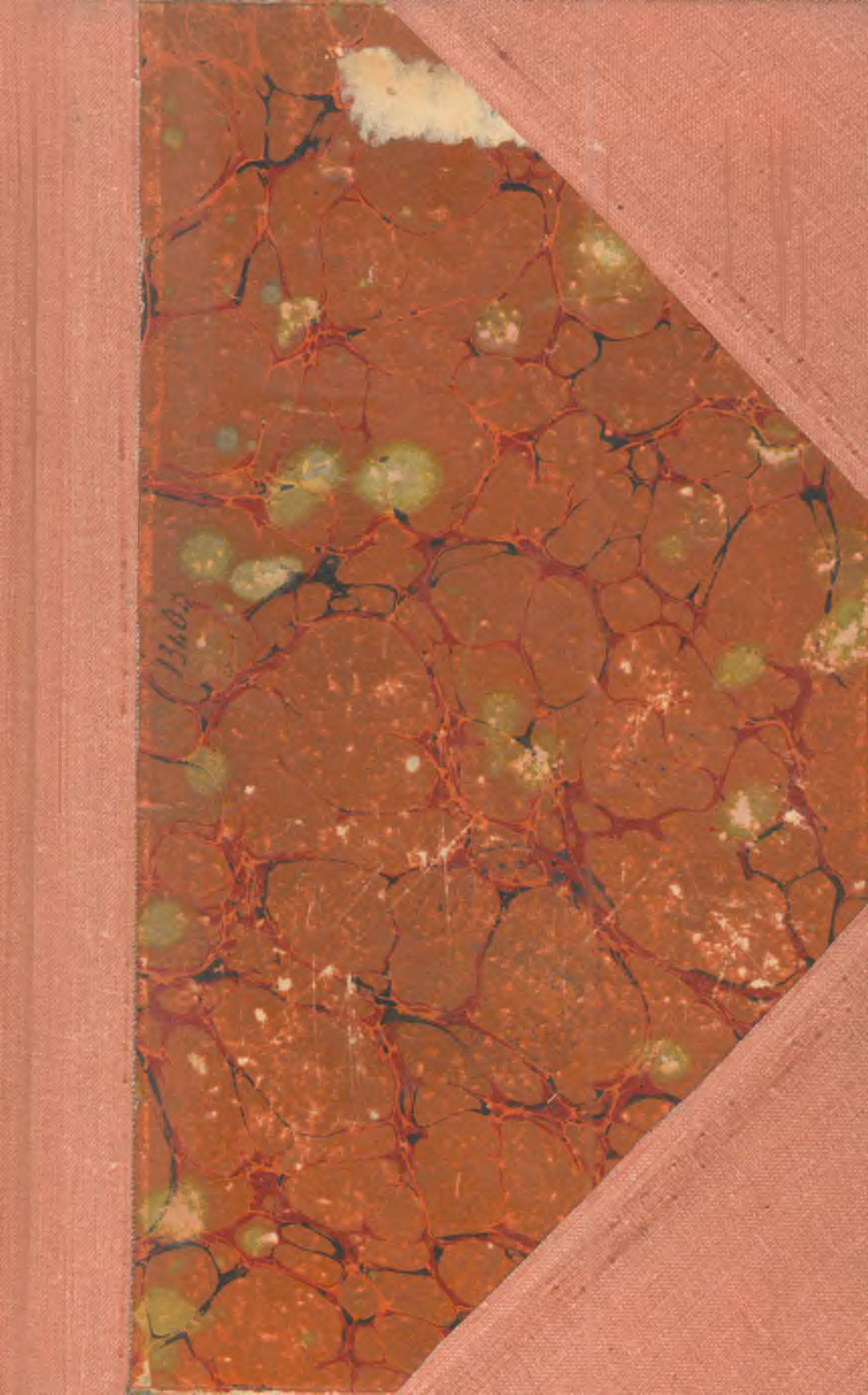


63493
Ш-91

Изданіе Лѣснаго Общества.

Курсовой Лесоводственный ... Ин-тут
... Гидрогеод. Тех. ...
6П6.2
Ш-91

# РУКОВОДСТВО

КЪ

# ПОСТРОЙКѢ ЛѢСНЫХЪ ДОРОГЪ.

13648
10/350
Пр. 549
Тр-49

Сочиненіе Штецера.

ПЕРЕВОДЪ СЪ НѢМЕЦКАГО

**Н. С. Шафранова,**

Преподавателя въ Лѣсномъ Институтѣ.

**Съ 58 политипажами въ текстѣ.**

Библиотека ... Лесной ...

**С. Петербургъ.**

№ 10. Типографія В. Киршбаума, въ д. М-ва Фин., на Дворц. пл.

**1878.**

Дозволено цензурою. С.-Петербургъ, 2 Мая 1878 г.

# Оглавленіе.


Отъ переводчика.

Парагр. ВВЕДЕНІЕ: Стран.

1. Общія понятія . . . . . 1
2. Литература. . . . . 3
3. Планъ сочиненія . . . . . 4

**Отдѣлъ первый.**

(ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЯ ПОНЯТІЯ И РАЗЪЯСНЕНІЯ).

4. A. Предварительныя понятія . . . . . 4
5. B. Цѣль и польза лѣсныхъ дорогъ . . . . . 6
6. C. Подраздѣленіе лѣсныхъ дорогъ. . . . . 8

D. Условія сооруженія разныхъ дорогъ:

7. Ширина дорогъ . . . . . 9
8. Паденіе . . . . . 11
9. Остальныя техническія условія . . . . . 12

E. Направленіе дорогъ:

10. Направленіе отдѣльныхъ дорогъ. . . . . 14
11. Соединеніе дорогъ между собою. . . . . 17

**Отдѣлъ второй.**

(ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЯ РАБОТЫ).

**Глава I. Проектированіе дорожной сѣти:**

12. A. Въ равнинахъ . . . . . 18

B. Въ гористыхъ мѣстахъ:

13. a) Топографическія карты . . . . . 19
14. b) Проведеніе горизонталей . . . . . 20

Параграфы. Стран.

C. Проектированіе дорогъ на картѣ:

15. α. Проектированіе главныхъ дорогъ . . . . . 23
16. β. Проектированіе побочныхъ дорогъ . . . . . 27
17. δ. Проектированіе направленія остальныхъ дорогъ . . . 30

**Глава II. Провѣшеніе дорогъ въ натурѣ.**

18. **1-й отдѣлъ:** Въ равнинахъ . . . . . 31

**2-й отдѣлъ:** Въ гористыхъ мѣстахъ:

19. a) При предварительномъ проектированіи на топографическихъ картахъ . . . . . 31
20. b) Безъ употребленія топографическихъ картъ. . . 33

**Глава III. Округленіе найденныхъ направленій соотвѣтственными кривыми:**

21. **1-й отдѣлъ:** Простое округленіе тупыхъ угловъ въ направленіяхъ дорогъ. . . . . 38

**2-й отдѣлъ:** Провѣшеніе кривыхъ съ возможно меньшимъ радіусомъ:

22. a) Опредѣленіе наименьшихъ допускаемыхъ радіусовъ кривой . . . . . 39
23. b) Опредѣленіе точекъ кривой на мѣстности . . . 42
24. c) Нѣкоторыя дополнительныя замѣчанія о закладкѣ кривыхъ . . . . . 50

25. **Глава IV: Обозначеніе въ натурѣ направленія дорожныхъ линій** . . . . . 51

26. **Глава V. Опредѣленіе продольныхъ профилей** . . . . . 52

**Глава VI. Опредѣленіе поперечныхъ профилей:**

27. a) Съемка ихъ . . . . . 53
28. b) Нанесеніе нормальнаго дорожнаго профиля на поперечные профили . . . . . 56

**Глава VII. Вычисленіе объемовъ и уравненіе выемокъ и насыпокъ:**

29. a) Вычисленіе кубическаго содержанія выемокъ и насыпокъ . . . . . 58

b) Уравненіе выемокъ съ насыпками:

30. α. Въ общемъ . . . . . 60
31. β. Уравненіе путемъ поднятія или опущенія продольнаго профиля . . . . . 61
32. γ. Уравненіе выемокъ и насыпокъ посредствомъ отклоненія дорожныхъ линій въ бокъ . . . . . 63
33. δ. Окончательное вычисленіе объемовъ . . . . . 68

Пара графы. Стран.

34. Глава VIII. Дальнѣйшія подготовительныя работы для выполненія въ натурѣ плановъ сооруженія . . . 70

## Отдѣлъ третій.

### (работы по сооруженію дорогъ и стоимость ихъ; дорожный ремонтъ).

### Глава I. Сооруженіе дорогъ.

**Отдѣлъ 1-й. Дорожная основа:**

35. a) Земляныя работы . . . . . 72
36. b) Работы взломомъ и взрывомъ. . . . . 74
37. c) Защита дорожнаго сооруженія стѣнами . . . . . 78

**Отдѣлъ 2-й. Дорожная настилка:**

38. a) Въ общемъ. . . . . 81
39. b) Шоссировка . . . . . —
40. c) Мадакамизированіе . . . . . 84
41. d) Настилка крупнозернистымъ пескомъ . . . . . 85
42. e) Укрѣпленіе дорожнаго полотна деревомъ . . . . . 86

**Отдѣлъ 3-й. Водоотводныя сооруженія:**

43. a) Въ общемъ . . . . . 87
44. b) Дорожныя боковыя канавы . . . . . —
45. c) Отводъ воды поперечными канавками . . . . . 89
46. d) Подземные водоспуски. . . . . 90
47. e) Деревянные крытые водоспуски . . . . . 91
48. f) Каменные крытые водоспуски. . . . . 92
49. g) Деревянные мосты . . . . . 95
50. h) Каменные мосты . . . . . 100

**Отдѣлъ 4-й. Защитныя сооруженія и посадка деревъ вдоль дорогъ:**

51. a) Защитныя сооруженія . . . . . 107
52. b) Посадка деревъ . . . . . 108

### Глава II. Опредѣленіе стоимости сооруженій.

53. a) Въ общемъ . . . . . 110
54. b) Стоимость очистки поверхности площади сооруженія. 111
55. c) Стоимость выемки и планировки . . . . . 112
56. d) Стоимость перевозки матеріала выемки . . . . . 114
57. e) Стоимость дорожной настилки . . . . . 120

Параграфы. Стран.

58. f) Стоимость водоотводныхъ сооруженій и стѣнъ . . . 124
59. g) Стоимость защитныхъ сооруженій и посадки деревъ. 128
60. h) Общая смѣта расходовъ . . . . . —

61. **Глава III. Способъ выполненія дорожныхъ сооруженій** . . 129

62. **Глава IV. Дорожный ремонтъ** . . . . . 131

## Отъ переводчика.

Изъ многочисленныхъ нѣмецкихъ руководствъ къ постройкѣ лѣсныхъ дорогъ мы остановились на книгѣ Штецера, какъ на отличающейся простотою изложенія и предполагающей въ исполнителѣ минимумъ предварительныхъ свѣдѣній. Приложенія нѣмецкаго автора, посвященныя отчасти нивеллированію, отчасти же математическому доказательству нѣкоторыхъ положеній текста, мы сочли удобнымъ опустить въ переводѣ.

Мы сознаемъ, что предлагаемое нами руководство далеко не удовлетворяетъ потребностямъ русскаго лѣснаго хозяйства, но все же надѣемся, что и этотъ трудъ не будетъ признанъ безполезнымъ, пока практика не выработаетъ правилъ, болѣе пригодныхъ къ нашимъ особенностямъ.

# ВВЕДЕНІЕ.

**§ 1.** Ученіе о сооруженіи и содержаніи лѣсныхъ дорогъ есть дитя новѣйшаго времени: оно появилось лишъ при значительномъ развитіи лѣснаго хозяйства и при разработкѣ раціональныхъ основъ лѣсоупотребленія. Тысячелѣтія прошли, пока достигли предоставленія лѣсу надлежащаго сбыта устройствомъ правильныхъ дорогъ, и еще понынѣ въ очень многихъ мѣстностяхъ далеко не достигнуты цѣли, обусловленныя прогрессивнымъ развитіемъ лѣснаго хозяйства; о сю пору еще часто «лѣсная дорога» и «самая скверная дорога» составляютъ синонимы.

Въ дѣвственные лѣса вели лишъ тропинки, преобразовавшіяся мало по малу въ колесныя дороги, проводимыя извилисто, для отысканія наиболѣе доступной мѣстности и наиболѣе твердой почвы.

Для затраты же сколько нибудь значительныхъ средствъ на улучшеніе такихъ первобытныхъ дорогъ нужны были значительные успѣхи культуры, и въ Германіи еще въ концѣ среднихъ вѣковъ даже столбовыя дороги находились въ самомъ печальномъ состояніи: на проѣздъ изъ Лейпцига въ Галле, 28 верстъ, требовалось 3—4 дня, потому что приходилось то подымать воза, чтобы протащить ихъ чрезъ камни, то вытаскивать и лошадь и возъ изъ слоя грязи, глубиною въ полсажени.

Къ тому же во многихъ мѣстахъ, для доставки лѣса, пользовались сплавными путями, какъ самыми простыми и дешевыми, такъ что лѣса могли долгое время оставаться безъ дорогъ, особенно если принять въ соображеніе, что при ограниченномъ спросѣ на тяжелыя подѣлочныя штуки потреб-

ность въ нихъ могла быть удовлетворяема изъ окрайныхъ частей лѣса; внутри же, до новѣйшаго времени, такія же самыя штуки сгнивали, не находя себѣ сбыта.

Сверхъ того употребительная въ прежнее время продажа по таксѣ мѣшала признать вліяніе постройки лѣсныхъ дорогъ на поднятіе лѣснаго дохода. При продажѣ по постоянной и однообразной таксѣ, владѣльцу большею частью было безразлично, какими дорогами можетъ пользоваться покупатель, и покупатель самъ долженъ былъ поправить дорогу, если она казалась ему плохою. Нѣсколько лучшее состояніе дорогъ замѣчалось всегда въ равнинахъ, гдѣ издавна заведено было правильное дѣленіе лѣсовъ и просѣки утилизируемы были какъ дороги. Въ горахъ же проведенію дорогъ препятствовало иногда даже опасеніе привлечь врага въ страну (ср. v. Berg'a въ Dengler's Monatschrift 1864. стр. 222).

Лишь примѣръ лучшихъ путей сообщенія внѣ лѣсовъ могъ побудить лѣснаго хозяина приступить къ сооруженію ихъ у себя; часто инженеры проводили столбовыя дороги и чрезъ лѣса, причемъ лѣсничему представлялась возможность пріобрѣсти практическія свѣдѣнія, достаточныя для подражанія видѣнному.

Какъ только же увидѣли, что хорошія дороги вліяютъ на возможность лучшей разработки и продажи лѣсныхъ произведеній, какъ только убѣдились, что расходы на сооруженіе дорогъ нерѣдко окупаются уже въ нѣсколько лѣтъ,—то общее введеніе систематической постройки лѣсныхъ дорогъ сдѣлало сразу большіе успѣхи.

Всего чувствительнѣе сказывались подобныя соображенія въ странахъ гористыхъ, которыя, будучи сами по себѣ менѣе доступны, болѣе всего нуждались въ хорошихъ дорогахъ для сбыта своихъ лѣсныхъ богатствъ, между тѣмъ какъ въ равнинахъ существовали просѣки, служившія издавна для вывозки лѣса и способныя къ превращенію въ настоящія дороги безъ большаго труда и искусства. Неоспоримое развитіе, полученное сооруженіемъ лѣсныхъ дорогъ, особенно въ гористыхъ мѣстахъ въ Германіи, повело къ

постепенной выработкѣ соотвѣтственнаго ученія. Ученіе это, опираясь въ главныхъ чертахъ на общія правила постройки дорогъ, создало однако въ самостоятельную отрасль лѣснаго дорожно-строительнаго искусства,—ученіе о постройкѣ раціональной сѣти лѣсныхъ дорогъ, связанной по возможности съ хозяйственнымъ дѣленіемъ лѣсной дачи.

