откуда онѣ и распространяются по всей Европѣ; трубы, изготовляемыя въ Германіи, далеко уступаютъ по крѣпости англійскимъ и потому для дорогъ обыкновенно употребляются трубы, выписываемыя изъ Англіи. Онѣ имѣютъ круглое отверстіе съ пролетомъ отъ 0,02 до 0,50 сажени; для пропуска воды сквозь

земляное полотно примѣняются только трубы среднихъ пролетовъ, отъ 0,15 до 0,30 сажени. Слишкомъ узкія трубы, пролетомъ менѣе 0,15 сажени, легко засоряются, а широкія трубы, пролетомъ болѣе 0,30 сажени, дѣрugi и ломки; поэтому обыкновенно избѣгаютъ употребленія и тѣхъ и другихъ. Если одной трубы средняго пролета бываетъ недостаточно для пропуска воды, то подъ насыпью укладываютъ двѣ трубы рядомъ, задѣлывая концы ихъ въ общія кирпичныя стѣнки. При соединеніи отдѣльныхъ колѣнъ трубъ, зазоры въ раструбахъ (фиг. 151) замазываются цементнымъ растворомъ или забиваются глиной.

Въ Россіи англійскія гончарныя трубы нашли примѣненіе на казенныхъ шоссе въ Привислянскомъ краѣ и въ западныхъ губерніяхъ. Дешевизна, быстрота постройки и прочность составляютъ неоспоримыя достоинства этихъ трубъ; нельзя не обратить вниманія еще на то, что замѣна такихъ трубъ другими сооруженіями, еслибъ это оказалось въ послѣдствіи необходимымъ, производится легко и безъ большихъ потерь.

Каменные трубы складываются изъ естественнаго каменнаго матеріала на гидравлическомъ или воздушномъ растворѣ; при употребленіи воздушнаго раствора, стыки камней расшиваются снаружи цементомъ. При маломъ пролетѣ эти трубы имѣютъ прямоугольное отверстіе и обыкновенно состоятъ (фиг. 152) изъ двухъ боковыхъ стѣнокъ, общаго сплошнаго фундамента и перекрытія. Перекрытіемъ служатъ каменные плиты, гладко обтесанныя снизу и въ мѣстахъ стыковъ; фундаментъ поддерживаетъ стѣнки и образуетъ верхней плоскостью дно трубы. Иногда каждая изъ боковыхъ стѣнокъ основывается на особомъ фундаментѣ (фиг. 153), а дно трубы образуется каменной мостовой; но такое устройство гораздо менѣе цѣлесообразно, чѣмъ предъидущее. Поврежденія мостовой легко могутъ произойти при каждомъ сильномъ дождѣ; исправленіе же ея, при малыхъ размѣрахъ отверстія трубы, весьма затруднительно. Напротивъ того, сплошной фундаментъ почти совершенно не подвергается поврежденіямъ отъ протока воды и дѣлаетъ под-

мывъ боковыхъ стѣнокъ невозможнымъ, даже при крутыхъ скатахъ dna трубы. Если сплошной фундаментъ оказываетъ ся слишкомъ дорогимъ, то отдѣльныя основанія стѣнокъ соединяются у концовъ трубы и по длинѣ ея, на разстояніяхъ въ 3 сажени, поперечными порогами, а мостовая между ними кладется на растворѣ. Крылья трубы располагаются обыкновенно по направленію стѣнокъ и покрываются плитами или тесанными камнями.

Если труба устраивается наклонно къ горизонту, то стѣнки ея складываются наклонными рядами, такъ что высота отверстія по всей длинѣ трубы остается одинаковой. При такомъ устройствѣ трубы, въ случаѣ очень значительнаго наклона ея, представляется то неудобство, что вода вытекаетъ изъ трубы съ большою скоростью и размываетъ дно и откосы отводной канавы, укрѣпляемые у выходнаго конца трубы грубою мостовою. Для устраненія этого неудобства, иногда поступаютъ слѣдующимъ образомъ: трубу располагаютъ горизонтально и у входнаго конца ея устраиваютъ *сточный колодецъ* (фиг. 154), въ которомъ вода теряетъ скорость, пріобрѣтенную ею при паденіи, и оставляетъ болѣе тяжелыя части увлеченнаго сора. Отверстію колодца придается квадратная или круглая форма и такой пролетъ, чтобы его удобно было очищать.

Допускаемый пролетъ трубъ съ прямымъ перекрытіемъ опредѣляется величиною сопротивленія каменныхъ плитъ, излому и можетъ достигать 0,50 сажени. Употребляя для поддержанія плитъ консольные камни (фиг. 153), можно доводить пролетъ до 0,60 сажени. Если и такой пролетъ недостаточенъ, то устраиваютъ иногда двойныя трубы (фиг. 155) съ прямымъ перекрытіемъ и съ продольной стѣнкой, раздѣляющей отверстіе на двѣ равныя части. Каменные трубы съ пролетами больше 0,60 сажени покрываютъ сводомъ.

Кирпичныя трубы складываются изъ сильно обожженнаго кирпича на гидравлическомъ растворѣ и устраиваются двоякимъ образомъ: съ прямымъ отверстіемъ, покрытымъ сводомъ, и съ круглымъ отверстіемъ. Въ первомъ случаѣ

онѣ возводятся подобно сводчатымъ каменнымъ трубамъ; во второмъ случаѣ ихъ складываютъ (фиг. 156) въ полкирпича и по концамъ задѣлываютъ въ вертикальныя стѣнки, поддерживающія откосы землянаго полотна. Такъ какъ кирпичныя трубы нельзя складывать тоньше, чѣмъ въ полкирпича, то при пролетахъ меньше 0,20 сажени онѣ обходятся дороже цементныхъ и гончарныхъ.

Трубы описанныхъ выше типовъ, за исключеніемъ деревянныхъ, слѣдуетъ располагать въ земляномъ полотнѣ такъ, чтобы сверху ихъ лежалъ слой земли, не тоньше 0,15 сажени. Если твердая одежда дороги лежитъ непосредственно на трубахъ, то толчки и давленіе экипажей при проѣздѣ оказываютъ весьма вредное вліяніе на состояніе трубъ, особенно цементныхъ, гончарныхъ и чугунныхъ.

Величина отверстія трубъ зависитъ отъ наибольшаго количества воды, которое должно пропускаться ими, и отъ величины продольнаго уклона, который можно придать имъ; по этимъ двумъ элементамъ, величина отверстія опредѣляется помощью формулъ гидравлики. Величина уклона трубы обусловливается положеніемъ поверхности земли и обыкновенно принимается равною величинѣ поперечнаго ската мѣстности подъ землянымъ полотномъ. Количество воды, которое должно пропускаться трубою, находится приблизительно по величинѣ соотвѣтственнаго воднаго бассейна и по объему воды, стекающей во время дождей съ квадратной единицы земной поверхности.

Иногда отверстія трубъ, найденныя такимъ образомъ, оказываются такъ малы, что ихъ приходится увеличивать для возможности очистки или осмотра трубъ. Чтобы трубу можно было безъ затрудненія очищать, высота и ширина отверстія должны быть не менѣе 0,15 сажени; такіе размѣры можно давать отверстию трубъ небольшой длины, не болѣе 5 сажень, то есть трубамъ подъ небольшими насыпями. Трубы подъ высокими насыпями должны быть доступны для осмотра по крайней мѣрѣ ползкомъ, для чего отверстию слѣдуетъ давать размѣры не менѣе 0,30 сажени въ ширину и 0,40 сажени въ высоту.

65. Мосты, водоспуски и лотки. Для проведенія дороги через пересѣкаемая ею рѣки, рѣчки и значительные ручьи устраиваются *мосты*. Описаніе устройства мостовъ составляетъ предметъ особаго отдѣла строительнаго искусства и потому ограничимся здѣсь лишь нѣкоторыми замѣчаніями относительно матеріала, ширины и временной нагрузки мостовъ подь обыкновенную ѣзду.

По матеріалу мосты бываютъ каменные, желѣзные и деревянные. *Каменные мосты* отличаются большой прочностью, дѣлающей почти совершенно ненужными исправленія ихъ, но стоятъ такъ дорого, особенно при недостаткѣ каменнаго матеріала, что въ Россіи къ устройству ихъ прибѣгаютъ крайне рѣдко. *Желѣзные мосты*, требуя прочныхъ каменныхъ опоръ, обходятся при постройкѣ, хотя и дешевле каменныхъ, но все-же дорого; поэтому примѣненіе такихъ мостовъ на русскихъ обыкновенныхъ дорогахъ ограничивается сооруженіями съ большими пролетами, чаще всего въ городахъ или вблизи отъ нихъ.

Обыкновенно мосты на проѣзжихъ дорогахъ строятся изъ *дерева*; такіе мосты, вслѣдствіе порчи дерева отъ гніенія недолговѣчны, нуждаются въ частыхъ исправленіяхъ и требуютъ возобновленія черезъ промежутки времени отъ 12 до 30 лѣтъ, смотря по тщательности ремонта, качествамъ лѣса, конструкціи моста и положенію его. Съ другой стороны, деревянные мосты, при обиліи лѣса стоятъ дешево, легко ремонтируются и безъ затрудненій перестраиваются заново; поэтому, не смотря на недолговѣчность, ихъ предпочитаютъ у насъ каменнымъ и желѣзнымъ сооруженіямъ, особенно на дорогахъ внѣ городовъ.

Ширину моста считается разстояніе между перилами ограждающими мостовое полотно. Ширина моста опредѣляется по дѣятельности сообщенія и въ зависимости отъ нея измѣняется въ большихъ предѣлахъ. Въ городахъ ширина мостовъ часто достигаетъ 11 сажень и всегда распадается на проѣзжую часть и два тротуара; въ ненаселенныхъ мѣстахъ мостамъ придають ширину отъ 2 до 4 сажень и тротуаровъ на мостахъ въ большинствѣ случаевъ

не дѣлають. На русскихъ казенныхъ шоссе ширина мостовъ въ прежнее время принималась, по утвержденнымъ 8 апр. 1843 года нормальнымъ чертежамъ, отъ 3 до 4,3 сажень, безъ тротуаровъ, и отъ 5,2 до 6 сажень, съ тротуарами. Теперь послѣднюю ширину придаютъ на шоссе только особенно важнымъ мостамъ въ городахъ; остальные же мосты устраи-ваются безъ тротуаровъ, шириною въ 3 или 4 сажени. По циркуляру Министерства путей сообщенія, отъ 28 мая 1881 года, установлено для подъѣздныхъ шоссе принимать ширину мостовъ въ 3 сажени, при возможности устроить объѣздъ при перестройкѣ, и въ 4 сажени, въ противномъ случаѣ, ббольшую же ширину назначать лишь мостамъ, находящимся въ особенныхъ условіяхъ проѣзда. Вообще, ширина мостовъ на дорогахъ внѣ городовъ должна быть не менѣе 1,5 сажени и не болѣе ширины землянаго полотна; ширина въ 3 сажени вполнѣ достаточна въ большинствѣ случаевъ.

Временная нагрузка, служащая для расчета размѣровъ мостовъ, принимается или въ видѣ сплошной толпы людей, или въ видѣ грузовыхъ экипажей, или въ видѣ возможной совокупности толпы и экипажей. Мостовой настилъ рассчиты-вается по наибольшему давленію отъ колеса грузоваго экипажа; для расчета деревянныхъ поперечинъ, надъ ними полагають стоящей, въ самомъ невыгодномъ положеніи, ось наиболѣе тяжелаго экипажа; для расчета продольныхъ и поперечныхъ балокъ, а также фермъ въ мостахъ съ пролетами до 10 сажень, предполагають наиболѣе невыгодное расположеніе нагрузки изъ одного ряда тяжелыхъ экипажей и толпы людей на незанятой экипажами части полотна; наконецъ, фермы мостовъ съ пролетами болѣе 10 сажень рассчитывають по нагрузкѣ толпою людей.

Нагрузка отъ толпы людей принимается равною 2,5 пуд. на кв. футъ поверхности моста; наибольшій же вѣсъ грузовыхъ экипажей устанавливается въ зависимости отъ положенія моста. На шоссеиныхъ дорогахъ безъ тяжелаго грузоваго движенія, какова—большая часть русскихъ казенныхъ шоссе, за самый тяжелый экипажъ принимается четырехколесная фура вѣсомъ въ 300 пудовъ и указанныхъ на фигурѣ 157 раз-

мѣровъ. На шоссеиныхъ дорогахъ съ тяжелымъ грузовымъ движеніемъ самымъ тяжелымъ экипажемъ можно считать фуру вѣсомъ въ 500 пудовъ, съ размѣрами, указанными на фигурѣ 158. При обыкновенныхъ величинахъ продольныхъ уклоновъ, для перемѣщенія по шоссе такихъ фуръ нужно не менѣе 4 лошадей при первомъ типѣ и не менѣе 8 лошадей при второмъ. Наибольшій вѣсъ экипажа для расчета мостовъ, строящихся въ большихъ городахъ или на такихъ дорогахъ, по которымъ предстоитъ перевозка грузныхъ нераздѣлимыхъ предметовъ, опредѣляется особо, сообразно съ мѣстными условіями.

Иногда, въ мѣстахъ пересѣченій дорогъ съ оврагами, по которымъ вода протекаетъ только во время дождей и таянія снѣга, устраиваютъ, вмѣсто трубъ или мостовъ, *водоспуски* (фиг. 159). Съ этой цѣлью дорогу проводятъ поперегъ оврага невысокой насыпью, понижающейся у подошвы ложбины. Самый водоспускъ дѣлается шириною, вдоль дороги, отъ 6 до 12 сажень, смотря по количеству протекающей по оврагу воды, и состоитъ изъ трехъ площадокъ, вымощенныхъ грубою или полутесанною мостовою на песокъ и поддержанныхъ каменною стѣнкою А; стѣнка складывается на сухо или на гидравлическомъ растворѣ и притомъ такъ, что почти вся находится въ землѣ; изъ площадокъ средняя дѣлается горизонтальною, а крайнія — съ уклономъ отъ 0,03 до 0,05 къ средней.

Водоспуски весьма цѣлесообразны въ мѣстахъ, гдѣ дорога проходитъ почти на уровнѣ мѣстности, поперегъ запруженной выше рѣчной низменности; безъ водоспусковъ, въ такихъ мѣстахъ можетъ произойти полное разрушеніе дороги, въ случаѣ прорыва запруды. Кромѣ того, къ устройству водоспусковъ прибѣгаютъ при проведеніи дорогъ черезъ крутые овраги въ сильно гористой мѣстности. Мосты или трубы въ этихъ оврагахъ не совсѣмъ пригодны, потому что ручей, образующійся на днѣ оврага во время дождей, увлекаетъ съ собою массу песка и камней и не сохраняетъ постояннаго, опредѣленнаго направленія, но, смотря по обстоятельствамъ, протекаетъ то здѣсь, то тамъ. Въ такихъ

оврагахъ широкіе, вымощенные крупными камнями, водоспуски, по которымъ ручьи, не повреждая дорожнаго полотна, могутъ проносить песокъ и камни, сохраняются несравненно лучше, чѣмъ мосты или трубы.

Поперечные лотки (фиг. 160) устраиваются на горныхъ дорогахъ въ тѣхъ случаяхъ, когда дорожное полотно проводится по горному скату, поперегъ его паденія, и служатъ для выпуска дождевой воды изъ нагорной канавы или продольнаго лотка на откосъ насыпи. Эти лотки дѣлаются обыкновенно отъ 1 до 1,5 сажени шириною и отъ 0,07 до 0,10 сажени глубиною и располагаются поперегъ дорожнаго полотна, наклонно или нормально къ оси; первое расположеніе дается имъ на участкахъ съ уклономъ, второе—на горизонтальныхъ участкахъ. Лотки безпокойны для проѣзда и заставляютъ замедлять движеніе, но часто предпочитаютъ маленькимъ трубамъ, для уменьшенія расходовъ на устройство дороги.

66. Тротуары. Тротуары располагаются по одной или по обѣимъ сторонамъ дороги, возвышаются надъ проѣзжей частью по крайней мѣрѣ на 6 дюймовъ и отдѣляются отъ нея рядами барьеровъ изъ правильно обтесанныхъ камней (фиг. 161), или мощеными откосами (фиг. 162). Поверхности тротуаровъ дается поперечный скатъ къ проѣзжей части дороги, для облегченія стока съ нихъ дождевой воды въ находящіяся у барьеровъ лотки. Величина этого скага зависитъ отъ рода обдѣлки тротуаровъ и назначается тѣмъ меньше, чѣмъ глаже поверхность обдѣлки и обезпеченнѣе непроницаемость ея для воды; въ зависимости отъ этихъ качествъ обдѣлки, поперечный скатъ измѣняется отъ 0,02 до 0,05.

Въ окрестностяхъ городовъ тротуары или оставляются безъ всякаго покрытія, или покрываются тонкимъ слоемъ хряща, съ цѣлью уменьшить образованіе грязи въ ненастную погоду. Въ городахъ, для достиженія необходимой прочности, удобства и чистоты, поверхность тротуаровъ покрываютъ твердою одеждою, устройство которой бываетъ весьма различно въ зависимости отъ дѣятельности движенія и имѣющихся въ распоряженіи матеріаловъ.

Мостовая изъ мелкаго булыжника употребляется нерѣдко для покрытія тротуаровъ въ небольшихъ городахъ. Для устройства ея отбираютъ камешки съ плоской гранью и укладываютъ ихъ плотно на слоѣ песка этой гранью вверхъ; иногда, располагая по узорамъ камешки разныхъ цвѣтовъ, придаютъ тротуарамъ красивый видъ. Мостовая эта даетъ покрытіе жесткое и шероховатое.

Мостовая изъ тесалыхъ камней лучше, но дороже предъидущей. Она устраивается изъ небольшихъ камней песчаника или порфира, съ правильно обтесанными верхушками; камни эти укладываются на растворѣ безъ перевязки швовъ, наклонными или нормальными рядами, на основаніе изъ песка или бетона. Иногда подобнымъ же образомъ употребляютъ для замощенія тротуаровъ кирпичъ-желѣзнякъ, укладывая его на ребро въ елку между каменными барьерами, но, при обыкновенномъ обжигѣ кирпича, такая мостовая оказывается недолговѣчною; отъ дѣятельнаго движенія она скоро изнашивается, дѣлается неровною и разрушается.

Плитное покрытіе представляетъ наиболѣе распространенный видъ твердой одежды тротуаровъ; оно устраивается изъ естественныхъ каменныхъ плитъ или изъ искусственныхъ плитокъ, укладываемыхъ, большею частью съ подливкою раствора, на какомъ либо основаніи или просто на грунтѣ, безъ перевязки швовъ.

Естественныя каменныя плиты изготовляются изъ известняка, песчаника или гранита. Известняковымъ и песчаниковымъ плитамъ придаютъ обтескою правильную форму квадратныхъ или прямоугольныхъ лещадокъ одинаковой величины; верхняя и боковыя грани этихъ лещадокъ обтесываются на-чисто, а нижняя грань оставляется въ грубомъ видѣ (фиг. 161). Подобнымъ же образомъ часто обрабатываются и гранитныя плиты, но обтеска гранита въ правильныя лещадки представляетъ трудную и дорогую работу; поэтому нерѣдко гранитъ употребляется для тротуаровъ въ видѣ кусковъ неодинаковой величины и формы, обтесанныхъ только такъ, что верхняя грань образуетъ съ боковыми гранями прямые углы. Естественныя каменныя плиты укла-

дываются, на-сухо или на-растворѣ, чаще всего на плотно утрамбованномъ грунтѣ, причеиъ неровности нижнихъ граней плитъ *подцебениваются*. Но, при такомъ устройствѣ, плиты принимаютъ со временемъ неравномѣрную осадку, что вызываетъ необходимость перекладки тротуаровъ; поэтому гораздо лучше укладывать плиты, съ подливкою раствора, на слоѣ бетона или по крайней мѣрѣ на слоѣ утрамбованнаго кирпичнаго мусора или песка. Тротуары изъ плитъ известняка или песчаника всегда ограничиваются со стороны проѣзжей части дороги каменными барьерами или мощеными булыжникомъ откосами (фиг. 161 и 162); гранитные же тротуары нерѣдко устраиваются безъ барьеровъ и откосовъ. Вообще покрытие изъ естественныхъ каменныхъ плитъ отличается удобствомъ для движенія, легкостью очистки и прочностью; гранитные тротуары гораздо прочнѣе известняковыхъ и песчаниковыхъ, но скоро полируются отъ движенія, что впрочемъ не составляетъ важнаго недостатка, такъ какъ легко устраняется насѣчкой плитъ.

Искусственные плитки изготовляются изъ глины или цементнаго раствора; первыя послѣ формовки обжигаются въ печахъ при высокой температурѣ; вторыя отливаются, въ чугунныхъ бездонныхъ ящикахъ на каменной подставкѣ, изъ смѣси 1 части портландскаго цемента и 4 частей крупнаго песка съ водою. Глиняныя плитки дѣлаются квадратной формы, отъ 6 до 9 дюймовъ въ сторонѣ и около 1,5 дюйма толщиною, съ бороздками на верхней грани (фиг. 163) или безъ бороздокъ; онѣ укладываются (фиг. 164) съ подливкою раствора на основаніе изъ слоя бетона или хряща, очень удобны для движенія и служатъ довольно долго. Цементныя плитки дѣлаются также квадратной формы, около 16 дюймовъ въ сторонѣ и около 3 дюймовъ толщиною, и укладываются подобно глинянымъ плиткамъ.

Сплошное цементное покрытие тротуаровъ начинаетъ вводиться въ послѣднее время, вслѣдствіе удешевленія и усовершенствованія производства портландскаго цемента. Для устройства этого покрытия разстилаютъ на грунтѣ тротуара слой бетона, толщиною около 4 дюймовъ, и по-

крываютъ его слоемъ густаго тѣста изъ чистаго цементнаго раствора, въ 1 дюймъ толщиною. Чтобы устранить скользкость покрытія, на поверхности цементнаго слоя, пока онъ не отвердѣлъ, выдавливаются посредствомъ чугунныхъ плитъ или катковъ съ ребристою поверхностью мелкія бороздки. Значительныя измѣненія температуры, вызывая расширеніе и сжатіе цементнаго слоя, производятъ въ немъ трещины; для устраненія этого неудобства оставляютъ въ цементномъ слое на опредѣленныхъ разстояніяхъ узкіе промежутки, почти незамѣтные въ ряду бороздъ, покрывающихъ поверхность слоя.

Асфальтовое покрытіе представляетъ весьма совершенный и практичный видъ твердой одежды тротуаровъ; оно устраивается подобно асфальтовой одеждѣ проѣзжей части дорогъ, но обыкновенно изъ литаго асфальта и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ изъ асфальтоваго порошка. Основаніе асфальтовой обдѣлки образуется (фиг. 96) слоемъ бетона, толщиною около 4 дюймовъ, выровненнымъ сверху тонкой смазкой изъ цементнаго раствора. Послѣ тщательной просушки, это основаніе покрываютъ слоемъ расплавленнаго литаго асфальта, толщиною отъ 0,6 до 1 дюйма. Литой асфальтъ для тротуаровъ составляется обыкновенно изъ 59% асфальтовой мастики, 6% битума и 35% песка. Смѣшеніе составныхъ частей литаго асфальта, его плавка и разстилка на поверхности бетона производится способомъ, описаннымъ въ статьѣ 54.

Твердость и неподвижность основанія составляетъ весьма важное условіе для исправнаго и продолжительнаго существованія асфальтоваго слоя; поэтому толщину бетоннаго слоя слѣдуетъ соразмѣрять съ качествомъ грунта и при слабомъ грунтѣ дѣлать больше, чѣмъ при крѣпкомъ. Прочность асфальтоваго слоя, если только онъ насланъ правильно на крѣпкомъ основаніи и изъ хорошаго матеріала, очень велика: нерѣдко асфальтовые тротуары служатъ безъ перестройки до 20 лѣтъ; бывали случаи, что асфальтовый слой, утонившись отъ стиранія до $\frac{1}{4}$ дюйма, продолжалъ еще удовлетворять своему назначенію.

Сдѣлано немало попытокъ устраивать тротуары изъ

искусственного литаго асфальта, составленнаго изъ древесной или каменно-угольной смолы и измельченнаго известняка, но всё эти попытки оказались неудачными. Посредствомъ простаго смѣшенія двухъ веществъ столь разнородныхъ, какъ известнякъ и смола, невозможно достигнуть такого размѣщенія частицъ, какое произошло въ естественномъ асфальтѣ посредствомъ неизвѣстныхъ процессовъ и подь несомнѣнно громаднѣйшимъ давленіемъ; кромѣ того, смола заключаетъ въ себѣ летучія вещества, которыя, улетучиваясь со временемъ, ослабляютъ связь между частицами искусственнаго асфальта, недостаточно крѣскую и безъ того отъ несовершенства смѣшенія известняка и смолы. По этимъ причинамъ покрытіе изъ искусственнаго асфальта оказывается весьма непрочнымъ: оно размягчается въ жаркую погоду, сильно растрескивается отъ морозовъ и быстро изнашивается отъ движенія. Въ послѣднее время стали изготовлять искусственный асфальтъ изъ освобожденной перегонкою отъ маселъ газовой смолы и очень мелкаго порошка мѣла. Этотъ матеріаль употребляется съ нѣкоторымъ успѣхомъ лишь для покрытія мѣстъ съ весьма слабымъ движеніемъ, каковы — дворы, проходы въ воротахъ, погребя и т. п., но для уличныхъ тротуаровъ онъ не годенъ.

67. Огражденія дорогъ. Для безопасности проѣзда по дорогамъ, по краямъ поверхности ихъ устраиваются мѣстами *огражденія*. Огражденія необходимы на насыпяхъ, высотой болѣе 0,75 сажени, при въѣздахъ на мосты, при переѣздахъ черезъ желѣзныя дороги и на косогорахъ; въ первыхъ трехъ случаяхъ они располагаются по обѣимъ сторонамъ дороги, въ послѣднемъ — только со стороны откоса насыпи. Устройство и матеріаль огражденій сообразуются съ мѣстными условіями проложенія дороги.

Наиболѣе употребительный видъ огражденія дорогъ представляютъ *надолбы* или *деревянные столбики*, врываемые правильными рядами по краямъ дороги. Столбики эти (фиг. 165) дѣлаются изъ бревенъ, толщиной 5 вершковъ, длиной 1 сажень, и закапываются въ землю на 0,5 сажени;

нижняя, закапываемая часть ихъ оставляется безъ обдѣлки и обугливается для предохраненія отъ гніенія; верхняя часть обдѣлывается обыкновенно накругло, рѣдко шести-гранникомъ, и окрашивается масляною краскою. У нижняго конца столбиковъ дѣлаютъ иногда нарѣзку, чтобы предупредить выпучиваніе ихъ при замерзаніи грунта; верхній конецъ столбиковъ обдѣлывается полушаріемъ или конусомъ, при круглой формѣ ихъ, и пирамидой при шести-гранной формѣ. Столбики ставятся обыкновенно въ разстояніи 0,67 сажени ось отъ оси; иногда, для уменьшенія числа надолбовъ, это разстояніе принимается нѣсколько больше, а именно 0,83 сажени. Ямы для постановки надолбовъ или выкапываются обыкновеннымъ способомъ, или высверливаются особымъ буромъ (фиг. 166); при употребленіи бура ямы получаются узкими, такъ что столбики вставляются въ нихъ почти вплотную и не требуется ни подсыпки земли, ни утрамбовки ея.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, когда бываютъ нужны огражденія, не допускающія прохода съ поверхности дороги на откосъ, ряды надолбовъ покрываются сверху продольнымъ, или *шапочнымъ* брусомъ (фиг. 167). При такомъ устройствѣ, разстояніе между надолбами принимается въ 1 сажень, а верхушки ихъ обдѣлываются шипами, на которые насаживается шапочный брусъ; послѣдній обтесывается обыкновенно на-кругло и сращивается по длинѣ косымъ зубомъ. Нерѣдко соединяютъ надолбы по два или по три (фиг. 168 и 169) шапочнымъ брусомъ или пропускаемою сквозь нихъ доскою, оставляя въ огражденіи промежутки для прохода, съ одиночными свободными столбиками; такое огражденіе называется *тряслами*.

Надолбы и трясла недолговѣчны и требуютъ возобновленія черезъ каждые 10—12 лѣтъ, но на русскихъ дорогахъ, за исключеніемъ горныхъ, представляютъ самый обыкновенный видъ огражденія, вслѣдствіе обилія въ Россіи лѣса сравнительно съ камнемъ. Въ мѣстностяхъ же, гдѣ въ камнѣ нѣтъ недостатка, деревяннымъ огражденіямъ предпочитаютъ долговѣчныя каменные; къ такимъ огражденіямъ относятся каменные тумбы и парапеты.

Каменные тумбы имѣютъ видъ правильно обтесанныхъ столбовъ (фиг. 170 и 171) или необдѣланныхъ продолговатыхъ кусковъ скалы и ставятся по краямъ дороги на разстояніяхъ отъ 1 до 2 сажень. Онѣ врываются въ земляное полотно на столько, чтобы оси экипажей могли свободно проходить надъ выступающими изъ земли концами тумбъ. Иногда употребляются и высокія тумбы, но онѣ неудобны въ томъ отношеніи, что легко повреждаются или выворачиваются проѣзжающими экипажами. Въ особенно опасныхъ для движенія мѣстахъ дорогъ, гдѣ необходимо непрерывное огражденіе дорсжнаго полотна, каменные тумбы соединяютъ посредствомъ деревянныхъ брусковъ (фиг. 172) или желѣзныхъ стержней (фиг. 173).

Каменные парапеты или *перильныя стѣнки* устраиваются на горныхъ дорогахъ, особенно въ тѣхъ мѣстахъ ихъ, гдѣ земляное полотно поддерживается подпорными стѣнками. Парапеты дѣлаются изъ сухой кладки или изъ кладки на растворѣ и состоятъ изъ сплошныхъ стѣнокъ (фиг. 38 и 39) или изъ рядовъ сводиковъ, соединенныхъ между собою и прикрытыхъ сплошнымъ карнизомъ (фиг. 174). Если парапетъ складывается въ видѣ сплошной стѣнки, то поверхности дороги даютъ одинъ поперечный скатъ въ нагорную сторону (фиг. 38), или же, при двускатной выпуклости дороги, устраиваютъ возлѣ парапета желобъ (фиг. 39), собирающій дождевую воду и спускающій ее наружу черезъ оставленные въ извѣстныхъ разстояніяхъ отверстія въ стѣнкѣ.

На маловажныхъ дорогахъ огражденія устраиваются иногда изъ земли. *Земляныя валики* или *банкеты* (фиг. 175) занимаютъ по ширинѣ дороги много мѣста и мѣшаютъ стоку воды съ поверхности полотна: поэтому они очень невыгодны какъ при постройкѣ, такъ и при ремонтѣ дорогъ.

Самый дешевый по ремонту видъ огражденій представляютъ *живыя изгороди* изъ кустарниковъ или деревьевъ, посаженныхъ по краямъ дороги. Къ сожалѣнію этотъ видъ огражденій далеко не вездѣ можно примѣнить, такъ какъ при каменистомъ или дурномъ грунтѣ полотна и

на крутыхъ открытыхъ косогорахъ растенія худо принимаются.

67. Посадки деревьевъ вдоль дорогъ. Нерѣдко дороги обсаживаются по краямъ рядами деревьевъ. Въ Россіи деревьями обсажены почти всеѣ шоссеыныя дороги Привислянскаго края; во Франціи аллеи деревьевъ въ два и иногда въ четыре ряда существуютъ на большей части дорогъ; въ Германіи и Австріи рядами деревьевъ обсажено около половины всего протяженія шоссеыныхъ дорогъ.

Посадка деревьевъ вдоль дорогъ представляетъ много выгодъ, но и не мало неудобствъ, по крайней мѣрѣ на нѣкоторыхъ участкахъ дорогъ. Деревья украшаютъ дорогу и дѣлаютъ ее замѣтною издали для проѣзжающихъ; въ жаркое лѣтнее время они доставляютъ тѣнь, предохраняющую дорожную одежду отъ разсыханія и освѣжающую путниковъ; зимою, во время выюгъ, когда дорога съ канавами заносится сплошнымъ слоемъ снѣга, деревья указываютъ направленіе проѣзда и устраняютъ несчастные случаи; наконецъ, деревья частью замѣняютъ надолбы и дѣлаютъ производительными тѣ части дороги, которыя не приносятъ непосредственной пользы движенію. Съ другой стороны, деревья обладаютъ неудобными свойствами поддерживать сырость въ мѣстахъ, гдѣ она вредна для дороги; кромѣ того, осенью они загрязняютъ дорогу падающими листьями; наконецъ, зимою деревья иногда способствуютъ образованію на дорогѣ снѣжныхъ заносовъ и нерѣдко служатъ причиною неравномѣрнаго расположенія снѣга на дорожномъ полотнѣ.

Выгоды и неудобства отъ посадокъ деревьевъ имѣютъ различное значеніе для разныхъ дорогъ и даже для разныхъ участковъ одной и той же дороги; въ зависимости отъ мѣстныхъ условій оказываются значительнѣе то выгоды, то неудобства посадокъ. Поэтому вопросъ о пользѣ или вредѣ деревьевъ для дорогъ нельзя рѣшить въ общемъ смыслѣ и безъотносительно; въ примѣненіи же къ мѣстнымъ условіямъ, въ каждомъ частномъ случаѣ, вопросъ этотъ рѣшается довольно легко сравненіемъ выгодъ и неудобствъ посадокъ.

Въ Россіи существуетъ законъ, которымъ предписывается на шоссеиныхъ дорогахъ имѣющіяся посадки деревьевъ поддерживать, вновь же деревья не садить. Этотъ законъ не примѣняется со всею строгостью и въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при очевидной пользѣ деревьевъ, допускается посадка ихъ на небольшихъ участкахъ шоссе. Такъ наприкладъ, участокъ Кіевскаго шоссе, длиною 6 верстъ, пролегающій высокою дамбою по разливу рѣки Десны, обсаженъ рядами деревьевъ по краямъ полотна въ 1884 году.

Деревья вдоль дорогъ сажаютъ обыкновенно по краямъ землянаго полотна, въ разстояніи отъ 8 до 12 дюймовъ отъ ребра откоса насыпи или канавы. При малой ширинѣ дороги деревья помѣщаютъ на особыхъ коническихъ земляныхъ выступахъ (фиг. 176), сдѣланныхъ по краямъ дорожнаго полотна на опредѣленныхъ разстояніяхъ и расположенныхъ частью на откосѣ насыпи или канавы. Иногда, если ширина полотна очень мала, ряды деревьевъ располагаютъ за канавами и ребрами насыпи, въ извѣстномъ удаленіи отъ оси дороги.

Посадку деревьевъ дѣлаютъ въ шахматномъ порядкѣ, то есть такъ, что каждое дерево одного ряда помѣщается противъ середины промежутка между деревьями другаго ряда. Разстояніе между отдѣльными деревьями въ каждомъ ряду зависитъ отъ цѣли, съ которою дѣлается посадка: если деревья сажаютъ для указанія пути и украшенія дороги, то разстояніе между ними принимается отъ 7 до 10 сажень; если же деревья назначаются для огражденія дороги на насыпяхъ, то разстояніе это уменьшаютъ до 4 и даже 2 сажень, причемъ въ промежуткахъ между деревьями, по краямъ насыпей, ставятъ по одному или по два надолба, смотря по ширинѣ промежутковъ и высотѣ насыпей.

Породы деревьевъ, избираемыя для посадокъ вдоль дорогъ, сообразуются съ климатомъ и свойствами почвы. Изъ различныхъ породъ деревьевъ, растущихъ въ Россіи, наиболѣе удобными для дорогъ представляются слѣдующія: для сѣверной и средней полосы Россіи—*береза*, для южной полосы—*ива* и *раkitникъ*, а для западнаго края—*тополь*;

кромѣ этихъ породъ, для посадокъ на русскихъ дорогахъ пригодны липа, кленъ, ясень, рябина и дубъ. Въ южной Германіи дороги нерѣдко обсаживаются фруктовыми деревьями, приносящими нѣкоторый доходъ, но для русскихъ дорогъ фруктовыя деревья совершенно негодны, по трудности охраненія ихъ и по климату.

При посадкахъ деревьевъ на обочинахъ шоссе, у стволь ихъ дѣлаютъ въ землѣ небольшія ямки для воды, открытыя со стороны щебеночной одежды и огражденныя земляными валиками съ противоположной стороны (фиг. 177). Для защиты деревьевъ отъ поврежденія колесами проѣзжающихъ экипажей, ставятъ иногда возлѣ нихъ со стороны проѣзда по одному или по два камня, зарытыхъ концами въ землю.

69. Указательные знаки. Къ указательнымъ знакамъ относятся верстовыя столбы, сотенныя и нумерныя знаки, путевыя и пограничныя столбы, а также межевыя знаки. Они ставятся для точнаго обозначенія различныхъ частей дорогъ, которое необходимо при завѣдываніи дорогами и при производствѣ на нихъ ремонтныхъ работъ; нѣкоторые изъ нихъ, кромѣ того, служатъ для удобства проѣзжающихъ по дорогамъ, указывая имъ разстоянія до населенныхъ пунктовъ или направленіе пути.

Верстовыя столбы раздѣляютъ длину дороги на равныя 500-саженныя части и указываютъ разстояніе въ верстахъ до ближайшихъ станцій или конечныхъ пунктовъ перегона. Чаще всего верстовыя столбы бываютъ *деревянные* (фиг. 178); они дѣлаются изъ бревенъ въ 5 вершковъ толщиною и 2 сажени длиною и ставятся въ отвѣсномъ положеніи на обочинѣ, въ разстояніи 18 дюймовъ отъ ребра землянаго полотна. Нижняя часть столба обугливается и зарывается въ землю на глубину 0,5 сажени; верхняя часть столба обтесывается на кругло и окрашивается масляною краскою, на 0,33 сажени снизу въ черный или сѣрый цвѣтъ, а на остальной длинѣ въ военный цвѣтъ. На верхній конецъ столба набивается досчатая коробка, шириною

въ 10 дюймовъ, окрашиваемая въ бѣлый цвѣтъ. На двухъ граняхъ коробки обозначаются числа верстъ до ближайшихъ станцій, приче́мъ цифры принято дѣлать черною краскою и величиною въ 5 дюймовъ. Изготовленіе верстовыхъ столбовъ, то есть ихъ обтеска, обдѣлка и окраска, производится обыкновенно въ какомъ либо одномъ пунктѣ дороги, откуда ихъ развозятъ по линіи; по установкѣ въ надлежащихъ мѣстахъ, ихъ надписываютъ числами верстъ.

Вблизи желѣзныхъ дорогъ верстовые столбы нерѣдко дѣлаются изъ старыхъ *рельсовъ*; устройство и размѣры такихъ столбовъ указаны на фигурѣ 179. На казенныхъ шоссе Привислянскаго края установлены *чугунные* верстовые столбы (фиг. 180); колонки этихъ столбовъ окрашены въ военный цвѣтъ, а пьедесталы — въ сѣрый; кромѣ чиселъ верстъ до ближайшихъ станцій, обозначенныхъ на желѣзной дощечкѣ, на каждомъ столбѣ имѣется на пьедесталѣ надпись числа верстъ отъ г. Варшавы, какъ центральнаго пункта округа путей сообщенія. На казенныхъ шоссе въ Крыму верстовые столбы сдѣланы изъ правильно обтесанныхъ четырехгранныхъ камней (фиг. 181). Подобные же камни служатъ для раздѣленія дорогъ на километры въ Германіи; во Франціи километренныя столбы имѣютъ видъ, указанный на фигурѣ 182. Каменные верстовые столбы очень хороши по своей долговѣчности, но для большей части русскихъ дорогъ неудобны, потому что легко заносятся снѣгомъ.

Сотенные знаки раздѣляютъ длину дороги на части въ въ 100 сажень, или, какъ говорятъ, *сотки*. Обыкновенно ихъ дѣлаютъ изъ камней, длиною около 20 дюймовъ, зарытыхъ до половины въ землю и обозначенныхъ цифрами отъ 1 до 4. Нерѣдко камни эти обдѣлываютъ въ правильную форму (фиг. 183), но такая обдѣлка представляется излишней роскошью, такъ какъ необтесанный камень, имѣющій на одной изъ сторонъ небольшое гладкое мѣсто (фиг. 184), можетъ служить сотеннымъ знакомъ такъ же успѣшно, какъ и обтесанный. Иногда сотенные знаки дѣлаютъ изъ деревянныхъ тумбъ, въ 0,5 сажени длиною, зарытыхъ до половины въ землю и окрашенныхъ краской. Совершенно такъ

же, какъ сотенные знаки, устраиваются и *номерные знаки*, служащіе для обозначенія номеровъ искусственныхъ сооружений на дорогахъ.