**§ 2.** При такомъ положеніи дѣла, должна была по времени развиться самостоятельная литература предмета; главнѣйшія работы, сюда относящіяся, кромѣ того что заключается въ Jägerschmidt's Handbuch für Holztransport unt Flosswesen *), суть:

1) *Carl*, Anleitung zum Waldwegebau. 1842.

2) *Neidthardt*, Waldwegebau. 1852.

3) *Dengler*, Weg—, Brücken-und Wasserbaukunde für Land- und Forstwirthe. 1863. Второе изданіе 1868.

4) *Scheppler*, Das Nivelliren und der Waldwegebau, 1863. Второе изданіе 1873.

5) *Heyer, Ed.* Anleitung zum Bau von Waldwegen. 1864.

6) *Mühlhausen*, Das Wegenetz des Lehrforstreviers Gahrenberg. 1876.

Изъ журнальныхъ статей выдаются:

1) Neue Jahrbücher für Forstkunde 2 Folge, 2 Band, 1 Heft. 1851. (Anleitung zum Waldwegebau).

2) Mittheilungen des kön. bayerischen Ministerialforstbureaus. 1860. (Die Holzbringungsmittel in den Salinenwaldungen).

3) Allgemeine Forst und Jagdzeitung 1857. стр. 201. *(Faustmann*, der Waldwegebau im Basaltgebirge).

4) Supplemente zur Allg. F. und I. Z. стр. 145 (Der Waldwegebaubetrieb in Kurhessen).

5) Danckelmann's Zeitschrift fur Forst—uud Jagdwesen. 6 Band 1 Heft стр. 31 (*Kaiser*, Ueber Wegenetzlegung und forst-

*) И въ Exner's Das moderne Transportwesen im Dienste der Land-und Forstwirthschaft,—книгѣ, вышедшей въ Веймарѣ въ 1877 г., позже книги, нами переводимой. Сочиненіе Экснера посвящено преимущественно желѣзнымъ дорогамъ.

*Примѣч. переводчика.*

liche Eintheilung in Gebirgswaldungen) и 7 B. 1 H. стр. 99. (*Kaiser*, Aphorismen uber Waldwegebau).

**§ 3.** Изложеніе нашего предмета должно опираться на точное знакомство съ основаніями и факторами, вліяющими на проведеніе лѣсныхъ дорогъ и обусловливающими различные способы сооруженія ихъ. Лишь по разсмотрѣніи этихъ основаній можно приступить къ описанію самыхъ работъ по постройкѣ. Сообразно съ этимъ, мы раздѣлили свою книгу на три отдѣла:

1) Предварительныя понятія.

2) Предварительныя работы или изслѣдованіе основаній для постройки лѣсныхъ дорогъ.

3) Ученіе о сооруженіи и поддержаніи лѣсныхъ дорогъ.

## Отдѣлъ первый.

### А. Предварительныя понятія и разъясненія.

**§ 4.** Лѣсными дорогами называются такія правильно построенные и прочные пути, которые имѣютъ цѣлью преимущественно доставленіе возможности удобной и непрерывной колесной доставки лѣсныхъ продуктовъ изъ лѣсу, а также облегченіе правильнаго сношенія внутри самого лѣса.

Разрѣзъ, пересѣкающій земную поверхность въ направленіи длины дороги, перпендикулярно къ дорогѣ, называется *продольнымъ профилемъ*.

Площадь дороги называется *ровною*, если ея продольный профиль горизонталенъ; если же онъ, напротивъ, образуетъ уголъ съ горизонтальною плоскостью, то дорога представляетъ собою *наклонную плоскость*.

*Уклонъ* дороги обозначается меньшимъ изъ угловъ, образуемыхъ срединною линіею дороги съ горизонтомъ, *паденіемъ* же называется отношеніе разницы высотъ двухъ точекъ къ ихъ горизонтальному разстоянію между собою. Паденіе выражаютъ обыкновенно въ процентахъ горизонтальнаго раз-

стоянія. Если напр. дорога имѣетъ 140 саж. въ длину и высота конечнаго пункта превышаетъ высоту начальнаго пункта на 7 сажень, то паденіе въ процентахъ $x : 100 = 7 : 140$; или $x = 700 : 140 = 5\%$

Обозначеніе паденія числомъ вершковъ на сто сажень длины нынѣ выходитъ изъ употребленія. Если же паденіе выражается величиною уклона въ градусахъ, то паденіе вычисляется по тангенсу угла уклона. При желѣзныхъ дорогахъ, допускающихъ лишъ малѣйшія паденія, принято принимать разницу высотъ отдѣльныхъ точекъ за 1, и выражать длину линіи въ кратномъ отношеніи къ этой разницѣ. Напримѣръ уклонъ въ 1 : 170 соотвѣтствуетъ проценту паденія $x : 100 = 1 : 170$, или $x = 100 : 170 = 0{,}588\%$.

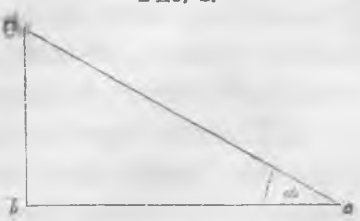
*Противууклонъ* имѣетъ мѣсто въ тѣхъ случаяхъ, когда дорога ведется въ гору, но на извѣстной точкѣ спускается съ тѣмъ, чтобы потомъ снова подняться.

Если разрѣзать плоскости дороги вертикальными плоскостями, перпендикулярными къ продольному профилю, то получаются такъ называемые *поперечные профили*. Они показываютъ, въ планѣ, не только полотно дороги, но также дорожные канавы и откосы.

*Полотно дороги* обнимаетъ собою проѣзжую дорогу и тропинки или *бульвары*, закладываемые съ обѣихъ сторонъ проѣзжей дороги, для удобства пѣшеходовъ, для склада дорожныхъ матеріаловъ и лѣса.

*Дорожными канавами* называются углубленія, закладываемыя, смотря по положенію дороги, съ одной ея стороны или съ обѣихъ, параллельно направленію дороги, для отвода воды съ дороги. Вертикальный разрѣзъ канавы представляетъ собою трапецію, нижняя сторона которой называется *подошвою*.

Рис. 1.

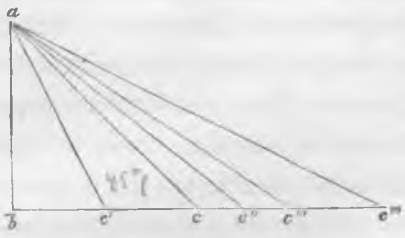



*Откосомъ* называютъ склонъ, образуемый срѣзанною плоскостью съ горизонтомъ. Поэтому поперечный разрѣзъ откоса представляетъ собою (рис. 1) прямо-

угольный треугольникъ *abc*, въ которомъ *ab* обозначаетъ высоту откоса, *bc* — его основаніе, *ac* — линію откоса и уголъ *α* — уголъ откоса.

Откосы различаются по величинѣ угла ихъ, но обыкновенно крутизна откоса не обозначается градусами, а сравниваютъ основаніе откоса съ его высотою и называютъ откосъ *acb* (рис. 2) *простымъ*, если $bc = ab$, $ac'b$ — *половиннымъ*, если $bc' = 0{,}5\ ab$, $ac''b$ — *пятичетвертнымъ*, если $ac'' = 1{,}25\ ab$, $ac'''b$ — *полуторнымъ*, если $bc''' = 1{,}5\ ab$, $ac''''b$ — *двойнымъ*, если $bc'''' = 2\ ab$ и т. д. Простой откосъ соотвѣтствуетъ углу въ 45°.

Рис. 2.




Откосы лѣсныхъ дорогъ могутъ быть тѣмъ круче, чѣмъ плотнѣе почва; на скалистыхъ почвахъ можно не дѣлать вовсе откоса, т. е. оставлять по бокамъ дороги отвѣсныя скалы. Въ большей же части случаевъ дѣлаются простые откосы, а на легкихъ несчаныхъ почвахъ полуторные и двойные.

## В. Цѣль и польза лѣсныхъ дорогъ.

**§ 5**. Экономическія выгоды, представляемыя улучшенными и облегченными сношеніями, для развитія всѣхъ отраслей культурной жизни, общеизвѣстны и потому здѣсь мы ограничимся указаніемъ на сбереженіе времени и труда, на болѣе продолжительную службу лошадей и повозокъ, на уменьшеніе страданій рабочихъ лошадей и на предупрежденіе многочисленныхъ несчастныхъ случаевъ, вызываемыхъ дурными дорогами. Относительно же лѣсныхъ дорогъ мы можемъ указать на слѣдующія выгоды, приносимыя ими спеціально лѣсному хозяйству:

1) Кривыя, нерегулированныя дороги часто отымаютъ у лѣснаго производства излишне-большую площадь производительной почвы, особенно тамъ, гдѣ дорогамъ даютъ непомѣрную ширину, или же гдѣ нѣсколько дорогъ прохо-

дитъ рядомъ. Выигрышъ въ лѣсной почвѣ будетъ еще очевиднѣе, если проведено будетъ соединеніе сѣти дорогъ съ сѣтью хозяйственнаго дѣленія лѣса.

2) Цѣлесообразно заложенныя и хорошо содержимыя дороги облегчаютъ перевозку лѣса и уменьшаютъ издержки ея. Покупатель можетъ дать лѣсовладѣльцу тѣмъ высшую цѣну за лѣсъ, чѣмъ болѣе сбережетъ онъ на перевозкѣ. Прямое увеличеніе цѣнъ на лѣсъ отъ улучшенія дорогъ достигнется тѣмъ полнѣе, чѣмъ энергичнѣе будутъ слѣдовать правилу непремѣнно доставлять заготовленные матеріалы съ лѣсосѣкъ на дороги и продавать ихъ уже здѣсь: опытъ указалъ, что при такомъ порядкѣ увеличивается охота къ покупкѣ, а слѣдовательно значительно возростаетъ и денежная выручка.

3) Косвенное увеличеніе можетъ быть достигнуто оттого, что хорошія дороги дозволятъ вывозить цѣнныя подплочныя штуки въ крупныхъ размѣрахъ, между тѣмъ какъ при недостаткѣ дорогъ или при дурномъ состояніи ихъ лѣсовладѣлецъ часто бываетъ вынужденъ перерѣзывать цѣнные сортименты въ легче вывозимыя дрова.

4) Съ другой стороны бо́льшая доступность лѣсовъ, вызванная раціональнымъ устройствомъ дорогъ, даетъ возможность сбывать и мелкіе сортименты, получаемые при прочисткахъ и прорѣживаніяхъ. Это обстоятельство важно не столько непосредственнымъ увеличеніемъ лѣсныхъ доходовъ, сколько улучшеніемъ прироста и примѣненіемъ болѣе интензивнаго ухода за лѣсомъ; сверхъ того введеніе прорѣживаній способно дать занятіе постояннымъ лѣснымъ рабочимъ и тѣмъ привязать ихъ къ лѣсу.

5) Часть спрямленныхъ дорогъ можетъ годиться для включенія въ просѣчную сѣть, чрезъ что явится возможность обратить подъ лѣсное хозяйство иныя непроизводительныя просѣки. Соединеніе, насколько возможно, просѣчной сѣти съ дорожною должно представлять собою идеалъ.

6) Хорошія дороги обезпечиваютъ культуры и молодняки отъ поврежденія возами, сбивающимися съ дороги;

сверхъ того при плохихъ дорогахъ возчики часто бываютъ вынуждены прокладывать новые неправильные пути, а при частыхъ поломкахъ рубить лѣсъ на оси, оглобли, рычаги и т. п.

7) Систематическая сѣть дорогъ, со включеніемъ сюда и тропинокъ, облегчаетъ сношенія лѣсныхъ чиновъ, а слѣдовательно надзоръ, охраненіе и контроль.

8) При существованіи достаточнаго числа дорогъ возможна скорѣйшая свозка матеріаловъ съ лѣсосѣкъ, что во многихъ отношеніяхъ является желательнымъ

9) Правильныя, особенно же широкія, дороги приносятъ большую пользу при прекращеніи лѣсныхъ пожаровъ.

## С. Подраздѣленіе лѣсныхъ дорогъ.

**§ 6.** Смотря по важности лѣсныхъ дорогъ и по цѣли заложенія ихъ, различаютъ:

1) *Столбовыя лѣсныя дороги*, представляющія собою часть общихъ путей сообщенія страны и обыкновенно не подлежащія вѣдѣнію лѣснаго управленія.

2) *Главныя лѣсныя дороги*, систематически прорѣзывающія лѣса не въ видахъ улучшенія общихъ путей сообщенія, а съ цѣлью вывозки лѣсныхъ продуктовъ на общіе пути. Эти артеріи сѣти собственно лѣсныхъ дорогъ должны обыкновенно примыкать къ соотвѣтственной точкѣ одного изъ главныхъ путей и должны быть проводимы въ такомъ направленіи, которое наиболѣе облегчало бы вывозку изъ внутреннихъ частей лѣса къ главнѣйшимъ мѣстамъ потребленія.

3) *Побочныя дороги*, служащія лишь для вывозки лѣсныхъ продуктовъ съ лѣсосѣкъ на главныя лѣсныя дороги, имѣютъ часто лишь временное употребленіе, и потому могутъ быть проводимы уже и съ меньшимъ строительнымъ совершенствомъ, но за то въ большомъ количествѣ, такъ какъ онѣ представляютъ собою боковыя жилы главныхъ артерій.

4) Въ горныхъ лѣсахъ,—продукты которыхъ, при недостаткѣ главныхъ лѣсныхъ дорогъ и при большемъ отдаленіи отъ мѣстъ сбыта, доставляются большею частью водою,

пособіемъ служатъ *спуски*, употребляемые лишъ для зимней санной перевозки, и лишъ въ видѣ исключенія для лѣтней *).

5) *Тропинки* служатъ для сношенія лѣсныхъ чиновъ и для облегченія охоты.

6) Отъ нихъ отличаются лишъ большею шириною *верховыя тропы*.

Относительно двухъ факторовъ твердости дороги, т. е. качества строительныхъ матеріаловъ и степени старательности въ постройкѣ, различаютъ:

1) *Шоссейныя дороги*, то есть дороги съ болѣе или менѣе старательно уложенною каменною настилкою, имѣющею цѣлью придать полотну твердость.

2) *Земляныя дороги*, не снабженныя каменною настилкою.

## D. Условія сооруженія разныхъ дорогъ.

**§ 7.** Если дорога должна служить для легкаго и непрерывнаго сообщенія, то на ширину ея должно быть обращено особое вниманіе. Съ одной стороны должно требовать, чтобы ширина дороги соотвѣтствовала всѣмъ требованіямъ, а съ другой должно избѣгать излишней ширины, ведущей къ потерѣ лѣсной почвы и къ значительному увеличенію расходовъ на постройку.

Ширина полотна, за исключеніемъ откоса и канавъ, сообразовывается главнѣйше съ шириною повозокъ, для которыхъ предназначается дорога; далѣе надо знать, требуется ли, чтобы на всѣхъ частяхъ дороги могли свободно раздвинуться двѣ нагруженныя повозки; наконецъ, надо принять во вниманіе ширину пѣшеходныхъ тропинокъ, если онѣ считаются нужными.

Отъ столбовыхъ лѣсныхъ дорогъ, служащихъ не только для вывозки лѣса, но и для общаго движенія, конечно,

---

*) Нѣмецкій авторъ ничего не говоритъ о санныхъ дорогахъ въ равнинѣ, такъ какъ даже въ Сѣверной Германіи, гдѣ зимы постоянныя, не считаютъ возможнымъ отказываться отъ постройки лѣтнихъ дорогъ.
*Примѣч. переводчика.*

должно непремѣнно требовать возможности двумъ нагруженнымъ повозкамъ разминуться на самомъ полотнѣ, не прибѣгая къ тропинкамъ. Употребительнѣйшая ширина повозки составляетъ около 2,5 аршинъ; прибавляя 0,75 арш. на мѣсто для подводчика, получимъ необходимую ширину для одной повозки въ 3,25 арш., а для двухъ повозокъ, съ пространствомъ для разъѣзда на самомъ полотнѣ, нужно 8 аршинъ; полагая же по 0,75 арш. съ каждой стороны на пѣшеходныя тропинки, получимъ общую ширину въ 9,5 арш.; если же допустить употребленіе тропинокъ для разъѣзда, то достаточно 8 аршинъ.

По главнымъ лѣснымъ дорогамъ, служащимъ для постоянной возки лѣса, но не для общаго сообщенія, нагруженныя повозки будутъ, большею частью, двигаться лишь въ одномъ направленіи; поэтому здѣсь одинъ возъ будетъ всегда пустой и разминуться легче, подводчикъ же пустаго воза можетъ или идти сзади или же стоять на возу. А такъ какъ разъѣздъ происходитъ здѣсь рѣже, то для него можно допустить употребленіе тропинокъ и даже въ случаѣ нужды, боковой канавы. Поэтому здѣсь достаточно 5,5 аршинъ общей ширины и лишь при большомъ движеніи и что бы не портить канавъ частымъ съѣздомъ въ нихъ, должно предпочесть ширину въ 7 арш.

Особенно бережливымъ надо быть при побочныхъ дорогахъ, имѣющихъ лишь временное или періодическое употребленіе; здѣсь достаточно одноколейнаго пути, съ небольшимъ запасомъ для подводчика, пѣшеходовъ и для того, чтобы при нуждѣ избѣгнуть глубокой колеи. Для того же чтобы разминуться, нужно оставить въ нѣкоторыхъ мѣстахъ площадки. Полагая по 2,5 арш. на повозку, 0,75 для подводчика и 0,75 на запасный путь, получимъ общую ширину въ 4 арш.; если же положить еще 0,75 арш. для пѣшеходовъ, получится 4,75 арш.,—ширина, при которой, съ помощью канавы, могутъ еще разъѣхаться нагруженный возъ съ порожнимъ.

Для горныхъ спусковъ и для верховыхъ дорогъ до-

статочно 2 — 3 арш. ширины, а для тропинокъ 1 — 1,5 аршина.

Эти размѣры разсчитаны, предполагая, что лѣсные матеріалы не будутъ складываемы на самыхъ дорогахъ, такъ какъ, по нашему мнѣнію, въ большей части случаевъ будетъ цѣлесообразнѣе дѣлать склады *возлѣ* дороги, т. е. рядомъ съ канавою; поэтому полезно въ кварталахъ, подлежащихъ главной рубкѣ, оставлять необлѣсенною до самаго окончанія рубки, полосу въ 1,5 — 3 арш. подъ складъ. Если же матеріалы должны быть складываемы на самыхъ дорогахъ, то ихъ должно дѣлать шире аршина на два.

**§ 8.** Мы знаемъ уже (§ 4), что продольный профиль негоризонтальной дороги представляетъ собою наклонную плоскость; поэтому движеніе грузовъ по такой дорогѣ должно быть вычислено по физическимъ законамъ наклонной плоскости, съ принятіемъ во вниманіе ученія о треніи. По такой дорогѣ движеніе вверхъ требуетъ тѣмъ большей силы, чѣмъ круче дорога; поэтому должно по возможности избѣгать такихъ процентовъ поднятія, при которыхъ необходимо подпрягать выносныхъ. Съ другой стороны, при спускѣ съ очень крутыхъ горъ требуется употребленіе тормазовъ, портящее дорогу, да и смываніе дождями наноситъ здѣсь большой вредъ. Поэтому должно избѣгать слишкомъ большихъ процентовъ паденія и не выбирать для этого слишкомъ высокихъ максимумовъ.

Приводя далѣе опытныя данныя въ этомъ отношеніи, мы позволяемъ себѣ совершенно опустить теоретическое разъясненіе способа вывода ихъ, такъ какъ это разъясненіе отклонило бы насъ слишкомъ далеко, и притомъ, вѣроятно, было бы просто пропущено многими изъ читателей.

1) Для столбовыхъ лѣсныхъ дорогъ, по скольку онѣ подвѣдомы лѣсному управленію, нужно принимать максимумъ паденія въ 5%.

2) Главнымъ лѣснымъ дорогамъ съ движеніемъ грузовъ въ гору можно давать паденіе свыше 5% лишь въ томъ случаѣ, если перевозка производится волами, которые легче

переносятъ чрезмѣрное усиліе, чѣмъ лошади. Но подъемъ въ 7,5% обусловливаетъ уже примѣненіе въ 2,5 раза большей силы, чѣмъ при движеніи по ровной плоскости, и потому такой подъемъ допустимъ лишъ на коротких протяженіяхъ, вообще же мы совѣтуемъ не преступать 5—6%. Если же движеніе грузовъ происходитъ лишъ внизъ, то паденіе можетъ доходить до 8%, превосходить же эту норму ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ, потому что иначе дорога легко размывается.

3) Побочнымъ дорогамъ не даютъ обыкновенно паденія больше 8%, и 10% допускается, въ видѣ исключенія на очень твердыхъ каменистыхъ почвахъ, и при томъ на неважныхъ дорогахъ, предназначаемыхъ лишъ для періодическаго пользованія. Противъ такого большаго уклона говоритъ то обстоятельство, что при немъ движеніе грузовъ вверхъ требуетъ втрое бо́льшаго усилія, чѣмъ по горизонтальной плоскости. Паденіе же болѣе 10% не должно быть допускаемо даже для дорогъ съ движеніемъ лишъ подъ гору, такъ какъ въ противномъ случаѣ явится необходимость обширнаго и частаго ремонта, вслѣдствіе порчи пути смываніемъ водою и выбиваніемъ при торможеніи.

4) Тропинки удобны, если паденіе ихъ не превышаетъ 10%, а верховыя дороги 8%.

5) Горные спуски, по природѣ своей, служатъ лишъ для перевозки грузовъ внизъ, и потому они должны быть закладываемы съ возможно большимъ паденіемъ, предѣлъ котораго опредѣляется двумя соображеніями: должно быть незатруднительно подымать въ гору порожнія сани и должны быть предотвращены несчастные случаи, неизбѣжные при крутыхъ паденіяхъ, если сани поломаются или оторвется привѣшенный къ нимъ тормазный грузъ. Обоимъ этимъ условіямъ соотвѣтствуетъ паденіе въ 10%, но въ Баваріи при спускѣ кряжей допускаютъ даже 20%. (Forstliche Mittheilungen aus Bayern 1860, стр. 36).

**§ 9.** Кромѣ надлежащей ширины и соблюденія извѣстныхъ предѣловъ паденія, къ раціональному сооруженію

дорогъ предъявляются еще нѣкоторыя другія требованія, а именно:

1) Долженъ быть данъ полный и скорый спускъ водѣ, чтобы держать дорогу всегда какъ можно суше. Для этого нужно строить полотно нѣсколько выпукло, чтобы вода скорѣе могла сбѣгать въ боковыя канавы. Высота выпуклости должна составлять до 3% отъ ширины дороги; выше не слѣдуетъ ее дѣлать, потому что иначе нагруженные воза будутъ опрокидываться при разъѣздѣ. Форма выпуклости образуетъ плоскую дугу, или же представляетъ двѣ стороны треугольника, наклоненныя другъ къ другу подъ очень тупымъ угломъ.

Выпуклость дороги тѣмъ нужнѣе, чѣмъ меньше способенъ дорожный матеріалъ къ высыханію; поэтому земляныя дороги больше нуждаются въ выпуклости, чѣмъ шоссейныя. Имѣетъ также вліяніе и продольный профиль: совершенно горизонтальная дорога больше требуетъ выпуклости, чѣмъ имѣющая паденіе, которое само уже облегчаетъ стокъ воды, такъ что при паденіи въ 7% уже вовсе почти не требуется выпуклости.

Для скорѣйшаго отвода воды нужно, чтобы дорожныя канавы, принимающія воду, стекающую съ полотна, были достаточно глубоки и снабжены были надлежащими откосами, а на пригодныхъ къ тому мѣстахъ накопившаяся вода отводилась бы въ сторону, особыми отводами, заложенными ниже тѣла дороги. Правда, нѣкоторые лѣсничіе строятъ въ горахъ лѣсныя дороги безъ боковыхъ канавъ, а взамѣнъ ихъ даютъ дорогѣ маленькій скатъ къ сторонѣ долины; но мы не можемъ этого одобрить, въ опасеніи, что камни горнаго откоса будутъ скатываться и сильно повреждать полотно, между тѣмъ какъ боковая канава препятствуетъ этому.

Для усиленія сухости дорогъ необходимо избѣгать болотистыхъ мѣстъ, а гдѣ это невозможно, тамъ передъ постройкою дороги осушать соотвѣтственныя мѣста канавами.

2) Полотно дорогъ проходящихъ по рѣчнымъ долинамъ и вообще по мѣстамъ, подверженнымъ наводненію, должно

быть закладываемо на 1 аршинъ выше самаго высокаго уровня воды. Этого можно достигнуть или сооруженіемъ дорожныхъ плотинъ или же заложеніемъ дорогъ на горѣ, выше разлива.

3) Кромѣ этихъ необходимыхъ условій, есть еще другія не столь абсолютныя, но все же желательныя къ исполненію по мѣрѣ возможности. А именно, дороги надо пролагать какъ можно ближе къ источникамъ полученія дорожнаго матеріала; обходить по возможности скалистыя и песчаныя мѣста, а также такія мѣстности, гдѣ сообщенія могутъ быть затруднены пропастями, шахтами, обвалами, сильными бурями; напротивъ того выбирать должно безопасныя и удобныя мѣста, не пренебрегая и эстетическими соображеніями, если напр. можно провести дорогу по красивой мѣстности. По скольку чисто лѣсоводственныя соображенія, стоящія на первомъ планѣ, затрудняютъ выполненіе этихъ второстепенныхъ требованій, будетъ указано въ слѣдующемъ отдѣлѣ.

## Е. Направленіе отдѣльныхъ дорогъ и соединеніе ихъ между собою, сообразно требованіямъ лѣснаго хозяйства.

**§ 10.** Указавъ на общія техническія требованія при постройкѣ лѣсныхъ дорогъ, намъ нужно еще разсмотрѣть спеціальныя лѣсоводственныя требованія. Этимъ требованіямъ можетъ удовлетворить лишъ лѣсничій, обладающій спеціальными знаніями, между тѣмъ какъ во многихъ другихъ, чисто техническихъ, вопросахъ сооруженія лѣсныхъ дорогъ, лѣсничій отодвигается на задній планъ, уступая первое мѣсто общимъ познаніямъ инженера.

Направленіе и путь каждой лѣсной дороги должны быть сообразованы съ условіями того пользованія для котораго дорога предназначается. А такъ какъ лѣсныя дороги служатъ, прямо или косвенно, для доставленія лѣсныхъ произведеній на мѣста потребленія ихъ, то при выборѣ направ-

ленія дороги необходимо прежде всего опредѣлить конечныя точки ея, сообразно съ тѣми дачами или частями дачи, для послуги которымъ назначаются дороги.

а) *Столбовыя лѣсныя дороги* подчиняются болѣе соображеніямъ общаго движенія и лишъ по стольку включаются въ лѣсную дорожную сѣть, по скольку даютъ хорошія точки для примкнутія спеціальныхъ дорогъ.

б) *Главныя лѣсныя дороги* имѣютъ цѣлью открыть доступъ въ лѣса по главнымъ направленіямъ сбыта. Заложеніе ихъ требуетъ самого внимательнаго обсужденія всѣхъ вліяющихъ моментовъ. Прежде всего нужно принять во вниманіе, обнимаетъ ли область, для которой предназначается дорога, только извѣстную часть дачи, или же цѣлую дачу или же нѣсколько дачъ, далѣе нужно знать, ожидается ли изъ этой области сбытъ въ одномъ направленіи или въ нѣсколькихъ; въ гористыхъ мѣстахъ особенно важно знать, должно ли разсчитывать на сбытъ лишъ въ мѣста, лежащія ниже или же лишъ въ мѣста, лежащія выше, или же и въ тѣ и въ другія.

Далѣе небезразлично знать можно ли по лѣсной дорогѣ доѣхать до самаго мѣста сбыта, или же до ведущей къ нему столбовой дороги, или же этого нельзя: въ послѣднемъ случаѣ дорога, очевидно, можетъ быть проектирована лишъ послѣ надлежащаго соглашенія съ владѣльцами земель, раздѣляющихъ дачу отъ конечнаго мѣста выхода дороги.

Должно также сообразить, пригодна ли проектируемая дорога, и притомъ насколько именно, открыть новые пути сбыта, и по какимъ именно направленіямъ.

Если такимъ образомъ даны конечныя точки дороги по разнымъ направленіямъ, а также, гдѣ нужно, нѣкоторые промежуточные пункты, то проектированіе дорожной линіи превращается въ общую задачу дорожно-строительной техники, но соображеніе всѣхъ моментовъ, опредѣляющихъ эти точки, есть дѣло лѣсоводственное.

с) *Побочныя лѣсныя дороги* имѣютъ цѣлью предоставленіе возможности вывоза лѣсныхъ произведеній съ лѣсосѣкъ

на главныя дороги. При опредѣленіи направленія этихъ дорогъ, нужно поступать противуположно тому порядку, какому слѣдуютъ при выборѣ направленія главныхъ дорогъ, сообразующихся главнѣйше съ внѣшними мѣстами сбыта и уже развѣтвляющихся отъ нихъ внутрь лѣса.

Когда направленіе главныхъ дорожныхъ артерій выяснено, закладка побочныхъ дорогъ составляетъ дѣло второстепенное, такъ какъ эти дороги должны выходить на главную изъ глубины лѣса, и особенно тѣхъ частей его, которыя подвергаются эксплоатаціи и болѣе другихъ нуждаются въ надлежащихъ путяхъ. При этомъ требуется еще рѣшить, въ какомъ разстояніи проводить параллельныя между собою побочныя дороги, чтобы дальность доставки лѣсныхъ произведеній до колесной дороги не превышала допустимаго максимума. Паденіе побочнымъ дорогамъ дается обыкновенно въ сторону направленія главнаго сбыта; но въ этихъ путяхъ, уже по самому своему назначенію лишъ временныхъ, можно допустить и противууклонъ, если это окажется существеннымъ для достиженія главной цѣли побочныхъ дорогъ, — *соединенія съ главными дорогами возможно большей площади лѣса.*

d) *Тропинки и верховыя тропы* всего лучше закладывать въ направленіи, пригодномъ и для колесныхъ дорогъ, въ которыя со временемъ превращаются тропинки. Но если тропинки предназначаются лишъ для цѣлей охраненія лѣса, надзора за нимъ или же въ видахъ охотничьихъ, то ихъ полезно направлять въ участки, наиболѣе требующіе охраненія или надзора. Часто тропинки служатъ и для соединенія между собою двухъ параллельныхъ побочныхъ дорогъ.

*Спуски* должны быть направляемы отъ мѣстъ, назначенныхъ для склада спускаемаго лѣса, въ гору, къ мѣсту эксплоатаціи, по направленію возможно кратчайшему при соблюденіи максимума допустимаго паденія. Главное правило состоитъ въ избѣжаніи всякаго противууклона, такъ какъ иначе пришлось бы тащить въ гору нагруженныя сани.