Путевые столбы ставятся въ мѣстахъ пересѣченія или развѣтвленія дорогъ и указываютъ названія ближайшихъ населенныхъ пунктовъ, а иногда и разстоянія ихъ. Они устраиваются подобно верстовымъ столбамъ и по матеріалу бываютъ деревянные (фиг. 185), желѣзные, чугунные или каменные.

Пограничные столбы ставятся въ пунктахъ пересѣченія дорогъ съ границами уѣздовъ и губерній. Обыкновенно они устраиваются подобно верстовымъ и путевымъ столбамъ и отличаются отъ послѣднихъ только формою доски (фиг. 186). Губернскіе пограничные столбы на большихъ дорогахъ дѣлаютъ по утвержденному типу, изображенному на фигурѣ 187. Столбъ этого типа складывается изъ кирпича, съ расшивкой швовъ, облицовывается въ нижней части цокольною плитою и основывается на фундаментѣ изъ бута. Къ верхней части столба, покрытой листовымъ желѣзомъ, прикрѣпляются съ двухъ сторонъ чугунные доски съ изображеніемъ губернскихъ гербовъ и названіемъ губерній. Такой столбъ ставится въ разстояніи 1 сажени отъ внѣшняго ребра боковой канавы, угломъ къ дорогѣ и притомъ такъ, чтобы прикрѣпленныя къ сторонамъ угла доски обращены были къ соотвѣтственнымъ губерніямъ.

Межевые знаки служатъ для обозначенія границъ отчужденной подъ дорогу полосы земель. Они состоятъ изъ крупныхъ необдѣланныхъ камней, зарытыхъ до половины въ землю и выбѣленныхъ сверху, или изъ деревянныхъ столбиковъ (фиг. 188), толщиною 5 вершковъ и длиною 1 сажень, вставленныхъ на 0,5 сажени въ землю и окруженныхъ земляными конусами. Камни располагаются по линиямъ отчужденія на разстояніяхъ отъ 10 до 25 сажень, а столбики— на разстояніяхъ отъ 50 до 100 сажень.

70. Дорожныя зданія. Къ дорожнымъ зданіямъ относятся станціонные или почтовые дома, заставные дома и сторо-

жевые дома. Всѣ эти зданія не представляютъ необходимой принадлежности шоссе и устраиваются далеко не на всѣхъ обыкновенныхъ дорогахъ; чаще всего они встрѣчаются на шоссеиныхъ дорогахъ значительной длины, гдѣ они и болѣе необходимы.

Относительно устройства *станціонныхъ* и *заставныхъ домовъ* на русскихъ казенныхъ шоссе существуетъ законъ, которымъ предписывается строить эти дома по особымъ Высочайше утвержденнымъ чертежамъ. Тѣмъ же закономъ установлено, что станціонные дома слѣдуетъ строить трехъ разрядовъ и такъ распредѣлять по линіямъ шоссе, чтобы разстоянія между домами были не болѣе 20 верстъ, чтобы черезъ каждыя 160 верстъ былъ домъ перваго разряда съ гостинницею, чтобы въ промежуткахъ между домами перваго разряда помѣщалось по одному дому втораго разряда съ гостинницею и чтобы всѣ остальные дома были третьяго разряда, безъ гостинницъ.

Согласно съ этимъ закономъ, изданнымъ въ 1843 году, на большей части русскихъ шоссеиныхъ дорогъ устроены казенные станціонные и заставные дома, въ видѣ капитальныхъ каменныхъ зданій. Эти дома были весьма необходимы въ то время, когда шоссе составляли главные пути сообщенія и служили для очень дѣятельнаго транзитнаго движенія, но, послѣ проведенія желѣзныхъ дорогъ и обращенія шоссеиныхъ дорогъ въ мѣстные пути, они потеряли въ большей или меньшей степени прежнее значеніе.

При современномъ положеніи шоссеиныхъ дорогъ, постройка дорогихъ станціонныхъ домовъ является необходимою лишь въ исключительныхъ и очень рѣдкихъ случаяхъ, обыкновенно же бываетъ выгоднѣе помѣщать станціи въ частныхъ домахъ тѣхъ городовъ и селеній, черезъ которые дорога проходитъ. Въмѣсто постройки заставныхъ домовъ утвержденного типа, выгоднѣе нанимать помѣщенія для взиманія дорожнаго сбора и для жилья начальниковъ заставъ въ частныхъ домахъ, находящихся возлѣ шоссе, причемъ является возможность измѣнять мѣста заставъ, какъ при измѣненіи условій проѣзда, такъ и въ случаяхъ проложенія объѣзд-

ныхъ путей. У заставныхъ домовъ устраиваются поперегъ шоссе *шлагбаумы*, то есть деревянные барьеры для загражденія пути.

Сторожевые дома служатъ для жилья дорожныхъ сторожей и устраиваются на обрѣзахъ дорогъ, въ разстояніи отъ 4 до 12 верстъ одинъ отъ другаго. Въ особенности важны эти дома для шоссеиныхъ дорогъ, требующихъ постоянныхъ исправленій и надзора; удобныя помѣщенія у самаго шоссе устраняютъ бесполезную потерю времени и труда на ежедневные переходы сторожей изъ деревень на шоссе и обратно, облегчаютъ нахожденіе этихъ низшихъ лицъ шоссеинаго надзора въ случаѣ надобности и, привязывая ихъ къ службѣ на шоссе, заставляютъ усерднѣе относиться къ дѣлу. Для шоссе, проходящихъ въ малонаселенной мѣстности, сторожевые дома часто являются необходимостью, безъ которой невозможно исправное содержаніе пути и сооруженій.

Сторожевые дома имѣются только на части русскихъ казенныхъ шоссе; на линіяхъ шоссе, проведенныхъ безъ сторожевыхъ домовъ, они постепенно устраиваются въ наименѣ населенныхъ мѣстахъ. Въ послѣднее время сторожевые дома строятся, какъ на старыхъ, такъ и на новыхъ шоссе, по типу, объявленному къ руководству Министерствомъ путей сообщенія въ 1878 году; типъ этотъ изображенъ на фигурѣ 189. Дома этого типа—деревянные и двойные, то есть служатъ для жилья двухъ сторожей; при каждомъ домѣ имѣется дворикъ и особая надворная постройка, безусловно необходимая для содержанія дома въ надлежащей чистотѣ и заключающая въ себѣ хлѣвъ, сарай и отхожее мѣсто; въ каждомъ помѣщеніи дома, при самомъ устройствѣ его, необходимо дѣлать столъ, двѣ скамьи, полку и вѣшалку. Дома эти располагаются по линіи шоссе такъ, чтобы участокъ одного сторожа находился по одну сторону дома, а другаго—по другую, причемъ разстоянія между домами принимаются вдвое болѣе длины сторожевыхъ участковъ. У значительныхъ мостовъ иногда устраиваютъ одиночные дома того же типа, для жилья сторожа при сооруженіи.

На шоссеиныхъ дорогахъ Кавказа и южнаго берега Крыма, гдѣ лѣтъ дорогъ, а камень находится въ изобиліи, сторожевые дома строятся изъ камня. Въ Привислянскомъ и Западномъ краѣ сторожевые дома устроены изъ кирпича при самомъ проведеніи шоссе.

VI. РЕМОНТЪ ДОРОГЪ.

71. Сущность ремонта дорогъ и значеніе его. При устройствѣ дороги, всѣмъ составнымъ частямъ ея, — дорожной одеждѣ, земляному полотну, мостамъ, трубамъ, зданіямъ, огражденіямъ и знакамъ, — придаютъ видъ, требуемый условіями удобства и безопасности сообщенія. Отъ дѣйствія проѣзда и отъ вліянія атмосферныхъ дѣятелей, составныя части дороги постепенно утрачиваютъ приданный имъ видъ: щебень, камни и другіе матеріалы дорожной одежды раздробляются, стираются и вывѣтриваются, откосы землянаго полотна размываются, канавы и трубы засоряются наносами, мосты повреждаются ледоходомъ и половодьемъ, деревянные сооруженія гниютъ и пр. Для возстановленія первоначальнаго вида частей дороги, для возобновленія разрушающихся сооружений и вообще для поддержанія дороги въ состояніи удобномъ и безопасномъ для движенія, необходимо производство на ней разнаго рода работъ, совокупность которыхъ и составляетъ ремонтъ дороги.

Ремонтъ дорогъ представляетъ очень важный элементъ народнаго хозяйства. Издержки на перевозку составляютъ значительную часть стоимости продуктовъ, такъ что даже ничтожныя улучшенія въ состояніи дорогъ, облегчая движеніе по нимъ, приводятъ, при большомъ протяженіи дорогъ, къ значительнымъ сбереженіямъ въ издержкахъ на перевозку, сбереженіямъ, увеличивающимъ народное богатство. Съ другой стороны, ремонтъ обыкновенныхъ дорогъ требуетъ большихъ средствъ, расходованіе которыхъ или совершенно не вызываетъ непосредственныхъ доходовъ, или,

въ случаѣ взиманія дорожнаго сбора, обуславливаетъ сравнительно небольшія поступления, покрывающія лишь нѣкоторую часть расходуемыхъ средствъ; при этомъ размѣръ расходовъ на ремонтъ зависитъ отъ способовъ и приѣмовъ производства ремонтныхъ работъ.

Степень правильности производства ремонтныхъ работъ находится въ прямомъ отношеніи какъ съ количествомъ сбереженій въ издержкахъ на перевозку, такъ и съ размѣромъ экономіи въ расходахъ на ремонтъ. Съ этой точки зрѣнія, въ ремонтѣ дорогъ нѣтъ подробностей, незаслуживающихъ вниманія и пустыхъ, а вся совокупность ремонтныхъ работъ является дѣломъ большой важности, для веденія котораго необходимы образованные, искусные и добросовѣстные техники.

Ремонтъ шоссеиныхъ дорогъ существенно отличается отъ ремонта мощеныхъ дорогъ, причѣмъ отличіе это заключается исключительно въ работахъ по дорожной одеждѣ и не распространяется на другія части дорогъ. Поэтому въ послѣдующемъ изложеніи будемъ держаться такого порядка: прежде всего разсмотримъ *ремонтъ шоссеиныхъ дорогъ*, разумѣя подъ этимъ содержаніе въ удобномъ состояніи и исправленіе главныхъ частей шоссе и преимущественно щебеночной одежды; затѣмъ перейдемъ къ *ремонту мощеныхъ дорогъ*, то-есть мостовыхъ разнаго рода; наконецъ приведемъ нѣсколько замѣчаній относительно ремонта *второстепенныхъ частей дорогъ*.

а) Ремонтъ шоссеиныхъ дорогъ.

72. Общія замѣчанія. Для шоссеиныхъ дорогъ ремонтъ имѣетъ больше значенія, чѣмъ самое устройство: правильнымъ и постояннымъ ремонтомъ можно и дурно устроенныя шоссе не только поддерживать въ удобномъ для проѣзда состояніи, но даже значительно улучшить; напротивъ того, при неправильно веденномъ ремонтѣ, даже прекрасно устроенныя шоссе портятся и приходятъ въ разстройство.

Цѣль ремонта шоссеиныхъ дорогъ заключается въ поддержаніи ихъ въ такомъ состояніи, чтобы движеніе по нимъ экипажей находилось постоянно въ возможно лучшихъ условіяхъ. Поэтому ремонтныя работы слѣдуетъ вести такъ, чтобы всякія препятствія проѣзду устранялись немедленно и чтобы всѣ поврежденія, которымъ шоссе подвержены, предупреждались или останавливались въ самомъ ихъ началѣ. Конечно, подобное веденіе ремонта возможно лишь при постоянномъ надзорѣ за шоссе и при достаточныхъ средствахъ какъ въ видѣ матеріаловъ, такъ и въ видѣ рабочихъ.

Правильное производство ремонта шоссеиныхъ дорогъ вошло въ употребленіе лишь въ тридцатыхъ годахъ настоящаго столѣтія. Въ XVIII вѣкѣ ремонтъ шоссе заключался только въ томъ, что на дорожное полотно по временамъ, когда шоссе отъ разстройства становилось крайне неудобнымъ для движенія, насыпался безъ счистки грязи слой новаго щебня, уплотненіе котораго предоставлялось проѣзду.

Трезаге первый указалъ на необходимость правильнаго и постояннаго ремонта для надлежащей исправности шоссеиныхъ дорогъ, но этому указанію слѣдовали недолго и впоследствии оно скоро было забыто. Мак-Адамъ былъ въ этомъ отношеніи гораздо счастливѣе; уменьшивъ толщину щебеночной одежды и уничтоживъ каменное основаніе, онъ устроилъ такія шоссе, которыя могли существовать только при непрерывномъ ремонтѣ. Подобное устройство заставило Мак-Адама выработать и ввести въ практику правильныя основанія ремонта; успѣхамъ, полученнымъ на этомъ пути, онъ болѣе обязанъ своею извѣстностью, чѣмъ предложенной имъ системѣ устройства щебеночной одежды.

Благодаря трудамъ Трезаге и Мак-Адама, установилось убѣжденіе, что чѣмъ долѣе поврежденія шоссе остаются неисправленными, тѣмъ скорѣе оно дѣлается неудобнымъ для движенія, и что немедленнымъ исправленіемъ малѣйшихъ поврежденій можно устранить крупную порчу шоссе и достигнуть поэтому значительнаго сбереженія въ расходахъ на ремонтъ.

Правило — *производить работы во-время* — считается

аксіомой во всякомъ хорошемъ хозяйствѣ. Это правило представляетъ главное основаніе и хорошаго ремонта шоссе-ныхъ дорогъ; для примѣненія же этого правила необходимо непрерывное производство ремонта, возможное лишь при постоянномъ надзорѣ и достаточныхъ средствахъ.

Ремонтъ шоссе-ныхъ дорогъ состоитъ изъ совокупности работъ двоякаго рода: однѣ изъ нихъ направлены къ облегченію проѣзда по шоссе и къ устраненію причинъ, производящихъ или усиливающихъ разрушеніе щебеночной одежды; другія имѣютъ цѣлью исправленіе происходящихъ въ щебеночной одеждѣ поврежденій и возстановленіе первоначальнаго вида шоссе. Работы перваго рода называются *ремонтнымъ содержаніемъ шоссе* и не требуютъ для производства новыхъ матеріаловъ; сюда относятся слѣдующія работы: очистка шоссе отъ пыли и грязи, осушеніе щебеночной одежды и землянаго полотна, прочистка канавъ и срѣзка обочинъ, оправка и загражденіе обочинъ, выравниваніе щебеночной одежды, поливка шоссе, содержаніе зимняго пути, расчистка снѣжныхъ заносовъ, постановка защитъ отъ заносовъ, весенняя очистка шоссе и застилка пучистыхъ мѣстъ хворостомъ. Работы втораго рода носятъ названіе *ремонтныхъ исправленій шоссе* и соединены съ употребленіемъ новыхъ матеріаловъ, — щебня, камня, хряща и песка; къ работамъ этимъ принадлежитъ: заравниваніе образующихся въ щебеночной одеждѣ углубленій щебнемъ, исправленіе поперечнаго профиля шоссе и утолщеніе щебеночной одежды разсыпкой щебня.

Ниже слѣдуетъ рядъ статей, въ которыхъ сначала разсматривается ремонтное содержаніе шоссе, затѣмъ излагаются способы производства ремонтныхъ исправленій шоссе и наконецъ приводится нѣсколько замѣчаній относительно ремонтнаго матеріала.

73. Очистка шоссе отъ пыли и грязи. Щебеночная одежда, покрывающая шоссе, подъ дѣйствіемъ проѣзда и атмосферныхъ дѣятелей мало-по-малу разрушается, или *изнашивается*. Изнашиваніе происходитъ отъ стиранія, раз-

дробленія и вывѣтриванія каменнаго матеріала и выражается размельченіемъ щебня въ порошокъ. Этотъ порошокъ, смѣшиваясь съ навозомъ, оставляемымъ лошадью, и съ землей, наносимой проѣздомъ съ грунтовыхъ дорогъ, образуетъ на поверхности шоссе пыль, обращающуюся при мокрой погодѣ въ грязь. Накопленіе пыли и грязи на шоссе оказываетъ вредное дѣйствіе на прочность щебеночной одежды: удерживая на поверхности шоссе воду, грязь разрыхляетъ твердую кору, образующуюся отъ сплотненія щебня; проникая въ шоссеиную одежду и смѣшиваясь съ щебнемъ, она дѣлаетъ щебеночный слой слабымъ и непрочнымъ. Кроме того, пыль и грязь обременяютъ проѣздъ, такъ какъ отъ присутствія ихъ увеличивается сопротивленіе тягѣ.

Вредное дѣйствіе пыли и грязи тѣмъ сильнѣе, чѣмъ толще образуемый ими слой. Поэтому, для предупрежденія разстройства щебеночной одежды и для облегченія проѣзда, поверхность шоссе необходимо возможно чаще очищать. Лучше всего вести эту работу непрерывно, счищая пыль и грязь по мѣрѣ образованія ихъ, но такая очистка возможна только въ томъ случаѣ, когда на шоссе имѣется достаточное количество постоянныхъ рабочихъ; въ большинствѣ же случаевъ очистка шоссе дѣлается періодически, нѣсколько разъ въ годъ, когда слой накопившейся пыли или грязи достигнетъ нѣкоторой толщины (около 1 дюйма). На дорогахъ по незаселенной мѣстности періодическую очистку необходимо производить отъ 2 до 5 разъ въ годъ, сообразно съ силою проѣзда, качествомъ матеріала и положеніемъ дороги: на дорогахъ по городамъ и селеніямъ, гдѣ накопленіе пыли и грязи происходитъ гораздо скорѣе, а удобства движенія требуютъ большей чистоты, приходится очищать поверхность шоссе гораздо чаще.

На русскихъ казенныхъ шоссе счистку пыли и грязи принято производить 2 раза въ годъ, весной и осенью, на всемъ протяженіи дорогъ; кроме этой сплошной, или *валовой*, очистки шоссе, дѣлается *частная* счистка пыли и грязи: на участкахъ, пролегающихъ по городамъ и селеніямъ, въ мѣстахъ пересѣченія шоссе съ грунтовыми дорогами и на

участкахъ съ весьма дѣятельнымъ проѣздомъ или съ очень слабой щебеночной одеждой. причѣмъ число разъ производства этой работы бываетъ весьма различно и иногда достигаетъ до 15 въ годъ; независимо отъ валовой и частной очистки шоссе, передъ разсыпкой щебня для исправленія и утолщенія щебеночной одежды производится счистка пыли и грязи со всѣхъ поверхностей, покрываемыхъ новымъ щебнемъ.

Нельзя не обратить вниманія на то, что для исправности шоссе весьма полезно удалять накопляющіеся на шоссе соръ и мелочь главнымъ образомъ въ видѣ пыли. При постоянномъ сметаніи пыли, поверхность шоссе по наступленіи дождливой погоды остается въ первые дни совершенно свободною отъ грязи, потому что высыханіе шоссе происходитъ быстро, и лишь продолжительное ненастье вызываетъ необходимость счистки грязи.

Пыль счищается или сметается съ поверхности шоссе обыкновенно посредствомъ метель изъ тонкихъ и гибкихъ березовыхъ вѣтокъ, насаженныхъ на длинную палку. При метеніи рабочій идетъ вдоль оси шоссе, неся метлу въ сильно наклонномъ положеніи, и проводитъ ея осторожно по поверхности дороги, пережѣвая пылъ постепенно вправо и влѣво; при этомъ слѣдуетъ наблюдать, чтобы метла проходила по щебеночному слою какъ можно легче, касаясь лишь его поверхности и не захватывая спѣляющаго матеріала. Заграницею нерѣдко употребляются для счистки пыли, лежащей толстымъ слоемъ, особыя щетки съ длинной наклонной рукоятью (фиг. 190); онѣ изготовляются чаще всего изъ *пѣлицы*, тростника, отличающагося большой гибкостью и крѣпостью. Подобной щеткой рабочій сдвигаетъ пылъ передъ собой, идя впередъ и проводя щеткой по поверхности шоссе возможно легче, чтобы не разрыхлять щебеночнаго слоя.

Грязь счищается разными способами, въ зависимости отъ состоянія, въ какомъ она находится. Когда грязь очень жидка, то для счистки ея употребляются также метлы или щетки; когда же грязь довольно густа, то счистка ея про-

изводится посредствомъ обыкновенныхъ деревянныхъ лопатъ или посредствомъ скребковъ. Скребки (фиг. 191 и 192) состоятъ изъ деревянной или желѣзной дощечки, прикрѣпленной перпендикулярно къ концу длинной рукоятки; ихъ дѣлаютъ возможно легче, чтобы при движеніи дощечки по поверхности шоссе не повреждался щебеночный слой. Рабочій сдвигаетъ скребкомъ грязь отъ оси щебеночной одежды къ краямъ ея, сначала на одной половинѣ шоссе, потомъ на другой.

Сметенную пыль и счищенную съ поверхности шоссе грязь сгребаютъ обыкновенно въ кучи, располагаемыя на одной или на обѣихъ обочинахъ шоссе, откуда пыль и грязь окончательно убираютъ или отвозятъ. Грязь оставляется на обочинахъ лишь до тѣхъ поръ, пока немного не сгустится, а затѣмъ убирается возможно скорѣе, потому что она препятствуетъ стоку воды съ поверхности шоссе, мѣшаетъ пѣшеходному движенію и легко разносится проѣздомъ снова по дорогѣ. На участкахъ шоссе по открытой мѣстности пыль и грязь, убираемыя съ дороги, сваливаютъ на обрѣзы и разравниваютъ по поверхности ихъ ровнымъ слоемъ; пыль и грязь, счищаемыя съ участковъ шоссе по городамъ и селеніямъ, отвозятъ за предѣлы населенныхъ мѣстъ. Иногда, при маломъ содержаніи въ пыли и грязи навоза, ихъ употребляютъ для задѣлки углубленій на обочинахъ или какъ сцепляющій матеріалъ при разсыпкѣ щебня. Часто владѣльцы земель, прилегающихъ къ шоссе, пользуются дорожной пылью и грязью, какъ отличнымъ удобрительнымъ средствомъ, для удобренія своихъ полей и огородовъ; въ этомъ случаѣ уборка и отвозка пыли и грязи не требуютъ особыхъ расходовъ, такъ какъ владѣльцы земель производятъ эти работы на свой счетъ за право пользоваться продуктами очистки шоссе.

Заграницею было сдѣлано много попытокъ замѣнить метлы, щетки, лопаты и скребки такими машинами, которыя давали бы возможность счищать пыль и грязь быстрѣе и съ меньшими расходами.

Однѣ изъ этихъ попытокъ были направлены къ устрой-

ству ручнаго инструмента, болѣе совершеннаго. чѣмъ обыкновенная метла или скребокъ. Придуманые приборы имѣли видъ одноколесной или двухколесной телѣжки съ поперечиной, къ которой было подвѣшено рядомъ нѣсколько, пять или шесть, щетокъ или скребковъ, такъ что рабочій, двигая подобный приборъ передъ собой, очищали сразу полосу отъ 0,4 до 0,5 сажени. Эти приборы не вошли въ употребленіе, такъ какъ оказались на практикѣ неудобными: они стоили дорого и были тяжелы; употребленіе ихъ усиливало изнашивание щепеночной одежды, потому что одному рабочему трудно было владѣть ими такъ, чтобы очистка пыли и грязи происходила съ надлежащей осторожностью; кромѣ того, они требовали дополнительной работы на перемѣщеніе съ мѣста на мѣсто, сверхъ перевозки всѣхъ другихъ рабочихъ инструментовъ въ тачкѣ.

Другія попытки были основаны на примѣненіи силы лошадей къ перемѣщенію приборовъ, сходныхъ съ предъидущими, но захватывавшихъ при очисткѣ болѣе широкую полосу дороги. Въ этихъ приборахъ также главную часть составляла поперечина съ рядомъ прикрѣпленныхъ къ ней щетокъ или скребковъ, но для поддержанія такой поперечины служила телѣга, перевозившаяся лошадыю. Изъ приборовъ этого рода вошла въ общее употребленіе лишь машина для метенія, изобрѣтенная Тайльферомъ (Tailfert).

Машина Тайльфера, съ успѣхомъ примѣняющаяся почти во всѣхъ большихъ городахъ Западной Европы, состоитъ изъ двухколесной телѣги *A* (фиг. 193), къ оси которой прикрѣплена цилиндрическая щетка *B* изъ шпанды, могущая вращаться около своей оси. При перемѣщеніи телѣги, вращеніе колесъ передается щеткѣ посредствомъ механизма, состоящаго изъ двухъ зубчатыхъ колесъ *C* и безконечной перекрещивающейся цѣпи *D*. Щетка помѣщена наклонно къ оси телѣги и вращается въ сторону, обратную вращенію колесъ, такъ что пыль и грязь сдвигаются щеткой впередъ, перемѣщаются мало-по-малу въ одну сторону и располагаются тамъ продольной рядкой. Машина перевозится одною лошадыю и управляется рабочимъ, помѣщаемымъ на осо-

бомъ сидѣнья *E*; при помощи рычага *F*, рукоятка котораго находится возлѣ сидѣнья, щетку можно опустить при счи-
сткѣ грязи и поднять при простомъ проѣздѣ. Длина щетки—
около 1 сажени, но, вслѣдствіе наклоннаго положенія, она
захватываетъ сразу полосу только около 0,75 сажени, такъ
что для очистки дороги требуется нѣсколько проходовъ ма-
шины. Успѣшность дѣйствія машины зависитъ отъ состоя-
нія счищаемой массы; лучше всего ею счищается жидкая
грязь. Въ среднемъ машина можетъ очищать около 1000 кв.
саженъ шоссе въ часъ и замѣняетъ работу 7—8 человѣкъ
рабочихъ.

Очистка шоссе машиною кажется съ перваго взгляда
очень выгодною; на самомъ же дѣлѣ, если принять въ раз-
счетъ стоимость машины (около 350 рублей) и расходы на
ремонтъ ея, на помѣщеніе и на наемъ лошади, то оказы-
вается, что работа машиною обходится не дешевле ручной
работы, даже при условіи постоянного производства очистки.
Въ отношеніи качества работы, машинная очистка шоссе
стоитъ ниже ручной: машина очищаетъ всю поверхность
шоссе однообразно, съ одинаковымъ нажатіемъ щетки, между
тѣмъ какъ хорошій рабочій при метеніи сильно надавли-
ваетъ на горбы и осторожно очищаетъ углубленія. Един-
ственное преимущество машинной очистки сравнительно съ
ручною — быстрота производства работы, имѣющая важное
значеніе на очень оживленныхъ дорогахъ, содержимыхъ въ
большой чистотѣ.

Вслѣдствіе этихъ особенностей, употребленіе машины
Тайльфера представляется вполне умѣстнымъ лишь для го-
родскихъ дорогъ съ сильнымъ проѣздомъ, гдѣ счистка пыли
и грязи требуетъ большого количества рабочихъ силъ и
соединена съ неудобства для движенія; для дорогъ же въ
большихъ городахъ ручная работа по счиствѣ пыли и грязи
выгоднѣе машинной.

74.осушеніе щебеночной одежды и землянаго полотна.
Во время сильныхъ дождей, всѣ углубленія на поверхности
шоссе наполняются водою. Оставаясь въ этихъ углубле-

ніяхъ, вода приноситъ немало вреда шоссе: она разрушаетъ твердую одежду и усиливаетъ стираніе щебеночнаго слоя. Поэтому, въ видахъ сохраненія щебеночной одежды и поддержанія шоссе въ исправности, полезно возможно скорѣе удалять воду съ поверхности шоссе: это дѣлаютъ метлой или щеткой и киркой: метлой или щеткой выгоняютъ воду изъ углубленій, а киркой прочищаютъ желобки для стока ея.

Нѣкоторые участки шоссе особенно сильно подвергаются вредному дѣйствию воды: таковы — всѣ участки, гдѣ грунтъ землянаго полотна глинистый, торфянистый или иловатый, щебеночный слой рыхль, тонокъ и съ малой выпуклостью, а слоя песка подъ щебнемъ нѣтъ или онъ очень тонокъ. На подобныхъ участкахъ шоссе, даже при заботливомъ ремонтѣ, вода осенью, во время продолжительныхъ дождей, проникаетъ черезъ щебеночную одежду до грунта, напитываетъ земляное полотно и замерзаетъ въ немъ съ наступленіемъ морозовъ; весной, когда верхній слой полотна оттаетъ, а нижній еще остается мерзлымъ, оттаявшій грунтъ до того размягчается, что неуспѣвшая просохнуть щебеночная одежда не поддерживается имъ надлежащимъ образомъ и потому легко прорѣзывается колесами проѣзжающихъ экипажей: безъ предупредительныхъ мѣръ, щебеночная одежда въ этомъ состояніи разстраивается совершенно въ нѣсколько дней. Такія размягченія шоссе называются *пучинами*, а участки, на которыхъ пучины образуются, носятъ названіе *пучистыхъ мѣстъ*.

Чтобы предупредить или по крайней мѣрѣ ослабить образованіе пучинъ, необходимо въ пучистыхъ мѣстахъ шоссе противодѣйствовать намоканію землянаго полотна и ускорять его просыханіе. Съ этою цѣлью съ пучистыхъ мѣстъ шоссе особенно старательно счищаютъ грязь, спускаютъ дождевую воду и убираютъ остатки снѣга весной; кромѣ того, въ такихъ мѣстахъ вырываютъ на обочинахъ *временныя воронки* (фиг. 194) для спуска воды изъ-подъ щебеночной одежды. Обыкновенно воронкамъ даютъ ширину не менѣе 0,1 и глубину не менѣе 0,2 сажени и располагаютъ

ихъ въ разстояніяхъ отъ 1,5 до 2 сажень одна отъ другой; на горизонтальныхъ участкахъ, ихъ копаютъ нормально къ оси шоссе, а на участкахъ съ уклономъ—наклонно къ оси въ сторону ската дороги. Временныя воронки слѣдуетъ копать позднюю осенью, предъ наступленіемъ морозовъ, чтобы весной, при самомъ началѣ оттаиванія дороги, онѣ уже могли дѣйствовать. Послѣ просушки полотна эти воронки необходимо старательно засыпать землею, вынутою при копаніи ихъ, чтобы возстановить первоначальный видъ обочинъ.

Нерѣдко и этими мѣрами не удается предупредить образованіе пучинъ; тогда для устраненія ихъ остается одно средство—перестроить въ пучистыхъ мѣстахъ шоссе щебеночную одежду заново, причемъ придать слою щебня надлежащую выпуклость и толщину и расположить его на слоѣ песка не менѣе 9 дюймовъ.

Размягченіе щебеночной одежды весной не ограничивается пучистыми мѣстами, но въ слабѣйшей мѣрѣ замѣчается по всему протяженію шоссе, особенно если предшествующая осень была дождливая и въ дорожное полотно впиталось много сырости. Размягченіемъ одежды иногда пользуются, чтобы возстановить потерянный щебеночнымъ слоемъ поперечный профиль и сгладить образовавшіяся въ немъ мелкія неровности; съ этой цѣлью размягченную одежду укатываютъ каткомъ, сначала по краямъ, а потомъ по срединѣ.

75. Прочистка канавъ и сѣзка обочинъ, оправка и загражденіе обочинъ. Пыль и грязь, образующіяся на шоссе подъ вліяніемъ проѣзда, накопляются постепенно въ канавкахъ и на обочинахъ, вслѣдствіе чего канавы мало-по-малу суживаются и мелѣютъ, или *затываютъ*, а обочины повышаются, или *нарастаютъ*. Это явленіе замѣчается даже при самой тщательной очисткѣ поверхности шоссе и вызываетъ необходимость производить по временамъ прочистку канавъ и сѣзку обочинъ. для возстановленія правильнаго вида ихъ.

Прочистка канавъ производится обыкновенно въ исходѣ

лѣта и ограничивается тѣми участками шоссе, на которыхъ поперечный профиль канавъ значительно измѣнился отъ постепеннаго засоренія. Работы необходимо начинать съ пониженныхъ точекъ участковъ и переходить постепенно къ возвышеннымъ, такъ какъ иначе, въ случаѣ дождя, вода можетъ залить прочищаемыя части канавъ и помѣшать работамъ. Чтобы придать канавамъ правильный видъ, изготовляютъ по поперечному профилю, который онѣ имѣли при постройкѣ шоссе, шаблоны изъ деревянныхъ брусковъ (фиг. 195). По этимъ шаблонамъ вырываютъ въ канавахъ, на разстояніяхъ въ нѣсколько саженъ по длинѣ ихъ, направляющія борозды такого вида, чтобы въ нихъ аккуратно входили шаблоны. Затѣмъ, натягивая между направляющими бороздами шнуръ, снимаютъ со дна и откосовъ канавъ слои земли, на толщину, опредѣляемую глубиною бороздъ. Вынимаемую землю выбрасываютъ на обрѣзы и разравниваютъ правильнымъ слоемъ.

Въ мѣстахъ, гдѣ можно опасаться размывовъ, прочистку канавъ начинаютъ съ того, что съ откосовъ и дна ихъ срѣзываютъ дернъ. Дерномъ этимъ обкладываютъ поверхность канавъ, послѣ прочистки ихъ, сплошь или діагональными лентами. Шаблоны для направляющихъ бороздъ дѣлаютъ въ такомъ случаѣ немного больше нормальнаго профиля канавъ, считывая на уменьшеніе площади канавъ отъ обдѣрновки. При прочисткѣ немогущихъ канавъ съ значительнымъ уклономъ, лучше не срѣзывать дерна и земли съ поверхностей канавъ на всемъ протяженіи, а ограничиваться лишь съемкой неровностей, задерживающихъ стокъ воды.

Отводныя каналы, идущія въ сторону отъ шоссе, необходимо осматривать не менѣе двухъ разъ въ годъ, чтобы удостовѣриться въ полной исправности ихъ. Замѣченныя засоренія должны быть устраняемы немедленно, такъ какъ при неисправности отводныхъ канавъ и боковыя не приносятъ пользы.

Сръзка обочинъ производится подобно прочисткѣ канавъ: сначала поперекъ обочинъ прокапываются направляющія борозды, въ нѣсколькихъ саженяхъ одна отъ другой,

а затѣмъ съ обочинъ снимается слой земли до поверхности, опредѣляемой подошвами бороздъ. Для правильнаго прорытія бороздъ пользуются шаблономъ (фиг. 196) изъ доски, у которой нижній край сръзанъ по принятому (отъ 0,04 до 0,06) поперечному скату обочинъ, а къ верхнему краю прикрѣплена подь прямымъ угломъ планка съ отвѣсомъ.

Сръзка обочинъ производится въ концѣ лѣта или осенью, но прорытіе направляющихъ бороздъ нерѣдко дѣлають на нѣсколько мѣсяцевъ раньше, весной. При такомъ раздѣленіи работъ, борозды приносятъ двойную пользу: кромѣ указанія поверхности сръзки, онѣ облегчаютъ стокъ воды съ поверхности шоссе въ теченіи весны и лѣта. Чтобы борозды возможно лучше удовлетворяли послѣднему назначенію, ихъ прокапываютъ сообразно съ продольными уклонами дороги, располагая нормально къ оси шоссе на горизонтальныхъ участкахъ и косвенно на наклонныхъ.

Землею, снимаемую съ обочинъ, можно пользоваться для заполнения промежутковъ въ щебнѣ, рассыпаемомъ при ремонтѣ шоссе, но это допускается только въ случаяхъ, если въ распоряженіи не имѣется другаго лучшаго заполняющаго матеріала. Въ землѣ обочинъ часто заключается нѣкоторое количество щебня, случайно попадающаго туда изъ стоящихъ на обочинахъ кучъ и съ поверхности щебеночной одежды. Этотъ щебень необходимо тщательно отдѣлять отъ земли и сохранять для ремонта шоссе.

Если обочины служатъ для проѣзда легкихъ экипажей въ сухое время года, то поверхность ихъ повреждается и выбивается проѣздомъ, то есть дѣлается неровною и вогнутою (фиг. 196). Въ такомъ случаѣ, для задѣлки неровностей и для возстановленія поперечнаго ската дороги, производится *оправка* обочинъ. Эта работа состоитъ въ томъ, что землю съ краевъ обочинъ *AB* снимають по шнуру и заполняютъ ею углубленія на полосахъ *BC*, причемъ поверхность обочинъ тщательно выравниваютъ и насыпанную землю утрамбовываютъ. Если для заполнения углубленій оказывается недостаточнымъ земли, снимаемой съ краевъ обочинъ, то пользуются или отвердѣвшей грязью со щебе-

ночной одежды, или землею отъ прочистки канавъ, или грунтомъ изъ резервовъ.

Эту работу приходится производить нѣсколько разъ въ годъ, но, даже при частомъ повтореніи ея, поврежденія обочинъ, затрудняя стокъ воды съ проѣзжей части, способствуютъ разстройству щебеночной одежды и увеличиваютъ издержки на содержаніе шоссе. Поэтому проѣздъ по обочинамъ обыкновенно не допускается, причемъ для воспрепятствованія произвольнаго движенія по нимъ приѣбаютъ къ разнаго рода *загражденіямъ*.

Самый простой способъ загражденія обочинъ — разстановка по нимъ коническихъ или призматическихъ кучъ щебня, но способъ этотъ примѣнимъ лишь въ исключительныхъ случаяхъ, при поставкѣ значительнаго количества матеріала для ремонта шоссе. Можно преградить обочины для проѣзда прокопкой въ нихъ поперечныхъ бороздъ или воронокъ, а также насыпкой на нихъ поперечныхъ земляныхъ валиковъ; оба эти способы дешевы, но неудобны: воронки и валики неполнѣ предохраняютъ обочины отъ порчи проѣздомъ, а видъ ихъ безобразитъ шоссе, особенно при недостаточно старательномъ ремонтѣ.

Иногда, при самомъ устройствѣ шоссе, принимаютъ мѣры для загражденія обочинъ, устанавливая на каждой изъ нихъ *барьерные камни* по краямъ, или по краямъ и срединѣ, въ шахматномъ порядкѣ (фиг. 197); камни эти, высотой около 0,25 сажени, зарываются до половины въ землю и выѣливаются известью. Этотъ способъ примѣненъ на шоссеиныхъ дорогахъ Привислянскаго края; онъ очень удобенъ и, хотя обходится дорого при устройствѣ, но зато не требуетъ почти никакихъ расходовъ впоследствии.

Наиболѣе распространенъ на русскихъ шоссе способъ загражденія обочинъ *кольями* (фиг. 198); колья, толщиной 1,5 вершка и длиною 0,33 сажени, располагаются поперечными рядами, по два или три кола на каждой изъ обочинъ, и забиваются въ землю на столько, чтобъ надъ поверхностью шоссе торчали концы въ 0,16 сажени. Этотъ способъ столь же удобенъ, какъ и предыдущій, стоитъ дешево при

устройствѣ, но вызываетъ ежегодныя расходы на возобновленіе сломанныхъ, вырванныхъ и сгнившихъ колевъ. Иногда послѣдній способъ загражденія видоизмѣняется тѣмъ, что колья каждаго ряда соединяются плетнемъ, или забиваются по два въ наклонномъ положеніи и прижимаютъ къ землѣ тонкія жерди (фиг. 199).

Загражденія нужны только для тѣхъ участковъ шоссе, гдѣ обочины не покрыты мостовой и довольно широки и гдѣ, сверхъ того, проѣздъ имѣетъ стремленіе направляться по обочинамъ. Разстояніе между воронками, валиками, барьерными камнями и рядами колевъ на каждой обочинѣ должно быть тѣмъ меньше, чѣмъ сильнѣе проѣздъ, чѣмъ болѣе замѣтно стремленіе его переходить на обочины и чѣмъ слабѣе шоссе; вообще разстояніе это измѣняется въ предѣлахъ отъ 3 до 15 сажень, причеи линіи загражденій располагаются на обочинахъ въ шахматномъ порядкѣ.

76. Выравниваніе поверхности щебеночной одежды и поливка шоссе. Подъ дѣйствиемъ проѣзда и атмосферныхъ дѣятелей, щебеночная одежда изнашивается вообще неравномѣрно, отчего на поверхности ея образуются разнаго рода неровности. Когда неровности эти достигаютъ значительныхъ размѣровъ, щебеночную одежду исправляютъ засыпкой углубленій новымъ щебнемъ, какъ это будетъ указано ниже, въ одной изъ слѣдующихъ статей. Теперь же укажемъ на тѣ мѣры, которыя принимаются при содержаніи шоссе, чтобы предотвратить появленіе и увеличеніе неровностей щебеночной одежды и сгладить ихъ въ самомъ началѣ, безъ употребленія щебня.