§ 11. Опредѣленіе наилучшаго направленія отдѣльной дороги обыкновенно зависитъ отъ того, гдѣ и какимъ образомъ должна эта дорога впадать въ другую, ведущую прямо къ мѣсту потребленія. И безъ дальнѣйшихъ доказательствъ можно принять, что достоинство отдѣльныхъ дорогъ, независимо отъ техническаго совершенства ихъ, существенно измѣряется способомъ соединенія между собою: лишъ въ томъ случаѣ, если соединеніе по разнымъ направленіямъ произведено обдуманно и цѣлесообразно, если къ общимъ путямъ сообщенія примыкаютъ хорошо проектированныя главныя лѣсныя дороги, а въ эти въ свою очередь впадаютъ побочныя дороги, заложенныя въ достаточномъ числѣ, въ надлежащемъ направленіи и съ разумнымъ паденіемъ,—лишъ въ такомъ случаѣ отдѣльныя нити соединяются въ систематическое цѣлое, называемою лѣсною дорожною сѣтью; начертаніе этой сѣти при утвержденіи предположеній о постройкѣ дорогъ составляетъ существенную задачу высшихъ чиновъ лѣснаго управленія.—Положительно должно требовать, чтобы всякая сколько нибудь значительная постройка дорогъ начинаема была непремѣнно съ начертанія дорожной сѣти и къ отдѣльнымъ постройкамъ не было бы приступаемо до тѣхъ поръ, пока не будетъ на лицо полнаго проекта сѣти, всесторонне обдуманнаго, обсужденнаго и окончательно утвержденнаго; каждая отдѣльная дорога должна получать право на проведеніе ея лишъ по включеніи ея въ такую сѣть. Многія, въ техническомъ отношеніи прекрасно выполненныя, сооруженія страдаютъ именно отсутствіемъ такого предварительнаго разносторонняго обсужденія, вслѣдствіе чего встрѣчаются дороги, заложенныя крайне близоруко и безъ системы, вслѣдствіе моментальной лишъ потребности.

Такъ какъ всякая сколько нибудь значительная дорожная сѣть отнимаетъ у производства нѣкоторую часть лѣсной почвы и такъ какъ такое же уменьшеніе производится и неизбѣжными въ хозяйствѣ линіями дѣленія лѣсовъ, то естественно будетъ задаться вопросомъ, на сколько дорожная и просѣчная сѣти соединимы между собою, въ видахъ возможнаго

уменьшенія потери производительной почвы. Поэтому вообще можно требовать, чтобы при лѣсоустройствѣ была предварительно проектирована и въ главныхъ чертахъ выполнена въ натурѣ дорожная сѣть, изъ которой бы всѣ линіи, пригодныя къ тому, выбраны были какъ постоянныя рамки для хозяйственнаго дѣленія.

Понятно, что въ равнинахъ всего легче достижимо соединеніе обѣихъ сѣтей; соединеніе это и достигается фактически тамъ, гдѣ квартальныя просѣки служатъ вмѣстѣ съ тѣмъ и лѣсовозными дорогами. Въ мѣстахъ холмистыхъ достиженіе такого соединенія возможно лишъ на некрутыхъ склонахъ; въ горахъ же наконецъ, по мѣрѣ увеличенія крутизны подъема, является неизбѣжнымъ, кромѣ дорогъ, употреблять какъ рамки хозяйственнаго дѣленія особыя искусственныя линіи, непроѣздныя вслѣдствіе слишкомъ большаго паденія. На это не должно нисколько препятствовать предварительному составленію дорожной сѣти, съ выборомъ изъ нея за границы кварталовъ тѣхъ линій, которыя къ тому годны по положенію своему.

---

## Отдѣлъ второй.

## Предварительныя работы, опредѣленіе основаній для выполненія дорожныхъ сооруженій.

---

### ГЛАВА I.

### Проектированіе дорожной сѣти.

**§ 12.** Въ равнинахъ, какъ мы говорили, весьма употребительно геометрическое дѣленіе на кварталы, а потому здѣсь проведеніе просѣчной сѣти, совпадающей съ дорожною, составляетъ чисто геодезическую задачу: такъ какъ, по лѣсоводственнымъ соображеніямъ, одни ряды про-

сѣкъ идутъ большею частью съ сѣвера на югъ, а другіе перпендикулярно къ нимъ, съ востока на западъ, то собственно дорожностроительныя соображенія здѣсь не имѣютъ мѣста.

Если же кромѣ просѣкъ оказываются нужными еще и другія дороги, то требуется лишъ опредѣлить начальную точку дороги внутри лѣса и точку впаденія ея въ просѣку или другую дорогу, и соединить эти двѣ точки прямою линіею, что составляетъ работу легко выполнимую въ комнатѣ, при помощи подлежащихъ плановъ.

**§ 13.** Но въ холмистой или гористой мѣстности нельзя подобнымъ образомъ проэктировать дорожную сѣть, потому что направленіе дорогъ здѣсь зависитъ отъ мѣстоположенія и прежде всего является вопросъ, представляютъ ли имѣющіеся планы достаточно данныхъ для сужденія о видѣ поверхности относительно склоновъ, горъ, долинъ и ущелій. А такъ какъ большинство плановъ, составленное исключительно съ лѣсоводственными цѣлями, не снабжено подобными данными въ нужной подробности, то составленіе и вычерченіе хорошей топографической карты составляетъ одну изъ первыхъ необходимыхъ приготовительныхъ работъ.

Положеніе мѣстности можетъ быть изображено, на лѣсохозяйственныхъ планахъ, или съ помощью такъ называемыхъ *горизонталей* или же *штриховкою*, т. е. вычерчиваніемъ въ направленіи склона горы.

Если мы представимъ себѣ горизонтальную плоскость, проведенную чрезъ подошву горы, то разрѣзъ даетъ намъ фигуру, соотвѣтствующую площади основанія горы. Такимъ же образомъ можемъ мы разрѣзать гору горизонтальною плоскостью на любой высотѣ и, перенеся фигуру этого разрѣза на карту, получить выраженіе формы горы на той высотѣ, на которой былъ сдѣланъ разрѣзъ. Если же такіе разрѣзы будутъ сдѣланы на каждой высотѣ, на которой измѣняется форма горы, то этимъ путемъ будетъ, очевидно, опредѣленъ видъ цѣлей горы, и для полученія нагляднаго изображенія покатости горы останется лишъ наложить на карту всѣ окружныя линіи разрѣзовъ.

Эти окружныя линіи горизонтальныхъ разрѣзовъ и называются *горизонталями*. Ихъ принято проводить на одинаковыхъ разстояніяхъ высоты; опредѣленіе размѣра этихъ разстояній обусловливается масштабомъ той карты, на какую должны быть нанесены горизонтали. Для дорожностроительныхъ цѣлей при масштабѣ 1 : 10.000 до 1 : 20.000, мы совѣтуемъ брать разстоянія въ 5, много 10 саженъ.

Штриховка основывается на намѣреніи изобразить крутизну горы отношеніемъ между черными штрихами горъ и бѣлыми промежутками. Основаніемъ и здѣсь служатъ горизонтальные разрѣзы, и промежутки между горизонталями выполняются штрихами; чѣмъ круче гора, тѣмъ темнѣе штриховка: при уклонѣ въ $5^0$ черное относится къ бѣлому какъ 1 : 8, при $40^0$ какъ 8 : 1, и т. д.

Для дорожныхъ проектовъ несомнѣнно должно быть отдано предпочтеніе горизонталямъ, такъ какъ онѣ яснѣе и свѣтлѣе штрихованнаго рисунка, и особенно при крутыхъ склонахъ карта не получается слишкомъ темная; кромѣ того изготовленіе чертежа однѣми горизонталями гораздо легче, чѣмъ штриховкою, если послѣдняя выполнена точно, по методу Лемана.

**§ 14.** Первое требованіе относительно плановъ для нанесенія горизонталей состоитъ въ неслишкомъ маломъ масштабѣ ихъ. Мы совѣтуемъ для обширныхъ мѣстностей избирать масштабъ 1 : 20.000, для малыхъ 1 : 10.000, а для среднихъ 1 : 15.000. Во многихъ государствахъ имѣются превосходныя топографическія карты, составленныя генеральнымъ штабомъ съ военными цѣлями *) и если нѣтъ сомнѣнія въ вѣрности съемки, въ этомъ случаѣ нужно лишь уменьшить лѣсную карту въ масштабѣ, соотвѣтствующемъ топографической картѣ, скопировать уменьшенную карту на прозрачную бумагу, на которую и срисовать горизонтали.

---

*) Карты прусскаго генеральнаго штаба составлены въ масштабѣ 1 : 25.000; наши же, доступныя публикѣ, въ масштабѣ 1 : 126.000.

*Примѣч. переводчика.*

Послѣ этого останется лишь перевести полученный чертежъ на масштабъ лѣсной карты.

Гдѣ же, за недостаткомъ топографической карты, составлять ее приходится самому лѣсничему, тамъ прежде всего является необходимымъ привести высоту надъ уровнемъ моря возможно большаго числа точекъ, къ чему теперь вездѣ имѣется достаточно барометрическихъ наблюденій, если даже высота главныхъ точекъ и не опредѣлена тригонометрически при тріангуляціи.

Затѣмъ простою нивеллировкою опредѣляется положеніе всѣхъ долинъ, ущелій, горъ, горныхъ хребтовъ и вообще всѣхъ тѣхъ направленій, которыми обусловливается видъ земной поверхности.

Эти линіи образуютъ собою какъ бы главные нервы сѣти горизонталей, подлежащей проложенію чрезъ данную мѣстность. Исходя отъ самыхъ высшихъ или самыхъ низшихъ точекъ, опредѣляютъ на картѣ, на основаніи нивеллировочныхъ данныхъ, чрезъ каждыя 5—10 саженъ въ вертикальномъ направленіи, рядъ точекъ, которыя затѣмъ соединяютъ между собою кривою, проведенною отъ руки на основаніи самаго тщательнаго осмотра мѣстности. При масштабѣ 1 : 10.000 или 1 : 15.000 слѣдуетъ проводить горизонтали чрезъ каждыя 5 саженъ.

При нивеллированіи линій, долженствующихъ дать начальныя точки горизонталей, употребляютъ инструменты, опредѣляющіе или прямо покатость въ процентахъ или уже углы уклона въ градусахъ. Въ обоихъ случаяхъ начинаютъ съ точки, абсолютная высота которой извѣстна, и отъ нея продолжаютъ работать вверхъ или внизъ.

При опредѣленіи покатости въ процентахъ, вертикальное возвышеніе одной точки надъ другою опредѣляется сравненіемъ длины горизонтальнаго разстоянія съ угломъ уклона. Если этотъ уголъ $=p$, длина $=d$, а высота $=h$, то $d : h = 100 : p$, то есть $h = d.\ 0{,}0\ p$. Если напримѣръ на какомъ нибудь проніивеллированномъ протяженіи получился уклонъ въ 15%, а длина этого протяженія составляетъ, по картѣ, 350 саженъ, то

$h=350.\ 0{,}015=52{,}5$ саж. Если же напротивъ желаютъ знать, на какомъ разстояніи должно искать начальную точку ближайшей горизонтали, отстоящей положимъ на 5 саженъ, то изъ предъидущей пропорціи $d=\frac{h.\ 100}{p}=\frac{500}{15}=33{,}3$ саж. Эта длина откладывается по масштабу на картѣ, а при благопріятной погодѣ можно операцію эту выполнить тотчасъ же въ самомъ лѣсу.

При употребленіи же инструмента, дающаго уголъ наклона въ градусахъ, вертикальное возвышеніе соотвѣтствуетъ тангесу подлежащаго угла, такъ какъ $d:h=1:tg$, т. е, $h=d.tg$. Если уголъ опредѣленъ въ $15^0$, а длина $=350$ с., то $tg\ 15^0=0{,}2697$, а $h=350\ .\ 0{,}2697=94$ саж. Если же напротивъ требуется опредѣлить исходную точку ближайшей горизонтали, то изъ той же пропорціи $d=h:tg.=5:0{,}2679$ $=18{,}7$ саж.

Изслѣдовавъ подобнымъ образомъ одну раздѣльную линію отъ начала ея до конца и нанеся на карту вертикальное возвышеніе ея, переходятъ къ другой, ближайшей. При той работѣ большую услугу оказываютъ вспомогательныя таблицы, которыя легко самому составить. Всегда должно стараться какъ можно чаще привязывать работу къ точкамъ, опредѣленнымъ барометрически или тригонометрически, чтобы съ помощью ихъ получить возможность поправить высоты, найденныя нивеллировкою.

Соединеніе отдѣльныхъ равно высокихъ точекъ горизонталями производится отъ руки; но при этомъ необходимо самымъ тщательнымъ образомъ изучить мѣстность, обходя ее во всѣхъ направленіяхъ. Обозрѣніе мѣстности съ противуположныхъ или высшихъ точекъ даетъ часто очень цѣнныя придержки и потому заслуживаетъ полнаго вниманія.

Предложеніе составлять топографическія карты посредствомъ провѣшенія кривыхъ въ натурѣ и послѣдующей съемки ихъ, выполнимо, пожалуй, въ безлѣсной мѣстности и можетъ быть въ маленькихъ лѣскахъ, но къ большимъ пространствамъ горныхъ лѣсовъ оно вовсе неприложимо.

Конечно проведеніе горизонталей по нашему способу не выполняется съ тою степенью точности, какая необходима при другихъ геодезическихъ дѣйствіяхъ, но при нѣкоторомъ навыкѣ получаются результаты, достаточно точные для предлежащей цѣли.

**§ 15.** При топографической съемкѣ представляется наилучшій случай принять во вниманіе и изслѣдовать на мѣстѣ всѣ моменты, имѣющіе вліяніе на постройку дорожной сѣти. А именно, при этомъ можно нанести на планъ смежности снимаемаго лѣса, положеніе сосѣднихъ деревень, фабрикъ, дорогъ, рѣкъ и т. п. и распространить вертикальную съемку, по мѣрѣ надобности, и на эти предметы.

Проектированіе главныхъ дорогъ начинается съ тѣхъ внѣшнихъ точекъ, которыми лѣсъ соединяется съ общими путями сообщенія, пригодными для доставки лѣсныхъ произведеній къ мѣстамъ сбыта.

Первый существенный вопросъ состоитъ въ томъ, лежатъ ли мѣста сбыта выше или ниже, или же сбытъ происходитъ въ обоихъ направленіяхъ.

Во всякомъ случаѣ одна изъ главныхъ задачъ состоитъ въ сдѣланіи доступными тѣхъ долинъ, на которыя лѣсъ съ горъ долженъ быть доставленъ, непосредственно или посредственно. Если сбытъ имѣетъ мѣсто въ гору, то отыскивается и на картѣ отмѣчается подходящая верхняя начальная точка. Затѣмъ должно выяснить себѣ допустимое паденіе (§ 8). Если принять паденіе въ 5%, то для преодолѣнія вертикальнаго разстоянія въ 10 саж., нужно дорогѣ дать длину въ 200 саж. Эти 200 саж. берутъ циркулемъ и откладываютъ на картѣ такимъ образомъ, чтобы получающаяся линія достигала въ косомъ направленіи какъ разъ до ближайшей горизонтали *). Отъ нея дѣйствуютъ далѣе та-

*) Въ волнистой мѣстности проектированная на картѣ линія будетъ обыкновенно длиннѣе соотвѣтствующей линіи въ натурѣ, такъ какъ всѣ извилины мѣстности никогда не могутъ быть вполнѣ выражены горизонталями. Поэтому Мюльгаузенъ (Wegenetz etc.) рекомендуетъ принимать па-

кимъ же образомъ и пробуютъ, какъ далеко можно углубиться, не превышая максимума паденія. Если окажется, что, вслѣдствіе крутизны мѣстности, нельзя достигнуть одною линіею даннаго пункта, то нужно дѣйствовать такимъ же образомъ отъ нижняго пункта вверхъ и потомъ соединить обѣ линіи третьею, тоже не выходящею изъ предѣльнаго уклона. Лучшими мѣстами для такихъ соединеній служатъ возвышенныя плоскости, корытообразныя вогнутости и вообще такія мѣста, на которыхъ удобно можно провести кривыя, соединяющія обѣ части дороги между собою.

Если начинать съ лежащей подъ горою точки паденія главной дороги и стараться отъ нея подыматься съ опредѣленнымъ подъемомъ, то дѣйствуютъ точно также, какъ было указано для движенія сверху внизъ. Если подъемъ самаго дна долины окажется больше допустимаго, то слѣдуетъ, отъ той точки, гдѣ начинаетъ болѣе крутой подъемъ, отойти нѣсколько назадъ, т. е. провести линію въ направленіи противуположномъ направленію проектируемой дороги, а затѣмъ возвращаться къ требуемому направленію посредствомъ выпуклой кривой, до тѣхъ поръ, пока опять не будетъ достигнуто дно долины. Если бы паденіе этого дна здѣсь все еще оказалось болѣе допустимаго, то слѣдовало бы еще разъ дать дорогѣ противуположное направленіе, посредствомъ выпуклой или змѣевидной линіи, и поступать далѣе такимъ же образомъ, какъ мы уже описали. Этимъ путемъ можно и въ трудной мѣстности достигнуть опредѣленной высоты безъ нарушенія принятаго паденія, хотя и окольными путями. Но вслѣдствіе затрудненій, представляемыхъ постройкою подобной дороги, должно предпочитать, если только есть какая нибудь возможность, нѣсколько перенести конечныя точки, особенно же подняться нѣсколько выше нижнею точкою. Въ горахъ топографическое строеніе долинъ обыкно-

---

деніе, большее противъ допущеннаго на 1—1,5%, при чемъ линія на картѣ должна близко совпасть въ натурѣ съ тою, какая будетъ проведена съ меньшимъ паденіемъ.

венно бываетъ такое, что дно ихъ не имѣетъ уклоновъ, превышающихъ допустимый максимумъ, и такіе уклоны встрѣчаются лишъ на дальнѣйшемъ пути долины, гдѣ и приходится закладывать боковыя уклоненія дороги. Въ верхнихъ же частяхъ долинъ дно ихъ сперва переходитъ въ маленькій водяной желобъ, а при самомъ истокѣ переходитъ незамѣтно въ плоскую корытообразную мѣстность.

Какъ только долина кверху дѣлается болѣе ровною, то понятіе о днѣ долины отпадаетъ, и является требованіе провести къ этому дну *горныя дороги*, чтобы ввести вершины горъ и горные хребты въ дорожную сѣть.

При рѣшеніи этой задачи нужно обратить вниманіе на такъ называемыя *сѣдловины*, т. е. такія мѣстности, отъ которыхъ идутъ въ двѣ стороны возвышенія или углубленія. Какъ только линія долинной дороги доведена до той точки, гдѣ она должна перейти въ горную, то слѣдуетъ выяснить, имѣется ли въ предположенномъ направленіи какая нибудь сѣдловина. Сѣдловина всегда представляетъ собою глубокую впадину внутри горнаго хребта, и потому понятно, что ея можно достигнуть съ сравнительно меньшимъ подъемомъ, чѣмъ нужно для болѣе возвышенныхъ вершинъ или хребта. На топографической картѣ, посредствомъ счета промежуточныхъ горизонталей, легко опредѣлить, на сколько данная сѣдловина лежитъ выше надъ точкою, до которой достигла постройка долинной дороги. По картѣ же, при помощи циркуля и масштаба, можно также опредѣлить приблизительно горизонтальное разстояніе обѣихъ точекъ между собою, не по прямой линіи, а по дугѣ, сообразной съ мѣстностью. Отсюда вычисляется, какое паденіе нужно при *прямомъ* соединеніи обѣихъ точекъ одною прямою дорогою и если это паденіе не превышаетъ принятаго максимума (§ 8), то опредѣляется линія, какую нужно отложить въ косомъ направленіи отъ одной горизонтали до другой. Если напримѣръ нужно паденіе въ 4%, то при разстояніи горизонталей въ 5 саженъ для того, чтобы пройти двѣ горизонтали, потребуется длина, опредѣляемая изъ пропорціи $100 : 4 = d : 5$,

откуда $d = \frac{5 \cdot 100}{4} = 125$ саж.; длина эта берется циркулемъ и соотвѣтствующая ей линія обозначается на картѣ.

Если же паденіе, опредѣленное для прямаго соединенія, окажется слишкомъ большимъ, то въ такомъ случаѣ подвигаются и сверху внизъ или снизу вверхъ въ направленіи, соотвѣтствующемъ максимальному паденію, обѣ же полученныя линіи прорѣзываютъ діагонально третьею соединительною, какъ то уже было описано въ началѣ настоящаго параграфа.

Достигши же сѣдловины, отъ нея можно уже подниматься далѣе въ гору въ нѣсколькихъ направленіяхъ. Здѣсь же будетъ всего удобнѣе перейти въ долину, лежащую на другой сторонѣ, такъ что на сѣдловину необходимо вести дорогу, если грузы придется доставлять изъ области одной долины въ область другой, чрезъ водораздѣлъ.

Во всякомъ же случаѣ сѣдловины представляютъ собою очень важные сборные и перекрестные пункты дорожной системы; пользованіе ими весьма существенно для пріобрѣтенія раціональныхъ исходныхъ точекъ дорогамъ, почему при топографической съемкѣ должно обращать на сѣдловины особое вниманіе. Если надъ сѣдловиною лежитъ еще значительная лѣсная площадь, которой желательно открыть доступъ, то могутъ быть проведены по сѣдловинѣ и горизонтальныя дороги въ одномъ направленіи или въ нѣсколькихъ, если только этимъ путемъ сохранится выше дороги еще площадь, достаточно большая для закладки, въ ея пользу, главной дороги.

Научить постройкѣ сѣти главныхъ дорогъ чисто теоретически, безъ достаточнаго принятія въ соображеніе каждаго отдѣльнаго случая, невозможно; поэтому мы должны ограничиться приведенными здѣсь общими соображеніями, а затѣмъ опытность и практическій тактъ должны служить къ предупрежденію близорукихъ проектовъ. Поэтому желательно, чтобы въ проектированіи направленія главныхъ дорогъ принимали участіе одновременно мѣстные чиновники и ревизоры, участіе же сверхъ того особыхъ техниковъ по лѣ-

соустройству часто можетъ служить весьма полезнымъ дополненіемъ *).

**§ 16.** Когда мѣстность прорѣзана достаточнымъ числомъ главныхъ линій, или когда эти линіи проектированы на планѣ, слѣдуетъ приступить къ пополненію сѣти посредствомъ введенія необходимыхъ побочныхъ дорогъ.

Положеніе этихъ дорогъ не всегда зависитъ единственно отъ мѣстности, а обыкновенно обусловливается нахожденіемъ запасовъ, подлежащихъ перевозкѣ.

Что касается до условій мѣстности, то короткія боковыя долины вызываютъ закладку побочныхъ дорогъ къ главнымъ долинамъ. При этомъ нужно обсудить способъ впаденія побочной дороги, а именно наблюдать, чтобы не образовалось слишкомъ острыхъ угловъ, затрудняющихъ поворотъ повозки.

Если подъемъ боковой долины будетъ слишкомъ великъ, то оставляютъ дно долины и отъ точки отправленія подымаются съ допустимымъ процентомъ до той высоты, гдѣ окажется удобная конечная точка или же гдѣ перерѣзана будетъ какая нибудь горная дорога. Кромѣ долинныхъ побочныхъ дорогъ, должно еще провести рядъ побочныхъ горныхъ дорогъ, посредствомъ которыхъ получился бы полный доступъ къ горамъ.

Для раціональнаго проектированія этихъ дорогъ необходимо выяснить себѣ отношеніе между ожидаемымъ ежегоднымъ сбереженіемъ на вытаскиваніи лѣса съ ежегодными процентами на дорожныя затраты, включая въ нихъ и ущербъ отъ занятія дорогою производительной почвы. Но многіе моменты не поддаются *точному* выраженію въ числовыхъ величинахъ и закладка дорогъ представляетъ часто еще и косвенныя выгоды, которыхъ невозможно вовсе перевести на деньги; поэтому здѣсь должно ограничиться составленіемъ примѣрнаго разсчета, достаточнаго для цѣлей практики; идти

*) Для ознакомленія съ подобными дѣйствительно выполненными на большихъ пространствахъ проектами весьма полезно чтеніе «Mühlhausen Wegenetz des Lehrforstreviers Gahrenberg. 1876».

же далѣе этого требованія, производить выкладка съ большею дробностью и точностью, чѣмъ это требуется цѣлями практичными, значило бы пускаться въ область безплодныхъ теоретическихъ спекуляцій. Поэтому на ряду съ разсчетомъ должно дать нѣкоторый просторъ разсужденію и предположенію.

Послѣдующій примѣръ приводимъ для объясненія способа составленія разсчета въ конкретномъ случаѣ.

Пусть 1 пог. сажень побочной дороги обходится въ 60 коп.; при 3%, это соотвѣтствуетъ ежегодному расходу въ 1,8 к. съ сажени; на содержаніе и ремонтъ пусть идетъ 0,6 к. съ сажени, итого въ годъ по 2,4 к. съ сажени или по 1 р. 20 к. съ каждыхъ 50 сажень. Сверхъ того при ширинѣ въ 2 саж. дорога длиною въ 50 сажень занимаетъ площадь въ 100 кв. саж., которая при среднемъ чистомъ доходѣ, положимъ въ 5 р. съ 1 дес. приносила бы ежегодно 20 коп., такъ что всего на каждые 50 саж. дороги ложится ежегодно по 1 р. 40 коп.

Пусть также общее количество отпуска съ 1 дес. составляетъ по 0,75 куб. саж. въ годъ, и пусть на основаніи опыта извѣстно будетъ, что за вытаскиваніе 1 куб. саж. лѣса съ лѣсосѣки надо платить:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| На разстояніи | 12 | саж. . . . . | | 30 | коп. |
| » » | 25 | » . . . . . | | 40 | » |
| » » | 37 | » . . . . . | | 50 | » |
| » » | 50 | » . . . . . | | 60 | » |
| » » | 62 | » . . . . . | | 70 | » |
| » » | 75 | » . . . . . | | 85 | » |
| » » | 87 | » . . . . . | 1 р. | — | » |
| » » | 100 | » . . . . . | 1 » | 15 | » |
| » » | 112 | » . . . . . | 1 » | 30 | » |
| » » | 125 | » . . . . . | 1 » | 50 | » |
| » » | 137 | » . . . . . | 1 » | 70 | » |
| » » | 150 | » . . . . . | 2 » | — | » |

Предположимъ теперь нормально насажденный отрѣзъ, шириною въ 250 саж.; предполагая фигуру квартала пра-

вильную четыреугольную. среднее разстояніе перевозки составитъ 125 саж. и для вытаскиванія на этомъ разстояніи 1 куб. саж. потребуется 1 р. 50 к. При ширинѣ въ 250 с. на каждые 50 с. длины приходится по 5,2 дес., съ которыхъ ежегодно будетъ сниматься по $5{,}2 \times 0{,}75 = 3{,}9$ куб. саж.; за вытаскиваніе этого количества ежегодно придется платить по $3{,}9 \times 1$ р. 50 к. = 5 р. 85 к.

Если же бы эта площадь была раздѣлена пополамъ дорогою, проходящею по срединѣ ширины, то на каждые 50 саж. длины пришлось бы всего по 2,6 дес. съ ежегодною добычею въ 1,95 к. с., на вытаскиваніе которыхъ на разстояніе 62 с., пришлось бы платить $1{,}95 \times 70 = 1$ р. 37 к., и столько же съ другой половины площади, а всего 2 р. 74 к. Слѣдовательно, при проведеніи дороги въ 50 с. длиной, на вытаскиваніи сбережено было бы 5 р. 82—2 р. 74 к = 3 р. 11 к., а такъ какъ проведеніе такой дороги соотвѣтствуетъ ежегодному расходу лишъ въ 1 р. 40 к., то оно принесло бы ежегодно чистаго сбереженія по 3 руб. 11 коп.—1 руб. 40 коп. = 1 р. 71 к. съ 50 саженъ или по 17 р. 10 коп. съ версты.

Понятно, что въ основаніе подобныхъ разсчетовъ можно класть лишъ нормальныя условія, и по нѣкоторомъ размышленіи навѣрно можно вычислить надлежащее разстояніе между дорогами при данной системѣ хозяйства. Разстоянія эти можно назвать раціональными лишъ въ томъ случаѣ, если ежегодное сбереженіе на вытаскиваніи матеріаловъ при уменьшеніи этого разстоянія было бы меньше, ежегоднаго на проведеніе излишнихъ дорогъ, расхода съ прибавкою потери отъ занятія большаго пространства производительной почвы.

Не лишне будетъ замѣтить здѣсь, что уменьшеніе, отъ проведенія дороги, производительной лѣсной почвы нѣсколько вознаграждается увеличеніемъ прироста окрайныхъ деревъ, такъ что при проведеніи узкихъ дорогъ, не препятствующихъ возстановленію современемъ сомкнутости вершинъ, убудетъ полностью лишъ пользованіе отъ прорѣживаній; главная же добыча уменьшится лишъ отчасти.

Изъ предъидущаго станетъ понятно, что мы отказываемся дать опредѣленныя числовыя указанія относительно раціональнаго разстоянія дорогъ между собою. Рѣшеніе этого вопроса можетъ быть достигнуто лишъ на основаніи факторовъ, весьма сильно различающихся по мѣстности.

По той же причинѣ и указанія, встрѣчающіяся по этому предмету, очень различны: Шепплеръ и Денглеръ принимаютъ за среднее разстояніе 100 — 140 с., кургессенская инструкція предписываетъ разстоянія въ горахъ 55—75 с., въ холмистыхъ мѣстахъ 75—100 саженъ и въ равнинахъ 115—135 с.; по Уриху 55—85 с.; по Кайзеру, въ горахъ 45—70 с.; по Мюльгаузену въ равнинахъ 75 с., на покатыхъ склонахъ 55 с. и на очень крутыхъ склонахъ 40 с.; наконецъ Шубертъ даетъ лишъ общія границы отъ 100 до 275 саженъ.

**§ 17.** Кромѣ главныхъ и побочныхъ дорогъ, намъ нужно еще разсмотрѣть направленіе тропинокъ, верховыхъ дорогъ и спусковъ. Построеніе ихъ на картѣ производится во всемъ согласно § 15 и 16. Въ большинствѣ случаевъ, при надлежащей сѣти главныхъ и побочныхъ дорогъ, проведеніе *особыхъ* тропинокъ вовсе не потребуется, и лишъ въ томъ случаѣ, когда дороги заложены съ малымъ процентомъ уклона, можетъ быть желательнымъ проведеніе особыхъ тропинокъ или верховыхъ дорогъ съ бо́льшимъ паденіемъ; такія тропинки будутъ короче и потому могутъ сберечь время лѣсныхъ чиновъ. На основаніи высказанныхъ нами соображеній не можетъ уже быть затрудненія въ проектированіи этихъ третьестепенныхъ путей, о которомъ мы по этому и не будемъ распространяться.