Когда на поверхности шоссе начинаютъ показываться колеи, вслѣдствіе непрерывнаго прохода цѣлаго ряда экипажей по однимъ и тѣмъ слѣдамъ, нерѣдко удается уничтожить ихъ просто частой очисткой шоссе, даже при незначительномъ количествѣ пыли и грязи. При неудачѣ этого способа, прибѣгаютъ къ направленію проѣзда посредствомъ *временныхъ загражденій* изъ камней. Съ этой цѣлью готовятъ на томъ участкѣ, на которомъ предполагаютъ

примѣнить загражденія, камни, длиною около 20 и толщиною около 7 дюймовъ, по возможности неокругленной формы, въ количествѣ примѣрно 6 штукъ на каждыя 40 сажень. Камни эти выбѣливаютъ известью и укладываютъ въ видѣ поперечныхъ рядовъ, длиною около 0,75 сажени, у краевъ щебеночной одежды, попеременно съ одной и другой стороны (фиг. 200); ряды располагаются на разстояніяхъ около 20 сажень одинъ отъ другаго и образуются каждый 3 камнями. Подъ вліяніемъ загражденій *a*, экипажи направляются по слабо-извилистой линіи *AA*. Черезъ нѣкоторое время камни перекладываются на другую сторону щебеночной одежды для образованія загражденій *a'* (фиг. 200), отъ вліянія которыхъ движеніе экипажей переходитъ на линію *A'A'*, симметрическую и пересѣкающуюся съ первой. Далѣе камни снова перекладываются на другую сторону, но не на прежнее мѣсто, а въ ряды *b*, отстоящія отъ рядовъ *a* сажени на 2 (фиг. 201); при слѣдующей же перекладкѣ они помѣщаются въ ряды *b'*. Такимъ образомъ продолжаютъ работу до тѣхъ поръ, пока каждый рядъ не пройдетъ всего своего участка въ 20 сажень, а затѣмъ повторяютъ перекладку въ обратномъ направленіи, но помѣщаютъ ряды на новыя мѣста. Въ результатѣ поверхность щебеночной одежды покрывается цѣлымъ рядомъ извилистыхъ линій проѣзда по всей ширинѣ, вслѣдствіе чего изнашивание ея дѣлается равномернымъ и появившіяся колеи уничтожаются. При производствѣ работы необходимо соблюденіе двухъ условій: 1) чтобы ширина свободной полосы между концами рядовъ (фиг. 202) была не менѣе 0,5 сажени и 2) чтобы всѣ камни передъ наступленіемъ сумерекъ снимались и укладывались до разсвѣта на обочины.

Иногда располагаютъ временныя загражденія такъ, чтобъ попеременно съ той и съ другой стороны было по нѣсколько рядовъ камней (фиг. 203), что удобнѣе для проѣзда. Промежутокъ времени между перекладками камней зависитъ отъ погоды, времени года, силы проѣзда и другихъ мѣстныхъ условій; если проѣздъ не очень силенъ, а щебеночная одежда не размягчена продолжительными дождями или

оттепелю, то камни оставляются безъ перекладки въ теченіи цѣлаго дня.

Способъ временныхъ загражденій приводитъ къ хорошимъ результатамъ только при дѣятельномъ движеніи по шоссе и при значительномъ числѣ постоянныхъ рабочихъ. Въ другихъ случаяхъ предпочитаютъ, для направленія проѣзда и уничтоженія появившихся колея, производить по поверхности щебеночной одежды въ нѣкоторыхъ мѣстахъ небольшія разсыпки новаго щебня.

Мелкія выбоины, образующіяся на поверхности щебеночной одежды, можно мало-по-малу уменьшить и даже совершенно уничтожить искуснымъ производствомъ очистки шоссе. Обметая или очищая сильно части одежды, кажущіяся выступами, освобождая осторожно отъ пыли и грязи выбоины и оставляя въ углубленіяхъ крупнѣйшія зерна счищаемой мелочи, искусные рабочіе могутъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ возстановить нормальный видъ поверхности шоссе. Такого же результата иногда удается достигнуть трамбованіемъ или укаткой неровной щебеночной одежды, во время ея размягченія осенью, при продолжительныхъ дождяхъ, или весной, при оттаиваніи шоссе.

Къ работамъ по выравниванію поверхности щебеночной одежды относятся также уничтоженіе зубьевъ и уборка катающагося щебня. Зубья образуются на поверхности шоссе вслѣдствіе того, что очень крупныя щебенки, попавшія въ щебеночную одежду, при устройствѣ ея, или же камни основанія, поднимаясь вверхъ, выходятъ наружу. Чтобы уничтожить зубья, разбиваютъ на части молоткомъ образующія ихъ крупныя щебенки и камни или же сбиваютъ только верхушки ихъ. Эту работу необходимо производить немедленно по появленіи зубьевъ, потому что иначе рядомъ съ зубьями отъ ударовъ колесъ образуются выбоины.

Катающійся щебень появляется на поверхности шоссе отъ выбиванія щебенокъ изъ слоя копытами лошадей; отъ присутствія его на шоссе, проѣздъ дѣлается безпокойнымъ и раздробленіе каменнаго матеріала увеличивается. Поэтому катающійся щебень слѣдуетъ убирать, помѣщая щебенки

на тѣ мѣста, изъ которыхъ онѣ выбиты, или собирая ихъ въ маленькія кучи на обочинахъ; эта работа производится обыкновенно во время очистки шоссе отъ пыли и грязи.

Поливка примѣняется обыкновенно на участкахъ шоссе, пролегающихъ по городамъ или въ окрестностяхъ ихъ, въ сухое и жаркое время; въ рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ она производится и на участкахъ шоссе внѣ городовъ. На городскихъ шоссе поливка дѣлается съ тою цѣлью, чтобы уличная пыль не поднималась въ воздухъ; на шоссе внѣ городовъ поливкой устраняютъ разрыхленіе щебеночной одежды изъ кремнистаго матеріала отъ сильнаго высыхания.

Для поливки шоссе по тѣмъ улицамъ въ большихъ городахъ, вдоль которыхъ проложены водопроводныя трубы, пользуются гуттаперчевыми рукавами, привинчиваемыми къ уличнымъ водопроводнымъ кранамъ. Вода, входящая въ поливальный рукавъ, подъ напоромъ, выбрасывается струей черезъ металлическій наконечникъ его на поверхность шоссе, причемъ посредствомъ передвижанія рукава можно полить любое мѣсто улицы, если только длина рукава соответствуетъ разстоянію между уличными кранами. При отсутствіи водопроводныхъ крановъ, для поливки шоссе употребляются деревянные или желѣзныя бочки на двухколесныхъ или четырехколесныхъ телѣгахъ; къ бочкѣ прикрѣплена сзади горизонтальная металлическая трубка, изъ которой налитая въ бочку вода вытекаетъ черезъ большое число мелкихъ отверстій; часто эту трубку дѣлаютъ согнутой по дугѣ, вогнутость которой обращена къ бочкѣ, вслѣдствіе чего ширина поливаемой полосы получается больше длины трубки.

77. Содержаніе зимняго пути, разчистка снѣжныхъ заносовъ и постановка зашитъ отъ заносовъ. Зимой русскія шоссеыя дороги покрываются снѣгомъ, по которому устанавливается сообщеніе на саняхъ. Чтобы сообщеніе это было всегда возможно и удобно, необходимо производство разнаго рода работъ по содержанію зимняго пути.

Въ открытой мѣстности нѣкоторые участки шоссе такъ засылаются снѣгомъ, что теряется всякій слѣдъ дорожнаго

вновь; на все это время проѣздъ по дорогѣ прекращается, такъ что при одной ручной расчисткѣ заносовъ содержаніе зимняго пути не только дорого, но и неисправно. Поэтому расчистка снѣга въ ручную примѣняется лишь въ случаѣ крайней необходимости, а устраненіе снѣжныхъ заносовъ достигается установкою по сторонамъ дороги огражденій или защитъ.

Защиты отъ снѣжныхъ заносовъ ставятся вдоль участковъ шоссе, преимущественно подверженныхъ дѣйствию мятелей; участки шоссе въ открытой мѣстности, составляющіе переходъ отъ выемокъ къ насыпямъ и пролегающіе малыми выемками, малыми насыпями или по косогорамъ, особенно нуждаются въ защитахъ. Защиты располагаются преимущественно съ одной стороны дороги, со стороны господствующаго зимою вѣтра, но нерѣдко и съ обѣихъ сторонъ. Разстояніе защитъ отъ проѣзжей полосы должно быть не болѣе 15 и не менѣе 10 сажень; при большемъ разстояніи дѣйствіе защитъ слабо, а при меньшемъ — снѣгъ, ложась за защитами, достигаетъ проѣзжей полосы.

Къ постановкѣ защитъ приступаютъ въ началѣ зимы, послѣ первыхъ выпадовъ снѣга. Пользуясь оттепелью, на обрѣзахъ шоссе накидываютъ изъ снѣга продольные валы, шириною отъ 0,5 до 1 сажени въ основаніи (фиг. 205), и по гребнямъ валовъ втыкаютъ въ снѣгъ сплошные ряды хвойныхъ и преимущественно еловыхъ вѣтокъ, длиною отъ 0,7 до 1 сажени. Эти вѣтки нарубаются заблаговременно, складываются въ кучи и нагружаются сверху бревнами или камнемъ; пролежавъ нѣсколько времени подъ нагрузкой, онѣ распластываются, вслѣдствіе чего дѣлаются болѣе пригодными для образованія сплошнаго ряда и болѣе устойчивыми подъ дѣйствиемъ вѣтра.

Во время мятелей снѣгъ, задерживаясь защитами, мало-помалу засыпаетъ еловыя вѣтки и дѣлаетъ ихъ все менѣе и менѣе способными удовлетворять назначенію; поэтому, для восстановленія дѣйствія защитъ, вѣтки необходимо по временамъ, раза два или три въ зиму, вытаскивать изъ снѣга и вновь устанавливать въ рядъ по гребнямъ снѣжныхъ

валовъ. Въ безлѣсныхъ мѣстностяхъ защиты отъ заносовъ устраиваютъ изъ драневыхъ щитовъ, которые ставятся по гребнямъ снѣжныхъ валовъ, подобно хвойнымъ вѣткамъ. Въ-сто временныхъ защитъ отъ снѣжныхъ заносовъ, полезно устраивать, гдѣ представляется возможность постоянныя защиты изъ деревьевъ, посаженныхъ въ одинъ или нѣсколько рядовъ по краямъ обрѣзовъ; такія защиты называются *живыми изгородями*.

78. Весенняя очистка шоссе и застилка пучистыхъ мѣстъ.

При наступленіи весны, на шоссе необходимо принимать мѣры къ облегченію стока съ дорожнаго полотна воды, образующейся отъ таянія снѣга и льда, а также къ скорѣйшему и равномерному удаленію послѣднихъ. Съ этою цѣлью, въ снѣжныхъ сугробахъ, наваленныхъ по бокамъ проѣзжей полосы при расчисткѣ зимняго пути, продѣлываютъ прорывы черезъ каждые 5 сажень, а по линіямъ боковыхъ и отводныхъ канавъ и въ отверстіяхъ мостовъ и трубъ прокапываютъ въ снѣгу кюветы, соображая размѣры ихъ съ ожидаемымъ протокомъ воды. Въ случаѣ заноса прорывовъ и кюветовъ снѣгомъ, ихъ прочищаютъ снова, чтобы вода не застаивалась ни на полотнѣ, ни въ канавахъ, ни передъ мостовыми сооружениями.

Чтобы сдѣлать таяніе сплотнонаго проѣздомъ снѣга равномернымъ и сохранить зимній путь отъ скорой порчи, поверхность проѣзжей полосы очищаютъ отъ накопившагося на ней въ теченіи зимы навоза. Эта работа производится или въ ручную помощью лопатъ, скребковъ и метель, или посредствомъ провоза уравнивателя Вебера.

Уравнитель Вебера (фиг. 206) состоитъ изъ деревяннаго бруса *A*, къ которому прикрѣпленъ снизу ножъ *B* изъ толстаго листоваго желѣза; брусъ окованъ по краямъ желѣзными полосами, а спереди тонкимъ листомъ, и соединенъ съ желѣзными сергами *C* и наклонными рукоятями *D*. Для провоза по дорогѣ уравнитель прикрѣпляется помощью серегъ и цѣпей къ передку обыкновенной телѣги, къ которому припрягается лошадь. Одной изъ соединительныхъ цѣпей придана длина въ 1 саж., а другой—въ 0,6 сажени,

въслѣдствіе чего уравнитель движется наклонно и сгребаетъ навозъ или снѣгъ въ одну сторону. Для управленія уравни- телемъ служатъ рукоятки *D*, посредствомъ которыхъ можно сообщать брусу *A* надлежащее положеніе и въ большей или меньшей степени прижимать его къ поверхности до- рожги. Для дѣйствія уравнителемъ требуется одна лошадь, погонщикъ при ней и рабочій у рукоятей. Счищая съ по- верхности дороги навозъ, уравнитель вмѣстѣ съ тѣмъ и вы- равниваетъ зимній путь, такъ какъ, при искусномъ подни- маніи и опусканіи рукоятей, снѣгъ, сръзанный съ бугровъ, попадаетъ въ лежащія за ними впадины.

Когда щепеночная одежда начинаетъ обнажаться изъ- подъ снѣга и санный путь дѣлается невозможнымъ, шоссе во всю ширину дорожнаго полотна очищаютъ отъ остав- шагося на немъ снѣга и льда, чтобы скорѣе привести дорогу въ состояніе, удобное для лѣтней ѣзды; при этомъ ледяной черепъ съ проѣзжей части скалываютъ кирками и ломами, а рыхлый снѣгъ съ обочинъ очищаютъ лопатами. Болѣе всего необходима эта работа на участкахъ шоссе, пролегающихъ въ выемкахъ и потому менѣе подверженныхъ дѣйствию солнца и вѣтра. Само собою разумѣется, что вмѣстѣ съ очисткой полотна слѣдуетъ очищать отъ снѣга и канавы, чтобы дать водѣ, образующейся при оттаива- ніи и очисткѣ шоссе, свободный стокъ. Продукты очистки полотна и канавъ выбрасываются на обрѣзы и тамъ растаиваютъ подъ дѣйствіемъ солнца; только съ городскихъ участковъ приходится свозить ихъ за предѣлы городовъ.

Какъ уже было описано выше, въ статьѣ 74, при оттаи- ваніи дорожнаго полотна, на нѣкоторыхъ участкахъ шоссе образуются *пучины*. Размягченная щепеночная одежда въ этихъ мѣстахъ легко прорѣзывается колесами экипажей до грунта, причемъ щебень смѣшивается съ землей и являются такія поврежденія шоссе, которыя уже потомъ трудно исправить. Чтобы предохранить шоссе отъ этихъ поврежденій, пучистыя мѣста, немедленно по удаленіи ле- дянаго черепа и снѣга, на всемъ протяженіи *застылаются хворостомъ*, укладываемымъ поперекъ проѣзда.

Обыкновенно для застилки пучистыхъ мѣстъ пользуются хвойными вѣтками, служившими зимою для устройства зашиты отъ заносовъ; съ этою цѣлью, при наступленіи весеннихъ оттепелей, хвойныя вѣтки вынимаютъ изъ снѣжныхъ валовъ и свозятъ ихъ къ мѣстамъ шоссе, въ которыхъ ожидаютъ образованія пучинъ. Хвойныя вѣтки слабо сопротивляются дѣйствию проѣзда и быстро раздробляются на мелкія части; поэтому, при значительномъ движеніи, застилку шоссе хвойнымъ хворостомъ необходимо возобновлять каждые два или три дня, для чего соръ отъ разбитыхъ вѣтокъ убираютъ съ шоссе, очищаютъ пучистое мѣсто отъ грязи, а застилку пополняютъ новыми вѣтками.

Березовый, ивовый или ольховый хворостъ держится подъ проѣздомъ гораздо лучше, такъ что его, разъ положивъ въ застилку, можно не снимать до просушки щебеночной одежды. Поэтому нерѣдко для застилки пучистыхъ мѣстъ специально заготавливаютъ въ теченіи зимы березовыя или ивовыя вѣтки. Время, въ продолженіи котораго нужно оставлять застилку на шоссе, зависитъ отъ состоянія погоды и отъ мѣстныхъ условій и вообще колеблется между 2 и 3 недѣлями. По просушкѣ шоссе, хворостъ собираютъ въ кучи и сжигаютъ.

79. Ремонтныя исправленія шоссе. Работы по ремонтному содержанію шоссе, описанныя выше въ статьяхъ отъ 73 до 78, служатъ къ устраненію причинъ, производящихъ или усиливающихъ разрушеніе щебеночной одежды, и къ поддержанію поверхности шоссе въ чистомъ и гладкомъ состояніи, наиболѣе удобномъ для движенія; производство ихъ почти совершенно не требуетъ употребленія новыхъ матеріаловъ. Между тѣмъ, шоссе подъ дѣйствіемъ проѣзда и атмосферныхъ дѣятелей изнашивается, то-есть постепенно теряетъ заключающійся въ немъ каменный матеріалъ, удаляемый подъ видомъ пыли и грязи; производствомъ описанныхъ работъ можно до известной степени уменьшить эту потерю, но возстановить, очевидно, нельзя. Поэтому, для предотвращенія окончательнаго разстройства шоссе, необ-

ходимы, кромѣ работъ ремонтнаго содержанія, еще другія работы, ведущія къ исправленію шоссе, то-есть къ пополненію теряемаго дорогою каменнаго матеріала новымъ.

При этомъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что вообще чѣмъ больше затрачивается труда на *ремонтное содержаніе*, тѣмъ менѣе требуется каменнаго матеріала для *ремонтнаго исправленія* шоссе, такъ что усиленіе описанныхъ выше работъ до извѣстной степени приводитъ къ уменьшенію общихъ расходовъ на ремонтъ шоссе. Это обстоятельство особенно важно для русскихъ шоссеиныхъ дорогъ, потому что у насъ въ большинствѣ случаевъ каменный матеріалъ очень дорогъ, а рабочій трудъ дешевъ.

Изнашивание щебеночной одежды проявляется уменьшеніемъ ея толщины, которое бываетъ равномернымъ или неравномернымъ. При равномерномъ уменьшеніи толщины, изнашивание не представляетъ препятствія движенію и обнаруживается только постепеннымъ поднятіемъ обочинъ и уменьшеніемъ выпуклости, такъ какъ середина шоссе болѣе краевъ подвергается дѣйствию проѣзда; каменный матеріалъ теряется въ этомъ случаѣ только отъ стиранія поверхности щебеночной одежды. Когда же толщина щебеночной одежды уменьшается отъ изнашивания неравномерно, то поверхность шоссе покрывается неровностями, сильно затрудняющими движеніе, такъ какъ отъ присутствія ихъ сопротивление тягѣ значительно увеличивается; въ этомъ случаѣ потеря каменнаго матеріала отъ изнашивания гораздо больше, чѣмъ въ первомъ, потому что неровности вызываютъ удары колесъ и сверхъ стиранія щебеночной одежды происходитъ раздробленіе щебеноекъ, отдѣляемыхъ отъ слоя копытами лошадей или колесами экипажей. Поэтому, съ цѣлью сокращенія потери матеріала отъ изнашивания, слѣдуетъ стараться предупреждать и устранять образованіе неровностей; это достигается частью описанными выше работами ремонтнаго содержанія, частью ремонтными исправленіями шоссе.

Для ремонтнаго исправленія шоссе, то есть для восполненія теряемаго имъ каменнаго матеріала, необходимо добавлять къ щебеночной одеждѣ новый щебень. Это до-

бавленіе новаго щебня дѣлается двумя различными способами ремонта. Первый способъ, называемый *способомъ разсыпки щебня по частямъ*, или *частнымъ ремонтомъ*, основывается на важномъ условіи своевременности производства работъ и заключается въ томъ, что изнашиваніе щебеночной одежды восполняется новымъ щебнемъ непрерывно и малыми частями. Примѣняя этотъ способъ, разсыпаютъ щебень изо дня въ день на отдѣльныхъ участкахъ небольшой площади.

Другой способъ, носящій названіе *способа сплошныхъ розсыпней*, или *сплошнаго ремонта*, состоитъ въ томъ, что предоставляютъ щебеночной одеждѣ изнашиваться, пока толщина ея не достигнетъ нѣкотораго предѣла, и затѣмъ разсыпаютъ сплошь по всей проѣзжей части шоссе, на значительномъ протяженіи, такое количество щебня, какое нужно для возмѣщенія потеряннаго щебеночной одеждой матеріала, или для утолщенія ея до определенной величины.

Каждый изъ этихъ способовъ представляетъ свои преимущества и недостатки и потому обыкновенно не отдають ни тому, ни другому исключительнаго предпочтенія, а примѣняютъ при ремонтныхъ исправленіяхъ оба способа. При этомъ степень примѣнимости того и другаго способа опредѣляется мѣстными условіями и особенностями каждаго изъ нихъ, которые выяснятся ниже изъ сравненія этихъ способовъ.

80. Способъ разсыпки щебня по частямъ или частный ремонтъ шоссе. При частномъ ремонтѣ шоссе, щебень разсыпаютъ по поверхности щебеночной одежды на отдѣльныхъ небольшихъ площадкахъ въ теченіи значительной части года. Самое лучшее время для производства этой работы — сырая погода, когда щебеночная одежда бываетъ немного размягчена и потому скорѣе и лучше соединяется съ рассыпаемымъ щебнемъ. Въ сухую погоду рассыпаемый щебень сплотняется съ большимъ трудомъ и образуетъ на твердой поверхности одежды новый слой, щебенки котораго легко раздавливаются подъ тяжестью колесъ; поэтому

къ разсыпкѣ щебня въ сухую погоду прибѣгаютъ только для задѣлки образовавшихся въ щебеночной одеждѣ глубокихъ ямокъ, съ цѣлью предупредить быстрое увеличеніе ихъ подъ дѣйствіемъ проѣзда.

Мѣстами разсыпки щебня избираютъ преимущественно точки углубленій поверхности шоссе, которыя легко замѣтитъ во время дождя, по образующимся на щебеночной одеждѣ водостойнамъ. Мѣста предполагаемой разсыпки тщательно очищаются отъ пыли и грязи и потомъ вскирковываются. Кирковка производится слѣдующимъ образомъ (фиг. 207): по внѣшнему обводу избраннаго мѣста выбиваютъ киркою въ щебеночной одеждѣ непрерывную борозду отъ 1,5 до 2,5 дюймовъ глубиною; затѣмъ вскирковываютъ грубо, неправильными чертами, всю площадку, ограниченную бороздою. въ особенности же болѣе возвышенныя части ея. Матеріалъ, получаемый при кирковкѣ, собираютъ метлою и помѣщаютъ въ сторонѣ для употребленія его вновь.

На вскиркованныя мѣста насыпаютъ щебень, подвозимый на тачкахъ изъ ближайшихъ, ранѣе заготовленныхъ на обочинахъ кучъ. По насыпкѣ щебня, его разравниваютъ граблями, стараясь самыя крупныя щебенки стрести къ серединамъ засыпаемыхъ площадокъ, а самыя мелкія оставить по краямъ ихъ; это достигается очень легко, если насыпаемый щебень расположить сначала въ видѣ валика по краямъ площадокъ и пригребать затѣмъ его граблями къ серединамъ. Затѣмъ, края площадокъ присыпаются мелочью, полученною при кирковкѣ, чтобы лучше соединить мѣста, прикрытыя новымъ щебнемъ, съ нетронутыми частями щебеночной одежды.

Укатка разсыпаннаго щебня предоставляется проѣзду, но, чтобы уменьшить поврежденіе свѣжихъ разсыпокъ колесами экипажей и копытами лошадей, щебень силотняютъ трамбованіемъ. Трамбованіе производятъ сначала осторожно, а потомъ все сильнѣе и сильнѣе, начиная съ краевъ площадокъ и оканчивая серединами ихъ. Когда имѣется заполняющій матеріалъ, то при трамбованіи посыпаютъ щебень этимъ матеріаломъ и загоняютъ его въ промежутки между

щебенками простымъ трамбованіемъ или трамбованіемъ съ поливкой щебня водою. Къ употребленію заполняющаго матеріала приступаютъ только тогда, когда щебень уплотняется отъ трамбованія на столько, что перестаетъ перемѣщаться подъ ногою. Поливка ремонтируемыхъ мѣстъ водою, передъ кировкой и во время трамбованія, очень полезна, въ особенности при разсыпкѣ щебня въ сухую погоду, но примѣняется только тамъ, гдѣ вода имѣется недалеко отъ шоссе.

Выборъ мѣстъ для послѣдовательной разсыпки щебня требуетъ особаго искусства, чтобы покрытыя новымъ матеріаломъ площадки, съ одной стороны, не слишкомъ затрудняли движеніе, а съ другой, не способствовали образованію колеи. Мѣста разсыпки щебня не такъ гладки, какъ остальные части щебеночной одежды, и потому экипажи старательно объѣзжаютъ ихъ; если всѣ эти мѣста находятся одно за другимъ по одной и той же линіи, то всѣ экипажи проходятъ возлѣ нихъ и скоро выбиваютъ колеи. Поэтому мѣста разсыпки щебня слѣдуетъ размѣщать такимъ образомъ, чтобы одни изъ нихъ были на правой сторонѣ, а другія на лѣвой сторонѣ или по срединѣ щебеночной одежды, и притомъ въ такомъ относительномъ положеніи, чтобы ни одинъ экипажъ не могъ миновать какой либо вновь засыпаемой площадки, не попадая на другую. Иногда случается, что такое размѣщеніе не удастся и экипажи находятъ какое нибудь болѣе удобное направленіе; тогда нужно, не мѣшкая, или снять разсыпанный щебень съ нѣкоторыхъ мѣстъ, или сдѣлать дополнительную разсыпку щебня въ нѣсколькихъ мѣстахъ по выбранному экипажами направленію.

Частный ремонтъ шоссе слѣдуетъ производить мало-помалу въ теченіе всего удобнаго для разсыпки щебня времени года; нельзя допускать ни въ какомъ случаѣ дѣлать полную разсыпку щебня постепенно отъ одного конца участка шоссе къ другому. Напротивъ того, эту работу слѣдуетъ вести такъ: сначала засыпать щебнемъ самыя значительныя углубленія щебеночной одежды на всемъ протяженіи участка, затѣмъ, когда, насыпанный щебень до-

статочно сольется со старымъ слоемъ, произвести вторую разсыпку для заполнения сосѣднихъ углубленій, и далѣе продолжать разсыпку подобнымъ же образомъ, распредѣляя заготовленный для ремонта щебенъ на все сырое и дождливое время.

Не смотря на трамбованіе, разсыпанный щебенъ въ продолженіе нѣкотораго времени послѣ разсыпки сохраняетъ относительную подвижность и легко разрыхляется колесами экипажей и копытами лошадей; поэтому покрытия новымъ матеріаломъ площадки необходимо въ первое время старательно осматривать и подправлять. Щебенки, выбитыя и отброшенныя копытами лошадей, слѣдуетъ возвращать на прежнія мѣста метлою или лопатою и закрѣплять въ приданномъ положеніи ударами трамбовки. Колеи, прорѣзываемыя въ щебнѣ колесами экипажей, необходимо уничтожать трамбованіемъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ и добавленіемъ новаго матеріала. Нужно пользоваться дождями для повторенія работы по сплотненію щебня, въ особенности, если замѣчается разрыхленіе сдѣланныхъ разсыпокъ отъ сухой погоды. Вообще не слѣдуетъ оставлять засыпанныя мѣста безъ ухода до тѣхъ поръ, пока они не станутъ малозамѣтными и пока новый щебенъ не сольется въ одно цѣлое со старымъ щебеночнымъ слоемъ.

Способъ разсыпки щебня по частямъ вполне цѣлесообразенъ съ точки зрѣнія основнаго положенія ремонта, — своевременности производства работъ: устраненіе мелкихъ неровностей щебеночной одежды, въ самомъ началѣ ихъ образованія, предохраняетъ шоссе отъ большихъ поврежденій и уменьшаетъ потерю каменнаго матеріала отъ изнашивания. Способъ этотъ очень удобенъ и легко примѣнимъ для исправленія поврежденій щебеночной одежды и для поддержанія поверхности шоссе въ ровномъ и гладкомъ видѣ, но имъ трудно пользоваться для приведенія изнашивающейся щебеночной одежды къ нормальному состоянію.

Правильное производство частнаго ремонта щебеночной одежды возможно только при существованіи на шоссе постоянныхъ рабочихъ, или *шоссейныхъ сторожей*. Эти сто-

рожа должны работать съ неослабнымъ усердіемъ и съ большимъ искусствомъ, чтобы примѣненіемъ частнаго ремонта достигалось не только выравниваніе щебеночной одежды, но и приведеніе ея къ нормальному виду; чѣмъ сильнѣе проѣздъ по шоссе, тѣмъ труднѣе восполнять изнашиваніе щебеночной одежды однимъ способомъ разсыпки щебня по частямъ.

Поэтому чаще всего частнымъ ремонтомъ пользуются лишь для прекращенія образующихся на шоссе поврежденій въ самомъ началѣ, а для возобновленія того слоя щебеночной одежды, который стирается отъ дѣйствія проѣзда по всему пространству ея, прибѣгаютъ къ способу сплошныхъ розсыпей. Иногда, при ремонтѣ шоссе, заготавливаютъ щебня больше, чѣмъ нужно для заделки замѣтныхъ неровностей щебеночной одежды, и способъ разсыпки щебня по частямъ распространяютъ не только на эти неровности, но и на пологія углубленія шоссе, замѣтныя лишь во время дождя; это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы вмѣстѣ съ поддержаніемъ поверхности шоссе въ ровномъ видѣ восполнять часть общаго изнашиванія щебеночной одежды, вслѣдствіе чего является возможность рѣже прибѣгать къ сплошному ремонту шоссе. На шоссеинныхъ дорогахъ съ весьма слабымъ проѣздомъ такую ежегодною розсыпкою щебня по частямъ нерѣдко совершенно устраняютъ необходимость сплошныхъ розсыпей.

81. Способъ сплошныхъ розсыпей или сплошной ремонтъ шоссе. При сплошномъ ремонтѣ шоссе, щебень разсыпаютъ періодически сплошь по всей ширинѣ проѣзжей части на значительныхъ протяженіяхъ. Къ такой розсыпкѣ щебня, называемой сплошной розсыпью, приступаютъ тогда, когда щебеночная одежда утонится отъ изнашиванія до наименьшей допускаемой степени. При этомъ щебень разсыпаютъ въ такомъ количествѣ, чтобы сразу привести шоссе къ нормальному виду, или по крайней мѣрѣ возстановить выщуклость шоссе, заровнять всѣ неровности щебеночной одежды и придать ей толщину, сообразною съ силою проѣзда.

Производство сплошныхъ розсыпей сходно съ устройствомъ новой щебеночной одежды и заключается въ слѣдующемъ:

Работу ведутъ участками отъ 100 до 150 сажень длиною, чтобы возможно менѣе стѣснять происходящее по шоссе движеніе. Назначенный къ утолщенію сплошную розсыпью участокъ щебеночной одежды заграждаютъ для движенія, направляя проѣздъ по одной изъ обочинъ или по обрѣзу. Вся поверхность участка тщательно очищается отъ грязи и затѣмъ взрыхляется киркованіемъ. Послѣднее производится такъ: по краямъ щебеночной одежды выбиваютъ тяжелыми кирками продольныя борозды aa' и bb' (фиг. 208), глубиною 1,5 дюйма и шириною 2,5 дюйма; между ними прокирковываютъ на разстояніяхъ около 0,5 сажени промежуточныя продольныя борозды cc' , dd' , ee' , ff' и поперечныя борозды ab' , mn' , pq' ,....., такъ что вся поверхность щебеночной одежды разбивается на небольшія площадки; крайнія площадки еще раздѣляются на части короткими поперечными бороздами и на ширину въ 0,25 — 0,50 сажени отъ краевъ одежды взрыхляются киркованіемъ сплошь. Если щебеночная одежда очень неровна, то часто взрыхляютъ сплошнымъ киркованіемъ всю ея поверхность. Матеріаль, отдѣленный отъ шоссеиной коры киркованіемъ, счищаютъ съ поверхности шоссе, собираютъ въ кучи на обочинахъ и употребляютъ въ розсыпь, вмѣстѣ съ новымъ щебнемъ, послѣ надлежущей перегрочки.

Щебень, заготовленный заранѣе у мѣста работъ, очищаютъ отъ мелочи грохоченіемъ, рассыпаютъ слоемъ по подготовленной поверхности щебеночной одежды и разравниваютъ граблями такъ, чтобы получилась требуемая выпуклость. Насыпанный слой укатываютъ каткомъ по способу, описанному въ статьѣ 42. Сначала, катокъ возятъ по слою чистаго щебня до тѣхъ поръ, пока матеріаль не сплотнится на столько, что отдѣльныя щебенки потеряютъ свою подвижность; затѣмъ, укатка ведется съ постепенной розсыпкой передъ каткомъ заполняющаго матеріала, то есть высѣвокъ, отдѣленныхъ отъ щебня грохоченіемъ, или круп-

наго песка, заготовленнаго до разсыпки щебня; наконецъ, по совершенномъ уплотненіи щебня, поверхность розсыпи покрываютъ тонкимъ слоемъ высѣвокъ, крупнаго песка или шоссейной мелочи, полученной отъ очистки щебеночной одежды, обочинъ и канавъ. Количество заполняющаго матеріала, употребляемаго при укаткѣ сплошныхъ розсыпей не должно быть болѣе 15 — 20% объема щебня въ плотномъ видѣ.

Такъ какъ уплотняемый слой щебня бываетъ обыкновенно небольшой толщины, отъ 2 до 5 дюймовъ, то укатка сплошной розсыпи происходитъ быстрѣе и обходится дешевле укатки вновь устраиваемой щебеночной одежды. Число проходовъ катка для совершеннаго уплотненія розсыпи зависитъ отъ толщины укатываемаго слоя, отъ крупности щебня и отъ качества каменнаго матеріала; чѣмъ слой толще, чѣмъ щебень крупнѣе и чѣмъ матеріалъ крѣпче, тѣмъ больше должно быть число проходовъ катка по каждому мѣсту. Обыкновенно, для уплотненія розсыпи, требуется провезти катокъ по каждому мѣсту отъ 15 до 25 разъ, въ томъ числѣ отъ 2 до 4 разъ безъ нагрузки, 7 разъ съ постепеннымъ нагруженіемъ между $\frac{1}{3}$ и $\frac{2}{3}$ полной нагрузки и отъ 6 до 14 разъ съ полною нагрузкою. Послѣ хорошей укатки достаточно нѣсколькихъ дней для того, чтобы щебеночная одежда получила совершенно гладкую, слившуюся поверхность и чтобы выбиваніе отдѣльныхъ щебеночекъ изъ слоя стало невозможнымъ; при тяжелыхъ паровыхъ каткахъ и при обильной поливкѣ, такой результатъ получается даже непосредственно за укаткою.

Для облегченія укатки щебня, сплошныя розсыпи слѣдуетъ производить въ дождливую погоду; наилучшее время для этой работы — первая половина осени, когда идутъ частые и короткіе дожди. Въ случаѣ производства розсыпей въ сухую погоду необходимо прибѣгать къ поливкѣ щебеночной одежды и разсыпаннаго слоя водою; но, такъ какъ поливка обходится очень дорого, то ее рѣдко примѣняютъ при укаткѣ. Исключеніе составляютъ шоссейныя дороги въ городахъ съ хорошими водопроводами, гдѣ сплошныя роз-

сыпи можно производить во всякое время; на такихъ дорогахъ щебеночную одежду предварительно размягчаютъ сильной поливкой, чтобы облегчить соединеніе ея съ новымъ слоемъ, а потомъ, по разсыпкѣ щебня, продолжаютъ поливку во все время укатки.

Способъ сплошныхъ розсыпей представляетъ существенныя преимущества сравнительно со способомъ розсыпки щебня по частямъ. Восполненіе теряемаго щебеночною одеждою матеріала, требующее при частномъ ремонтѣ большаго труда и искусства, достигается сплошными розсыпами легко и просто. При сплошныхъ розсыпахъ шоссе бываетъ въ совершенно удобномъ для проѣзда состояніи постоянно, за исключеніемъ короткаго времени укатки розсыпей. Сплошные розсыпы позволяютъ уменьшать число шоссейныхъ сторожей и устраняютъ бесполезную трату щебня, разбрасываемаго и раздробляемаго проѣздомъ при разсыпкѣ по частямъ. Наконецъ, при сплошныхъ розсыпахъ поверхность шоссе получаетъ гладкій видъ, уменьшающій сопротивленіе тягѣ и облегчающій тщательную счистку пыли и грязи.

Обладая этими преимуществами, способъ сплошныхъ розсыпей неудобенъ только въ томъ отношеніи, что поврежденія щебеночной одежды, образующіяся въ періодъ времени между сплошными розсыпами, остаются долго неисправленными и потому сильно увеличиваются. Но неудобство это легко устраняется тѣмъ, что при производствѣ сплошныхъ розсыпей оставляютъ нѣкоторое количество щебня неразсыпаннымъ и потомъ пользуются оставленнымъ матеріаломъ для задѣлки появляющихся въ щебеночной одеждѣ рѣзкихъ неровностей.

Обыкновенно способъ сплошныхъ розсыпей примѣняется въ соединеніи съ частнымъ ремонтомъ шоссе, для чего поступаютъ слѣдующимъ образомъ: ежегодно заготавливаютъ и разсыпаютъ по частямъ нѣкоторое количество щебня, необходимое для поддержанія щебеночной одежды въ прочномъ и гладкомъ видѣ, но недостаточное для пополненія всей потери матеріала отъ изнашивания; кромѣ того, по временамъ, когда щебеночная одежда, постепенно утоняясь

отъ потери матеріала, достигаетъ наименьшей допускаемой толщины, производятъ сплошныя розсыпи изъ заготовленнаго особо щебня. Такое соединеніе обоихъ способовъ ремонта въ большинствѣ случаевъ представляется удобнѣе и выгоднѣе каждаго способа въ отдѣльности; оно даетъ возможность раздвинуть промежутки времени между сплошными розсыпями, сохраняетъ поверхность шоссе въ наиболѣе удобномъ для проѣзда состояніи и приводитъ къ уменьшенію общаго расхода матеріала.

Шоссе съ очень сильнымъ проѣздомъ, какой бываетъ въ городахъ или въ окрестностяхъ городовъ, приходится покрывать сплошными розсыпями ежегодно, потому что изнашиваніе ихъ достигаетъ отъ 2 до 4 дюймовъ въ годъ. На шоссе съ менѣе сильнымъ проѣздомъ сплошныя розсыпи можно производить черезъ періоды времени отъ 3 до 5 лѣтъ; въ этомъ случаѣ удобнѣе всего раздѣлить дорогу по длинѣ на соответственное число частей и ежегодно покрывать сплошною розсыпью одну изъ такихъ частей. На шоссе съ слабымъ движеніемъ сплошныя розсыпи производятся рѣдко, разъ въ 10 — 15 и болѣе лѣтъ, въ зависимости отъ количества щебня, разсыпаемаго ежегодно по частямъ; чѣмъ больше разсыпается щебня въ частный ремонтъ, тѣмъ рѣже приходится производить сплошныя розсыпи.

Вопросъ о той величинѣ изнашиванія щебеночной одежды, которая можетъ быть допущена до приступа къ производству сплошной розсыпи, очень важенъ для правильного назначенія средствъ на ремонтъ шоссе. Рѣшеніе этого вопроса зависитъ отъ устройства шоссе: стираніе щебеночной одежды безъ каменнаго основанія не должно достигать той степени, при которой щебеночный слой начинаетъ проламываться подъ давленіемъ колесъ тяжелыхъ экипажей; изнашиваніе щебеночной одежды съ каменнымъ основаніемъ никогда не должно доходить до того, чтобы основаніе обнажалось. Обыкновенно къ производству сплошной розсыпи приступаютъ, когда щебеночный слой достигаетъ отъ 3 до 4,5 дюймовъ, при одеждѣ безъ каменнаго основанія, и отъ 1,5 до 2 дюймовъ, при одеждѣ съ каменнымъ основаніемъ.

Чѣмъ крѣпче щебень, тѣмъ слабѣе проѣздъ и чѣмъ тщательнѣе ремонтъ, тѣмъ меньше принимается низшая предѣльная толщина щебеночнаго слоя. Иногда покрываютъ шоссе сплошною розсыпью раньше, чѣмъ щебеночный слой достигнетъ наименьшей допускаемой толщины; это бываетъ необходимо въ томъ случаѣ, когда шоссе потеряетъ выпуклость, такъ что стокъ дождевой воды съ дорожнаго полотна сдѣлается неудовлетворительнымъ.