Что же касается до спусковъ, то они проектируются подобно побочнымъ дорогамъ, съ тою лишъ разницею, что спуски примыкаются не къ главнымъ дорогамъ, а къ сплавнымъ ручьямъ или искусственнымъ желобамъ, такъ что проектированіе спусковъ начинается отъ этихъ мѣстъ и ведется вверхъ, съ принятымъ уклономъ.

## ГЛАВА II.

### Провѣшеніе дорожныхъ линій въ натурѣ.

**§ 18.** Въ *равнинахъ* для проведенія дорожныхъ линій достаточно простаго знакомства съ вѣшеніемъ безъ различія того, будетъ ли линія проектирована на картѣ, или же, безъ этой предварительной работы, потребуется въ извѣстныхъ случаяхъ соединить въ натурѣ одною прямою двѣ данныя точки.

**§ 19.** Въ *гористыхъ* же *мѣстахъ*, построеніе дорожной сѣти на картѣ, снабженной горизонталями, ведетъ къ опредѣленію процента уклона, необходимаго для проведенія дороги между двумя точками; для перенесенія же сѣти съ карты въ лѣсъ, нужно съ помощью нивеллирнаго инструмента, устанавливаемаго на любой процентъ уклона, найдти въ натурѣ направленіе, данное на картѣ отъ одной точки отправленія къ другой

Знакомство съ нивеллировкою можетъ быть пріобрѣтено изъ любаго почти учебника низшей геодезіи.

Изъ нивеллировъ мы рекомендуемъ легкіе инструменты безъ зрительной трубы, и въ особенности зеркальный высотомѣръ Фаустмана. Его большое преимущество состоитъ въ отсутствіи штатива, а слѣдовательно въ легкости переноски и употребленія. Кромѣ того, придѣлка зеркала дѣлаетъ возможнымъ производство отсчитыванія одновременно съ визированіемъ.

Сперва становятся на начальную точку съ инструментомъ, установленнымъ на требуемое паденіе, а помощника посылаютъ шаговъ на 20 впередъ въ вѣроятномъ направленіи дороги; помощникъ этотъ устанавливаетъ рейку съ мѣткою, соотвѣтствующею высотѣ инструмента. Затѣмъ направляютъ помощника въ гору или подъ гору до тѣхъ поръ, пока онъ не очутится на той точкѣ, на которой визированіе на мѣтку даетъ нужный уклонъ. Эту точку обозначаютъ столбомъ и переходятъ на нее, а помощника посылаютъ далѣе впередъ въ вѣроятномъ направленіи линіи.

Когда онъ подвинется на такое разстояніе, при кото-

ромъ еще можно удобно визировать, отъискивается слѣдующая точка мѣстности, которая должна служить уровнемъ закладываемой дороги, тѣмъ же путемъ, какъ и первая точка, заставляя помощника подвигаться въ гору или подъ гору до тѣхъ поръ, пока инструментъ не покажетъ требуемой величины паденія. Такимъ же образомъ проходятъ по всей дорожной линіи до конечной точки, уже нанесенной на карту.

Лишъ въ рѣдкихъ случаяхъ удается выйдти какъ разъ на конечную точку; обыкновенно выходятъ нѣсколько выше или ниже. Въ этомъ случаѣ слѣдуетъ съ конечной точки пройдти обратно и произвести провѣшеніе, принявъ увеличеніе или уменьшеніе нормы паденія на 1—2%, на такомъ разстояніи, пока опредѣленная въ натурѣ первая линія не совпадетъ со второю. Колебанія въ отношеніяхъ паденія при этомъ настолько незначительны, что не имѣютъ существеннаго вліянія на положеніе дорожной линіи. Если при первоначальномъ провѣшиваніи выходятъ ниже конечной точки и затѣмъ приходится возвращаться, принявъ увеличеніе нормы паденія на нѣсколько процентовъ, то не слѣдуетъ назначать наивысшую норму процента слишкомъ боязливо.

Если при провѣшиваніи выходятъ на значительное разстояніе отъ искомой точки, такъ что оказывается неудобнымъ исправить первое провѣшеніе способомъ описаннаго обратнаго движенія, то сама карта невѣрна и ее прежде всего нужно исправить. Отъискиваніе линіи по описанному способу, если она идетъ черезъ густой кустарникъ, требуетъ лишняго рабочаго для прочистки лѣса, причемъ онъ же заготовляетъ и нужные столбики. Предпочитаютъ нерѣдко, сразу и измѣрять длину провѣшиваемой линіи и раздѣлять ее на равныя части, особенно гдѣ предстоитъ мало работы по очисткѣ линіи отъ лѣса, какъ напр. при закладкѣ пѣшеходныхъ тропинокъ, съ тѣмъ чтобы сразу сдать въ подрядъ съ погонной сажени работы по намѣченной линіи. Раздѣльныя точки такія не должны лежать на возвышеніи

или въ углубленіи, а соотвѣтствовать среднему паденію. Чѣмъ волнистѣе мѣстность, тѣмъ короче должны быть отдѣльныя части дорожной линіи, съ тѣмъ чтобы послѣдняя возможно больше примыкала ко всѣмъ извилинамъ мѣстности. Если при провѣшиваніи представляются препятствія сооруженію дорогъ, напр. скалы, болотистыя мѣста, почвенныя котловины и т. п., то простымъ средствомъ обойдти эти препятствія является установка инструмента выше или ниже даннаго препятствія и обратное движеніе, при увеличенномъ или уменьшенномъ процентѣ паденія, до тѣхъ поръ, пока не достигнется первоначальная линія.

**§ 20**. Хотя при правильномъ производствѣ дорожныхъ сооруженій принято проектировать отдѣльныя дороги на хорошихъ топографическихъ картахъ и затѣмъ уже обозначать ихъ направленіе на мѣстности, однако въ большинствѣ случаевъ до сихъ поръ обходятся при проведеніи большей части дорогъ *безъ* топографическихъ картъ.

Приступая къ подобнымъ работамъ, необходимо самое точное знаніе мѣстности, направленій сбыта лѣса, сѣти существующихъ дорогъ, такъ какъ всѣ названныя обстоятельства въ высокой степени вліяютъ на соотвѣтствіе закладки отдѣльной дороги.

Изучившій всѣ эти условія будетъ въ состояніи обсудить, въ какомъ мѣстѣ предполагаемая къ сооруженію дорога должна примкнуть къ уже существующей, въ какомъ направленіи ее слѣдуетъ вести и гдѣ она должна начаться.

При отысканіи дорожной линіи могутъ быть два существенно различныхъ случая:

а) Начальная и конечная точки даны.

б) Опредѣлена только конечная точка дороги, а начальную приходится опредѣлить самому.

Въ первомъ случаѣ прежде всего нужно узнать разницу въ высотѣ двухъ данныхъ точекъ, а также и длину, которую бы имѣла прямая линія, соединяющая обѣ точки, если ее измѣрить, примѣняясь къ извилинамъ почвенной поверхности. При этомъ для *точнаго* опредѣленія разности высотъ

слѣдуетъ произвести нивеллировку точнымъ нивеллиромъ, а длину измѣрить цѣпью.

Въ большинствѣ же случаевъ, по нашимъ опытамъ, въ мѣстностяхъ лѣсистыхъ, мѣшающихъ дальней визировкѣ, оказывается совершенно достаточнымъ примѣненіе слѣдующаго простаго способа:

Съ однимъ изъ простыхъ инструментовъ, снабженныхъ отвѣсомъ, становятся на конечную точку и по направленію къ начальной точкѣ посылаютъ помощника съ рейкой, на которой обозначена высота инструмента (при употребленіи высотомѣра Фаустмана высота глаза наблюдателя), на такое разстояніе, при которомъ еще удобно визировать, отчитываютъ процентъ паденія, записываютъ его и длину, измѣренную шагами; такимъ же образомъ продолжаютъ идти дальше по вѣроятному направленію дороги.

Полученныя данныя можно сопоставить слѣдующимъ образомъ:

| a Точка стоянія. | b Длина въ шагахъ. | c Паденіе въ %. | | d Абсолютный подъемъ въ шагахъ. | | Примѣчанія. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | + | − | + | − | |
| 0 — 1 | 50 | 6 | — | 3,0 | — | |
| 1 — 2 | 40 | — | 3 | — | 1,2 | $100 : 6 = 50 : x$ |
| 2 — 3 | 70 | 7 | — | 4,9 | — | $\left(x = \frac{6 \times 50}{100}\right)$ |
| 3 — 4 | 80 | 4 | — | 3,2 | — | |
| 4 — 5 | 30 | 5 | — | 1,5 | — | |
| 5 — 6 | 50 | 4 | — | 2,0 | — | |
| Итого | 320 | — | — | 14,6 | 1,2 | |

вычитается 1,2

общій подъемъ 13,4

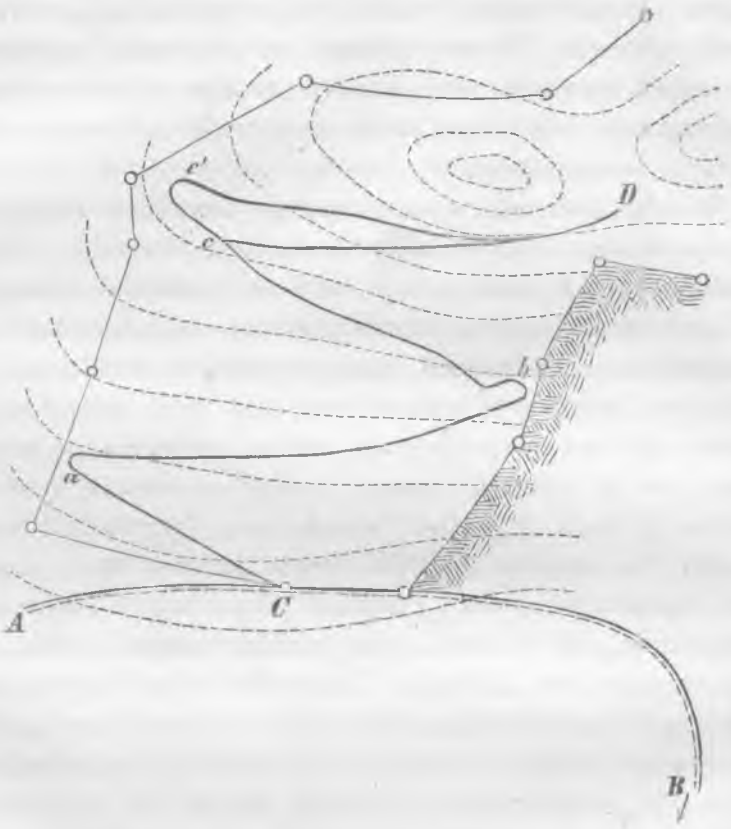
Линія представляетъ собою длину въ 320 шаговъ и разницу въ высотахъ конечной и начальной точекъ въ 13,4; средній процентъ подъема опредѣляется по пропорціи $(320 : 13{,}4 = 100 : x) = \frac{1340}{320} = 4{,}2$, круглымъ числомъ 4% или $4\frac{1}{4}$%; двигаясь обратно, можно тотчасъ же опредѣ-

лить въ натурѣ дорожную линію. Съ теоретической точки зрѣнія можно конечно возразить на это, что способъ этотъ только тогда можетъ дать вѣрные результаты, когда искомая вторая линія имѣетъ одинаковую длину съ первою линіею, которою пользовались. Это совершенно справедливо, но не имѣетъ практическаго значенія, если только не задаются опредѣленіемъ паденія съ точностью до десятыхъ долей процента. Такую точность мы считаемъ излишнею для цѣлей практики; мы думаемъ, что при первоначальномъ отъискиваніи дорожныхъ линій совершенно достаточна точность до полупроцента.

Еслибы найденное среднее паденіе оказалось слишкомъ значительнымъ и положеніе начальной и конечной точекъ проектированной линіи нельзя бы было измѣнить, то остается лишъ начать работы придерживаясь опредѣленныхъ по § 8 наибольшихъ паденій, одновременно съ низшей конечной точки кверху и съ верхней конечной точки книзу, перерѣзавъ обѣ эти линіи третьею линіею, имѣющею то же паденіе, или въ срединѣ между двумя конечными точками или въ другомъ удобномъ мѣстѣ (напр. на плоской площадкѣ). На точкахъ перерѣза линіи должны быть соединены соотвѣтственными кривыми. Если высота настолько значительна, что до нея двумя кривыми нельзя подняться, то повторяютъ это дѣйствіе. Послѣдній случай встрѣчается часто при мелкомъ лѣсовладѣніи, какъ это видно изъ рис. 3. Направленіе сбыта для лѣсныхъ продуктовъ, подлежащихъ перевозкѣ, примыкаетъ къ столбовой дорогѣ $AB$. Конечную точку предполагаемой къ сооруженію дороги нужно будетъ во всякомъ случаѣ опредѣлить тамъ, гдѣ такая столбовая дорога соприкасается съ лѣсомъ и притомъ на высшей точкѣ дороги столбовой, именно въ $C$. Изъ рисунка видно, что лѣсовозная дорога должна подняться до сѣдловины въ точкѣ $D$; положимъ, что изслѣдованія показали, что паденіе слишкомъ велико, если провести прямую дорожную линію отъ $C$ къ $D$; въ этомъ случаѣ отыскиваютъ направленіе дороги, начиная отъ $C$ и принимая въ основаніе допустимое наивысшее па-

деніе, положимъ въ 7%. У точки *a* достигается граница и является необходимость взять направленіе на *b*, закруглivъ дорогу у *a;* отъ *b* у границы берутъ направленіе на *c*, закруглivъ снова дорогу соотвѣтственной кривою. Отъ точки *D* линія провѣшивается книзу и пересѣкаетъ линію, подни-

Рис. 3.

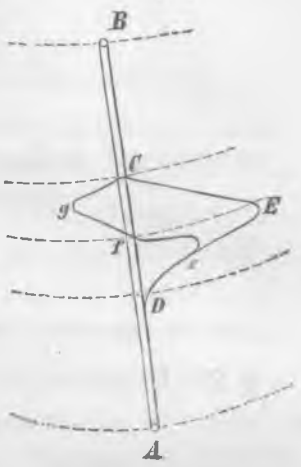



мающуюся отъ *b*, уже въ точкѣ *c*, но такъ какъ точка *c'*, вслѣдствіе своего положенія на плоской площадкѣ, удобнѣе для проведенія кривой, то и продолжаютъ вѣшеніе отъ *c* до *c'*, округляютъ дорогу у *c'* и соединяютъ *c'* съ *D*, причемъ на послѣднемъ разстояніи получается нѣкоторое уменьшеніе паденія.

При подобныхъ работахъ нерѣдко случается, что квартальная просѣка представляетъ на большей части своего протяженія паденіе, удобное для закладки дороги, но мѣстами

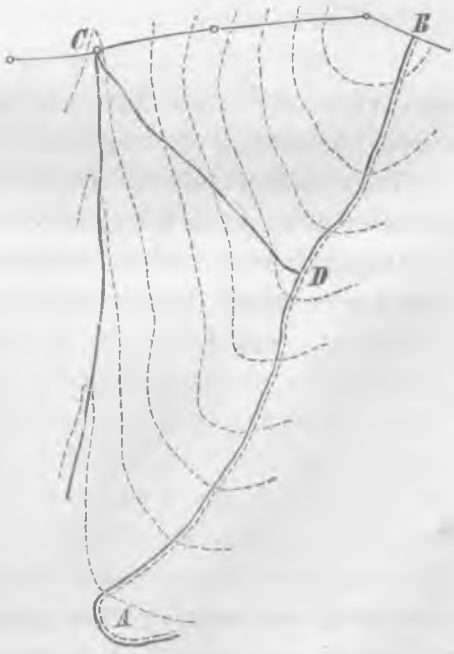
является крутизна, неудобная для проведенія дороги. Въ этомъ случаѣ, какъ это видно на рис. 4, гдѣ $CD$ представляетъ собою непроѣздное мѣсто, начинаютъ отъ $C$ книзу и отъ $D$ кверху отыскивать инструментомъ, принимая допустимое наибольшее паденіе, двѣ дорожныя линіи, которыя пересѣкаются въ $E$, гдѣ и нужно заложить соотвѣтственную кривую. Съ еще меньшимъ уклоненіемъ отъ прямой квартальной линіи можно было бы провѣшать линіи $De\,f\,g\,C$.

Рис. 4.




*b*. Если при отыскиваніи дорожныхъ линій дана только одна конечная точка, относительно другой же конечной точки допускается извѣстное ея передвиженіе въ томъ или другомъ направленіи, то въ виду возможно бо́льшаго сокращенія дорожной линіи начинаютъ съ данной точки провѣшивать линію, прямо принимая наивысшее допустимое паденіе и представляютъ случаю опредѣлить, въ какой точкѣ кончится вѣшеніе.

Рис. 5.




Подобнаго рода опредѣленіе дорожной линіи представляетъ собою рис. 5, если мы имѣемъ передъ собою задачу построить изъ части лѣса, лежащаго по лѣвую сторону столбовой дороги $AB$, лѣсовозную дорогу, которая должна примкнуть къ столбовой дорогѣ. Въ этомъ случаѣ очевидно выберутъ

крайнюю точку — начальною точкою лѣсовозной дороги и съ нея начнутъ провѣшеніе дороги, которая въ точкѣ $D$ и примкнетъ къ пролегающей столбовой дорогѣ $AB$.

## ГЛАВА III.

## Округленіе найденныхъ направленій соотвѣтственными кривыми.

### 1-й Отдѣлъ.

**Простое округленіе тупыхъ угловъ въ направленіяхъ дорогъ.**

**§ 21.** Направленія дороги, найденныя и обозначенныя въ лѣсу по вышеизложеннымъ способамъ, представляютъ собою рядъ прямыхъ линій, сходящихся въ большинствѣ случаевъ подъ тупымъ угломъ. Нерѣдко является необходимымъ произвести закругленіе двухъ линій, сходящихся подъ тупымъ угломъ, какъ это видно на рис. 6, гдѣ закругленія обозначены пунктиромъ.

Рис. 6.

Такое закругленіе не представляетъ затрудненія въ незначительныхъ углахъ и производится обыкновенно на глазъ.

Опредѣляемыя кривыя являются здѣсь обыкновенно дугами круга, рѣже дугами параболы; соотвѣтствующія прямыя дорожныхъ линій являются въ этомъ случаѣ тангенсами соотвѣтственныхъ кривыхъ. Противуположныя кривыя (контркурвы), какъ напр. $a$ и $b$ на рис. 7 должны быть соединены между собою прямою линіею $c$, длина которой должна по крайней мѣрѣ равняться длинѣ самой большой

Рис. 7.

повозки, которой пришлось бы проѣхать по закладываемой дорогѣ.

## 2-й Отдѣлъ.

### Провѣшеніе кривыхъ съ возможно меньшимъ радіусомъ.

*а*) **Опредѣленіе наименьшихъ допускаемыхъ радіусомъ кривой.**

**§ 22.** Хотя и стремятся къ проведенію возможно большихъ соединительныхъ дугъ въ прямыхъ дорожныхъ линіяхъ, тѣмъ не менѣе, во избѣжаніе значительныхъ земляныхъ работъ, а также во избѣжаніе постройки защитныхъ стѣнъ на значительномъ разстояніи въ гористыхъ мѣстностяхъ, слѣдуетъ величину радіусовъ дугъ ограничивать возможно наименьшею величиною.

Величина этаго такъ называемаго наименьшаго радіуса зависитъ:

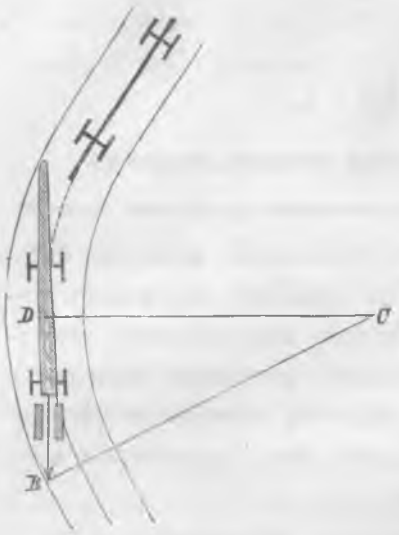
1) отъ длины нагруженной повозки, включая сюда и длину запряжки;

2) отъ ширины дороги;

3) отъ типа повозки, въ особенности отъ величины угла, подъ которымъ передняя ось можетъ быть повернута къ длиннику повозки. Наименьшая величина радіуса требуется для двухколесныхъ повозокъ; для поворота ихъ требуется въ соотвѣтственномъ мѣстѣ дороги ширина, лишъ немногимъ превышающая длину повозки. Наибольшій радіусъ кривыхъ требуется при провозѣ длиннаго лѣса на составныхъ повозкахъ (роспускахъ).

Какимъ образомъ опредѣлять вычисленіемъ допустимый наименьшій радіусъ, видно изъ нижеслѣдующаго разъясненія. Если предположить, что направленіе тяги въ кривыхъ представляетъ собою касательную соотвѣтственной дуги и что при движеніи повозки внѣшнее колесо и внѣшняя лошадь не должны сойти съ каменной дорожной настилки, то наименьшій радіусъ опредѣляется слѣдующимъ вычисленіемъ. По рис. 8, если $R$ составляетъ средній радіусъ кривой, $L$ длину повозки, $B$—ширину дороги, будетъ:

Рис. 8.




$$BC = R + \frac{B}{2}$$

$$DC = R$$

$$BD = \frac{L}{2}$$

Но $DC^2 = BC^2 - BD^2$, слѣдовательно

$$R^2 = \left(R + \frac{B}{2}\right)^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$R^2 = R^2 + BR + \frac{B^2}{4} - \frac{L^2}{4}$$

$$BR = \frac{L^2 - B^2}{4}$$

$$R = \frac{L^2}{4B} - \frac{B}{4}$$

Въ этой формулѣ $\frac{B}{4}$, въ виду его малаго значенія сравнительно съ $\frac{L^2}{4B}$, можно въ большинствѣ случаевъ опустить и тогда для опредѣленія наименьшаго радіуса является простая и вмѣстѣ съ тѣмъ достаточно точная формула $\frac{L^2}{4B}$ *).

Такъ какъ по этой формулѣ всякое увеличеніе $B$ имѣетъ существенное вліяніе на уменьшеніе $R$, то отсюда слѣдуетъ, что для полученія возможно меньшихъ радіусовъ кривой полезно расширять дорожное полотно всегда внутри *кривой*. Болѣе старая формула, примѣнявшаяся часто въ прежнее время для опредѣленія наименьшихъ кривыхъ, выражалась слѣдующимъ образомъ: $R = \frac{L^2}{2B} - \frac{B}{2}$. Выводится она такъ:

Въ рис. 9-мъ повозка и грузъ представлены линіею $AD = AB$. Здѣсь кривая проведена такъ, что когда одинъ конецъ этой прямой линіи коснется края дороги, другой конецъ ея будетъ занимать еще средину дороги.

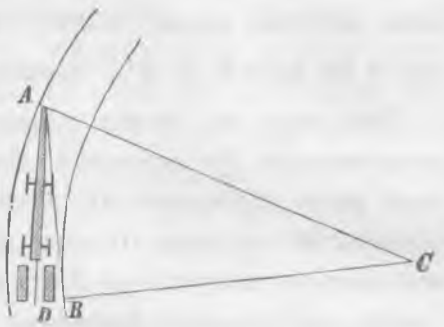
Изъ рисунка, въ которомъ $BC = R$ **), $AC = R + B$ и $AB = L$, видно, что $BC^2 = AC^2 - AB^2$, откуда $R^2 = (R+B)^2 - L^2$ и $R^2 = R^2 + 2BR + B^2 - L^2$, и наконецъ $R = \frac{L^2}{2B} - \frac{B}{2}$.

*) Эта формула приведена въ Waldwegebau Шуберга. Раньше этого она намъ не попадалась, такъ что мы едва ли ошибемся, приписавъ Шубергу заслугу ея вывода.

**) Здѣсь $R$ означаетъ внутренній радіусъ кривой.

Величину $\frac{B}{2}$, по ея малому значенію сравнительно съ величиною $\frac{L^2}{2B}$, можно въ большинствѣ случаевъ отбросить. Взглядъ на рисунокъ указываетъ намъ, что движеніе повозокъ въ дѣйствительности гораздо менѣе стѣснено и что при опредѣленіи наименьшаго радіуса по этой формулѣ получаются слишкомъ большіе размѣры, хотя и очень удобные въ хозяйствѣ, но за то обусловливающіе существенное увеличеніе издержекъ на сооруженіе, въ особенности въ гористыхъ мѣстностяхъ.

Рис. 9.




Мы рекомендуемъ формулу Шуберга $R = \frac{L^2}{4B}$, оказавшуюся по опыту вполнѣ цѣлесообразною и достаточно точною. Формула $R = \frac{l^2}{2B}$ заставила отнестись къ ней съ сомнѣніемъ, когда увидѣли, что повозки, нагруженныя длиннымъ лѣсомъ, удобно проѣзжали по кривымъ, радіусъ которыхъ далеко не соотвѣтствовалъ формулѣ.

Для опредѣленія наименьшихъ радіусовъ кривой слѣдуетъ такимъ образомъ въ данныхъ случаяхъ узнать размѣры употребительнѣйшихъ повозокъ и наибольшую длину стволовъ древесныхъ, которые придется провозить по кривой, и затѣмъ приступить къ вычисленію.

Положимъ, что повозка для дровъ, вмѣстѣ съ оглоблей, т. е. упряжкой, имѣетъ длину въ 3 сажени; сооружаемая дорога должна имѣть ширину въ 2 сажени. Въ такомъ случаѣ $R$ будетъ

$$\frac{3 \times 3}{4} = 2^1/_4 \text{ сажени.}$$

Если бы ширина дороги была лишъ $1^1/_2$ сажени, то радіусъ составилъ бы уже бо́льшую величину, именно

$$\frac{3 \times 3}{2^1/_4} = 4 \text{ сажени.}$$

Въ повозкахъ, нагруженныхъ долготьемъ, размѣръ въ

длину самаго длиннаго ствола вмѣстѣ съ упряжкою составляетъ, положимъ, 15 саженъ. При ширинѣ дороги въ 2 сажени кривая должна бы имѣть радіусъ въ $\frac{15 \times 15}{4} = 56{,}2$ сажени, который однако можно уменьшить, при расширеніи дороги въ кривой до $2^1/_2$ саженъ, до $\frac{15 \times 15}{5} = 45$ саженъ.

Такъ какъ въ лѣсахъ очень рѣдко ведется хозяйство исключительно на дровяной лѣсъ, напротивъ того почти вездѣ видно стремленіе къ сбыту подѣлочнаго лѣса, то въ большинствѣ случаевъ будетъ правильнѣе при опредѣленіи наименьшихъ радіусовъ не брать въ основаніе разсчета лишь повозки, нагруженныя дровянымъ лѣсомъ, исключая конечно тѣхъ лѣсовъ, гдѣ ведется низкоствольное хозяйство, которое остается такимъ же и на будущее время.

На рисункѣ повозка съ запряжкой представлена прямою линіею; чѣмъ бо́льшій поворотъ можетъ сдѣлать передняя ось, тѣмъ болѣе укорочивается та длина $L$, которая еще допускается и при которой уже повозка касается края настилки. Если по этому повозка допускаетъ поворотъ до угла примѣрно въ 40°, какъ это и достигается въ повозкахъ, нагруженныхъ долготьемъ, еще и тогда, когда задняя ось расположится, сравнительно съ переднею осью, подъ противуположнымъ угломъ къ длинѣ повозки, то нѣтъ надобности принимать для величины $L$ размѣръ въ длину самаго длиннаго ствола и длину повозки съ запряжкою, а достаточно считать $L$ равною наиболѣе длинному стволу, вслѣдствіе чего получается и соотвѣтственно уменьшенный наименьшій радіусъ *).

*b*) **Опредѣленіе точекъ кривой въ натурѣ.**

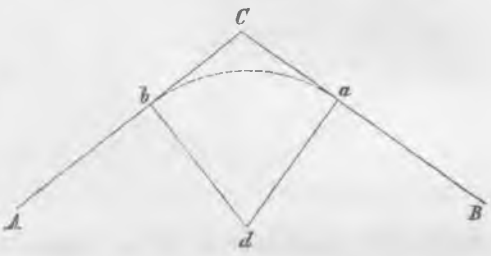
**§ 23.** Для опредѣленія дуговой линіи на мѣстности необходимо наносить ее такими малыми частями, чтобы каж

*) Весьма интересныя подробности о теоретическихъ основахъ радіусовъ кривыхъ находятся въ сочиненіяхъ Шуберга и Эд. Гейера о лѣсовозныхъ дорогахъ и въ статьѣ Эд. Гейера о томъ же предметѣ напечатанной въ Tharander Jahrbuch за 1876 годъ. Наше изложеніе ничего новаго не представитъ для инженера-строителя, но не для нихъ наша книга и писана, а для лѣсничихъ-практиковъ.

дая такая часть могла бы быть разсматриваема какъ прямая, безъ ущерба точности проведенія дуги.

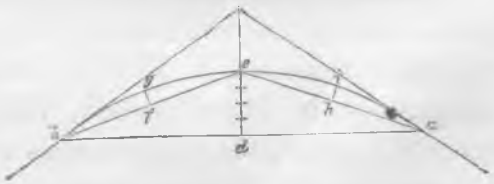
Въ дугахъ незначительной величины можно во многихъ случаяхъ опредѣлять отдѣльныя точки по глазомѣру, что очень легко при нѣкоторомъ навыкѣ. Если навыка нѣтъ, то на ровныхъ мѣстностяхъ, не слишкомъ заросшихъ лѣсомъ, можно дѣйствовать такимъ образомъ, что, если $AC$ и $BC$ на рис. 10 обозначаютъ прямыя направленія дорожныхъ линій, въ точкахъ $b$ и $a$, гдѣ дуговая линія отходитъ отъ прямыхъ, возстановляютъ перпендикуляры, пересѣкающіеся въ точкѣ $d$; отъ точки $d$ мѣрною цѣпью или веревкою описываютъ дугу съ радіусомъ $bd$ или $ad$ и такимъ образомъ опредѣляютъ направленіе дуги на мѣстности.

Рис. 10.



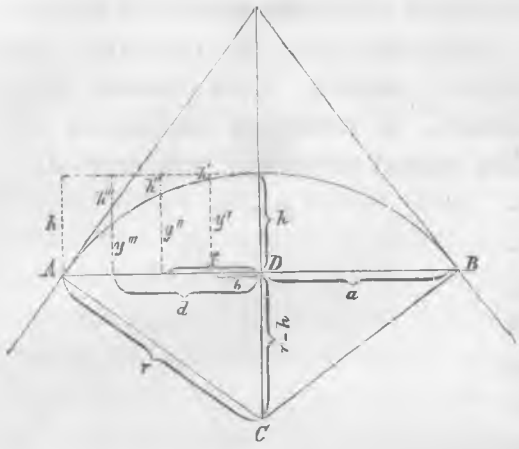

Если невозможно приступить на мѣстности къ точкѣ $d$, то можно дѣйствовать слѣдующимъ образомъ. Отмѣривши $bc = ac$, соединяютъ точки $a$ и $b$, дѣлятъ линію на двѣ половины въ точкѣ $d$ и возстановляютъ перпендикуляръ $dc$. Перпендикуляръ этотъ раздѣляютъ снова на двѣ половины въ точкѣ $e$, проводятъ линію $be$ и $ae$ и въ срединѣ этихъ двухъ вспомогательныхъ линій возстановляютъ перпендикуляры $fg$ и $hi$, равныя $^1/_4$ $de$. Пять точекъ $bgeia$ лежатъ въ линіи дуги и опредѣляютъ дугу довольно точно. Если бы этого оказалось недостаточнымъ, то можно продолжать дѣйствовать тѣмъ же способомъ, проводя прямыя $bg$, $ge$, $ei$ и $ia$, возстановляя въ срединѣ ихъ перпендикуляры, равныя $^1/_4$ длины $fg$, или $hi$, получая такимъ образомъ 4 новыя точки искомой дуги. Способъ этотъ называется *четвертованіемъ*.