Опредѣленіе, или изслѣдованіе, толщины щебеночнаго слоя дѣлается посредствомъ *промѣрковъ*. Съ этою цѣлью, на изслѣдуемомъ участкѣ шоссе избираютъ на равныхъ разстояніяхъ, обыкновенно въ 50 сажень, поперечные профили и по линіямъ этихъ профилей пробиваютъ въ щебеночномъ слое по 3 или 5 круглыхъ ямокъ (фиг. 209). Ямки пробиваются киркою во всю толщину щебеночнаго слоя, до земли, песка или каменнаго основанія, діаметромъ около 6 дюймовъ, и притомъ такъ, чтобы одна изъ нихъ была по срединѣ щебеночной одежды, а другія—въ равныхъ разстояніяхъ отъ середины, съ промежутками отъ 0,4 до 0,7 сажени и не ближе 0,3 сажени къ краямъ одежды. По очисткѣ ямокъ отъ щебня и мелочи, измѣряютъ въ нихъ посредствомъ промѣрника толщину щебеночнаго слоя.

Промѣрникъ (фиг. 210) состоитъ изъ желѣзнаго бруска *A*, къ концамъ котораго прикрѣплены перпендикулярно лопатка *B* и рукоятка *C*; на брусокъ надѣта посредствомъ обоймы желѣзная линейка *D*, прижимаемая къ бруску пружиною, но могущая перемѣщаться вдоль него при дѣйствіи нѣкотораго усилія; передняя грань бруска разбита на дѣленія, по которымъ можно опредѣлять разстояніе линейки отъ лопатки. Для измѣренія толщины слоя, промѣрникъ вставляютъ въ ямку, захватываютъ лопаткой подошву слоя и прижимаютъ линейку къ поверхности шоссе; тогда, по вынутіи промѣрника изъ ямки, нижній край линейки указываетъ толщину слоя.

Изъ толщинъ слоя, полученныхъ въ каждомъ профилѣ составляется средняя профильная толщина, а изъ этихъ послѣднихъ средняя толщина слоя на вѣртѣ или на уча-

сткѣ. По измѣреніи толщины слоя, ямки безотлагательно задѣлываютъ щебнемъ, придерживаясь того же порядка, какъ при исправленіи поврежденій щебеночной одежды.

Подобнымъ образомъ опредѣляется толщина щебеночнаго слоя на русскихъ казенныхъ шоссе; промѣры производятся ежегодно на третьей части всего протяженія шоссе, то есть разъ въ три года на каждомъ мѣстѣ шоссе; для производства промѣровъ избирается сухое лѣтнее время, преимущественно іюль. Сверхъ этого сплошнаго измѣренія толщины слоя, къ промѣрамъ прибѣгаютъ для изслѣдованія степени изнашиванія щебеночной одежды въ отдѣльныхъ мѣстахъ шоссе всякій разъ, когда къ тому является необходимость при подробномъ распредѣленіи щебня.

82. Щебень для ремонта шоссе. Щебень, заготовляемый для ремонта шоссе, долженъ обладать тѣми же свойствами, какъ и употребляемый для устройства щебеночной одежды. Крѣпость и прочность каменнаго матеріала, а также величина и форма щебеноекъ, оказываютъ существенное вліяніе на ремонтъ шоссе. Значеніе этихъ свойствъ щебня подробно выяснено выше, въ отдѣлѣ IV, при описаніи устройства щебеночной одежды; поэтому здѣсь ограничимся лишь краткимъ указаніемъ требованій, которымъ долженъ удовлетворять щебень для ремонта шоссе.

Чѣмъ каменный матеріалъ крѣпче и прочнѣе, то есть чѣмъ сильнѣе онъ сопротивляется дѣйствию тренія, давленія, ударовъ и атмосферныхъ дѣятелей, тѣмъ лучше получаемый изъ него щебень. Въ этомъ отношеніи принято дѣлать каменный матеріалъ, служащій для ремонта шоссе на три рода: очень крѣпкій, средней крѣпости и слабый. Первый доставляется порфирами, плотными базальтами и песчаниками, мелкозернистыми гранитами и лучшими діоритами; второй получается изъ базальтовъ средняго качества, крупнозернистыхъ гранитовъ и плотныхъ известняковъ; третій даютъ известняки средняго качества, слабые кремнистые песчаники, кварцы и кремни.

Требуемая крѣпость каменнаго матеріала находится въ

нѣкоторой зависимости отъ силы проѣзда. Шоссе съ небольшимъ движеніемъ съ удобствомъ можно ремонтировать и слабымъ щебнемъ, для ремонта же шоссе съ сильнымъ и тяжелымъ движеніемъ безусловно необходимъ крѣпкій матеріалъ. Щебеночная одежда изъ слабаго матеріала изнашивается при сильномъ движеніи такъ быстро, что трудно успѣвать производить разсыпки щебня для исправленія поврежденій шоссе и пополненія теряемаго имъ матеріала; при этомъ большое количество грязи и безпрестанныя работы по очисткѣ проѣзжей полосы и по разсыпкѣ щебня сильно мѣшаютъ проѣзду, а вызываемая необходимостью быстрота работъ дѣлаютъ правильное производство ремонта почти невозможнымъ.

Щебень долженъ быть набитъ возможно болѣе равномерно и опредѣленной крупности, то есть долженъ состоять изъ щебеноекъ возможно болѣе одинаковой и опредѣленной величины. Крупность щебня лучше всего опредѣлять диаметрами мѣрныхъ колець, ставя условіе, чтобы каждая щебенка въ любомъ положеніи могла проходить черезъ кольцо большаго діаметра и чтобы ни одна щебенка ни въ какомъ положеніи не могла проходить черезъ кольцо малаго діаметра. Предѣлы величины щебеноекъ, или діаметры мѣрныхъ колець, назначаются въ зависимости отъ крѣпости каменнаго матеріала и отъ способа ремонта. При употребленіи щебня на сплошныя розсыпи, наиболѣе цѣлесообразнымъ высшимъ предѣломъ величины щебеноекъ представляется: 2 дюйма для очень крѣпкаго матеріала, 2,25 и 2,50 дюйма для матеріала средней крѣпости и 2,75 дюйма для слабаго матеріала. При употребленіи щебня на частный ремонтъ, предѣлъ этотъ слѣдуетъ понижать на 0,25 дюйма. Въ томъ и другомъ способѣ ремонта, наиболѣе правильнымъ низшимъ предѣломъ величины щебеноекъ представляется: 0,75 дюйма для очень крѣпкаго матеріала, 1 дюймъ для матеріала средней крѣпости и 1,25 дюйма для слабаго матеріала.

На русскихъ казенныхъ шоссе принято опредѣлять крупность щебня величиною щебеноекъ въ кубическихъ

дюймахъ, какъ объяснено въ статьѣ 40. Способъ этотъ очень неудобенъ: во-первыхъ, онъ даетъ мѣсто произволу, вслѣдствіе трудности опредѣленія объема щебеноекъ, при неправильномъ видѣ ихъ; во-вторыхъ, онъ непонятенъ для бойщиковъ, а часто и для низшихъ лицъ шоссезнаго надзора, такъ какъ ни тѣ, ни другіе не имѣютъ яснаго представленія о кубическихъ единицахъ; въ-третьихъ, имъ не обуславливается форма щебеноекъ и потому не предупреждается разбивка камня на легко раздробляющіяся щебенки въ видѣ продолговатыхъ брусковъ и тонкихъ пластинокъ. При опредѣленіи величины щебеноекъ въ кубическихъ дюймахъ, бойщики часто берутъ каменный матеріалъ неправильно, на слишкомъ крупныя или слишкомъ мелкія части, потому только, что не знаютъ требованій и не умѣютъ повѣрять правильность своей работы. При способѣ мѣрныхъ колець, требованія выражаются наглядно и безъ затрудненій усваиваются бойщиками, а повѣрка правильности работы дѣлается бойщиками легко при помощи раздаваемыхъ имъ колець. Поэтому въ послѣднее время способъ кубическаго опредѣленія крупности щебня замѣняется способомъ мѣрныхъ колець.

Щебень долженъ быть чистъ, то есть въ немъ не должно заключаться ни землистыхъ частицъ, ни мелкихъ осколковъ каменнаго матеріала, ни слишкомъ крупныхъ щебеноекъ. Для очищенія щебня отъ землистыхъ частицъ и мелкихъ осколковъ, его грохотятъ на грохотѣ съ малыми отверстіями, соотвѣтствующими низшему предѣлу величины щебеноекъ. Слишкомъ крупныя щебенки отдѣляются или ручной сортировкой во время очищенія щебня отъ мелочи, или вторичнымъ грохоченіемъ его черезъ грохотъ съ большими отверстіями, сообразованными съ высшимъ предѣломъ величины щебеноекъ.

Форма щебеноекъ должна быть угловатая и предпочтительно подходящая къ формѣ куба. Для достиженія правильности бойки въ этомъ отношеніи, полезно снабжать бойщиковъ кубиками, соотвѣтствующими наибольшей и наименьшей величинѣ щебеноекъ. Въ щебнѣ не должно за-

ключаться значительнаго количества щебеноекъ, имѣющихъ видъ продолговатыхъ брусковъ, тонкихъ пластинокъ и округленныхъ камешковъ. Разбивка камня въ продолговатые бруски и тонкія пластинки предупреждается введеніемъ мѣрныхъ колець для опредѣленія величины щебеноекъ. Для устраненія же щебеноекъ округленнаго вида необходимо требовать отъ бойщиковъ, чтобы они разбивали по крайней мѣрѣ на двѣ части тѣ изъ камушковъ матеріала, которые въ естественномъ своемъ видѣ не превосходятъ величины щебенки; конечно, послѣднее требованіе имѣетъ значеніе только при употребленіи для ремонта шоссе мелкаго булыжника или полеваго камня.

83. Искусственный или кирпичный щебень. Во многихъ мѣстностяхъ Россіи щебень для ремонта шоссе, вслѣдствіе недостатка естественнаго каменнаго матеріала и подвозки его издалека, стоитъ чрезвычайно дорого, что дѣлаетъ затруднительнымъ правильное производство ремонта. Это обстоятельство давно уже заставило Министерство путей сообщенія обратить вниманіе на вопросъ о замѣнѣ естественнаго каменнаго матеріала искусственнымъ для ремонта тѣхъ казенныхъ шоссе, на которыхъ цѣна щебня была особенно высока.

Первые опыты употребленія для ремонта шоссе щебня изъ кирпича-железняка были предприняты въ концѣ пятидесятихъ годовъ; впоследствии подобныя же опыты были произведены еще два раза, въ началѣ семидесятихъ и въ началѣ восьмидесятихъ годовъ. Всѣ опыты дали сомнительные результаты, но главнымъ образомъ вслѣдствіе того, что испытанію подвергался щебень изъ железняка, обожженнаго въ разной степени и недостаточно сильно; все-же изъ этихъ опытовъ выяснилось, что, при нѣкоторыхъ мѣстныхъ условіяхъ и при хорошей выработкѣ, кирпичъ-железнякъ можетъ быть удовлетворительнымъ матеріаломъ для ремонта шоссе.

Въ 1883 году, по распоряженію Министерства путей сообщенія, построены два завода для изготовленія искус-

ственного щебня, работающіе съ успѣхомъ и въ настоящее время и снабжающіе ремонтнымъ матеріаломъ два участка казенныхъ шоссе.

Одинъ изъ этихъ заводовъ построенъ въ с. Топчѣвкѣ Черниговской губерніи и доставляетъ щебень для ремонта участка Кіевского шоссе, отъ г. Чернигова по направленію къ г. Козельцу, длиною 56 верстѣ. Заводъ расположенъ у самой линіи шоссе, по срединѣ названнаго участка, и состоитъ изъ кирпичеобжигательной печи, сараевъ для топлива и сырца, машинъ для добыванія торфа и изготовленія сырца, жилища дома для лицъ надзора и пр. Главная часть завода—кирпичеобжигательная печь непрерывнаго дѣйствія, системы *Гобмана*; она заключаетъ въ себѣ 16 камеръ, вмѣстимостью въ 5 куб. сажень. и нагревается смѣшаннымъ топливомъ, состоящимъ изъ $\frac{2}{3}$ торфа и $\frac{1}{3}$ дровъ. Торфъ и глина добываются рядомъ съ заводомъ и заготавливаются заблаговременно. Сырецъ тѣхъ же размѣровъ, какъ и для строеваго кирпича, формируется изъ плотной массы довольно жирной глины посредствомъ машины *Шликкейзена*, приводимой въ дѣйствіе паромъ; по просушкѣ, сырецъ обжигается въ печи, съ доведеніемъ жара до блага каленія; получаемый желѣзнякъ темносѣраго или темнобураго цвѣта, съ остекловавшею поверхностью, по выгрузкѣ изъ печи сортируется и разбивается въ щебень, который на мѣстѣ бойки очищается отъ мелкихъ и крупныхъ частей грохоченіемъ и затѣмъ развозится по линіи шоссе.

Ежегодно на Топчѣвскомъ заводѣ обжигается около 2.145,000 штукъ желѣзняка и получается 650 куб. сажень искусственнаго щебня, изъ которыхъ 420 куб. сажень употребляется на сплошныя розсыпи на 8 верстахъ шоссе, а 230 куб. сажень разсыпается по частямъ на остальномъ протяженіи названнаго участка шоссе. Постройка завода со всѣми приспособленіями стоила 69.276 рублей; цѣна изготовляемаго щебня, при развозкѣ на всѣ 56 верстѣ, составляетъ 67 р. 50 к., а съ погашеніемъ въ 30 лѣтъ стоимости завода—74 р. 50 к. за куб. сажень. При проходѣ по шоссе въ среднемъ около 300 лошадей въ сутки, щебеночная

одежда изъ искусственнаго щебня изнашивается, какъ показываютъ промѣры за 5 лѣтъ, на толщину 0,7 дюйма въ годъ, что составляетъ, при существующей ширинѣ одежды въ 2 сажени. 11 куб. сажень на версту. Употреблявшійся раньше на этой части шоссе кварцевый щебень разрушался подъ дѣйствіемъ проѣзда почти въ томъ же количествѣ, но стоилъ гораздо дороже кирпичнаго щебня, 164 р. 50 к. за куб. сажень. Изъ этого видно, что устройствомъ Топчѣвскаго завода и введеніемъ искусственнаго щебня достигнуто значительное сокращеніе въ расходахъ на ремонтъ Кіевскаго шоссе.

Другой заводъ построенъ у г. Замостья Люблинской губерніи и изготовляетъ щебень для ремонта прилежащаго участка Замостскаго шоссе, длиною 25 верстъ. Въ составъ завода входятъ: газовая кирпичеобжигательная печь системы *Мендгейма*, съ 10 камерами вмѣстимостью въ 3 куб. сажени, сушилка для сырца, машины для изготовленія сырца и для разбивки желѣзняка въ щебень, сараи для помѣщенія машинъ и храненія матеріаловъ, бараки для рабочихъ и нѣкоторыя заводскія приспособленія. Сырецъ формируется такъ же, какъ и на Топчѣвскомъ заводѣ, и обжигается въ печи горючимъ газомъ, добываемымъ изъ дровъ въ двухъ генераторахъ, причемъ температура доводится до бѣлаго каленія. Получаемый желѣзнякъ темносѣраго цвѣта сортируется, разбивается въ щебень дробилкою и, по очисткѣ грохоченіемъ, вывозится на шоссе.

На Замостскомъ заводѣ изготовляется ежегодно 360 куб. сажень щебня; этотъ щебень употребляется главнымъ образомъ на перестройку щебеночной одежды шоссе, разстроеннейшей подъ дѣйствіемъ проѣзда вслѣдствіе слабости известнякаваго щебня, которымъ шоссе ремонтировалось раньше: перестроенная часть щебеночной одежды держится хорошо. Устройство завода со всеми машинами и приспособленіями стоило 80.706 рублей; цѣна получаемаго кирпичнаго щебня, съ развозкою по шоссе, но безъ погашенія стоимости завода, составляетъ 66 р. 90 к. за куб. сажень. Употреблявшійся раньше для ремонта этого участка шоссе

щебень из известняка стоилъ около 78 рублей, но былъ такъ слабъ, что не выдерживалъ существующаго проѣзда. Такимъ образомъ здѣсь примѣненіе кирпичнаго щебня привело не только къ сокращенію расходовъ на ремонтъ, но и къ улучшенію шоссе.

Вообще изъ пятилѣтняго опыта употребленія кирпичнаго щебня для ремонта шоссе можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) Искусственный щебень представляетъ шоссеый матеріалъ слабый, но вполне годный для щебеночной одежды при неособенно сильномъ и грузномъ проѣздѣ.

2) Вслѣдствіе легкой сплотиваемости и способности образовывать гладкую поверхность, онъ очень удобенъ для устройства и особенно ремонта шоссе.

3) По крѣпости, то есть по способности выдерживать дѣйствіе проѣзда, искусственный матеріалъ одинаковъ съ кварцами и известняками среднихъ качествъ, но почти вдвое слабѣе гранитовъ.

4) Примѣненіе искусственнаго щебня къ ремонту шоссе можетъ принести экономическую выгоду лишь тамъ, гдѣ топливо дешево, а цѣна щебня слабыхъ породъ превосходитъ 75 рублей за куб. сажень, или цѣна щебня крѣпкихъ породъ составляетъ не менѣе 140 — 150 рублей за куб. сажень.

84. Поставка и пріемъ каменнаго матеріала для ремонта шоссе. Щебень, необходимый для ремонта шоссе въ каждомъ году, заготавливается заблаговременно. Количество и размѣщеніе щебня вдоль шоссе опредѣляется особыми *поверхностными выдомостями*, составляемыми сообразно съ потребностями шоссе и размѣромъ назначаемыхъ на ремонтъ средствъ. Заготовка, или *поставка*, каменнаго матеріала производится съ соблюденіемъ опредѣленныхъ условій, устанавливаемыхъ съ цѣлью обезпечить правильность поставки и облегчить пріемку матеріала и пользованіе имъ для ремонта.

Для каждого участка шоссе заготавливается каменный

матеріаль, признанный наивыгоднѣйшимъ по соображенію цѣны его съ крѣпостью. Порода и качество назначаемаго къ заготовкѣ матеріала указываются въ поверстной вѣдомости и опредѣляются избранными напередъ образцами. Равномѣрность, чистота и требуемая крупность щебня, а также предпочтительная форма щебеноекъ, устанавливаются по правиламъ, изложеннымъ въ статьѣ 82. Чтобы разбивка камня въ щебень велась правильно, необходимо разъяснить бойщикамъ, какимъ требованіямъ долженъ удовлетворять щебень, и снабдить каждого изъ нихъ двумя мѣрными кольцами, большимъ и малымъ, и кубиками, вырѣзанными по этимъ кольцамъ (фиг. 76). Грохоченіе щебня слѣдуетъ производить во время самой бойки и для этого бойщикамъ должно быть дано достаточное количество грохотовъ съ отверстіями, соответствующими предѣльной величинѣ щебеноекъ.

Каменный матеріаль складывается на обочинахъ или на обрѣзахъ на совершенно ровной поверхности, кучами правильнаго вида: камень — прямоугольными штабелями, а щебень — прямыми конусами или призмами (фиг. 211, *a*, *b* и *c*). Коническая форма (*a*) кучь, широкая въ основаніи, удобна только для очень широкихъ обочинъ и для обрѣзовъ; при обочинахъ средней ширины предпочитается призматическая форма съ плоской верхушкой (*b*), а при узкихъ обочинахъ — призматическая форма съ острой верхушкой (*c*). Конусамъ и призмамъ даютъ опредѣленные размѣры, соответствующіе установленнымъ объемамъ кучь щебня; впрочемъ, при большомъ количествѣ щебня, призмы иногда складываются въ видѣ валиковъ значительной и неодинаковой длины, лишь съ опредѣленными поперечными размѣрами.

На русскихъ казенныхъ шоссе принято щебень складывать конусами или призмами объемомъ въ $\frac{1}{2}$ и въ $\frac{1}{8}$ кубической сажени; щебень для сплошныхъ розсыпей складывается кучами въ $\frac{1}{2}$ куб. сажени на обрѣзахъ и въ рѣдкихъ случаяхъ на обочинахъ, а щебень для частнаго ремонта — кучами въ $\frac{1}{8}$ куб. сажени на обочинахъ. При этомъ, для облегченія пріема щебня, установлено придавать ко-

нусамъ видъ однообразный и слѣдующіе размѣры: для конуса въ $\frac{1}{2}$ куб. сажени, или *полукуба*, 5 аршинъ 7 вершковъ по діаметру основанія, 17 аршинъ 1 вершокъ по окружности основанія, 6 аршинъ 8 вершковъ по двумъ производящимъ и 1 аршинъ 12 вершковъ по высотѣ; для конуса въ $\frac{1}{8}$ куб. сажени, или *осьмушки*, 3 аршина 7 вершковъ по діаметру основанія, 10 аршинъ 13 вершковъ по окружности основанія, 4 аршина 1 вершокъ по двумъ производящимъ и 1 аршинъ 1,5 вершка по высотѣ. Для приданія конусамъ правильной формы и надлежащей величины пользуются *наугольниками*, то есть шаблонами (фиг. 212), сдѣланными изъ деревянныхъ брусковъ по установленнымъ размѣрамъ кучь.

Весь каменный матеріалъ поставки одного года помѣщается по одной сторонѣ шоссе, причемъ сторона эта ежегодно мѣняется; такой порядокъ имѣетъ цѣлью устранить смѣшеніе непринятаго и новаго матеріала съ матеріаломъ предшествующей поставки и облегчить контроль за правильностью разсыпки щебня. Кучи щебня на обочинахъ слѣдуетъ располагать такъ, чтобы онѣ не захватывали проѣзжей части шоссе, не заслоняли сотенныхъ и нумерныхъ знаковъ и не препятствовали стоку дождевой воды.

Вся годовая поставка щебня или камня должна быть окончена къ опредѣленному сроку, которымъ назначается обыкновенно 1 августа или 1 сентября; кромѣ этого общаго срока, полезно назначать одинъ или два частныхъ для поставки половины или трехъ четвертей полнаго количества щебня.

По окончаніи поставки каменнаго матеріала, производится *пріемъ* его, при которомъ повѣряется правильность поставки въ отношеніи распредѣленія, количества, рода и качества матеріала.

Для повѣрки рода и качества щебня избираютъ наудачу нѣсколько кучь и прежде всего сличаютъ заключающійся въ нихъ матеріалъ съ установленными образцами. Далѣе, разваливъ кучи, осматриваютъ, хорошо-ли очищенъ щебень отъ землястыхъ частицъ; если количество такихъ

частицъ въ щебнѣ значительно, то назначается перегрохотка всего заготовленнаго матеріала, или же удерживается изъ слѣдующей за щебень уплаты стоимость перегрохотки. Затѣмъ, отдѣливъ нѣкоторое количество щебня изъ кучи, изслѣдуютъ его помощью мѣрныхъ колець или грохотовъ и опредѣляютъ содержаніе въ немъ слишкомъ крупныхъ щебеноекъ и слишкомъ мелкихъ частицъ. Въ случаѣ большаго содержанія щебеноекъ крупнѣе установленнаго предѣла назначается перебивка щебня; при большомъ количествѣ мелочи ставится требованіе, чтобъ щебень былъ перегрохоченъ; если же содержаніе крупныхъ щебеноекъ и мелочи въ щебнѣ не велико, то матеріаль принимаютъ безъ ограниченій.

Для повѣрки количества щебня сосчитываютъ число поставленныхъ кучъ и опредѣляютъ средній объемъ ихъ. Послѣднее дѣлается такъ: избираютъ нѣсколько кучъ изъ числа поставленныхъ и повѣряютъ размѣры ихъ посредствомъ шаблона; затѣмъ, тѣ изъ кучъ, объемъ которыхъ кажется сомнительнымъ, обмѣряютъ помощью бездоннаго *мѣраго ящика* определенной емкости; наконецъ, составляютъ изъ результатовъ этихъ обмѣровъ среднюю величину, которая и принимается за средній объемъ кучъ на определенномъ участкѣ. Если полученный средній объемъ кучъ равенъ или больше установленной мѣры, то всѣ кучи считаются надлежащаго объема; если же средній объемъ оказывается меньше установленной мѣры, то недостатокъ этотъ считается общимъ для всѣхъ кучъ и ставится требованіе, чтобъ недостающее количество щебня было пополнено.

Приемъ каменнаго матеріала по *объему* не совсѣмъ вѣренъ, такъ какъ количество щебня въ кучахъ зависитъ отъ крупности его; правильнѣе производить приемъ поставленнаго матеріала по *вѣсу*, опредѣляемому посредствомъ пробнаго взвѣшиванія нѣсколькихъ избранныхъ кучъ. Послѣдній способъ приѣма ремонтнаго матеріала практиковался прежде въ Вюртембергѣ; полезно было бы ввести его въ Россіи для тѣхъ шоссейныхъ дорогъ, на которыхъ щебень очень дорогъ.

85. Расходъ щебня. Чтобы состояніе шоссеиной дороги не становилось хуже съ теченіемъ времени, нужно ежегодно разсыпать на ней при ремонтѣ такое количество новаго щебня, какое она теряетъ отъ изнашиванія щебеночной одежды подѣ дѣйствіемъ проѣзда и атмосферныхъ дѣятелей. Количество щебня, необходимое для пополненія потери каменнаго матеріала отъ изнашиванія, называется *расходомъ щебня*.

Годовой расходъ щебня, отнесенный къ единицѣ протяженія шоссе, очень различенъ для разныхъ дорогъ; онъ выражается обыкновенно числомъ кубическихъ сажень на версту или числомъ кубическихъ метровъ на километръ и зависитъ главнымъ образомъ отъ трехъ причинъ: 1) отъ дѣятельности проѣзда, 2) отъ крѣпости каменнаго матеріала и 3) отъ способа ремонта. Кромѣ этихъ главныхъ причинъ, на расходъ щебня вліяютъ еще климатъ, положеніе шоссе, ширина, продольный профиль и устройство дороги, качество грунта и устройство экипажей.

Очевидно, что чѣмъ больше проходитъ по шоссе экипажей и чѣмъ грузнѣе эти экипажи, тѣмъ сильнѣе должна изнашиваться щебеночная одежда, при одинаковыхъ условіяхъ. Естественно предположить, что расходъ щебня пропорціоналенъ *дѣятельности проѣзда*. Это предположеніе правильно только въ извѣстной степени, такъ какъ нерѣдко наблюдаются нѣкоторыя отступленія отъ выраженной пропорціональности.

Такъ, на шоссе, по которымъ почти нѣтъ проѣзда, приходится все-таки производить разсыпку щебня и количество разсыпаемаго щебня очень значительно въ сравненіи съ дѣятельностью проѣзда. Съ другой стороны, при очень сильномъ движеніи изнашиваніе возрастаетъ быстрѣе дѣятельности проѣзда. Отсюда слѣдуетъ, что, при одинаковыхъ условіяхъ, на шоссе съ очень слабымъ и съ очень сильнымъ движеніемъ расходуется на единицу протяженія и на единицу проѣзда больше щебня, чѣмъ на дорогахъ съ среднимъ движеніемъ.

Однако необходимо замѣтить, что въ крайнихъ случаяхъ

дѣятельности проѣзда и другія обстоятельства являются особенными и одинаковость условий, требуемая для правильного сравненія данныхъ, является недостижимой: на шоссе съ очень сильнымъ движеніемъ нѣтъ возможности производить разсыпку щебня по частямъ съ надлежащей тщательностью; на шоссе съ очень слабымъ движеніемъ разсыпка щебня направлена почти исключительно къ устраненію поврежденій отъ дѣйствія атмосферныхъ дѣятелей.

Вообще, указанные отступленія не велики и касаются только исключительныхъ случаевъ; поэтому обыкновенно принимаютъ, что между расходомъ щебня и дѣятельностью проѣзда существуетъ точная пропорціональность. Если назвать черезъ V расходъ щебня, а черезъ M дѣятельность проѣзда, то зависимость между ними опредѣлится равенствомъ $V = mM$; такъ какъ расходъ щебня выражается числомъ кубическихъ сажень или метровъ, то изъ этого равенства слѣдуетъ, что и дѣятельность проѣзда должна выражаться численно въ нѣкоторыхъ единицахъ.

Расходъ щебня очевидно тѣмъ больше, чѣмъ слабѣе каменный матеріалъ; при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ принимаютъ, что расходъ щебня V обратно пропорціоналенъ *крѣпости* каменнаго матеріала N , то есть что $V = \frac{n}{N}$. Изъ этого равенства слѣдуетъ, что и крѣпость каменнаго матеріала должна выражаться числами нѣкоторыхъ единицъ. Подъ крѣпостью матеріала здѣсь разумѣется способность его выдерживать дѣйствіе внѣшнихъ механическихъ усилій, то есть сопротивленіе раздробленію при давленіи и измельченію при треніи и ударахъ. На расходъ щебня вліяютъ и другія свойства матеріала, каковы — вязкость мелочи, способность сплачиваться и сопротивляемость дѣйствію влажности и мороза, но вліяніе это сравнительно мало и потому его можно не принимать въ расчетъ, при выраженіи крѣпости каменнаго матеріала числами.

Способъ ремонта шоссе оказываетъ значительное вліяніе на расходъ щебня. Сплошныя розсыпи въ соединеніи съ

задѣлкой поврежденій щебеночной одежды, въ періоды между розсыпями, приводятъ къ извѣстному сбереженію матеріала сравнительно со способомъ исключительной разсыпки щебня по частямъ. Тщательность выполненія работъ въ обоихъ способахъ ремонта также ведетъ къ уменьшенію расхода матеріала: если щебень просто набрасываютъ на щебеночную одежду и такъ оставляютъ, то часть его раздавливается безъ пользы; если же насыпаемый щебень уплотняютъ трамбованіемъ или укаткой, заполняютъ промежутки въ немъ мелочью и поправляютъ свѣжія разсыпки, то достигается сбереженіе матеріала. Наконецъ, степень старательности, съ которою производятся работы по содержанию шоссе, можетъ также измѣнять расходъ щебня: при постоянной счисткѣ пыли и грязи щебеночная одежда дѣлается плотною и гладкою и изнашиваніе ея уменьшается; напротивъ того, при пренебреженіи очисткою шоссе, щебеночная одежда нерѣдко разрыхляется, стираніе ея усиливается и происходитъ раздробленіе щебеноекъ, выбиваемыхъ проѣздомъ.

Однако вліяніе способа ремонта на расходъ щебня не велико сравнительно съ вліяніемъ дѣятельности проѣзда и крѣпости каменнаго матеріала, въ особенности при правильномъ надзорѣ за шоссе; точно также на расходъ щебня вліяютъ сравнительно мало и второстепенныя причины: климатъ, положеніе шоссе и прочія. Поэтому можно допустить, что расходъ щебня зависитъ только отъ дѣятельности проѣзда и крѣпости каменнаго матеріала; въ такомъ случаѣ эта зависимость выразится формулою:

$$V = p \frac{M}{N},$$

по которой легко найти расходъ щебня V , если извѣстны дѣятельность проѣзда M и крѣпость матеріала N . Къ способамъ опредѣленія этихъ величинъ мы теперь и перейдемъ.

86. Опредѣленіе дѣятельности проѣзда. Движеніе по шоссе слагается изъ весьма различныхъ элементовъ: по шоссе перемѣщаются земледѣльческія телѣги и возы, почтовые по-

возки, грузовыя фуры, коляски, кареты и другіе экипажи, всадники, крупный и мелкій скоть и пѣшеходы; кромѣ того, экипажи движутся одною или нѣсколькими лошадьми въ запряжкѣ, пустыя или нагруженныя, шагомъ или рысью. Эти различныя элементы движенія дѣйствуютъ на шоссе неодинаково: движеніе пѣшеходовъ не вызываетъ стиранія щибеночной одежды; скоть и всадники очень мало изнашиваютъ ее; пустые экипажи меньше разрушаютъ щибеночную одежду, чѣмъ нагруженныя; изнашиваніе отъ прохода нагруженныхъ экипажей тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше ихъ вѣсъ, то есть чѣмъ большимъ числомъ лошадей они перемѣщаются.

При такомъ разнообразіи элементовъ движенія, очень трудно выразить точно сумму ихъ, представляющую дѣятельность проѣзда. Большею частью для этой цѣли принимаютъ за единицу *лошадь, запряженную въ экипажъ*, и къ ней относятъ все элементы движенія; приэтомъ дѣятельность проѣзда выражается среднимъ числомъ лошадей, проходящихъ *въ день*, то есть въ сутки, по данному мѣсту шоссе. Иногда предпочитаютъ вѣсовую единицу, *пудъ* или *тонну*, опредѣляютъ въ принятой единицѣ полныя вѣса экипажей и животныхъ, проходящихъ по данному мѣсту *въ теченіи года*, и выражаютъ дѣятельность проѣзда суммою этихъ вѣсовъ.

Измѣреніе дѣятельности проѣзда по первому способу удобнѣе, чѣмъ по второму, потому что легче сосчитать лошадей, чѣмъ взвѣсить экипажи. Впрочемъ въ первомъ способѣ также нельзя ограничиться однимъ пересчетомъ проходящихъ лошадей, потому что какъ вѣса и силы ихъ, такъ перемѣщаемыя ими тяжести, бываютъ далеко неодинаковы, а вмѣстѣ съ тѣмъ и изнашиваніе щибеночной одежды, при проходѣ разныхъ лошадей, происходитъ въ разной степени. Вслѣдствіе этого, для выраженія дѣятельности проѣзда, приходится замѣнять сосчитанное число лошадей *числомъ условнымъ*, составляемымъ слѣдующимъ образомъ: сосчитываютъ отдѣльно лошадей, везущихъ экипажи разнаго рода; затѣмъ, полученныя числа умножаютъ на нѣкоторыя коэф-

фиціенты, чтобы привести ихъ къ одной и той же единицѣ по степени изнашиванія щепеночной одежды; наконецъ, приведенныя числа складываютъ.

Дѣятельность проѣзда по шоссе опредѣляется посредствомъ особыхъ *переписей*, повторяемыхъ черезъ промежутки времени въ нѣсколько лѣтъ. Для производства переписи раздѣляютъ шоссе на участки и на каждомъ такомъ участкѣ помѣщаютъ наблюдателя, которому поручается отмѣчать проходящихъ лошадей. За отдѣльные участки лучше всего принимать протяженія шоссе отъ одной примыкающей къ нему дороги до другой, такъ какъ на этихъ протяженіяхъ проѣздъ не измѣняется значительно. Результаты переписи получаются тѣмъ точнѣе, чѣмъ меньше принятыя участки, то есть чѣмъ больше число ихъ, но съ увеличеніемъ числа участковъ возрастаютъ и издержки на производство переписи. Въ зависимости отъ этихъ двухъ противоположныхъ условій длину участковъ принимаютъ отъ 3 до 16 верстъ, назначая ихъ короче на шоссе съ сильнымъ проѣздомъ и длиннѣе на шоссе съ слабымъ и маломѣняющимся движеніемъ.

Каждому наблюдателю назначаютъ опредѣленное мѣсто наблюденій, или *посты*, на участкѣ. Выборъ этихъ постовъ довольно труденъ, такъ какъ положеніе ихъ должно быть таково, чтобы наблюденія, сдѣланныя на постахъ, давали вѣрныя среднія данныя относительно дѣятельности проѣзда на участкахъ. Для полученія возможно болѣе вѣрныхъ результатовъ не назначаютъ постовъ ни въ точкахъ съ самымъ сильнымъ проѣздомъ, ни въ точкахъ съ самымъ слабымъ проѣздомъ на участкѣ, а выбираютъ для нихъ мѣста съ движеніемъ средней силы.

Перепись продолжается цѣлый годъ, но наблюденія производятся не каждый день, а примѣрно разъ въ двѣ недѣли; при этомъ каждый разъ мѣняютъ день недѣли, чтобы уничтожить въ среднемъ выводѣ вліяніе мѣстныхъ обычаевъ, каковы — правильно повторяющіеся базары. Каждое наблюденіе производится обыкновенно цѣлыя сутки; впрочемъ на шоссе съ слабымъ проѣздомъ и на тѣхъ шоссе, по

которымъ движеніе ночью ослабѣваетъ, часто производятъ суточные наблюденія лишь въ одинъ изъ четырехъ назначенныхъ дней, а въ остальные дни ограничиваются наблюденіями въ теченіи свѣтлаго времени сутокъ и вводятъ потомъ въ полученныя числа поправки, по результатамъ суточныхъ наблюденій.

Наблюдателями назначаются шоссеиные сторожа или особо нанимаемые лица; имъ раздають листки, такъ разграфленныя на колонны и клѣточки, что отмѣтка разныхъ элементовъ движенія не представляетъ затрудненія, даже для лицъ неграмотныхъ. Отмѣтки дѣлаются прокалываніемъ булавкою отверстій: каждый разъ, какъ какой либо экипажъ проходитъ черезъ постъ, наблюдатель прокалываетъ листокъ въ клѣточкѣ, соотвѣтствующей роду экипажа и числу везущихъ его лошадей.

Для облегченія наблюдателей экипажи разнаго рода дѣлятся на небольшое число (отъ 3 до 5) категорій, относя къ одной категоріи всѣ экипажи, въ которыхъ на лошадь приходится приблизительно одинаковая полная нагрузка. Въ листкахъ для переписи, каждой категоріи экипажей соотвѣтствуетъ особая колонна и каждому числу лошадей въ запряжкѣ — особое отдѣленіе по высотѣ; проколь клѣточки въ верхнемъ отдѣленіи означаетъ одну лошадь, во второмъ отдѣленіи — двѣ лошади и такъ далѣе. Кромѣ того, въ этихъ листкахъ помѣщаются двѣ отдѣльныя колонны клѣточекъ для отмѣтокъ: одна — всадниковъ и крупнаго скота, другая — мелкаго скота.

При сведеніи результатовъ переписи, для каждаго поста составляется средняя величина изъ чиселъ всѣхъ листковъ по каждой колоннѣ отдѣльно; эти среднія величины, относящіяся до разныхъ элементовъ движенія, умножаютъ на установленныя напередъ коэффициенты и, приведя ихъ такимъ образомъ къ общей мѣрѣ, складываютъ. Полученная сумма выражаетъ дѣятельность проѣзда въ данномъ мѣстѣ шоссе, въ числѣ лошадей.

По результатамъ переписи можно опредѣлить приблизительно дѣятельность проѣзда и въ вѣсовыхъ единицахъ.

Для этого необходимо среднія числа проходящихъ лошадей разнаго рода и животныхъ умножить на соотвѣтственные, опредѣленные по опытамъ, вѣса и затѣмъ суммировать полученные величины.

Во Франціи на національныхъ дорогахъ опредѣленіе дѣятельности проѣзда производится черезъ каждыя 5—6 лѣтъ. При производствѣ переписи въ 1882 году, всѣ экипажи были раздѣлены на три категоріи: 1) грузовые экипажи съ продуктами или товарами разнаго рода, 2) общественные экипажи для перевозки пассажировъ, нагруженные и пустые, и 3) пустые грузовые экипажи и частные экипажи для пассажировъ. Кромѣ того, было установлено два отдѣльныхъ разряда, одинъ — для незапряженныхъ крупныхъ животныхъ, а другой — для мелкаго скота.

Общій сводъ результатовъ этой переписи показалъ, что по національнымъ дорогамъ Франціи проходитъ ежедневно въ среднемъ: лошадей съ экипажами первой категоріи—102,7, лошадей съ экипажами второй категоріи—10,5, лошадей съ экипажами третьей категоріи—106,6, незапряженныхъ животныхъ—44,6 и головъ мелкаго скота—82,2. Для приведенія чиселъ разныхъ категорій къ одной и той же условной единицѣ были установлены, по соображенію съ происходящимъ изнашиваніемъ, слѣдующіе коэффициенты: для лошадей первыхъ двухъ категорій — 1, для лошадей третьей категоріи — $\frac{1}{2}$, для крупныхъ незапряженныхъ животныхъ — $\frac{1}{5}$ и для головъ мелкаго скота — $\frac{1}{30}$.

Если указанные выше данныя общаго свода умножить на эти коэффициенты и затѣмъ сложить, то получается 178,3 условныхъ единицъ проѣзда, то есть запряженныхъ лошадей; это число выражаетъ среднюю дѣятельность проѣзда для всѣхъ національныхъ дорогъ Франціи.

87. Опредѣленіе крѣпости каменнаго матеріала для шоссе. Опредѣленіе крѣпости каменнаго матеріала представляется необходимымъ для нахождения расхода щебня. Кромѣ того, къ этому опредѣленію приходится прибѣгать для рѣшенія вопросовъ: 1) годенъ-ли данный каменный матеріалъ для

устройства и ремонта щебеночной одежды? и 2) какой изъ нѣсколькихъ каменныхъ матеріаловъ, имѣющихся въ извѣстной мѣстности, выгоднѣе для ремонта шоссе?

Существуетъ два способа опредѣленія крѣпости каменнаго матеріала: способъ непосредственныхъ наблюдений и способъ лабораторныхъ опытовъ. Въ обоихъ способахъ принято выражать крѣпость матеріала или отдѣльныя свойства, изъ которыхъ она слагается, посредствомъ чиселъ или коэффициентовъ отъ 1 до 20.

Способъ непосредственныхъ наблюдений заключается въ томъ, что изъ каждаго каменнаго матеріала, крѣпость котораго желаютъ опредѣлить, устраиваютъ участокъ щебеночной одежды въ такомъ мѣстѣ шоссе, гдѣ легко и удобно установить надзоръ за наблюденіями, на примѣръ вблизи пункта пребыванія инженера, завѣдывающаго ремонтомъ шоссе. Старательно и непрерывно наблюдаютъ происходящій по этому участку проѣздъ и изъ отмѣчаемыхъ элементовъ движенія составляютъ за опредѣленные промежутки времени среднія величины суточного проѣзда; величины эти выражаютъ въ числахъ запряженныхъ лошадей по способу, указанному въ предыдущей статьѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ наблюдаютъ и изнашивание щебеночной одежды изъ изслѣдуемаго матеріала, производя въ концѣ каждаго изъ принятыхъ промежутковъ времени промѣры толщины щебеночнаго слоя; найденныя по промѣрамъ уменьшенія средней толщины слоя выражаютъ въ числахъ кубическихъ сажень на версту, какъ величины потери или изнашивания каменнаго матеріала. По полученнымъ изъ наблюдений числамъ дѣятельности проѣзда и потери каменнаго матеріала опредѣляютъ среднее количество A щебня, изнашивающагося въ теченіе года на 1 верстѣ шоссе отъ прохода 100 лошадей въ день.

Изъ многочисленныхъ наблюдений найдено, что, при щебеночной одеждѣ изъ самаго лучшаго каменнаго матеріала, на 1 верстѣ шоссе разрушается или изнашивается ежегодно 1,5 куб. сажени щебня на 100 проходящихъ въ день запряженныхъ лошадей. Если крѣпость этого матеріала выразить числомъ 20, то крѣпость изслѣдуемаго ма-

теріала, при которомъ теряется на веретѣ шоссе количество A щебня, опредѣлится легко изъ равенства:

$$x = \frac{20 \times 1,5}{A}.$$

Этотъ способъ, кажущійся естественнымъ и простымъ, не всегда приводитъ къ вѣрнымъ результатамъ и представляетъ много неудобствъ. Опредѣленіе изнашивания щебеночной одежды посредствомъ промѣровъ не точно, такъ какъ измѣряемое уменьшеніе толщины слоя нерѣдко мало превосходитъ возможные ошибки при промѣрахъ. Наблюденія необходимо производить долгое время, въ продолженіи нѣсколькихъ лѣтъ, чтобы извлечь изъ нихъ опредѣленные заключенія; кромѣ того, наблюденія слѣдуетъ начинать не тотчасъ по устройствѣ щебеночной одежды, а по истеченіи значительнаго времени, когда щебень совершенно сплотится въ твердую кору и начнется нормальное изнашиваніе слоя. Примѣненіе этого способа обходится очень дорого, такъ какъ, во-первыхъ, для устройства участковъ щебеночной одежды въ опредѣленныхъ мѣстахъ, изслѣдуемый каменный матеріалъ приходится доставлять издалека, а во-вторыхъ, производство непрерывныхъ наблюдений надъ проѣздомъ требуетъ содержанія особыхъ наблюдателей.

Способъ лабораторныхъ опытовъ состоитъ въ изслѣдованіи тѣхъ свойствъ, изъ совокупности которыхъ слагается крѣпость каменнаго матеріала. Этотъ способъ не требуетъ для полученія результатовъ ни долгаго времени, ни значительныхъ издержекъ, легко примѣнимъ къ одновременному испытанію большаго числа породъ въ маломъ количествѣ, но позволяетъ выразить численно лишь отдѣльные свойства матеріала, не указывая, въ какой мѣрѣ каждое изъ нихъ имѣетъ вліяніе на крѣпость матеріала или на изнашиваніе его.

Изнашиваніе каменнаго матеріала въ щебеночной одеждѣ является результатомъ дѣйствія трехъ главныхъ причинъ: 1) раздавливанія подъ давленіемъ колесъ, 2) стиранія отъ тренія колесъ о поверхность шоссе и щебенокъ между собою и 3) раздробленія отъ ударовъ, производимыхъ копы-

тами лошадей и колесами экипажей. Свойства матеріала, противодѣйствующія каждой изъ этихъ причинъ въ отдѣльности, можно изслѣдовать лабораторнымъ путемъ.

Сопротивленіе каменнаго матеріала *раздавливанію* опредѣляется посредствомъ гидравлическихъ или рычажныхъ прессовъ, устроенныхъ такъ, что ими можно производить сильное давленіе и измѣрять величину этого давленія. Изъ матеріала вытесываютъ правильный кубикъ, подвергаютъ его на прессѣ дѣйствию постепенно увеличивающагося давленія и замѣчаютъ величину разрушающаго усилія. Это усиліе, раздѣленное на площадь поперечнаго сѣченія кубика, даетъ сопротивленіе матеріала раздавливанію въ единицахъ вѣса на единицу площади. Изъ многочисленныхъ опытовъ найдено, что сопротивленія раздавливанію самаго крѣпкаго каменнаго матеріала достигаетъ 1100 пудовъ на кв. дюймъ. Если обозначить сопротивленіе такого матеріала коэффициентомъ 20, то коэффициентъ x , соответствующій всякому другому матеріалу съ сопротивленіемъ B , легко найдется по формулѣ:

$$x = \frac{20 B}{1100}.$$

Сопротивленіе каменнаго матеріала *стиранію* изслѣдуется посредствомъ прибора, устроеннаго впервые въ Парижѣ механикомъ *Струбомъ* (*Strube*). Этотъ приборъ (фиг. 213) состоитъ изъ наждаковаго круга A , насаженнаго на-глухо на вертикальную ось B , которая вмѣстѣ съ кругомъ приводится во вращательное движеніе, при помощи зубчатыхъ колесъ D и E , рукояткою F . Ось B поддерживается станкомъ G , къ которому придѣланы два бездонныхъ ящика H и K и прикрѣплены два рычага L и M съ чашками. Образцы двухъ разныхъ породъ каменнаго матеріала, въ видѣ правильно вытесанныхъ кубиковъ одинаковой величины, точно взвѣшивается, вставляются въ ящики и прижимаются къ наждаковому кругу посредствомъ рычаговъ, на чашки которыхъ кладутся такіе грузки, чтобы нажатіе образцовъ на кругъ было одинаково. При вращеніи круга кубики подвергаются стиранію, для измѣренія кото-

раго образцы черезъ 3 или 4 часа вторично взвѣшиваютъ и опредѣляютъ для каждаго изъ нихъ процентную потерю въ вѣсѣ. Если сопротивленіе стиранію одной изъ испытываемыхъ породъ извѣстно и равно κ , то сопротивленіе другой породы получается изъ равенства: $x = \kappa \frac{p}{q}$, въ которомъ p — процентная потеря въ вѣсѣ образца первой породы, а q — такая же потеря образца второй. Обозначая сопротивленіе стиранію самаго крѣпкаго матеріала коэффициентомъ 20 и пользуясь тѣмъ же равенствомъ, легко выразить условнымъ числомъ сопротивленіе всякаго матеріала, испытаннаго на приборѣ.

Опыты надъ сопротивленіемъ каменнаго матеріала стиранію производятся въ широкомъ размѣрѣ въ городской механической лабораторіи Парижа, при выборѣ и пріемѣ камня для замощенія улицъ. Въ послѣднее время тамъ сдѣланы въ описанномъ приборѣ нѣкоторыя измѣненія: наждаковый кругъ замѣненъ чугуннымъ, но введена посыпка поверхности его во время опыта пескомъ; для нажатія образцовъ служатъ, вмѣсто рычаговъ, тяжелыя свинцовыя плитки, накладываемыя на верхушки кубиковъ.

Сопротивленіе каменнаго матеріала *раздробленію* опредѣляется посредствомъ прибора, изобрѣтеннаго нѣсколько лѣтъ назадъ въ Берлинѣ *Зибенэйхеромъ* (*Siebeneicher*), городскимъ строительнымъ инспекторомъ. Основная идея этого прибора очень проста: посредствомъ особаго стального сверла определенной и постоянно одинаковой формы, нагруженнаго постояннымъ вѣсомъ и надающаго съ определенной высоты на одно и то же мѣсто испытываемаго камня, пробивается въ камнѣ скважина извѣстной глубины; число произведенныхъ при этомъ ударовъ принимается пропорціональнымъ сопротивленію каменнаго матеріала раздробленію.

Устройство прибора изображено на фигурѣ 214. Въ желѣзномъ станкѣ *A* помѣщается вертикальный чугунный валикъ *B*, діаметромъ 2,5 дюйма, длиною 0,6 сажени и вѣсомъ около 4 пудовъ; къ нижнему концу его прикрѣплено стальное сверло *C*, подъ которымъ на деревянной подставкѣ помѣщается кубикъ испытываемаго матеріала. На валикъ

надѣта муфта *D*, которую можно закрѣпить въ любомъ положеніи помощью прижимнаго винта. Валикъ можетъ двигаться по вертикальному направленію, проходя между прикрѣпленными къ станку роликами. Это движеніе сообщается валику отъ шкива *E* съ шестью выступами, помѣщающагося въ томъ же станкѣ и приводимаго во вращеніе около горизонтальной оси посредствомъ зубчатыхъ колесъ *F* и рукоятки *G*. Во время дѣйствія прибора выступы шкива захватываютъ муфту и поднимаютъ валикъ до опредѣленной высоты, съ которой онъ затѣмъ падаетъ и ударяетъ концомъ сверла по кубикъ. При каждомъ подъемѣ, приспособленіе *H*, получая движеніе отъ шкива, заставляетъ валикъ немного повернуться около вертикальной оси. Высота подъема валика регулируется передвиганіемъ муфты по мѣрѣ углубленія сверла въ кубикъ, а число паденій сверла отмѣчается счетнымъ механизмомъ. Опытъ продолжается отъ 3 до 6 часовъ и считается оконченнымъ, когда глубина скважины достигнетъ 3 дюймовъ; для пробивки такой скважины приходится сдѣлать отъ 3.000 до 9.000 ударовъ сверла, въ зависимости отъ сопротивленія матеріала разрушенію. Получаемыя при опытахъ числа ударовъ, выражающія сопротивленіе разныхъ породъ матеріала, легко замѣнить соответственными коэффициентами отъ 1 до 20.

Опыты на приборахъ Стрюба и Зибенэйхера обходятся довольно дорого, потому что трудно вытесывать совершенно правильные кубики изъ каменнаго матеріала очень твердыхъ породъ, какія главнымъ образомъ и употребляются для шоссе. Кромѣ того, испытанію на этихъ приборахъ можно подвергать только небольшое число образцовъ, которые, при неоднородности каменнаго матеріала, часто не представляютъ среднихъ свойствъ испытываемыхъ породъ.

Такихъ недостатковъ не имѣетъ приборъ, изобрѣтенный *Девалемъ* (*Deval*), французскимъ кондукторомъ мостовъ и дорогъ. Приборъ Девала даетъ возможность испытывать разомъ значительное число небольшихъ кусковъ каменнаго матеріала, полученныхъ не обтескою, а простою бойкою, какъ щебень. Испытываемый матеріалъ подвергается на

немъ одновременно дѣйствию тренія и умѣреннаго удара, такъ что этимъ приборомъ можно замѣнить оба предыдущіе.

Въ первоначальномъ видѣ, приборъ Деваля (фиг. 215) состоитъ изъ двухъ желѣзныхъ цилиндрическихъ ящиковъ *A* и *B*, длиною 14 и діаметромъ 8 дюймовъ, прикрѣпленныхъ къ желѣзной колѣнчатой полосѣ *C*, вмѣстѣ съ которою они вращаются около горизонтальной оси *D*. Въ одинъ изъ этихъ ящиковъ помѣщаютъ въ видѣ мелкаго щебня 7,5 фунтовъ матеріала, принимаемаго за типъ для сравненія, а въ другой — въ такомъ же видѣ столько же испытываемаго матеріала. По насыпкѣ щебня, плотно закрываютъ ящики крышками и, при помощи рукоятки *E*, вращаютъ цилиндры, со скоростью около 30 оборотовъ въ минуту, въ теченіе около 15 часовъ. Во время этого вращенія, щебенки трутся между собою и ударяются о стѣнки ящиковъ, вслѣдствіе чего часть каменнаго матеріала въ обоихъ ящикахъ размельчается въ порошокъ. Полученный порошокъ извлекается изъ ящиковъ, отдѣляется отъ щебня промывкою и взвѣшивается. Всѣй порошка обратно пропорціоналенъ сопротивленію матеріала стиранію и раздробленію; поэтому, если сопротивленіе матеріала, принятаго за типъ, обозначить опредѣленнымъ коэффициентомъ, то и сопротивленіе испытываемаго матеріала выразится соответственнымъ коэффициентомъ.

Въ описанномъ видѣ приборъ Деваля съ успѣхомъ употребляется въ городской лабораторіи Парижа, при приѣмѣ каменнаго матеріала для шоссе и при выборѣ новыхъ карьеровъ. По свидѣтельству городскихъ инженеровъ, получаемые посредствомъ него данныя довольно хорошо согласуются съ дѣйствительностью.

Въ 1879 году въ Парижѣ было произведено испытаніе большей части породъ каменнаго матеріала, употребляемаго для ремонта французскихъ національныхъ шоссе. Сопротивленіе каменнаго матеріала измельченію отъ тренія и ударовъ было изслѣдовано приборомъ Деваля, измѣненнымъ нѣсколько для болѣе успѣшнаго дѣйствія. Измѣненный приборъ (фиг. 216) отличается отъ первоначальнаго въ слѣ-

дующемъ: онъ состоитъ изъ 8 ящиковъ, что даетъ возможность испытывать разомъ 7 породъ каменнаго матеріала; ящики прикрѣплены по 4 къ каждой изъ двухъ колѣнчатыхъ полюсъ, помѣщенныхъ рядомъ и приводимыхъ во вращеніе одновременно помощью газовой машины; въ каждый ящикъ помѣщаютъ 12 фунтовъ испытываемаго матеріала; вращеніе производится со скоростью 2.000 оборотовъ въ часъ и опытъ продолжается 5 часовъ; число оборотовъ контролируется счетчикомъ *F*.

Въ заключеніе необходимо замѣтить, что лабораторный способъ опредѣленія крѣпости матеріаловъ нерѣдко не даетъ результатовъ, вполне согласныхъ съ практикою, но приноситъ несомнѣнную пользу при классификаціи породъ каменнаго матеріала, въ особенности еще неизвѣстныхъ въ практикѣ.

в) Ремонтъ мощеныхъ дорогъ и второстепенныхъ частей.

SS. Ремонтъ мощеныхъ дорогъ. Для мощеныхъ дорогъ ремонтъ имѣетъ гораздо меньше значенія, чѣмъ для шоссе-скихъ: дурно устроенную мощеную дорогу невозможно улучшить самымъ старательнымъ ремонтомъ, хорошо же устроенная требуетъ мало заботъ впослѣдствіи и держится удовлетворительно даже при небрежномъ ремонтѣ. Вообще для мощеныхъ дорогъ ремонтъ не такъ важенъ, какъ первоначальное устройство; поэтому ограничимся здѣсь лишь немногими указаніями относительно производства ремонта этихъ дорогъ.

Работы по очисткѣ пыли и грязи, по осушенію и поливкѣ дорожной поверхности и по содержанію въ исправности обочинъ, канавъ и зимняго пути производятся на мощеныхъ дорогахъ такъ же, какъ и на шоссе-скихъ. Отличіе въ ремонтѣ тѣхъ и другихъ дорогъ заключается лишь въ способахъ исправленія дорожной одежды.

Бульжная мостовая разстраивается гораздо болѣе отъ

выпучиванія и опусканія землянаго полотна, чѣмъ отъ дѣйствія колесъ, производящихъ обыкновенно лишь перемѣщенія отдѣльныхъ камней. Разстройству сильнѣе всего подвергаются участки съ глинистымъ грунтомъ полотна, на которыхъ при наступленіи морозовъ или оттепелей камни группами выпучиваются или опускаются и выходятъ изъ приданнаго имъ положенія; чѣмъ тоньше песчаный слой основанія и чѣмъ разнообразнѣе крупность камней, тѣмъ значительнѣе бывають эти выпучиванія и опусканія.

Разстройство булыжной мостовой проявляется образованіемъ ямъ или колеѣ и вдавливаніемъ мелкихъ камней въ основаніе. Для задѣлки отдѣльныхъ ямъ, снимають съ нихъ булыжникъ, осматривають основаніе подъ вынутыми камнями, замѣняютъ дурной матеріаль основанія хорошимъ и заманиваютъ разобранныя мѣста мостовой снова, тщательно разсортировавъ булыжникъ по крупности; такъ же поступаютъ при задѣлкѣ образовавшихся на мостовой колеѣ небольшого протяженія.

Если на булыжной мостовой образуется много ямъ, нѣсколько колеѣ большого протяженія или сильное вдавливаніе мелкихъ камней, то для исправленія ея приходится прибѣгать къ полной перестилкѣ болѣе или менѣе значительныхъ участковъ дороги. При перестилкѣ лучше всего заградить для проѣзда всю дорогу, разобрать мостовую по всей ширинѣ и выстлать ее за-ново. Если нельзя совершенно заградить дорогу, то мостовую раздѣляютъ по ширинѣ пополамъ и перестилають каждую изъ двухъ половинъ отдѣльно, пуская проѣздъ по одной половинѣ мостовой въ то время, когда другая перестилается. При перестилкѣ мостовой необходимо внимательно сортировать булыжникъ по крупности и къ старому каменному матеріалу добавлять нѣкоторое количество новаго. Вновь высланную мостовую слѣдуетъ крѣпко утрамбовать и насыпать слоемъ чистаго крупнаго песка, толщиной около 0,5 дюйма; песокъ этотъ служить для заполненія образующихся между камнями подъ дѣйствіемъ проѣзда промежутковъ и потому полезно оставлять его на поверхности мостовой въ теченіи 2—3 мѣсяцевъ.

Работы по перестилкѣ булыжной мостовой лучше всего производить весною, когда не бываетъ очень сухо. Въ городахъ съ водопроводами, гдѣ въ сухое время можно поливать улицы, производство работъ по перестилкѣ удобно въ течение полугода, съ конца апрѣля по начало ноября.

Каменная тесанная мостовая съ песчанымъ основаніемъ подвергается поврежденіямъ троякаго рода:

1) Вслѣдствіе мѣстной слабости основанія или вслѣдствіе болѣе быстрого изнашиванія, нѣкоторые отдѣльные камни опускаются, образуя *ямки*.

2) Вслѣдствіе осадокъ песчанаго основанія или землянаго полотна, отдѣльныя мѣста мостовой осѣдаютъ и образуютъ *впадины*.

3) Отъ неравнобѣрнаго изнашиванія камней, верхушки ихъ *округляются* и получаютъ выпуклую форму, дѣлая поверхность мостовой нервною и скользкою.

Поврежденія перваго и втораго рода необходимо исправлять, какъ только они появляются, потому что присутствіе ихъ не только затрудняетъ проѣздъ, но и вызываетъ дальнѣйшее разстройство мостовой: ямки и впадины задерживаютъ дождевую воду, которая, проникая въ швы, размягчаетъ земляное полотно и производитъ перемѣщеніе камней; кромѣ того, колеса экипажей, при проходѣ черезъ ямки производятъ сильные толчки, разбивающіе камни мостовой, соедѣніе съ опустившимися. Поврежденія третьяго рода лишаютъ мостовую главнаго ея качества, гладкой поверхности, и дѣлаютъ проѣздъ тряскимъ, неудобнымъ и труднымъ. Исправленіе образующихся въ тесанной мостовой поврежденій производится тремя способами: починкой, перестилкой и перемощеніемъ.

Для приведенія опустившихся камней въ прежнее положеніе производится *починка* мостовой, заключающаяся въ слѣдующемъ: Посредствомъ *дорожной иглы*, то есть палки съ длиннымъ желѣзнымъ остріемъ на концѣ (фиг. 217, *a*) очищаютъ швы опустившагося камня на нѣкоторую глубину. Затѣмъ камень поднимаютъ на 1,5—2 дюйма посредствомъ особыхъ *ломовъ* (фиг. 217, *b*), вводимыхъ въ швы, и поддерживаютъ

его въ такомъ положеніи съ помощью желѣзнаго клина или каменнаго осколка. Далѣе, взрыхляютъ иглой или особой тонкой лопаткой весь песокъ, находящійся въ швахъ, и прогоняютъ его подъ камень. Наконецъ, швы заполняютъ новымъ пескомъ и приводятъ камень въ надлежащее положеніе, сильно ударяя по нему трамбовкою. Починка мостовой очень облегчается, если въ распоряженіи имѣется вода; воду льютъ въ швы, такъ что она размываетъ находящійся въ нихъ песокъ и уноситъ его подъ камень.

При прямоугольной формѣ и значительной высотѣ камней, поднять опустившійся камень описаннымъ способомъ бываетъ очень трудно; нерѣдко, стараясь поднять камень, разбиваютъ его ломами. Если камень разбивается во время починки мостовой или подъ дѣйствіемъ проѣзда, то его вынимаютъ совсѣмъ и, исправивъ основаніе, замѣняютъ новымъ камнемъ такого же качества и величины.

Для уничтоженія образовавшихся на мостовой впадинъ производятъ *перестилку* опустившихся мѣстъ. Съ этою цѣлью, очистивъ впадину отъ пыли и грязи, поднимаютъ тѣмъ же способомъ, какъ при починкѣ мостовой, одинъ камень изъ середины опустившагося мѣста. Вынувъ этотъ камень, снимаютъ сосѣдніе камни мостовой по всему пространству впадины, удаляютъ верхній слой песчанаго основанія, пропитавшійся уличною грязью, и пополняютъ основаніе до надлежащей толщины присыпкой новаго слоя песка. Часть присыпаннаго песка подбиваютъ подъ камни, окружающіе разобранное мѣсто и оставшіеся неснятыми, и затѣмъ укладываютъ снятые камни рядами на песокъ, какъ при новомъ мощеніи, располагая ихъ нѣсколько выше смежныхъ частей мостовой и осаживая трамбованіемъ.

Когда отъ долгаго дѣйствія проѣзда вся поверхность мостовой покроется ямками и впадинами, а верхушки камней сотрутся, округлятся и станутъ скользкими, то для приведенія мостовой въ исправность дѣлается необходимымъ *перемощеніе*, или перестройка ея. Мостовую разбираютъ, снятые камни сортируютъ и годные къ употребленію приводятъ обтеской къ надлежащему виду, а негодные замѣ-

няютъ новыми. Затѣмъ, исправляютъ основаніе мостовой замѣной загрязнивагося песка новымъ и на немъ выстилаютъ мостовую за-ново. При этомъ, если камни разной величины, то мостовую раздѣляютъ по длинѣ на нѣсколько участковъ и каждый изъ нихъ замащиваютъ камнями одинаковой величины, такъ распредѣляя матеріаль, чтобъ величина камней измѣнялась послѣдовательно въ мало-замѣтной степени.

Если камни имѣютъ форму правильныхъ параллелепипедовъ, то при перемощеніи ихъ переворачиваютъ и укладываютъ округленной гранью внизъ, безъ обтески; при вторичномъ перемощеніи, такіе камни можно употреблять также безъ обтески, укладывая ихъ такъ, чтобы округленные грани находились въ швахъ между рядами камней. Подобнымъ образомъ поступаютъ при перемощеніи мостовой въ Вѣнѣ, давая гранитнымъ камнямъ кубической формы послѣдовательно положенія *a*, *b* и *c* (фиг. 218) и допуская каждый разъ изнашивание камней на одинъ дюймъ по высотѣ; при этомъ перемощеніе оживленныхъ улицъ производится черезъ 6 лѣтъ при малой ширинѣ ихъ и черезъ 12 лѣтъ при большой; при первомъ перемощеніи добавляють 5% новыхъ камней, при второмъ—10%.

Ремонтъ *асфальтовой одежды* заключается въ исправленіи поврежденій асфальтового слоя и производится исключительно въ сухую погоду. Каждое поврежденное мѣсто асфальтового слоя взламываютъ особо, посредствомъ долота съ длинной рукоятю и молотка, или посредствомъ топора, затѣмъ края слоя вокругъ взломаннаго мѣста обрубаютъ отвѣсно и сдѣланный проломъ заполняютъ расплавленнымъ литымъ асфальтомъ или разогрѣтымъ асфальтовымъ порошкомъ, смотря по способу устройства асфальтовой одежды. Литой асфальтъ разстилается и разравнивается по исправляемому мѣсту деревянной лопаткой; асфальтовый же порошокъ утрамбовываютъ пестомъ до сплотненія и соединенія его со старымъ слоемъ. Взламываніе поврежденныхъ мѣстъ, при исправленіи асфальтового слоя, безусловно необходимо, потому что иначе невозможно достигнуть соединенія новаго матеріала со старымъ.

Ремонтъ *деревянной мостовой* заключается въ замѣнѣ торцовъ, поврежденныхъ отъ дѣйствія проѣзда и гніенія. Обыкновенно эта замѣна дѣлается сплошь по всему пространству извѣзженной мостовой, причемъ бетонное основаніе оставляютъ безъ перестройки, а досчатое перестилаютъ съ замѣной сгнившихъ досокъ новыми. Частныя исправленія деревянной мостовой производятся также, какъ и каменной. Но работа эта довольно трудна и приноситъ мало пользы, такъ что къ ней прибѣгаютъ рѣдко. Свѣдѣнія объ изнашиваніи этой мостовой и продолжительности службы ея приведены въ статьѣ 60.

89. Ремонтъ второстепенныхъ частей дорогъ. Для поддержанія дороги въ исправномъ состояніи, необходимо предупреждать и исправлять поврежденія, происходящія во второстепенныхъ частяхъ, ея: обочинахъ, канавахъ, откосахъ, трубахъ, мостахъ и другихъ.

Ремонтъ *каналъ и обочинъ*, заключающійся въ прочисткѣ первыхъ и въ срѣзкѣ, opravкѣ и загражденіи вторыхъ, описанъ выше въ статьѣ 75, въ числѣ другихъ работъ по ремонтному содержанію шоссе. Для поддержанія въ исправности *откосовъ* требуется обыкновенно немного заботъ: необходимо засыпать землю образующіяся на откосахъ ямы и исправлять поврежденія въ дерновой или иной обдѣлкѣ откосовъ; откосы, оставленные безъ обдѣлки и непокрывшіеся дерномъ, полезно весною бороздить желѣзными граблями, чтобы усилить заростаніе поверхности грунта травой. Иногда откосы подвергаются сильнымъ поврежденіямъ отъ разливовъ рѣкъ, пересѣкаемыхъ дорогою, или отъ грунтовыхъ водъ; но работы, производимыя для предупрежденія и исправленія подобныхъ поврежденій, не относятся къ обыкновенному ремонту откосовъ.

Ремонтъ *трубъ и мостовъ* заключается въ охраненіи ихъ отъ подмывовъ, въ исправленіи поврежденій по возможности въ самомъ началѣ и въ замѣнѣ обветшавшихъ частей новыми. При наступленіи весны, въ снѣгу, закрывающемъ пролеты трубъ и малыхъ мостовъ, необходимо проканывать

Советы. чтобы предупредить застой воды передъ этими сооружениями. Отверстія малыхъ трубъ полезно закладывать на зиму хвойными вѣтками, чтобы избѣгнуть занесенія ихъ снѣгомъ. удаленіе котораго при малой величинѣ трубъ затруднительно. Предъ наступленіемъ ледохода, нужно заблаговременно прорубить у опоръ мостовъ борозды во льду, шириною до 0,5 сажени, чтобы движеніе льда не повредило этихъ опоръ. Во время ледохода, представляющаго обыкновенно значительную опасность для мостовъ, въ особенности деревянныхъ, слѣдуетъ принимать мѣры, чтобы передъ мостами не образовались зажоры, которые служатъ причиною подмывовъ опорныхъ частей, а иногда и разрушенія мостовъ; принимаемыя мѣры заключаются обыкновенно въ раздѣленіи остаивающихся у мостовъ льдинъ на части и въ пропускѣ ихъ въ пролеты.

Деревянные мосты требуютъ большихъ заботъ для своевременной замѣны новыми частей, приходящихъ въ негодность отъ гніенія; особенное вниманіе должно быть обращено на содержаніе въ исправности мостоваго полотна, такъ какъ отъ степени проницаемости его для воды существенно зависитъ долговѣчность мостовъ. Щебеночную одежду на мостахъ слѣдуетъ исправлять старательнѣе, чѣмъ на земляномъ полотнѣ дороги, а досчатый настилъ необходимо поддерживать замѣною износившихся досокъ новыми, ранѣе образованія проломовъ.

Ремонтъ каменныхъ и желѣзныхъ мостовъ несравненно проще и легче чѣмъ деревянныхъ. Для поддержанія въ исправности каменныхъ мостовъ и трубъ, необходимо по временамъ расшивать внѣшніе швы каменной кладки новымъ растворомъ и возвращать на прежнія мѣста вываливающіеся камни; заботливымъ исполненіемъ этой работы можно предупредить крупныя поврежденія, вызывающія перестройку сооружений. На желѣзныхъ мостахъ требуется чрезъ извѣстныя промежутки времени возобновленіе окраски, чтобы сохранить части мостовъ отъ ржавчины.

Посадки деревьевъ вдоль дорогъ требуютъ много заботъ, особенно въ первые годы существованія. Землю у подошвы

деревьевъ необходимо по временамъ взрыхлять, чтобы воздухъ и дождевая вода лучше проникали къ корнямъ; подобное взрыхленіе земли дѣлается лишь въ первые десять лѣтъ по посадкѣ деревьевъ, сначала по два раза въ годъ, а затѣмъ по одному разу. вмѣстѣ съ этимъ, слѣдуетъ поддерживать въ исправности тѣ ямки вокругъ стволовъ, которыя обыкновенно дѣлаютъ на обочинахъ или на обрѣзахъ дороги при посадкѣ деревьевъ. Кромѣ того, деревья необходимо освобождать отъ гусеницъ, очищать отъ выростающихъ низко отростковъ, оправлять обрѣзкою дурно идущихъ или слишкомъ длинныхъ вѣтвей и подрѣзывать сверху. Для правильнаго выполненія этихъ работъ, надзоръ за деревьями на дорогахъ долженъ быть порученъ лицамъ, свѣдущимъ въ искусствѣ разведенія растений. Для поддержанія посадокъ на дорогахъ необходимо замѣнять засохшія и вымерзшія деревья новыми, для разведенія которыхъ полезно устраивать мѣстами у самыхъ дорогъ питомники.

Ремонтъ *огражденій* и *указательныхъ знаковъ* опредѣляется ихъ матеріаломъ и устройствомъ. Деревянные огражденія и знаки требуютъ возобновленія по временамъ окраски и замѣны штукъ, пришедшихъ въ ветхость отъ гніенія, новыми. На каменныхъ указательныхъ знакахъ необходимо возобновлять надписи, такъ какъ онѣ дѣлаются со временемъ неясными. Каменные перильные стѣнки приходится нерѣдко переукладывать, такъ какъ онѣ сильно страдаютъ отъ подмывовъ и осадокъ полотна, случающихся довольно часто на горныхъ дорогахъ.

VII. ДОБАВЛЕНІЯ.

90. Нѣкоторыя свѣдѣнія о русскихъ шоссе. Постройка шоссеиныхъ дорогъ въ Россіи начата правительствомъ въ 1817 году. Сначала, до 1840 года, работы по проведенію шоссе велись медленно, такъ что въ среднемъ ежегодно открывалось всего около 34 верстъ шоссе. Слѣдующее за

гѣтъ двадцатилѣтіе, съ 1840 до 1860 года, было временемъ крупнѣйшихъ работъ по сооруженію шоссейныхъ дорогъ на средства казны; въ теченіи этого двадцатилѣтія ежегодно отстраивалось въ среднемъ около 258 верстъ шоссе. Съ 1860 года дѣятельность постройки шоссе стала все болѣе и болѣе ослабѣвать и къ 1867 году почти совершенно прекратилась; въ среднемъ за время съ 1860 по 1867 годъ проводилось ежегодно около 105 верстъ шоссе. Послѣ девятилѣтняго перерыва, постройка шоссе вновь началась, но до 1883 года ограничивалась незначительными протяженіями, составлявшими въ среднемъ не болѣе 15 верстъ въ годъ. Усилившаяся съ 1883 года дѣятельность постройки шоссе на средства казны выражается за послѣдніе 6 лѣтъ въ среднемъ приблизительно 60 верстами въ годъ.

Сооруженіе шоссейныхъ дорогъ, проведенныхъ до 1867 года, обошлось казнѣ въ среднемъ по 11.500 рублѣй за версту. Стоимость шоссе, построенныхъ съ 1883 года, съ отчужденіемъ земель и содержаніемъ администраціи, составляетъ въ среднемъ около 10.000 рублѣй за версту и измѣняется въ предѣлахъ отъ 5.534 до 17.015 рублѣй, въ зависимости главнымъ образомъ отъ цѣны щебня. Постройка шоссе обходится теперь въ общемъ нѣсколько дешевле, чѣмъ прежде, вслѣдствіе уменьшенія ширины землянаго полотна и упрощенія типовъ искусственныхъ сооружений.

Въ настоящее время въ вѣдѣніи Министерства путей сообщенія состоитъ 12.882 версты шоссейныхъ дорогъ, въ томъ числѣ 10.586 верстъ собственно шоссе, 108 верстъ каменныхъ мостовыхъ и 2.188 верстъ грунтовыхъ дорогъ. Изъ этого общаго числа шоссейныхъ дорогъ 11.729 верстъ завѣдывается Министерствомъ черезъ посредство правленій округовъ путей сообщенія, а 1.153 версты находится во временномъ завѣдываніи земствъ Московской, Тульской, Калужской и Ярославской губерній и ремонтируется земствами на средства казны, подъ наблюденіемъ правительственнаго инспектора.

Приводимъ главнѣйшія данныя относительно ремонта казенныхъ шоссе въ среднихъ выводахъ за послѣднее

пятилѣтіе. Полная стоимость ремонта шоссе составляет 4.606.772 рубль въ годъ, что даетъ на версту въ среднемъ около 358 рублей. Ежегодно для поддержанія и исправленія щебеночной одежды разсыпается на шоссе 37.943 кубич. сажень щебня, что составляетъ въ среднемъ на версту щебеночной одежды 3,58 куб. сажени. Средняя цѣна щебня для всего протяженія шоссе—40 рублей 60 коп.; цѣна щебня на отдѣльныхъ участкахъ шоссе весьма различна и измѣняется въ предѣлахъ отъ 205 рублей на участкѣ Кіевскаго шоссе, отъ Козельца къ Семиполкамъ, до 13 рублей 60 коп. на участкѣ Александропольскаго шоссе, отъ Александрополя къ Делижану. Качества каменнаго матеріала также очень различны, но преобладаютъ породы средней крѣпости, а очень крѣпкія породы встрѣчаются рѣдко. Полная стоимость ремонта составляетъ изъ слѣдующихъ расходовъ: заготовка щебня—36,1%, разсыпка щебня—3,2%, перестройка шоссе и мощеніе съ матеріалами—5,1%, работы по ремонтному содержанію шоссе—22,9%, перестройка, исправленіе и содержаніе мостовъ и трубъ—20,4%, содержаніе наплавныхъ мостовъ и переправъ—2,7%, постройка и ремонтъ дорожныхъ зданій—3,8%, ремонтъ дорожныхъ знаковъ и огражденій, исправленіе весеннихъ поврежденій и прочіе расходы — 5,8%.

Въ настоящее время Министерствомъ путей сообщенія производится постройка слѣдующихъ шоссеиныхъ дорогъ: Проскуровскаго шоссе, отъ Проскурова черезъ Ярмолинцы, Дунаевцы и Камен.-Подольскъ до Исаковецъ, длиною 115,03 верстъ; Дрогичинъ-высоколитовскаго шоссе, длиною 50,85 верстъ; Дубно-каменицкаго шоссе, длиною 11,06 верстъ; Бахчисарайскаго шоссе, отъ вершины горнаго хребта Яйлы до Бахчисарая, длиною 47,96 верстъ; Черноморскаго береговаго шоссе, отъ Сочи до Ново-афонскаго монастыря, длиною 141,31 верстъ; Майкопъ-гуапсинскаго шоссе, длиною 135 верстъ; Кагызмано-игдырскаго шоссе, длиною 95 верстъ; и Клухорской грунтовой дороги, отъ Цебельдинскаго черезъ Клухорскій переваль до Баталпаинска, длиною 134 версты.

Сѣтъ русскихъ шоссеиныхъ дорогъ до сихъ поръ еще крайне слабо развита. Общее протяженіе шоссеиныхъ до-

рогъ. казенныхъ, земскихъ, городскихъ и прочихъ, въ Европейской Россіи съ Кавказомъ выражается въ настоящее время слѣдующими числами:

1) казенныхъ шоссе, состоящихъ въ вѣдѣніи Министерства путей сообщенія . . .	12.882	верстъ,
2) шоссе, построенныхъ правительствомъ, но переданныхъ въ собственность земствъ и городовъ.	605	„
3) земскихъ шоссе въ Царствѣ Польскомъ.	4.499	„
4) шоссе, принадлежащихъ земствамъ, городамъ, обществамъ и частнымъ лицамъ, приблизительно	3.200	„
<hr/>		
а всего . .		21.186 верстъ.

Въ 22 губерніяхъ Европейской Россіи съ Кавказомъ, занимающихъ пространство въ 3.097.665 квадр. верстъ и населенныхъ 33.858.000 жителей, нѣтъ совсѣмъ шоссеиныхъ дорогъ. Указанныя выше 21.186 верстъ шоссе находятся въ остальныхъ 50 губерніяхъ, на пространствѣ 1.721.082 квадр. верстъ съ населеніемъ въ 55.206.000 жителей. Если отнести все протяженіе русскихъ шоссе къ пространству и населенію только послѣднихъ губерній, то получается, что даже въ этой части Россіи приходится въ среднемъ по 6 сажень шоссе на квадр. версту пространства и по 19 сажень шоссе на 100 жителей.

Эти среднія величины сами по себѣ очень малы, но ничтожность ихъ становится особенно замѣтною, если сравнить полученные числа съ соответственными элементами для государствъ Западной Европы. Для такого сравненія помещаемъ здѣсь таблицу, въ которой сопоставлены, для принимаемой въ расчетъ части Россіи и для государствъ Западной Европы, численныя величины пространства, населенія и общей длины шоссеиныхъ дорогъ, а также среднія числа протяженія шоссе на 1 квадр. версту и на 100 жителей.

Названіе государствъ.	Пространство въ квадр. вер- стахъ.	Число жителей.	Длина шоссе въ верстахъ.	Среднее протя- женіе шоссе въ саженяхъ.	
				На 1 кв. версту.	На 100 жителей.
Россія (въ 50 губер- ніяхъ)	1.721.082	55.206.000	21.186	6	19
Франція	464.500	37.371.000	455.635	490	609
Англія	276.130	35.247.000	186.930	338	265
Бельгія	25.889	5.537.000	22.966	444	207
Баденъ	13.252	1.570.000	8.061	304	257
Баварія	66.663	5.285.000	18.961	14	179
Швеція	395.940	4.579.000	50.619	64	553
Вюртембергъ	17.139	1.971.000	3.803	144	96
Австрія	549.750	37.741.000	87.818	80	116
Пруссія	305.900	27.279.000	39.322	64	72
Испанія	439.890	16.623.000	18.747	21	56

Изъ этой таблицы видно, что даже тѣ губерніи Россіи, въ которыхъ имѣются шоссеиныя дороги, владѣютъ ничтож-нымъ количествомъ ихъ сравнительно съ западно-европейскими государствами.

91. Перечень книгъ и статей, изъ которыхъ извлечены заключающіяся въ руководствѣ свѣдѣнія и данныя. При составленіи руководства мы пользовались слѣдующими книгами и статьями:

Дестремъ. Записка о построеніи торцовыхъ образцовыхъ шоссе. Журналъ путей сообщенія за 1834 г., кн. 30. Страницъ 35.

Волковъ. Записка для руководства при начертаніи и построеніи дорогъ. Журналъ путей сообщенія за 1834 г., кн. 29. Стр. 50.

Волковъ М. С. Проектированіе, построеніе и содержаніе дорогъ. Журналъ Главнаго управленія путей сообщенія за 1857 г., томъ 25. Стр. 117.

Васильевъ А. Матеріалы для проекта сточныхъ трубъ и мостовыхъ въ городахъ и преимущественно въ С.-Петербургѣ. Журналъ Главнаго управленія путей сообщенія за 1861 и 1862 гг.

Гофмейстеръ А. Практическія замѣтки о шоссе и его ремонтѣ. Журналъ Главнаго управленія путей сообщенія за 1863 г., томъ 39. Стр. 21.

Головачевъ Егоръ. Объ устройствѣ земскихъ дорогъ и отношеніи ихъ къ желѣзнымъ путямъ для развитія производительности Россіи. Стр. 392. Кіевъ, 1870.

Казнаковъ В. Г. О шоссеино-дорожной сѣти. Журналъ Министерства путей сообщенія за 1871 г. Стр. 21.

Гофмейстеръ А. О результатахъ наблюденій надъ щебеночнымъ слоємъ шоссе. Журналъ Министерства путей сообщенія за 1871 г. Стр. 12.

Бакуринскій Кирилль. О ремонтѣ щебеночнаго слоя шоссе очень крѣпкимъ и очень слабымъ щебнемъ, съ изложеніемъ способовъ предупрежденія поврежденій въ щебеночномъ слоѣ, особенно пучинъ. Журналъ Министерства путей сообщенія за 1871 г. Стр. 57.

Петунниковъ А. Мостовыя въ главныхъ городахъ Западной Европы. Отчетъ о поѣздкѣ за границу. Стр. 91. Москва, 1876.

Казнаковъ В. Сборникъ земскихъ дорожныхъ построекъ. Выпускъ 1, устройство и содержаніе грунтовыхъ дорогъ. Стр. 95. С.-Петербургъ, 1877.

Сборникъ приказовъ, циркуляровъ и предписаній Главнаго Управленія и Министерства путей сообщенія по водянымъ и шоссеинымъ сообщеніямъ. 1841—1877 гг. Стр. 708. С.-Петербургъ, 1879.

Лессль Ф. Проѣзжія дороги. Переводъ Ляхницкаго. Стр. 270. С.-Петербургъ, 1884.

Шульце Отто. О построеніи шоссеиныхъ дорогъ. Переводъ Ляхницкаго. Стр. 50. С.-Петербургъ, 1886.

Сенницкій Ф. Казенный газообжигательный клинкерный заводъ въ г. Замостьѣ. Журналъ Министерства путей сообщенія за 1886 г. Стр. 18.

Авринскій А. Замѣтка о ремонтѣ кирпичнымъ щебнемъ шоссе. Журналъ Министерства п. с. за 1886 годъ. Стр. 5.

Сенницкій Ф. Шоссейные паровые катки въ Варшавскомъ округѣ п. с. Журналъ Министерства п. с. за 1888 годъ. Стр. 8.

Pechmann Heinrich. Anleitung zum Bau und zur Erhaltung der Haupt- und Vicinal-Strassen. 200 S. München, 1822.

Kaven. Der Wegebau. 350 S. Hannover, 1870.

Leuchs J. C. Der Strassenbau, 37 S. Nürnberg, 1877.

Bavier S. Die Strassen der Schweiz. 153 S. Zürich, 1878.

Ammon K. E. Die Unterhaltung der Kunst-Strassen. 32 S. Leipzig, 1880.

Müller E. Der Chausseebau und seine Hülfswissenschaften. 224 S. Jena, 1881.

Krüger Richard. Handbuch des gesammten Strassenbaues in Städten. 536 S. Jena, 1881.

Dietrich E. Die Asphalt-Strassen. Beschaffung der Rohmaterialien, Bau der Fahrdämme und Fusswege. 207 S. Berlin, 1882.

Osthoff Georg. Der Strassen- und Wegebau in seinem ganzen Umfange. 349 S. Leipzig. 1882.

Schultze Otto H. Zum Chaussee-Bau. Rathschläge und Hilfsmittel. 50 S. Guben, 1883.

Laissle F. Strassenbau. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, herausgegeben von Edmund Heusinger von Waldegg 2 Auflage. 280 S. Leipzig, 1884.

Petrik Christ. Das Walzen der Strassen als Mittel zur Erzielung von Ersparnissen bei deren Erhaltung. 38 S. Prag, 1884.

Mach Ernst. Die gewalzte Strasse, ihr Bau und ihre Erhaltung. 46 S. Brünn, 1885.

Dietrich E. Die Baumaterialien der Steinstrassen. Beschaffenheit, Vorkommen und Gewinnung derselben. 282 S. Berlin, 1885.

Darcy. Rapport sur le pavage et le macadamisage des chaussées de Londres et de Paris. 246 pages. Paris, 1850.

Debauve A. Routes. Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées. 268 p. Paris, 1873.

Dubosque I. Instructions pratiques sur la réparation et l'entretien des chaussées en empierrement. 49 p. Paris, 1876.

Doniol A. Instruction pratique pour la surveillance des travaux d'entretien des routes nationales et des chemins vicinaux. 223 p. Paris, 1878.

Birost F. Guide pratique du conducteur des ponts et chaussées et de l'agent voyer. 1-e partie. Routes. 279 p. Paris.

Ministère des travaux publics. Détermination directe de la qualité des matériaux d'entretien. 82 p. Paris, 1880.

Barabant. Note sur les questions de viabilité. Nettoyement, empierrement, pavage en pierre et en bois, asphalt et tramways. Voyage d'étude à Londres. 124 p. Paris, 1884.

Cheysson M. E. La circulation sur les routes nationales d'après les comptages de 1882. Extrait du Journal de la société de statistique de Paris. 24 p. Nancy, 1884.

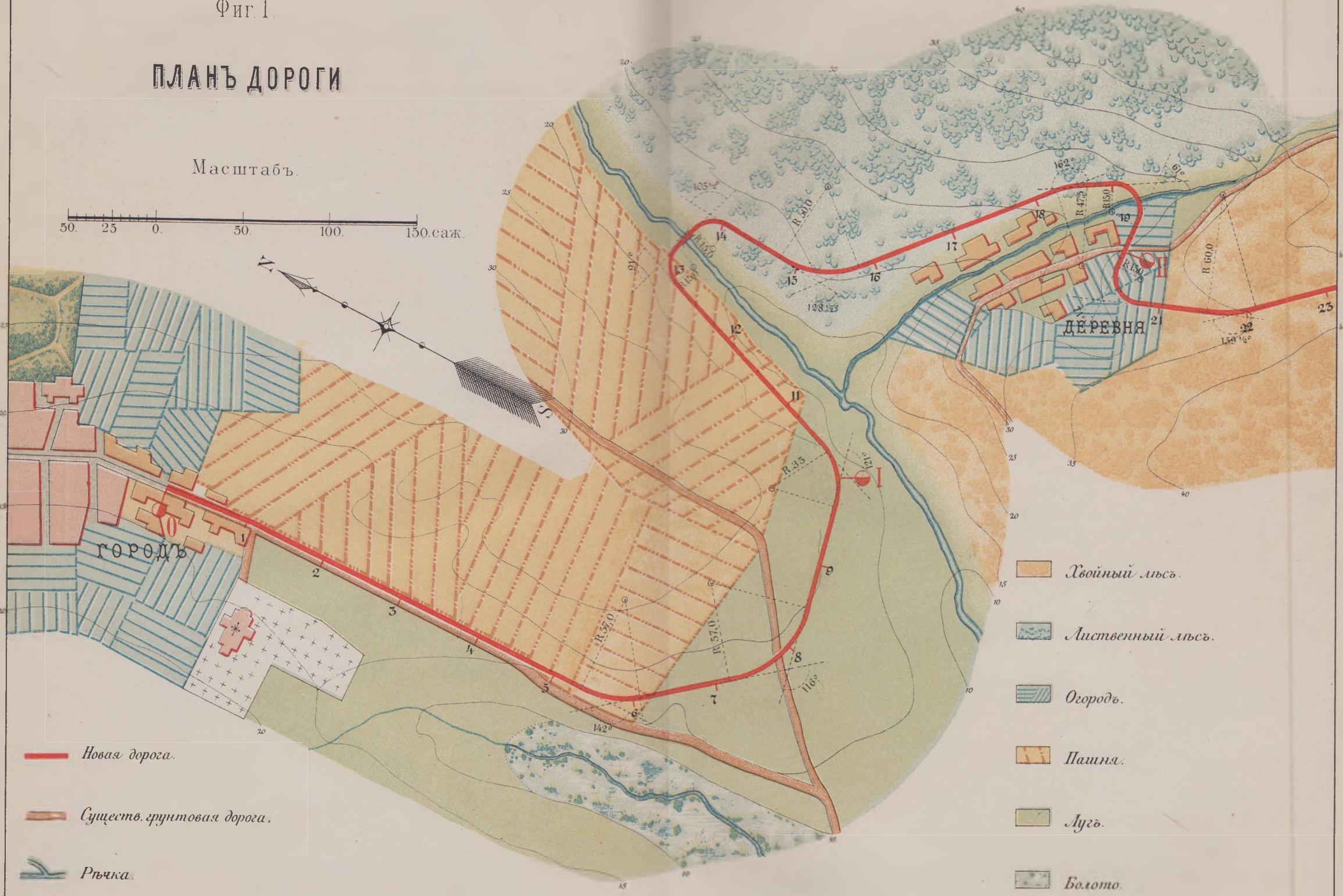
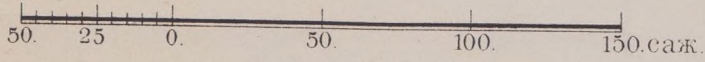
Durand-Claye Léon et Marx Léopold. Routes et chemins vicinaux. Encyclopédie des travaux publics, fondée par M. Lechalas. 624 p. Paris, 1885.

Wood Pavement. The Engineer. 1878.

Фиг. 1.

ПЛАНЪ ДОРОГИ

Масштабъ.



- Хвойный лѣсъ.
- Лиственный лѣсъ.
- Огородъ.
- Пашня.
- Лугъ.
- Болото.

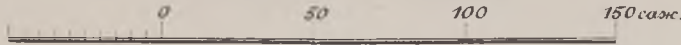
- Новая дорога.
- Существ. грунтовая дорога.
- Рѣчка.

Фиг. 2.

Продольный профиль дороги.

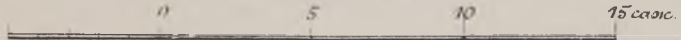
Масштабъ.

для горизонтал. разстояній.

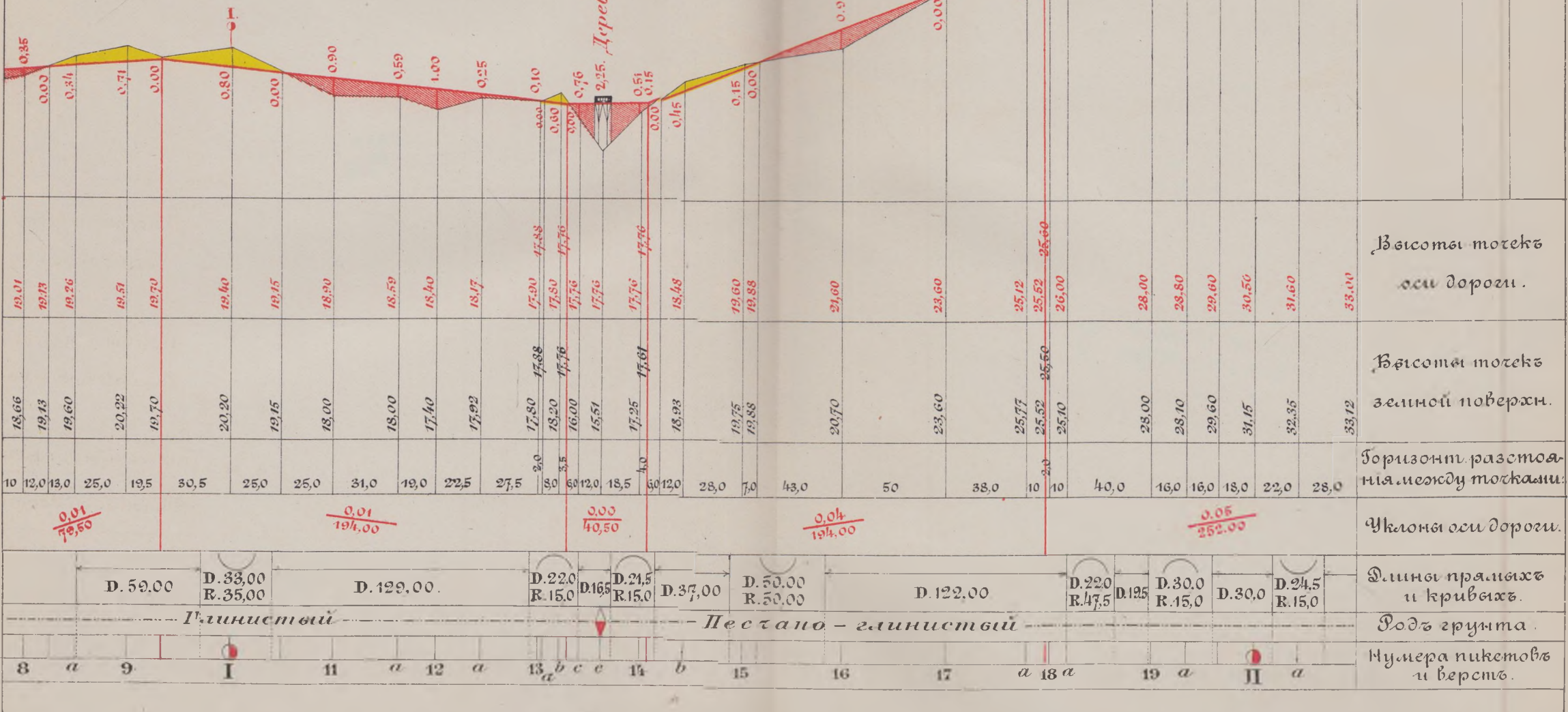


Масштабъ.

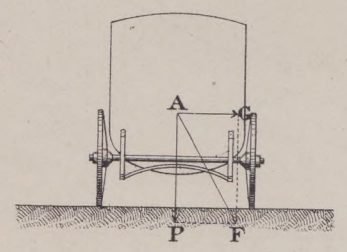
для высотъ.



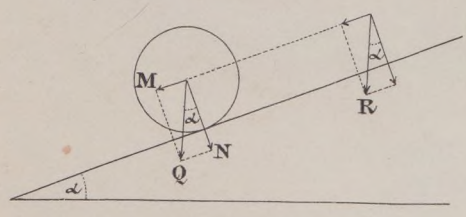
Высotka.
Насыпь.



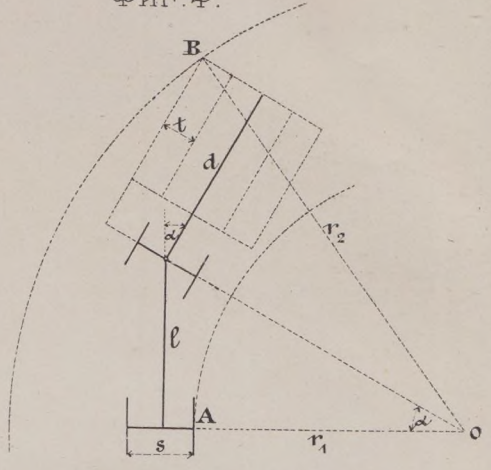
Фиг. 3.



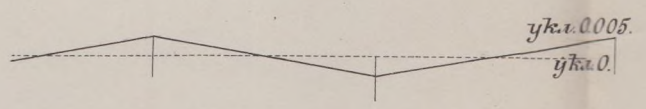
Фиг. 5.



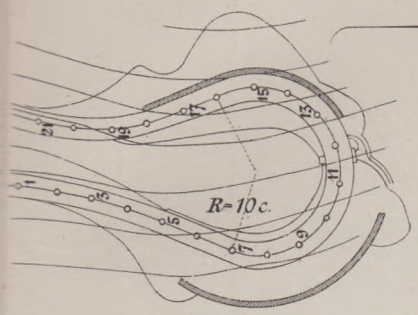
Фиг. 4.



Фиг. 7.



Планъ.



М.1:2500.

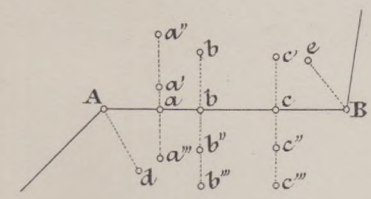
Продольный профиль.

Фиг. 6.

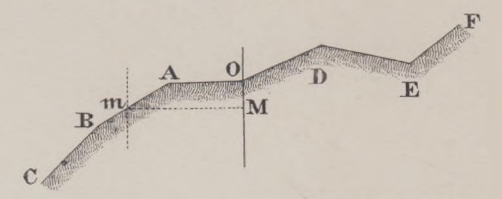


М.1:5000.

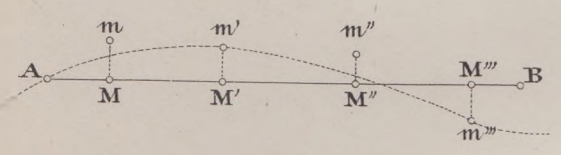
Фиг. 8.



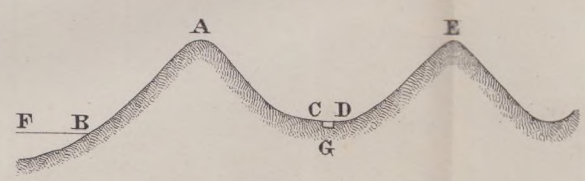
Фиг. 9.



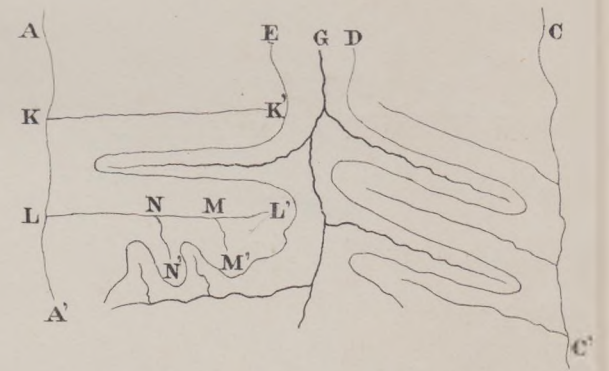
Фиг. 10.



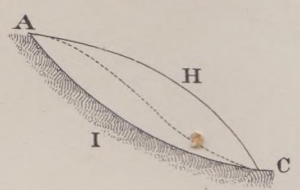
Фиг. 11.



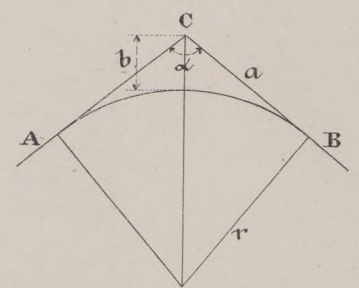
Фиг. 12.



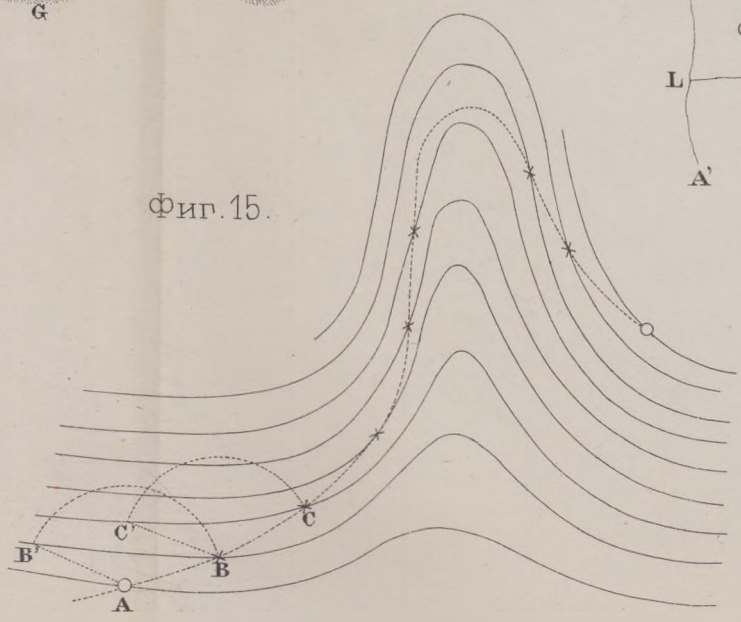
Фиг. 13.



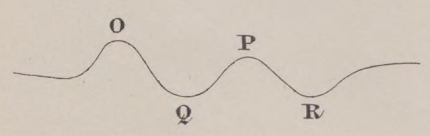
Фиг. 17.



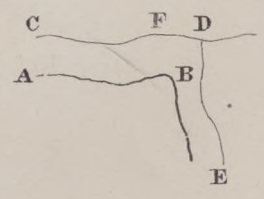
Фиг. 15.



Фиг. 14.



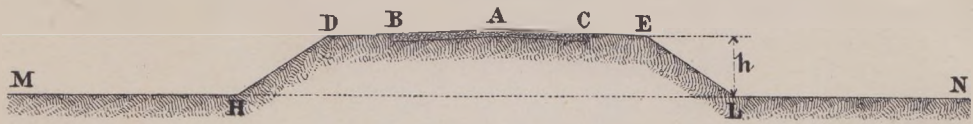
Фиг. 16.



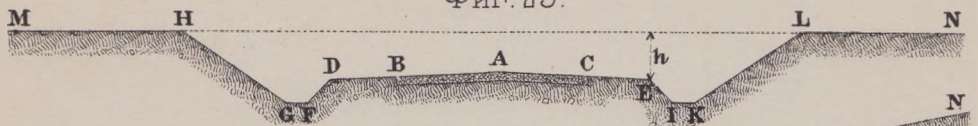
Фиг.18.



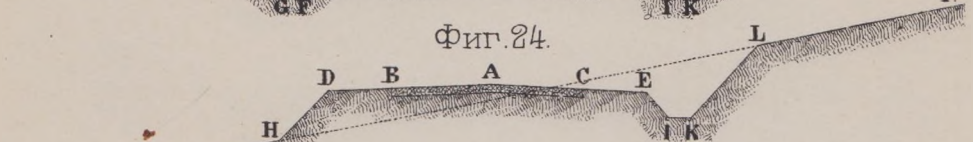
Фиг.22.



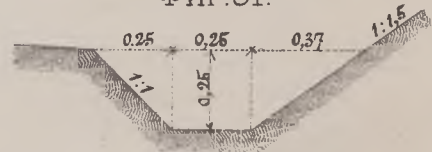
Фиг.23.



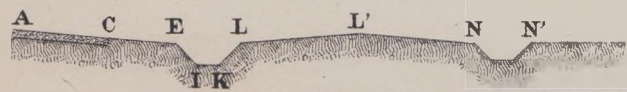
Фиг.24.



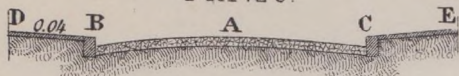
Фиг.31.



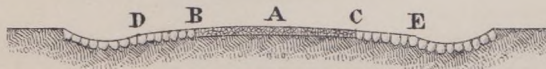
Фиг.19.



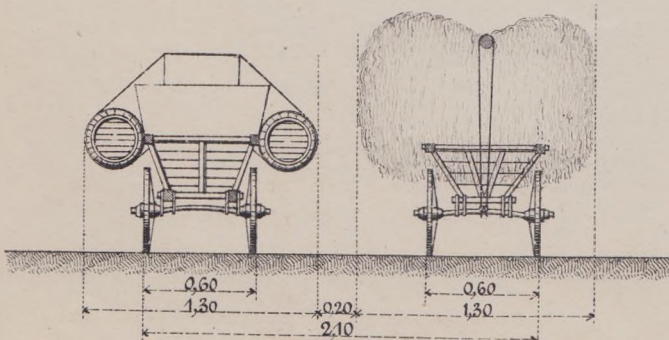
Фиг.20.



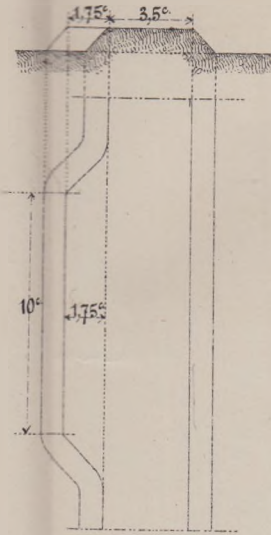
Фиг.21.



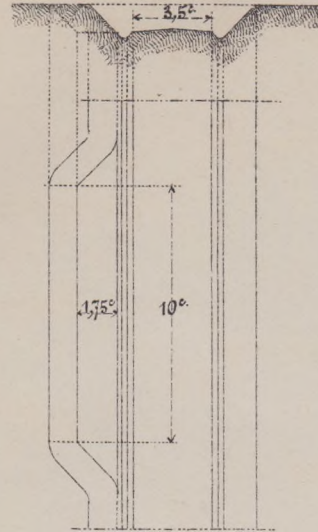
Фиг.25.



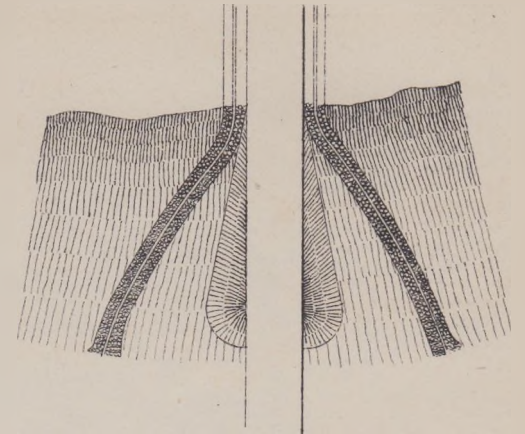
Фиг.27.



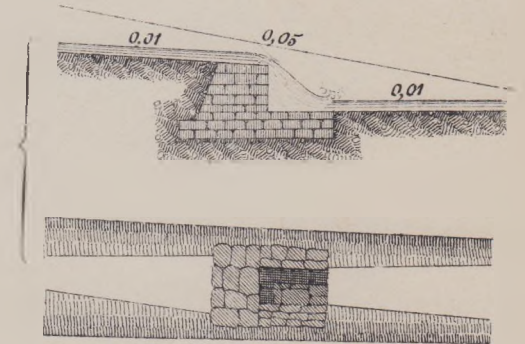
Фиг.28.



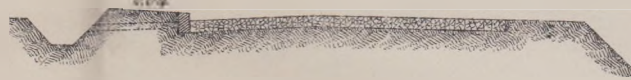
Фиг.33.



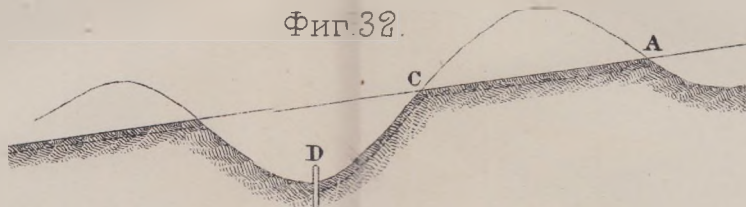
Фиг.34.



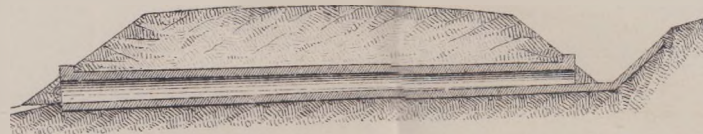
Фиг.29.



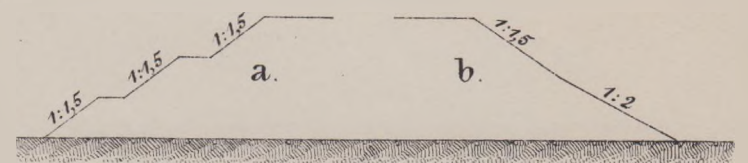
Фиг.32.



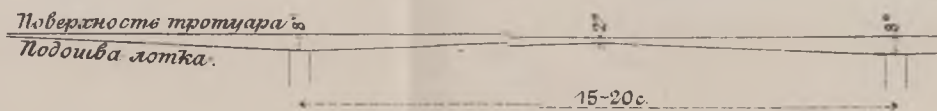
Фиг.35.



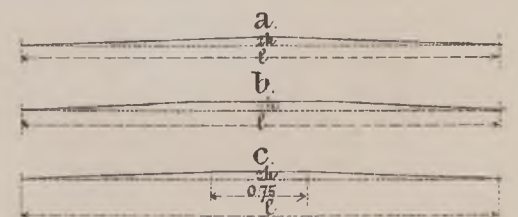
Фиг.36.



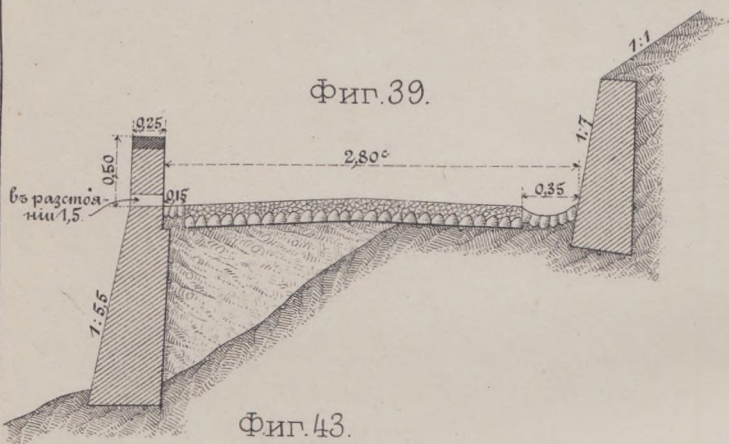
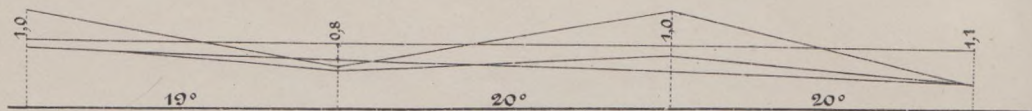
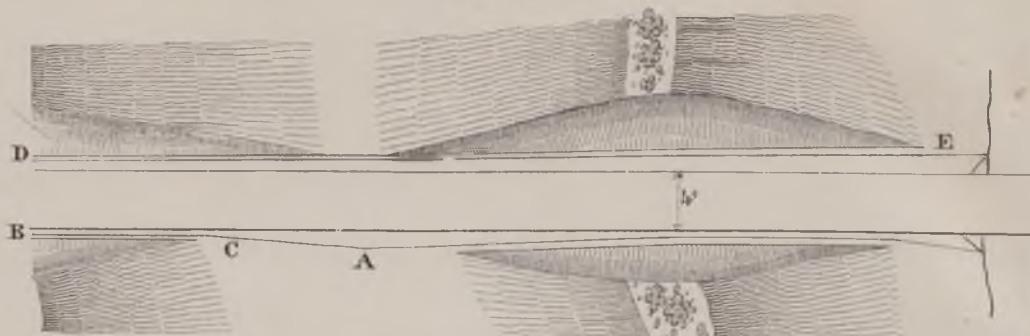
Фиг.30.



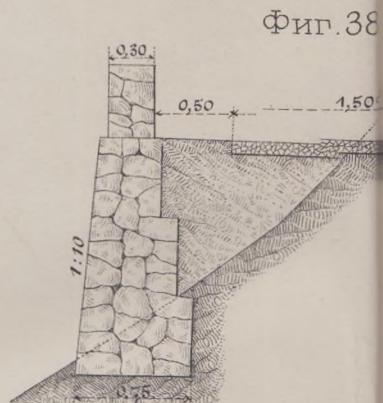
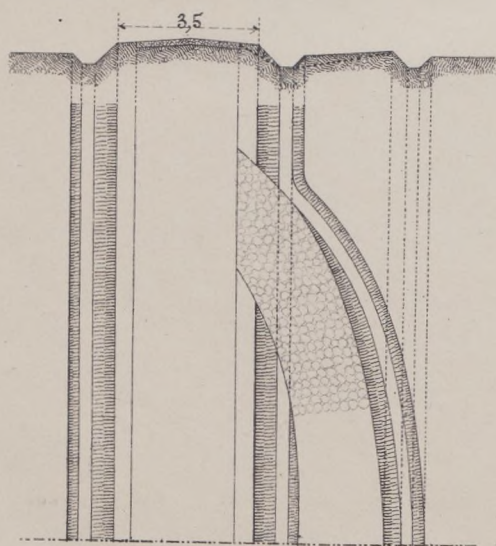
Фиг.26.



Фиг. 37.

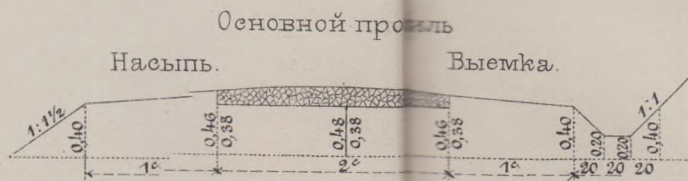


Фиг. 43.



Фиг. 38

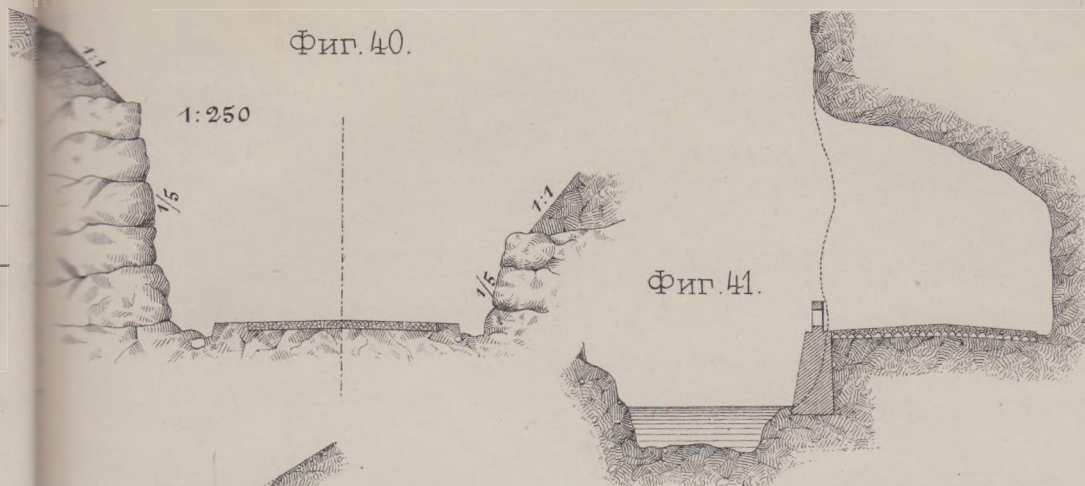
Фиг. 45



Фиг. 42

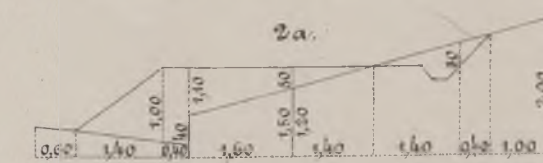
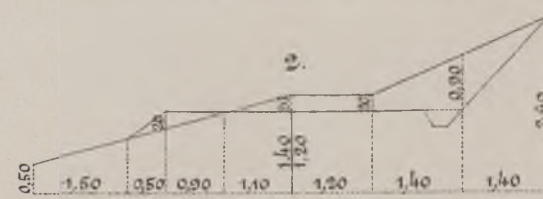
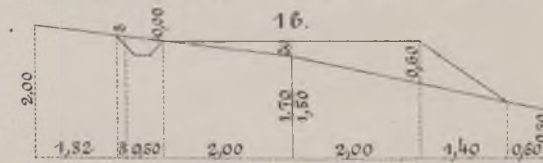
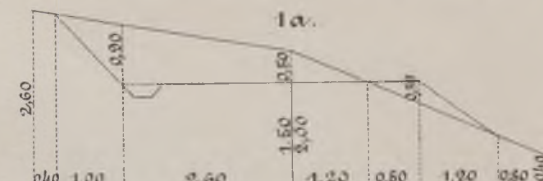
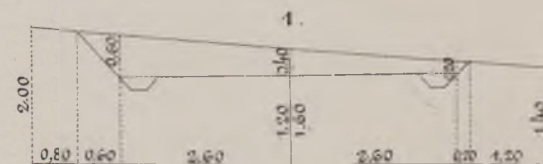


Фиг. 40.

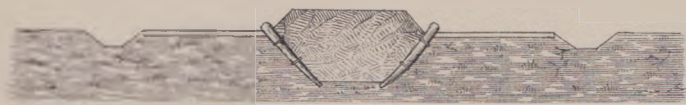


Фиг. 41.

Фиг. 46.



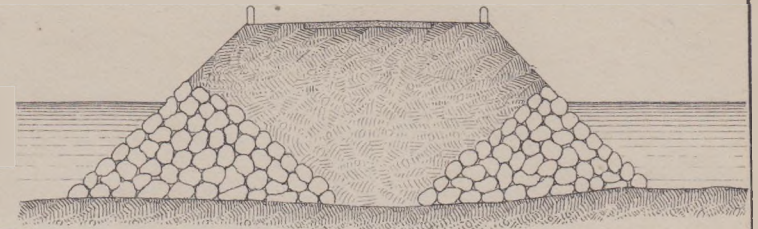
Фиг. 47



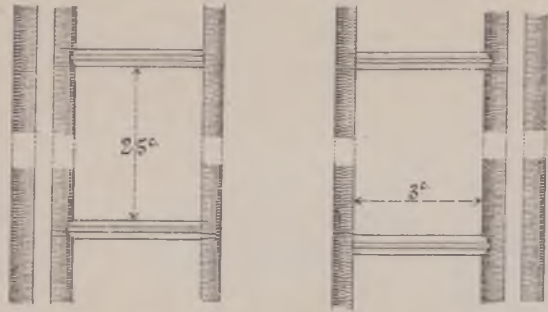
Фиг. 48



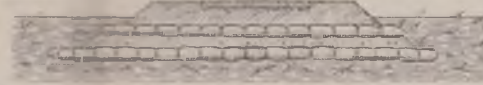
Фиг. 54



Фиг. 50



Фиг. 49



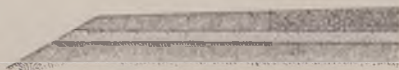
Фиг. 55



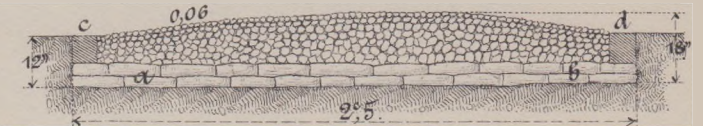
Фиг. 52



Фиг. 64



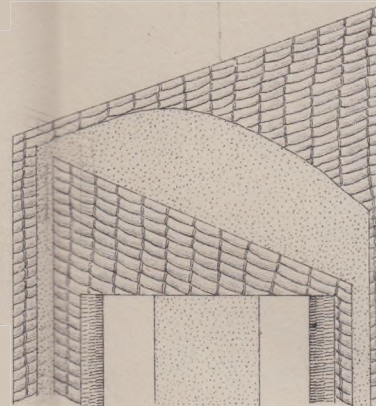
Фиг. 56



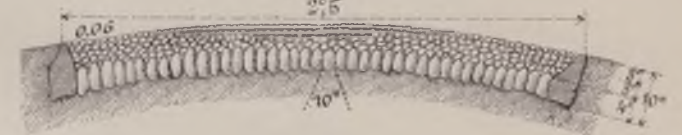
Фиг. 51



Фиг. 62



Фиг. 57



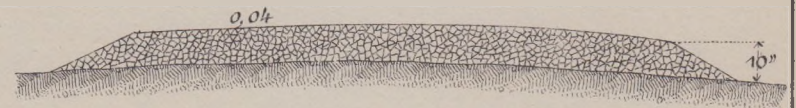
Фиг. 66



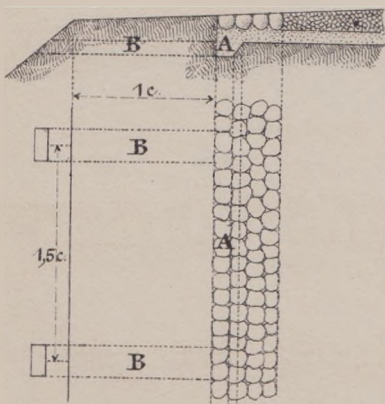
Фиг. 53



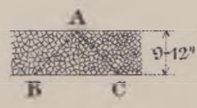
Фиг. 58



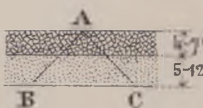
Фиг. 63



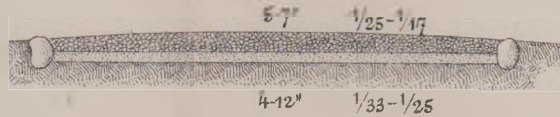
Фиг. 59



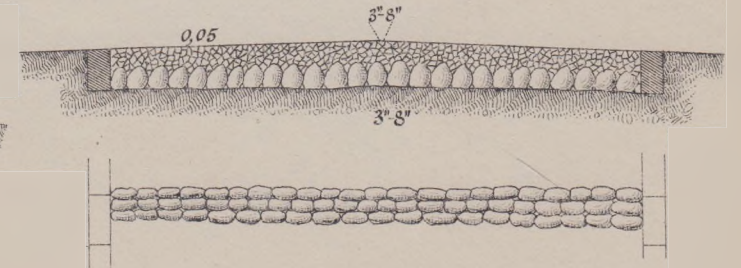
Фиг. 60



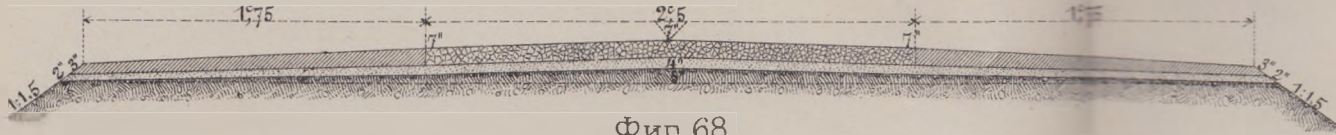
Фиг. 61



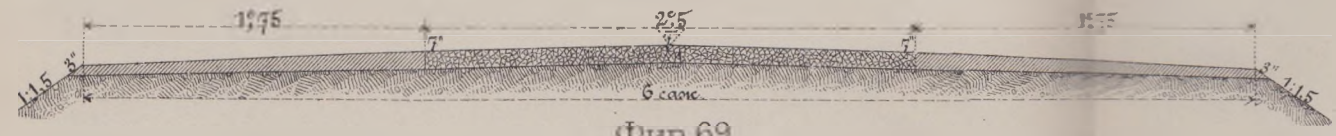
Фиг. 65



Фиг. 67



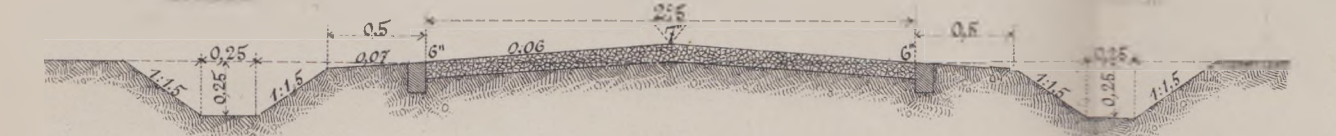
Фиг. 68



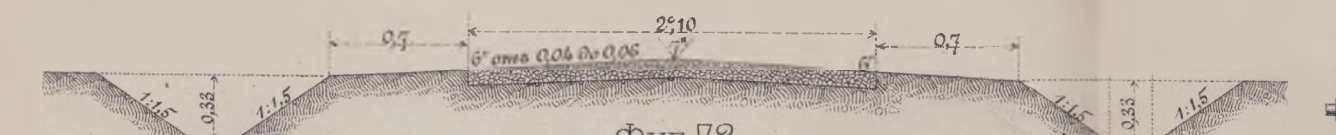
Фиг. 69



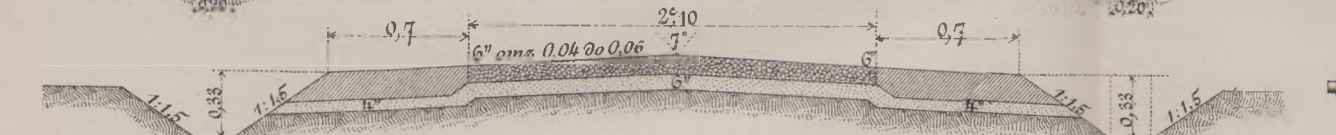
Фиг. 70



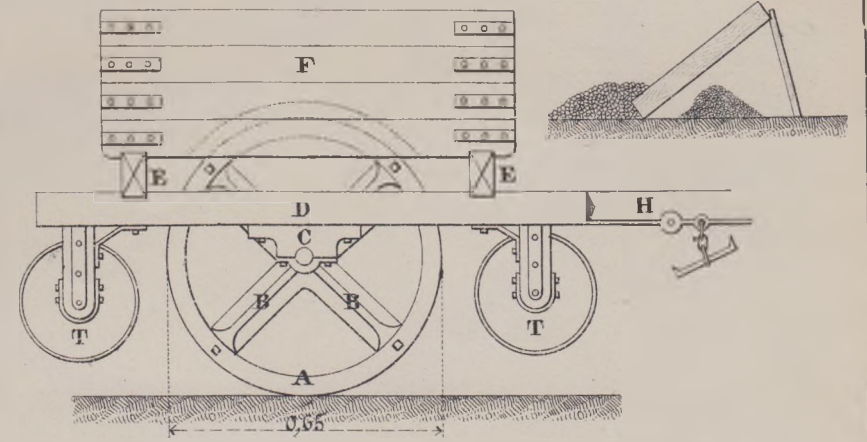
Фиг. 71



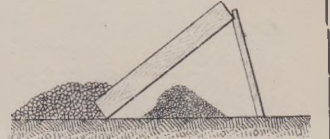
Фиг. 72



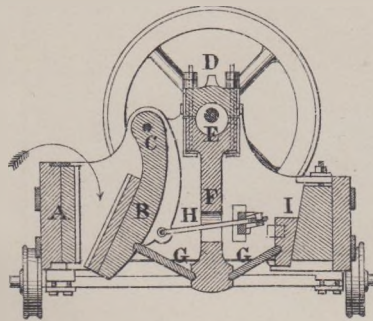
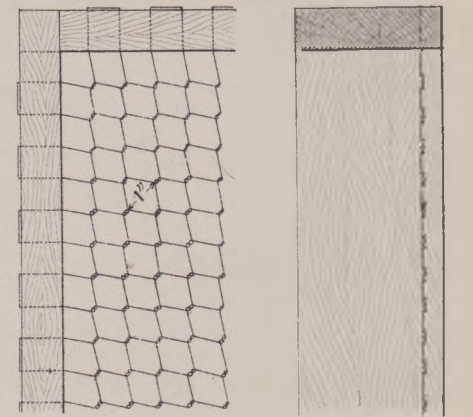
Фиг. 81



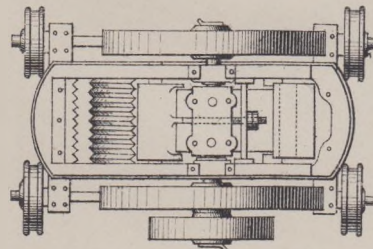
Фиг. 79



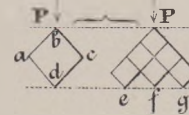
Фиг. 77



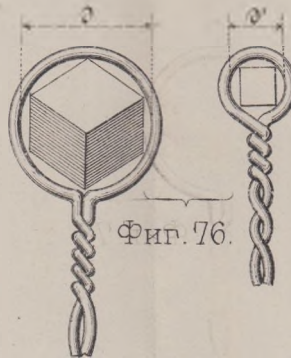
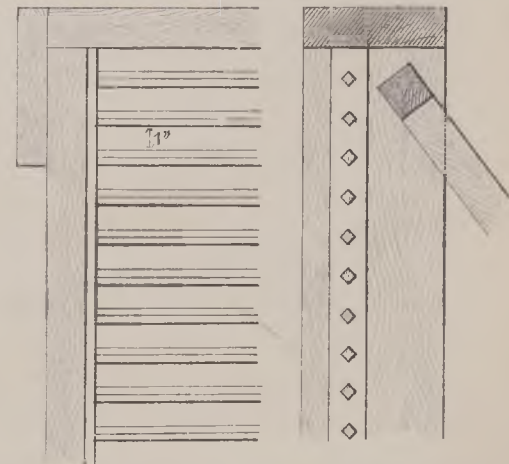
Фиг. 73



Фиг. 75

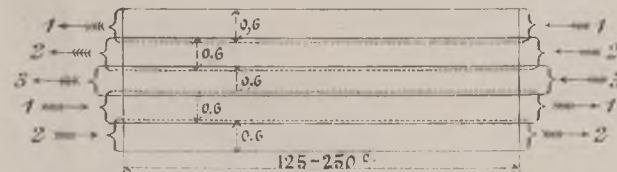


Фиг. 78

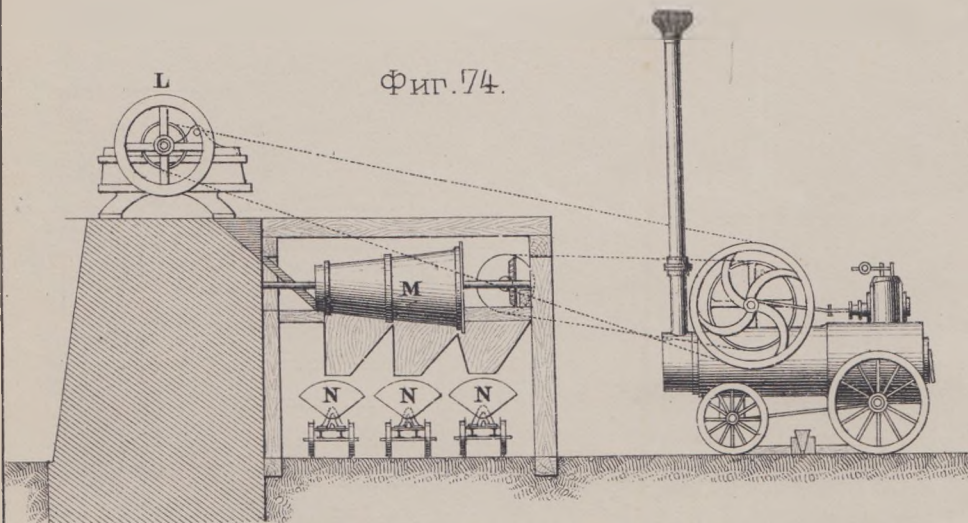


Фиг. 76

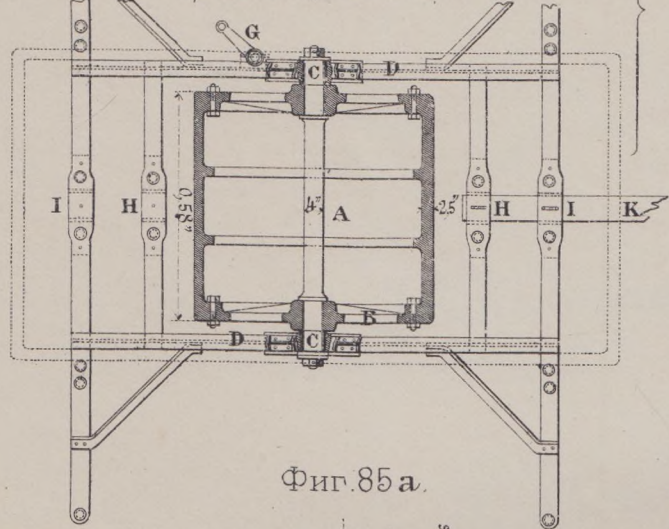
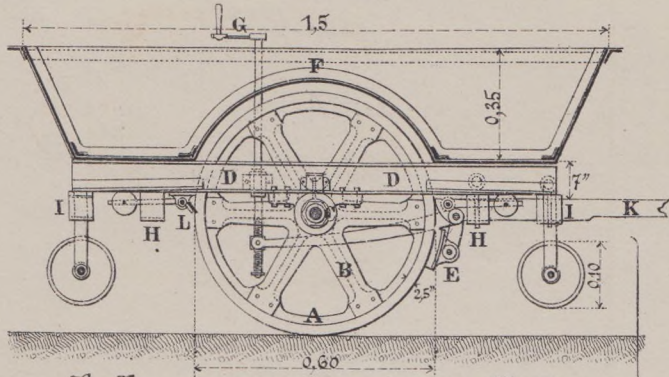
Фиг. 80



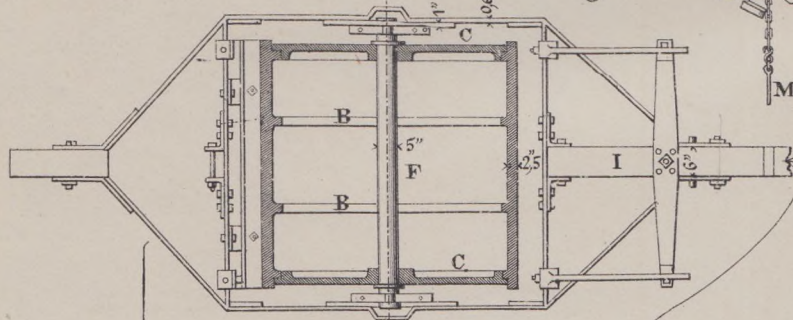
Фиг. 74



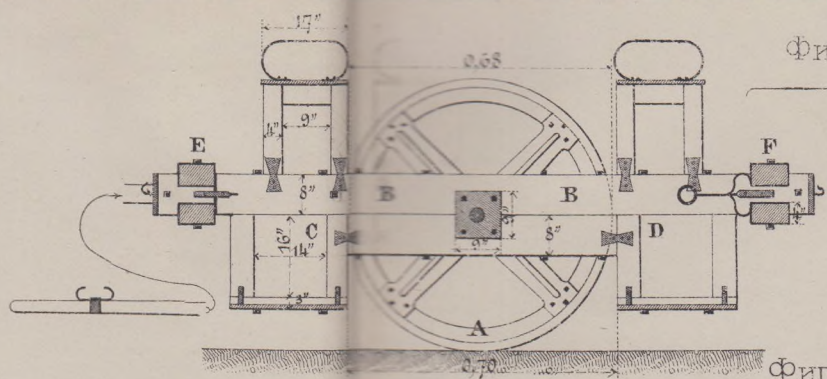
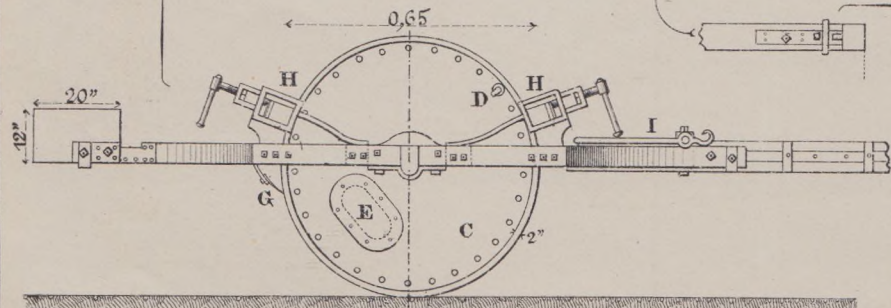
Фиг. 82.



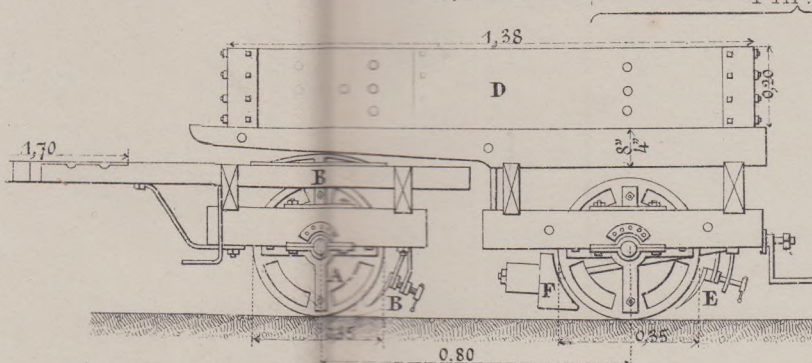
Фиг. 85а.



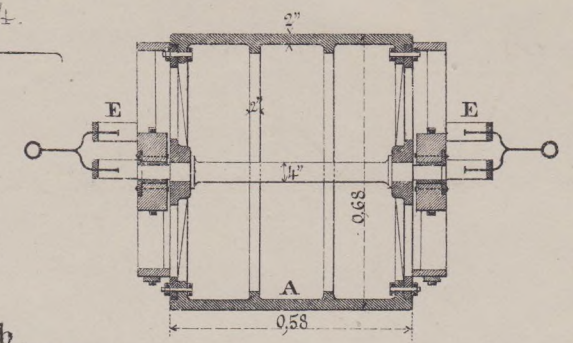
Фиг. 85б.



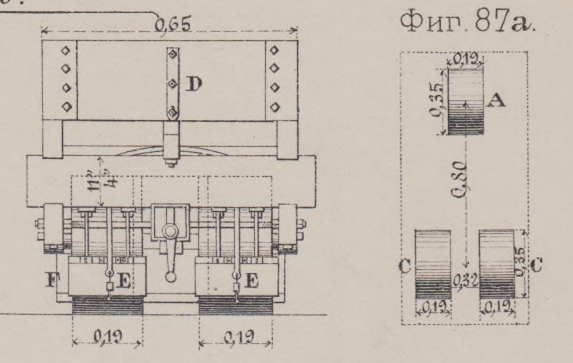
Фиг. 84.



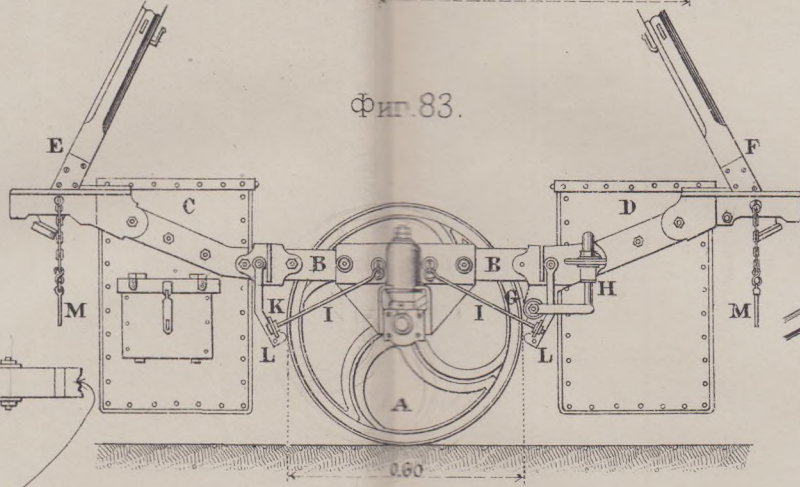
Фиг. 87б.



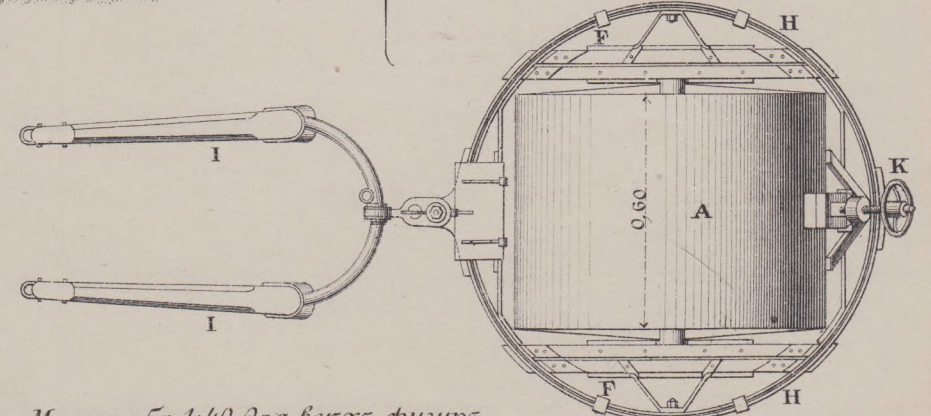
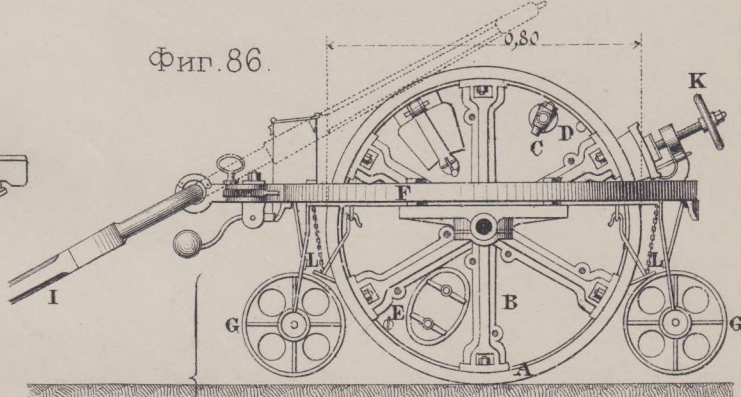
Фиг. 87а.



Фиг. 83.

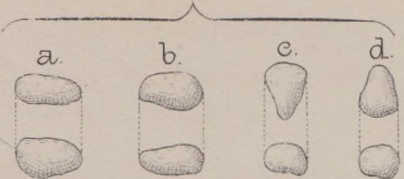


Фиг. 86.

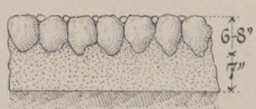


Масштабъ 1:40 для всехъ фигуръ.

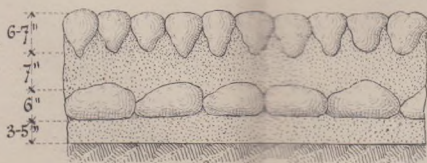
Фиг. 90.



Фиг. 91.



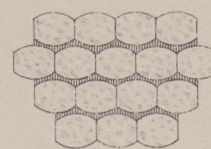
Фиг. 92.



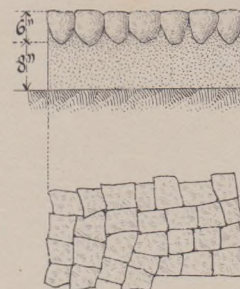
Фиг. 93.



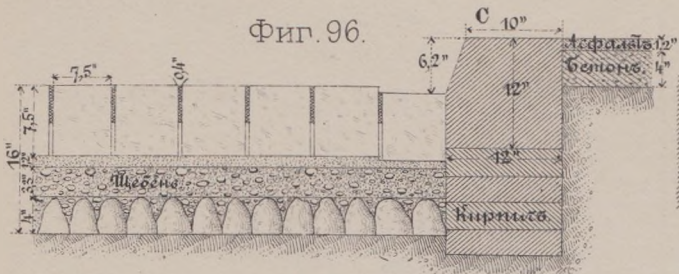
Фиг. 94.



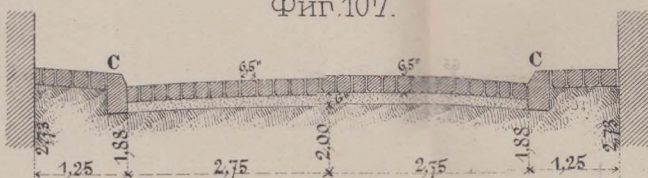
Фиг. 95.



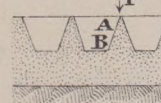
Фиг. 96.



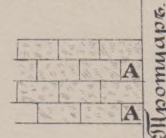
Фиг. 107.



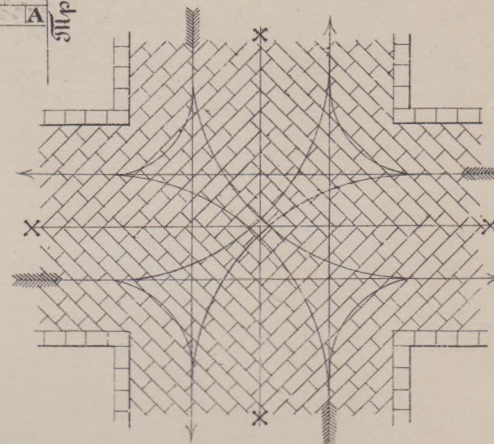
Фиг. 105.



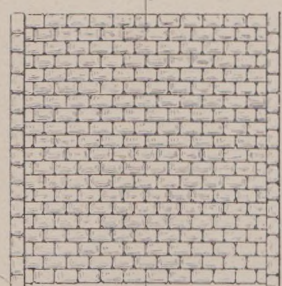
Фиг. 98.



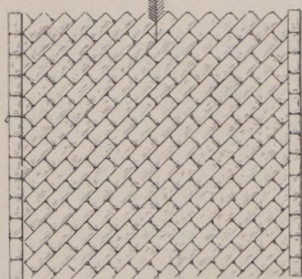
Фиг. 102.



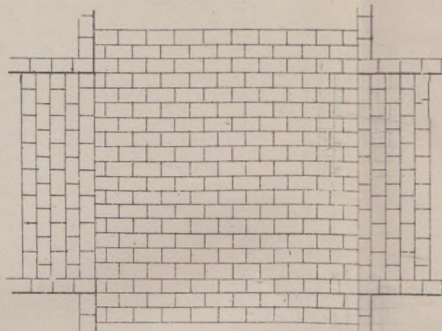
Фиг. 97.



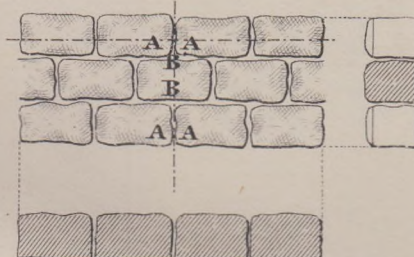
Фиг. 99.



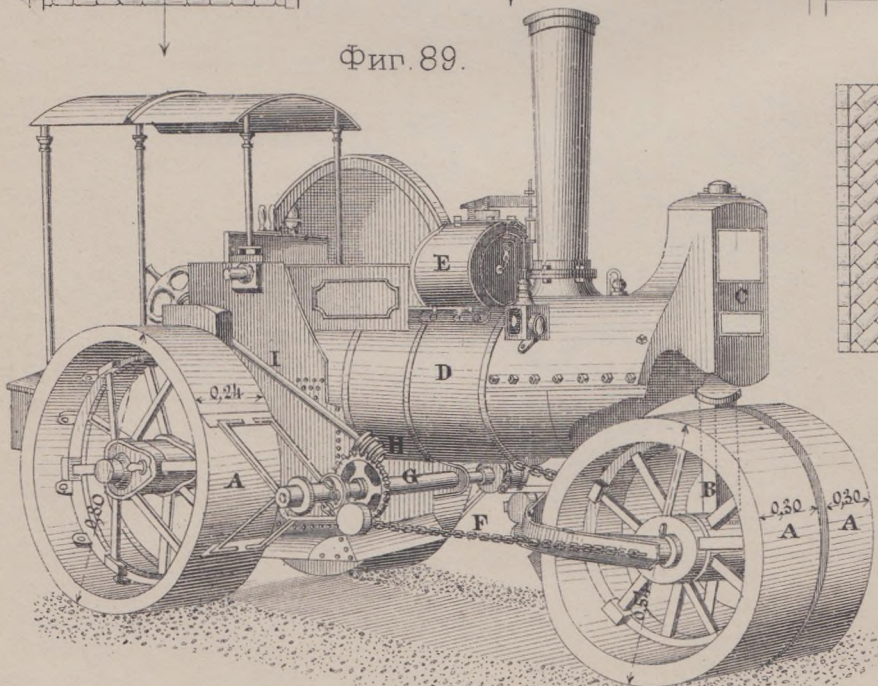
Фиг. 103.



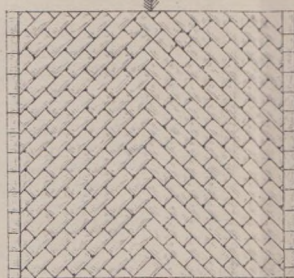
Фиг. 106.



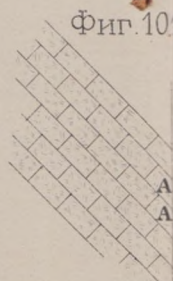
Фиг. 89.



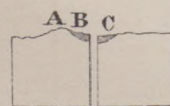
Фиг. 100.



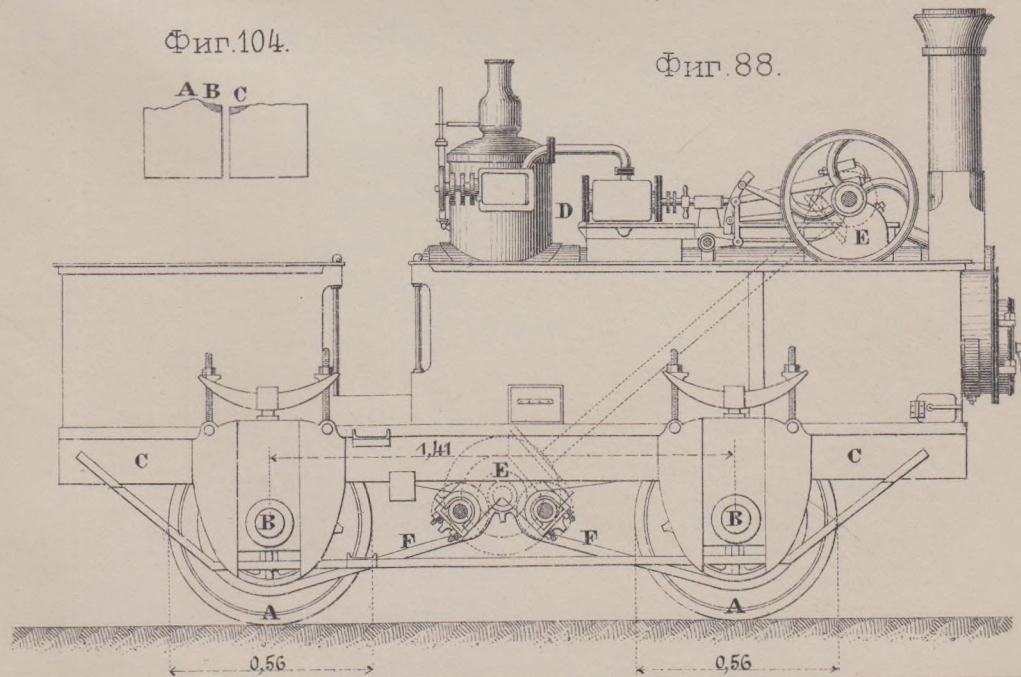
Фиг. 101.



Фиг. 104.



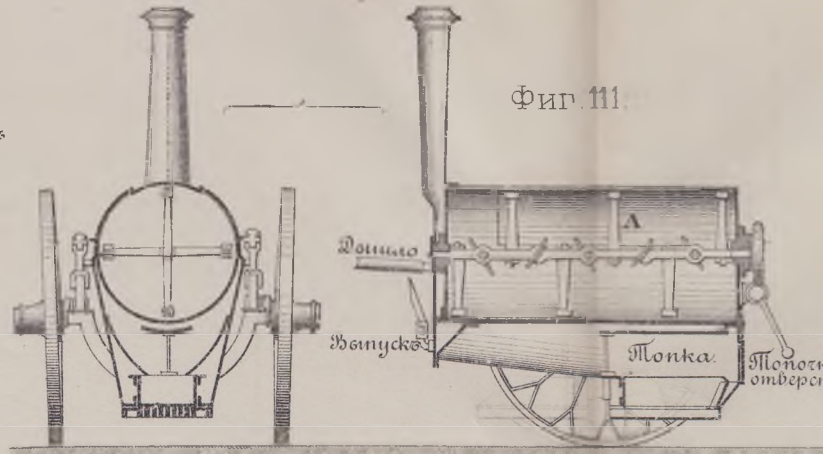
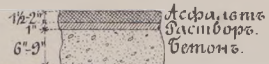
Фиг. 88.



Фиг. 108.

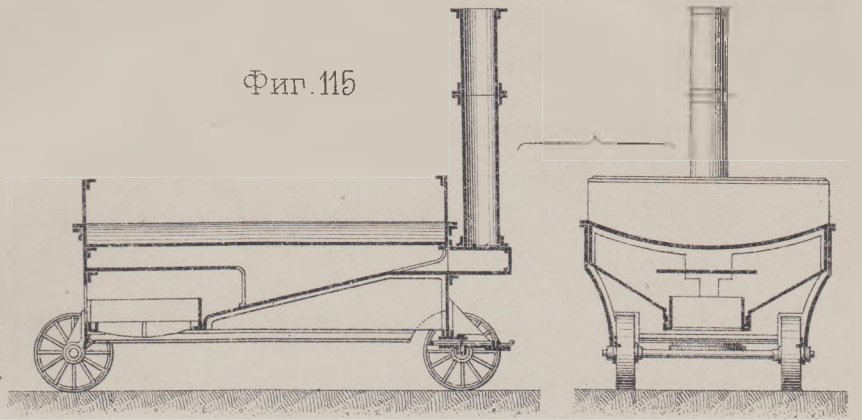


Фиг. 110.

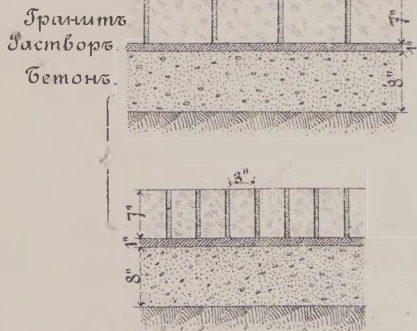


Фиг. 111.

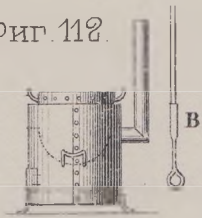
Фиг. 115.



Фиг. 109.



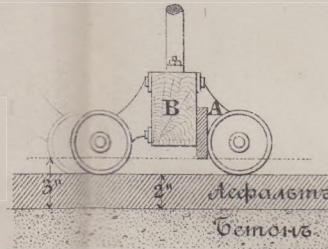
Фиг. 112.



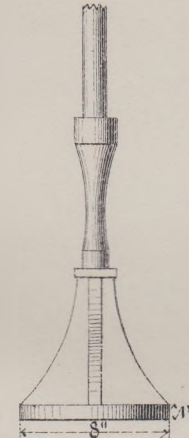
Фиг. 113.



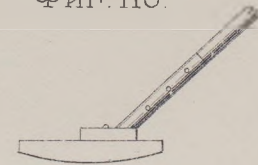
Фиг. 116.



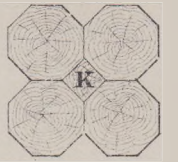
Фиг. 117.



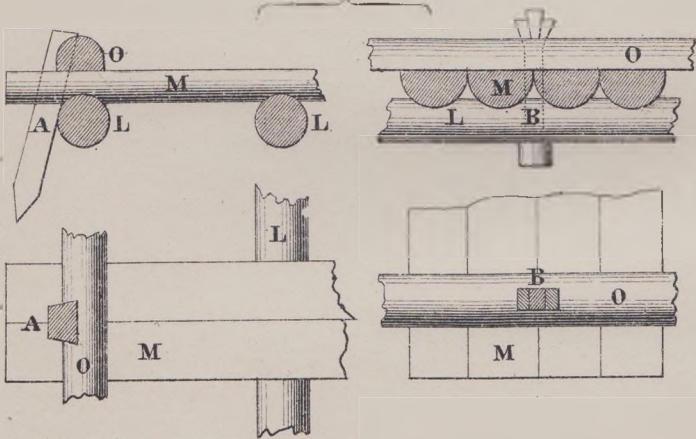
Фиг. 118.



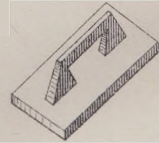
Фиг. 125.



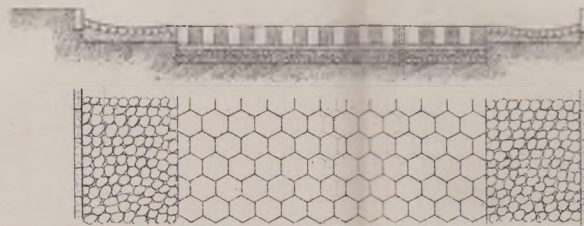
Фиг. 121.



Фиг. 114.



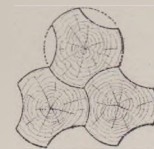
Фиг. 122.



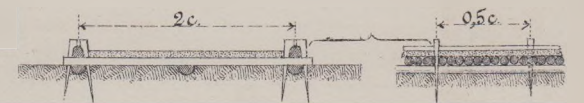
Фиг. 119.



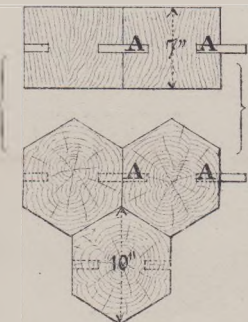
Фиг. 126.



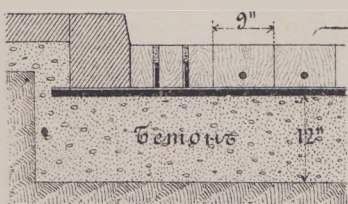
Фиг. 120.



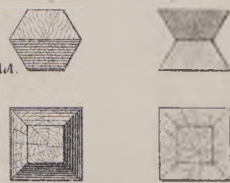
Фиг. 123.



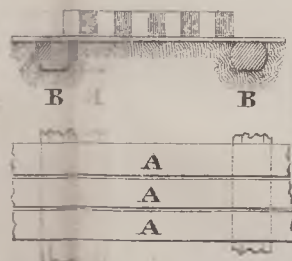
Фиг. 129.



Фиг. 128.



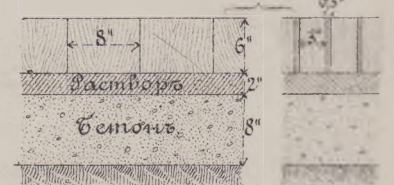
Фиг. 127.



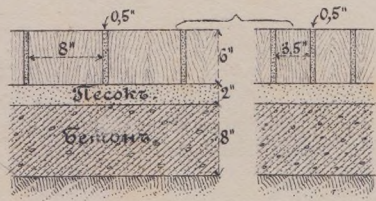
Фиг. 124.



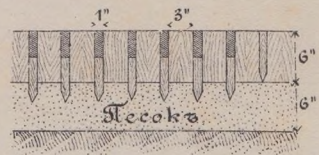
Фиг. 130.



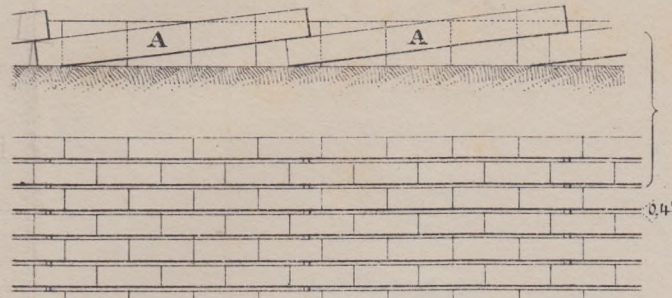
Фиг. 131.



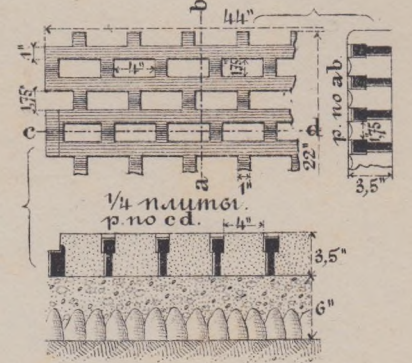
Фиг. 132.



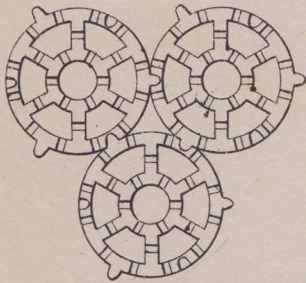
Фиг. 135.



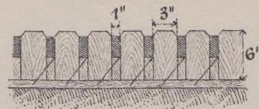
Фиг. 138.



Фиг. 141.



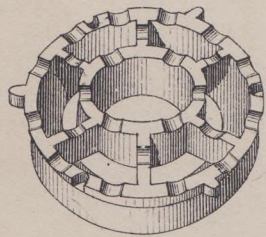
Фиг. 134.



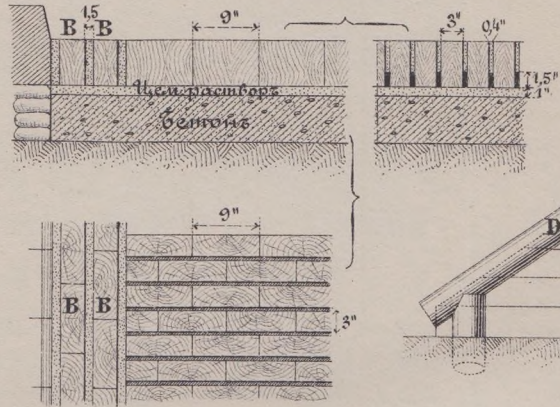
Фиг. 133.



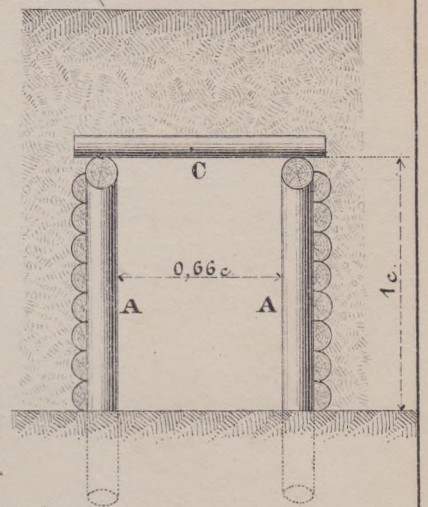
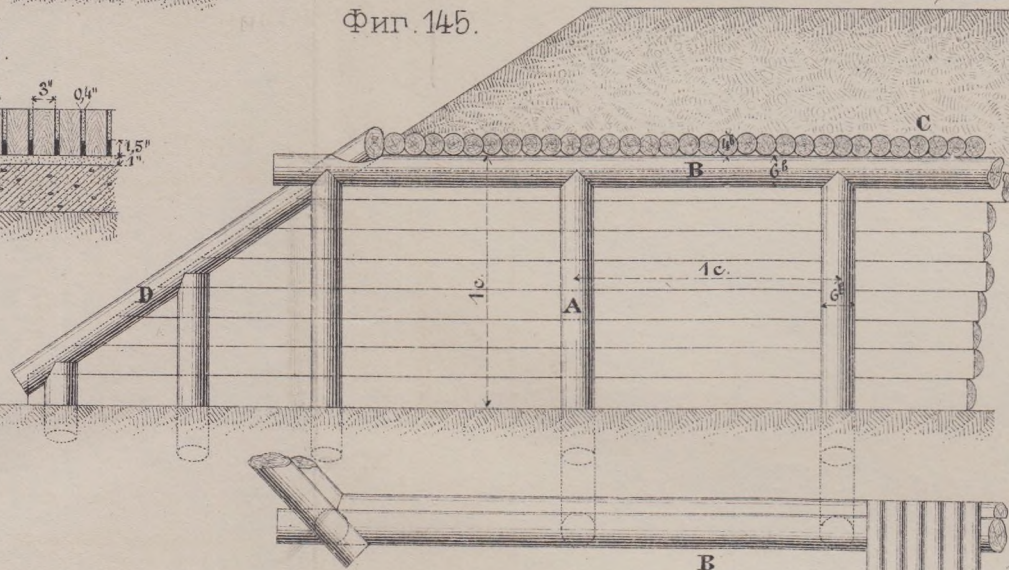
Фиг. 140.



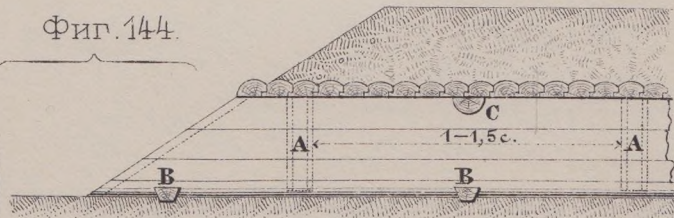
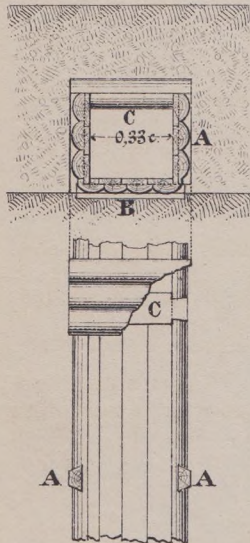
Фиг. 136.



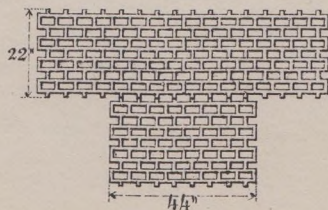
Фиг. 145.



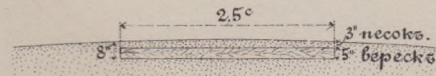
Фиг. 144.



Фиг. 139.



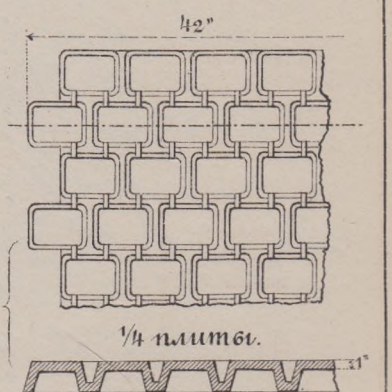
Фиг. 142.

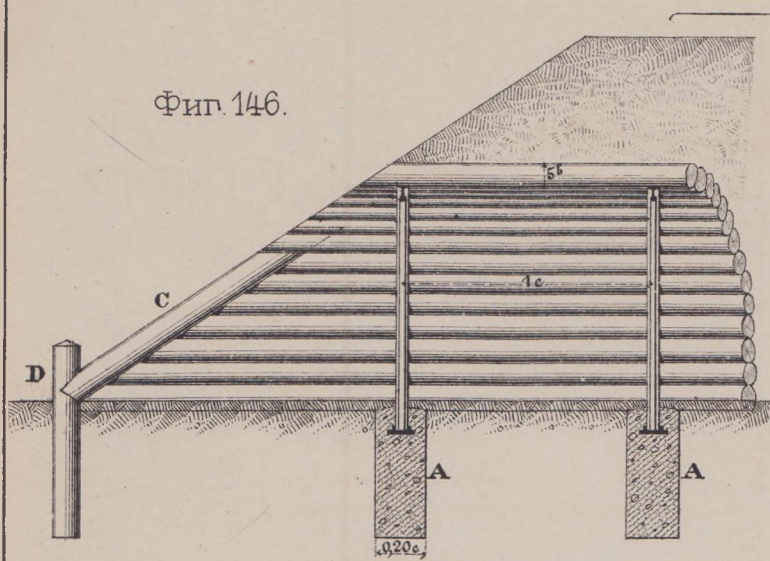


Фиг. 143.

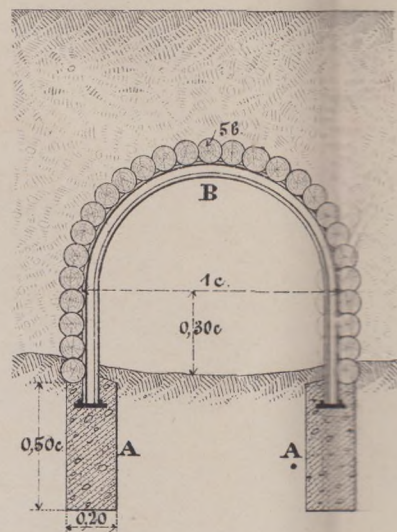


Фиг. 137.

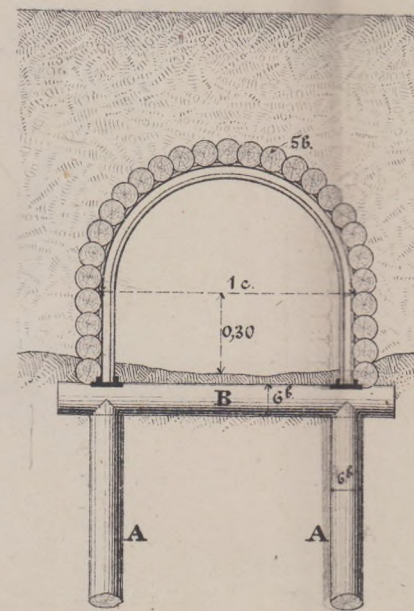




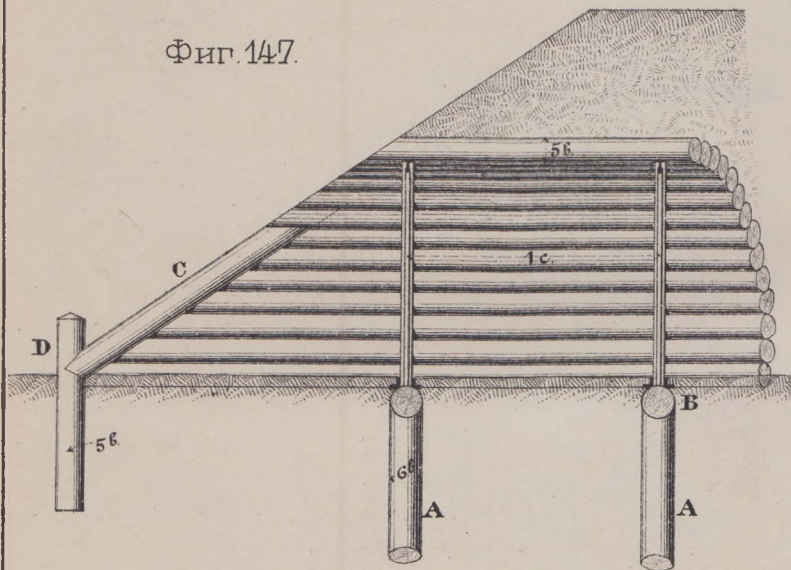
Фиг. 146.



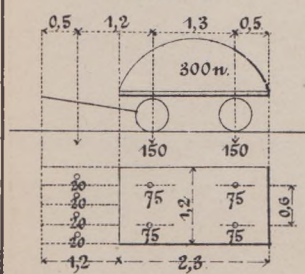
Фиг. 147.



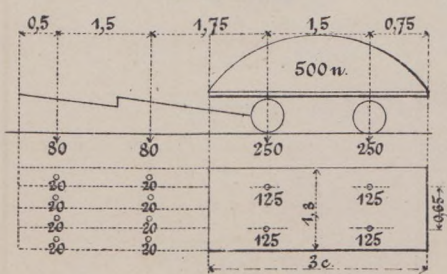
Фиг. 148.



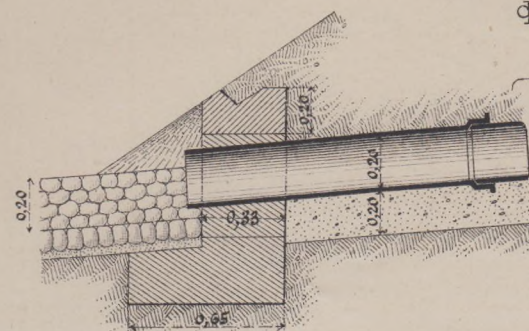
Фиг. 149.



Фиг. 157.

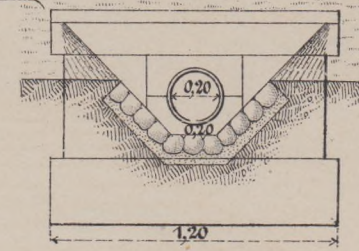


Фиг. 158.

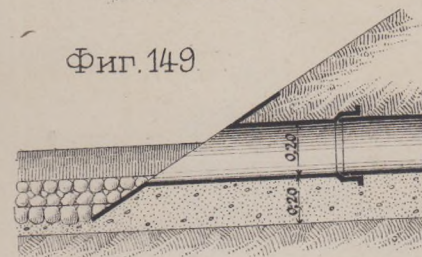


Фиг. 149.

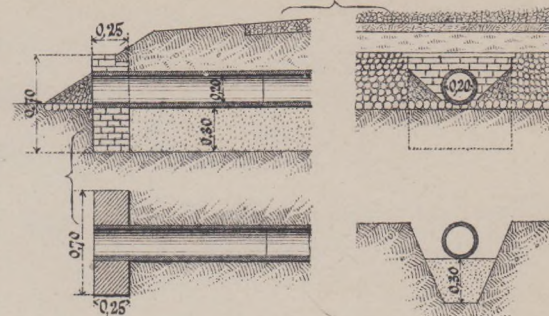
Фиг. 148.



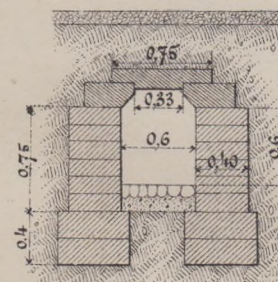
Фиг. 150.



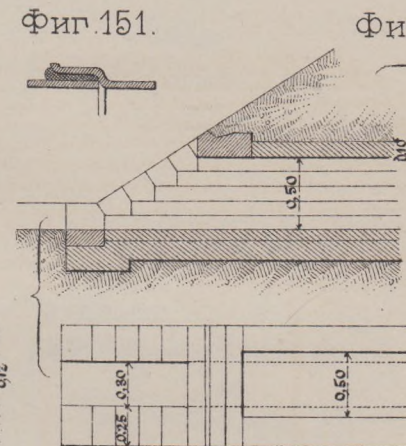
Фиг. 151.



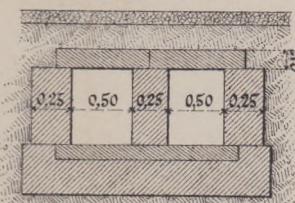
Фиг. 152.



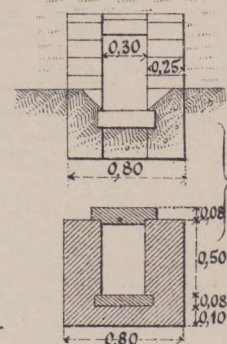
Фиг. 153.



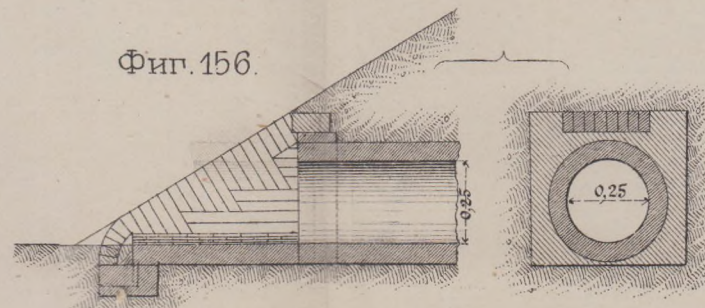
Фиг. 154.

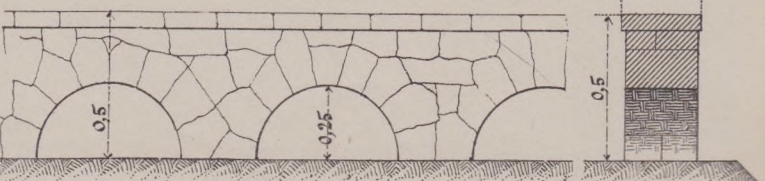
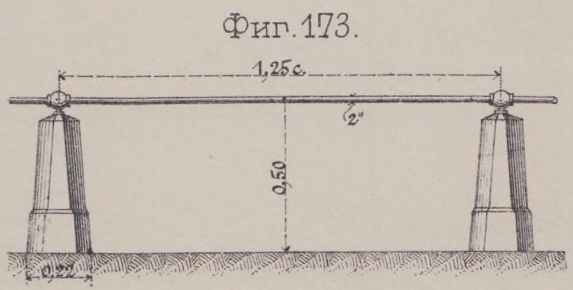
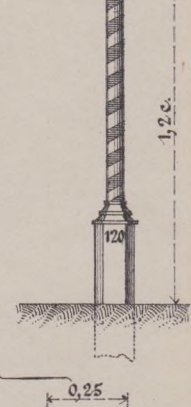
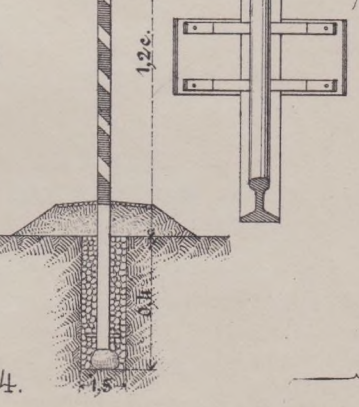
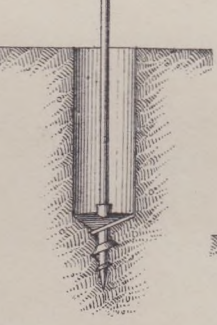
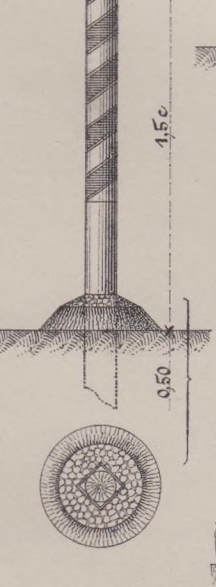
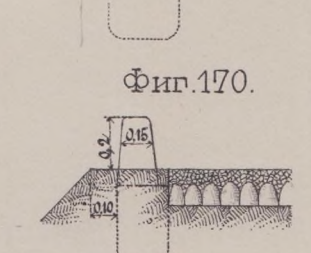
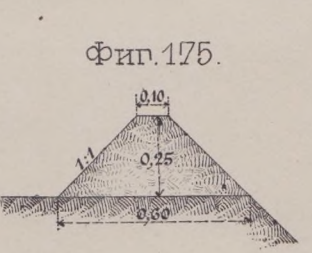
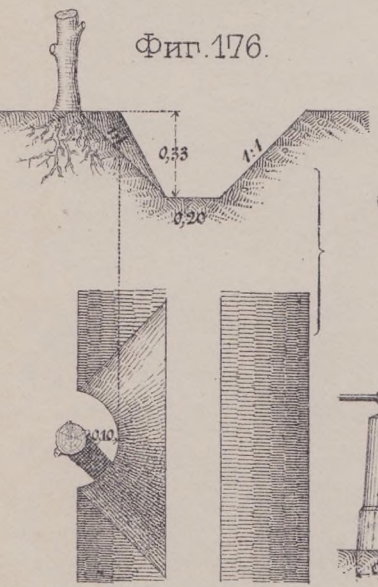
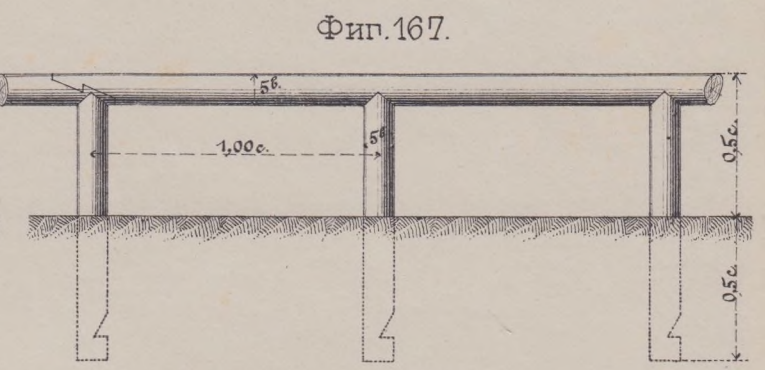
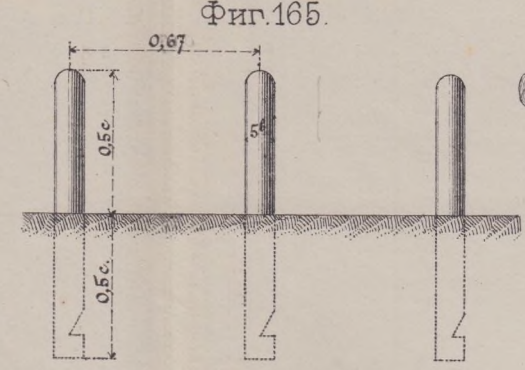
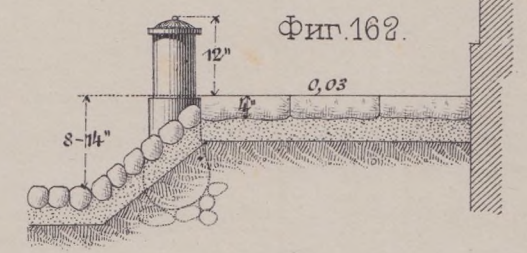
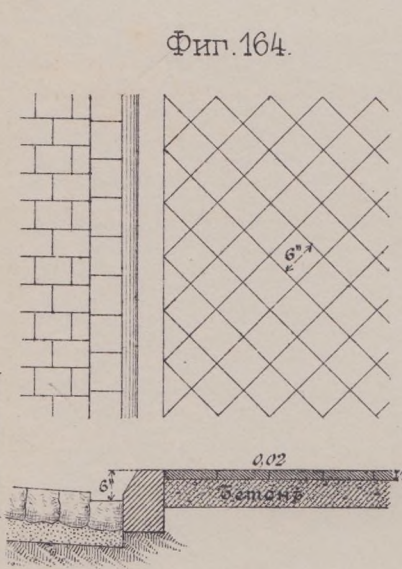
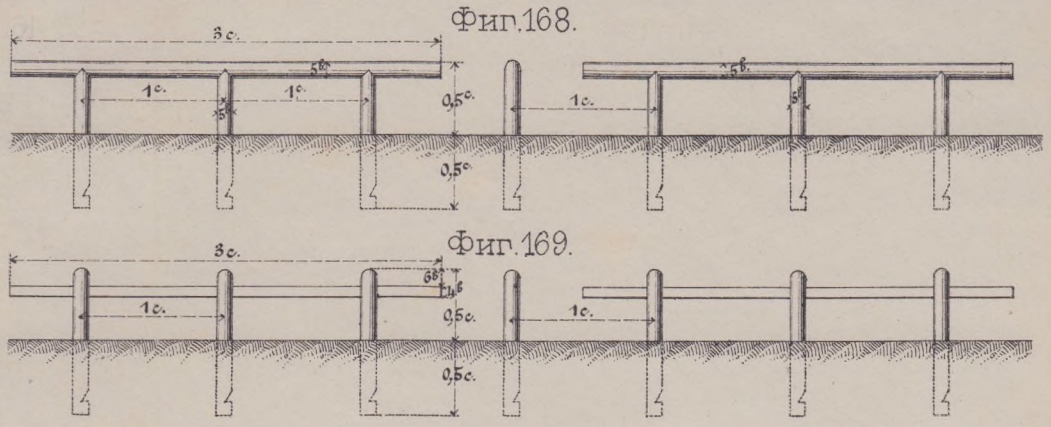
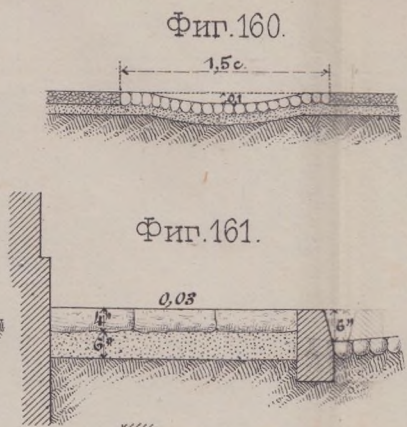
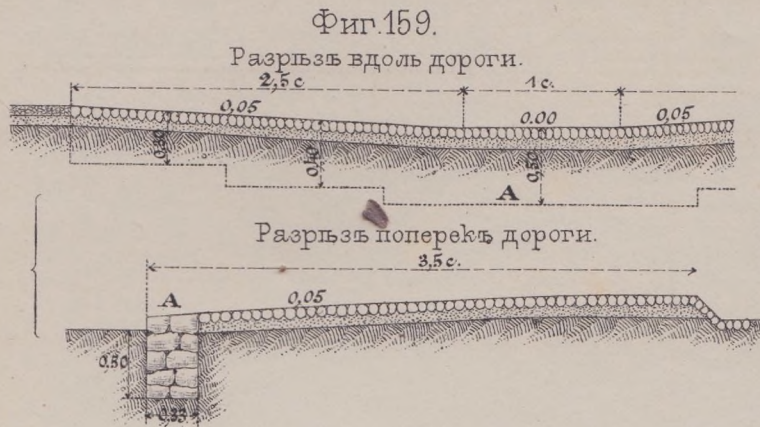


Фиг. 155.



Фиг. 156.

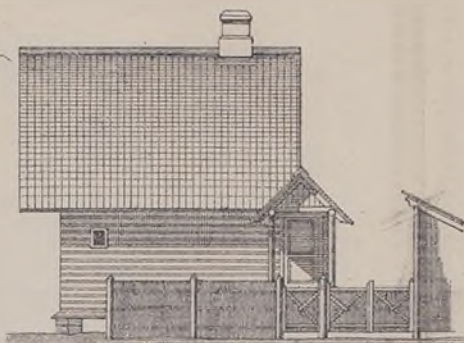




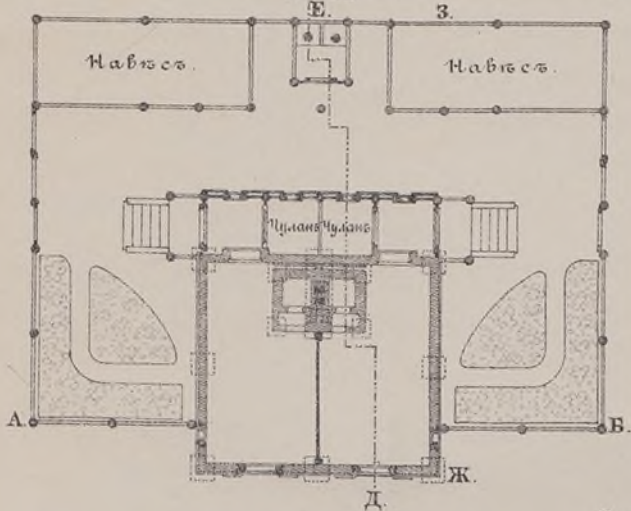
Фасадъ по лини АБ.

Фасадъ по лини ЖЗ.

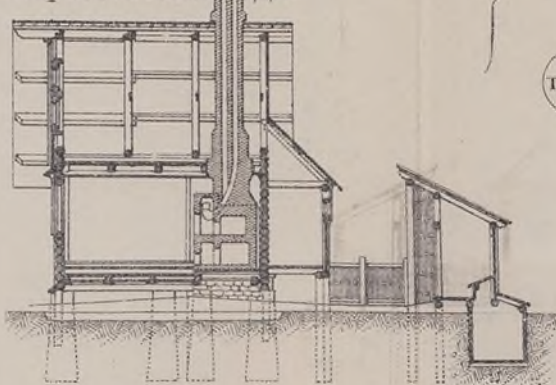
Фиг.189.



Планъ

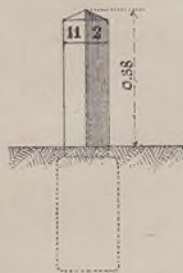


Разрѣзъ по лини ДЕ.

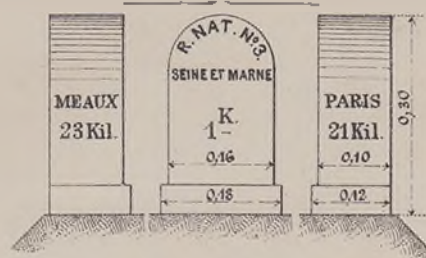


1 2 3 4 саж.

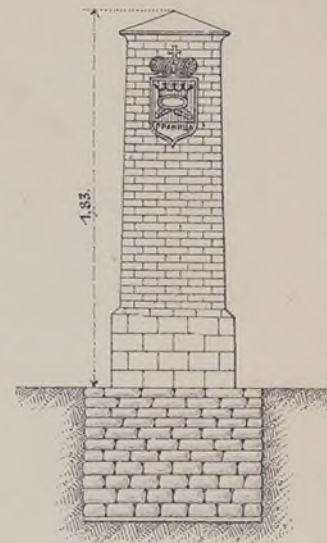
Фиг.181.



Фиг.182



Фиг.187



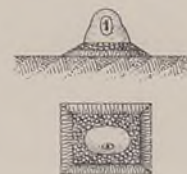
Фиг.186.



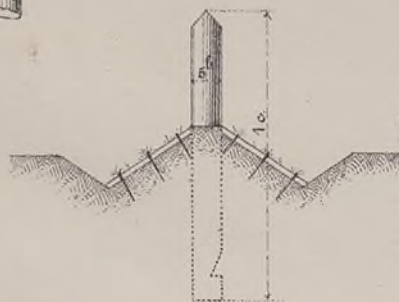
Фиг.183



Фиг.184.



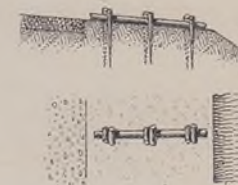
Фиг.188.



Фиг.185.



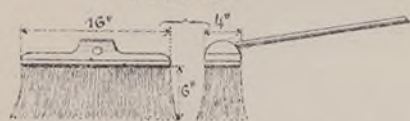
Фиг.200.



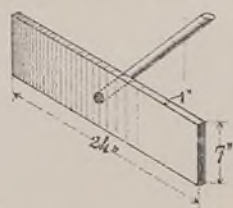
Фиг.197.



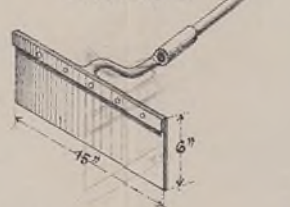
Фиг.190.



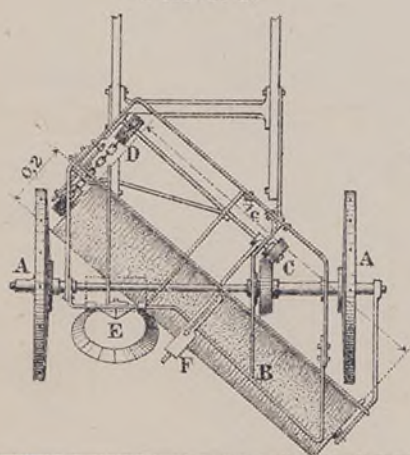
Фиг.191.



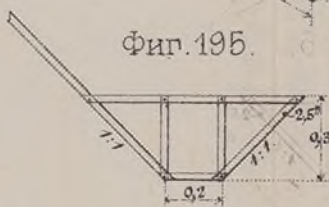
Фиг.192.



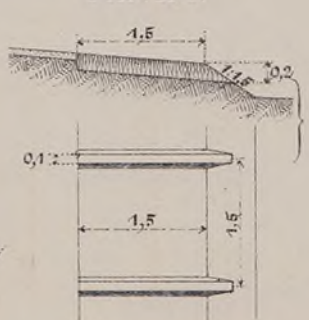
Фиг.193.



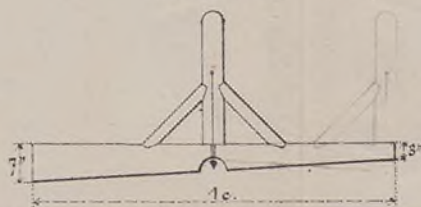
Фиг.195.



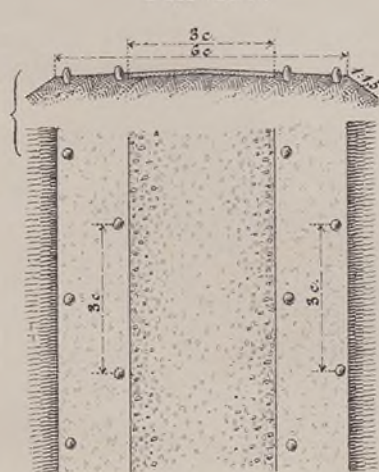
Фиг.194.



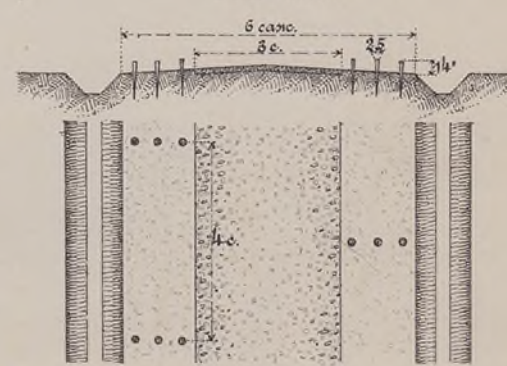
Фиг.196.



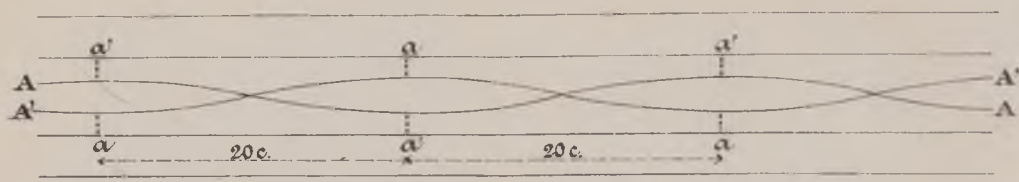
Фиг.198.



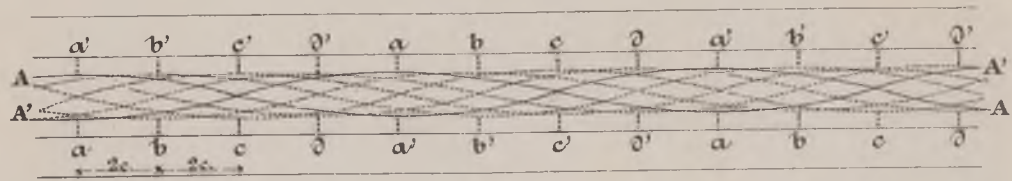
Фиг.199.



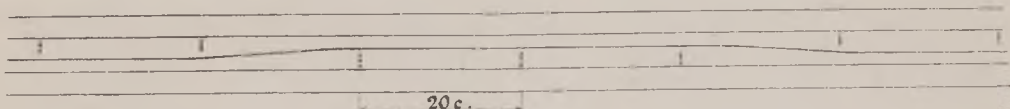
Фиг. 200.



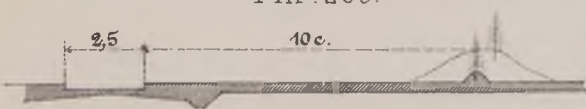
Фиг. 201.



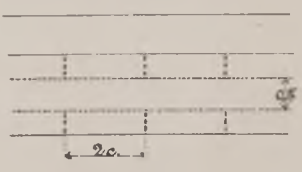
Фиг. 203.



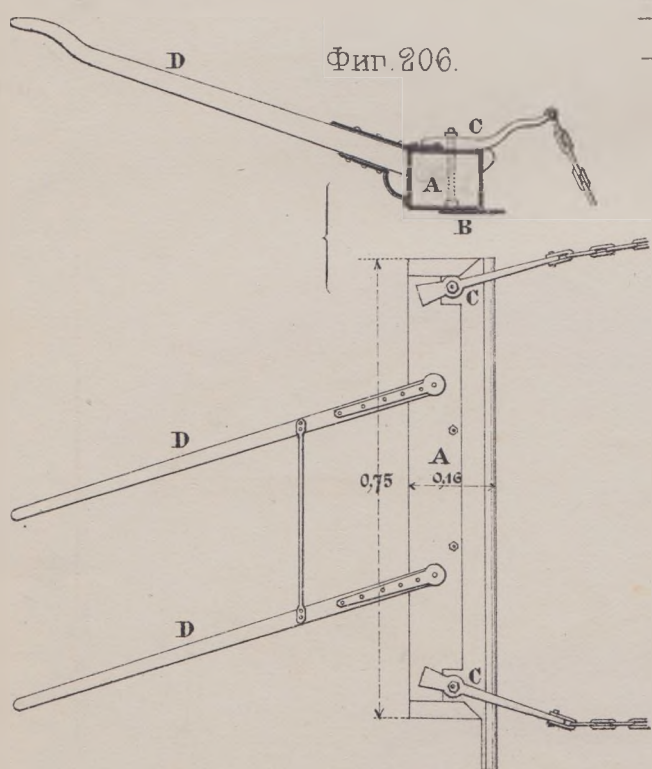
Фиг. 205.



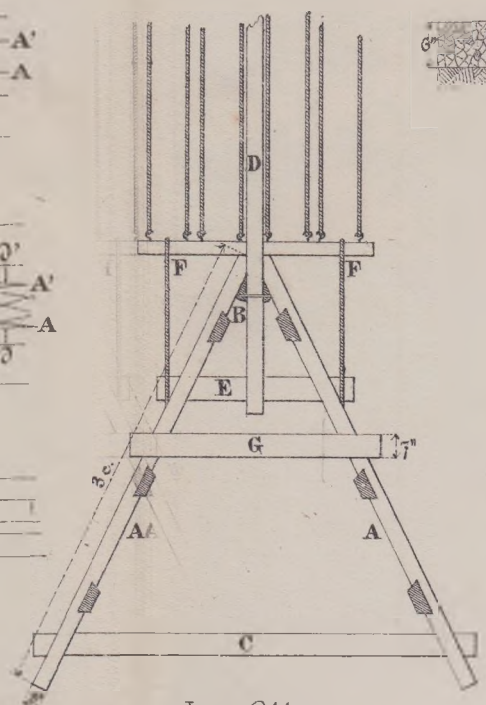
Фиг. 202.



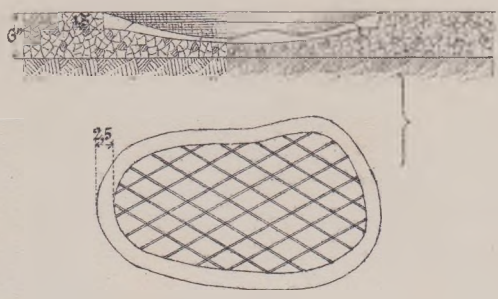
Фиг. 206.



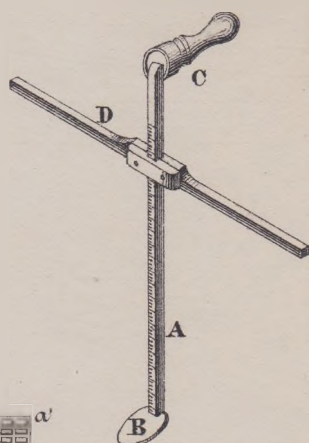
Фиг. 204.



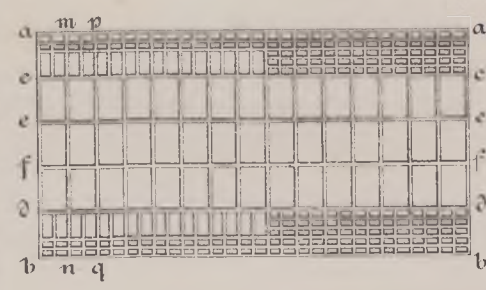
Фиг. 207.



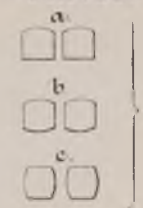
Фиг. 210.



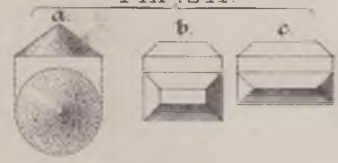
Фиг. 208.



Фиг. 218.



Фиг. 211.

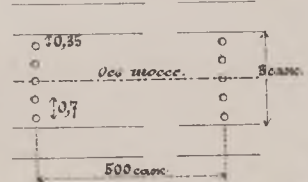


Фиг. 212.

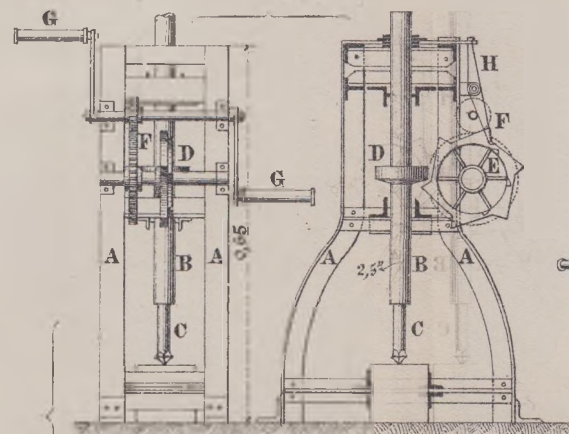


Фиг. 209.

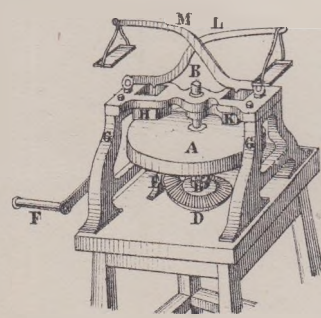
Фиг. 217.



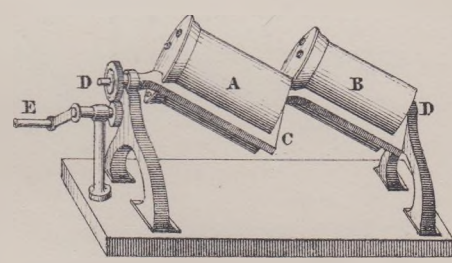
Фиг. 214.



Фиг. 213.



Фиг. 215.



Фиг. 216.