Рис. 11.



Если требуется опредѣлить детальныя точки кривой съ примѣненіемъ извѣстнаго опредѣленнаго радіуса, то можно пользоваться слѣдующими способами.

Рис. 12.




Обѣ точки касательной $A$ и $B$ въ рис. 12 соединяются прямою $AB$; она раздѣляется пополамъ въ точкѣ $D$ и въ ней возстановляется перпендикуляръ. Затѣмъ $AD$ раздѣляется на $n$ равныхъ частей. Чтобы опредѣлить величину $h$, у насъ

$$r^2 = a^2 + (r-h)^2$$

$$r - h = \sqrt{r^2 - a^2}$$

$$h = r - \sqrt{r^2 - a^2}$$

Такимъ же путемъ вычисляютъ и $h'$ изъ $r^2 = b^2 + (r-h')^2$, при чемъ $h' = r - \sqrt{r^2 - b^2}$; точно также

$$h'' = r - \sqrt{r^2 - c^2}$$

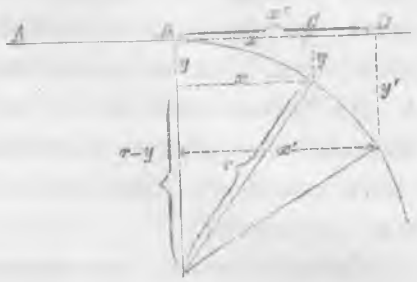
$$h''' = r - \sqrt{r^2 - d^2}$$

Такимъ образомъ величины перпендикуляровъ, $y'$, $y''$ и $y'''$, необходимыхъ для опредѣленія точекъ дуги, находятся вычитаніемъ величинъ $h'$, $h''$ и $h'''$ изъ величины перваго перпендикуляра $h$. Этотъ способъ, такъ называемый *хордовый* способъ, можетъ быть примѣняемъ въ открытомъ полѣ, безъ предварительной геометрической съемки дорожныхъ линій. Примѣненіе его впрочемъ обусловливается такимъ характеромъ мѣстности, при которомъ съ точки $A$ видна точка $B$ и линія между этими двумя точками можетъ быть безъ затрудненія измѣрена и раздѣлена.

Если предстоитъ задача проложить кривую отъ точки $B$ прямой линіи соприкасающеюся въ этой точкѣ дуговою линіей опредѣленнаго радіуса, то $AB$ удлиняютъ произвольно

до точки $C$. Величина возстановленнаго въ этой точкѣ перпендикуляра, при помощи котораго хотятъ опредѣлить ближайшую точку дуги, вычисляется изъ величины радіуса ($r$) и абсциссы $BC$ ($x$) слѣдующимъ образомъ:

Рис. 13.



$r^2 = x^2 + (r-y)^2$; отсюда

$r - y = \sqrt{r^2 - x^2}$, а

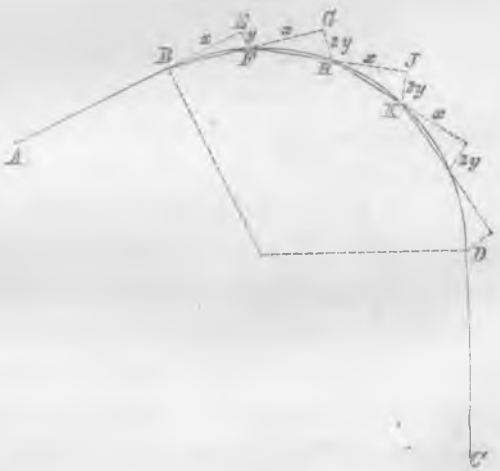
$y = r - \sqrt{r^2 - x^2}$

Подобнымъ же образомъ находятъ и ординату $y'$ ближайшей точки дуги изъ абсциссы $x'$ и радіуса $r$:

$$y' = r - \sqrt{r^2 - x'^2} \text{ и т. д.}$$

При сооруженіи дорогъ въ гористой мѣстности часто случается, что крутые склоны, горные хребты или воды не позволяютъ примѣнять или по крайней существенно затрудняютъ примѣненіе описанныхъ способовъ опредѣленія на мѣстности детальныхъ точекъ кривой. Въ этомъ случаѣ удобно примѣнять слѣдующій способъ:

Рис. 14.



Въ рис. 14 прямыя дорожныя линіи $AB$ и $CD$ нужно соединить дуговою линіею. Въ этомъ случаѣ удлиняютъ линію $AB$ за точку $B$ на произвольное, болѣе короткое чѣмъ $AB$, разстояніе $BE$ ($= x$). Въ точкѣ $E$ возстановляютъ перпендикуляръ $EF = y$, величина котораго вычисляется по вышеприведенной формулѣ $y = r - \sqrt{r^2 - x^2}$.

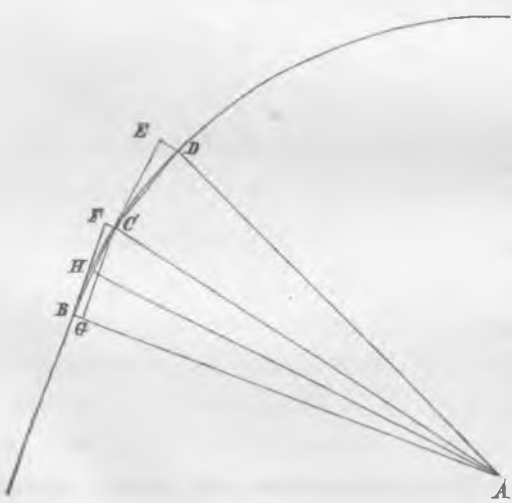
Затѣмъ линія $BF$ удлиняется на величину $x$ до точки $G$ и въ этой точкѣ возстановляютъ перпендикуляръ $GH = 2\,y$. Такимъ же образомъ удлиняютъ линію $FH$ на величину $x$ до точки $J$, возстановляютъ въ послѣдней перпендикуляръ

$= 2\ y$ и находятъ этимъ путемъ точку $k$. Такъ продолжается до линіи $DC$; если не попадаютъ въ точку $D$ и нельзя слиться съ прямымъ направленіемъ $DC$ въ другой точкѣ, то приходится измѣнять измѣренія $BE$ и $EF$ до тѣхъ поръ, пока не послѣдуетъ означенное совпаденіе.

Въ большинствѣ же случаевъ можно послѣднюю точку нѣсколько передвинуть и помочь дѣлу глазомѣромъ, при чемъ этимъ способомъ обыкновенно получаются быстрые и точные результаты.

Способъ этотъ, называемый *координатнымъ способомъ*, представляетъ наибольшія преимущества въ практикѣ. Провѣшеніе линій по этому способу наименѣе затруднительно, такъ что измѣреніе производится гораздо удобнѣе, чѣмъ при вышеописанномъ хордовомъ способѣ, при которомъ, изъ за встрѣчающихся препятствій мѣстности, часто оказывается невозможнымъ провѣшить и измѣрить хорду безъ большой потери времени на вспомогательные пріемы.

Рис. 15.




Въ координатномъ способѣ второй перпендикуляръ, такъ называемый внѣшній перпендикуляръ, какъ мы видѣли выше, *вдвое* больше ординаты первой дуговой точки. Слѣдуетъ доказать, почему это такъ

По рис. 15 $< ECA$ представляетъ собою внѣшній уголъ на вершинѣ треугольника $CHA$; слѣдовательно здѣсь существуетъ уравненіе:

$< ECA = < CHA + < CAH = 90° + < CAH$. Вычитая отсюда $< DCA = 90° - < CA\ H$*), получаемъ $< ECD = 2$

*) $< DCA$ слѣдуетъ считать равнымъ $< HCA$, такъ какъ $BF$ по предположенію $= CF$, обѣ же линіи вслѣдствіе малости угловъ $FBC$ и $ECD$

$< CAH = < CAB$, далѣе $< CGA = 90°$ и $CED = 90°$, слѣдовательно $\triangle CED \infty \triangle AGC$, а также и $ED : DC = GC : CA = sin. < CAB : 1$; слѣдовательно:

1) $ED = DC.\ sin. < CAB.$

Но въ треугольникахъ $BFC$ и $AHC$ $< BFC = 90°$ и $< CHA = 90°$, а $FBC = 90° - < FCB = 90° - < CBA$ или $= < HAB = < HAC$. Слѣдовательно и $\triangle CFB \infty \triangle CHA$, откуда $FC : BC = HC : CA$ или $sin.\ ^1/_2 < CAB : 1$; слѣдовательно:

2) $FC = BC\ sin.\ ^1/_2 < CAB.$

Если теперь $CAB$ представляетъ собою уголъ малой величины, то можно безъ большой ошибки принять $sin. < CAB = 2.\ sin. < ^1/_2\ CAB$ и тогда изъ соединенія двухъ уравненій 1) и 2) получается:

$$\frac{ED}{2\ DC} = \frac{FC}{BC},$$ а такъ какъ здѣсь

$DC$ и $BC$ взаимно уничтожаются, то

$$\frac{ED}{2} = FC$$ или наоборотъ

$ED = 2\ FC$, т. е. *внѣшній перпендикуляръ равенъ двойной величинѣ ординаты первой дуговой точки.*

Это положеніе считается точнымъ для 3 десятичныхъ знаковъ, пока $< CAB$ не превышаетъ 2° и для 2 десятичныхъ знаковъ, пока $< CAB$ не превышаетъ 5°.

Отсюда видно, что для возможно точнаго опредѣленія дуговыхъ точекъ не слѣдуетъ выбирать слишкомъ большихъ ординатъ. Мы думаемъ, что въ малыхъ кривыхъ практичнѣе всего выбирать ординаты лишъ въ 1 или $1^1/_2$ сажени.

Перпендикуляры возстановляются экеромъ; при меньшей степени точности можно ограничиться и глазомѣромъ.

Во избѣжаніе вычисленія величины ординатъ при данной длинѣ абсциссъ и радіуса, предназначеннаго для кривой, мы для практическаго употребленія составили нижеслѣдующую таблицу въ которой прямо приведены соотвѣтствующія величины:

---

съ принадлежными хордами $BC$ и $CD$, довольно тождественны, а слѣдовательно и углы, соотвѣтствующіе этимъ хордамъ, такъ что треугольники $DAC$ и $CAB$ довольно точно совпадаютъ другъ съ другомъ. Для такого предположенія необходимо, чтобы косинусъ и радіусъ, въ данномъ случаѣ $FB$ и $BC$, а также $EC$ и $DC$, представляли разницу въ 1 процентъ лишъ при 8°.

**Таблица для проведенія дугъ опредѣленнаго радіуса.** (Если радіусъ $= r$, а данная длина абсциссъ $= a$, то ордината $b$ первой дуговой точки $= r - \sqrt{r^2 - a^2}$, а внѣшній перпендикуляръ $= 2\ b$).

| при $r =$ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| и абсциссѣ $a =$ | оказываются ординаты $b =$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,27 | 0,17 | 0,13 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 | 2,00 | 0,76 | 0,54 | 0,42 | 0,34 | 0,29 | 0,25 | 0,24 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | — | — | — |
| 3 | — | 3,00 | 1,35 | 1,00 | 0,80 | 0,68 | 0,58 | 0,52 | 0,46 | 0,42 | 0,38 | 0,35 | 0,33 | 0,30 | 0,28 | 0,27 | 0,25 |
| 4 | — | — | 4,00 | 2,00 | 1,53 | 1,26 | 1,07 | 0,94 | 0,84 | 0,75 | 0,69 | 0,63 | 0,58 | 0,54 | 0,51 | 0,48 | 0,45 |
| 5 | — | — | — | 5,00 | 2,68 | 2,10 | 1,76 | 1,52 | 1,34 | 1,20 | 1,09 | 1,00 | 0,92 | 0,86 | 0,81 | 0,75 | 0,71 |
| 6 | — | — | — | — | 6,00 | 3,61 | 2,71 | 2,29 | 2,00 | 1,78 | 1,61 | 1,47 | 1,35 | 1,25 | 1,17 | 1,09 | 1,03 |
| 7 | — | — | — | — | — | 7,00 | 4,13 | 3,24 | 2,86 | 2,52 | 2,25 | 2,05 | 1,88 | 1,73 | 1,61 | 1,51 | 1,42 |
| 8 | — | — | — | — | — | — | 8,00 | 4,88 | 4,00 | 3,45 | 3,06 | 2,75 | 2,51 | 2,31 | 2,14 | 2,00 | 1,88 |
| 9 | — | — | — | — | — | — | — | 9,00 | 5,64 | 4,68 | 4,06 | 3,62 | 3,28 | 3,00 | 2,77 | 2,58 | 2,41 |
| 10 | — | — | — | — | — | — | — | — | 10,00 | 6,42 | 5,37 | 4,69 | 4,20 | 3,82 | 3,51 | 3,25 | 3,03 |
| 11 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 11,00 | 7,20 | 6,07 | 5,34 | 4,80 | 4,38 | 4,04 | 3,75 |
| 12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 12,00 | 8,00 | 6,79 | 6,00 | 5,42 | 4,96 | 4,58 |
| 13 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 13,00 | 8,80 | 7,52 | 6,67 | 6,05 | 5,55 |
| 14 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 14,00 | 9,62 | 8,25 | 7,36 | 6,69 |
| 15 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 15,00 | 10,43 | 9,00 | 8,05 |
| 16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 16,00 | 11,26 | 9,75 |
| 17 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 17,00 | 12,08 |
| 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 18,00 |

| при $r$ = | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 45 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| и абсциссѣ $a$ = | оказываются ординаты $b$ = | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4 | 0,43 | 0,40 | 0,38 | 0,37 | 0,35 | 0,34 | 0,32 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | 0,28 | 0,27 | 0,25 | 0,24 | 0,22 | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,16 |
| 5 | 0,67 | 0,64 | 0,60 | 0,58 | 0,55 | 0,53 | 0,50 | 0,48 | 0,47 | 0,45 | 0,43 | 0,42 | 0,39 | 0,37 | 0,35 | 0,33 | 0,31 | 0,28 | 0,25 |
| 6 | 0,97 | 0,92 | 0,88 | 0,83 | 0,80 | 0,76 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,57 | 0,53 | 0,50 | 0,48 | 0,45 | 0,40 | 0,36 |
| 7 | 1,34 | 1,27 | 1,20 | 1,14 | 1,09 | 1,04 | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,83 | 0,78 | 0,73 | 0,69 | 0,65 | 0,62 | 0,55 | 0,49 |
| 8 | 1,77 | 1,67 | 1,58 | 1,51 | 1,44 | 1,37 | 1,31 | 1,26 | 1,21 | 1,17 | 1,13 | 1,09 | 1,02 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,81 | 0,72 | 0,64 |
| 9 | 2,27 | 2,14 | 2,03 | 1,93 | 1,83 | 1,75 | 1,68 | 1,61 | 1,54 | 1,49 | 1,43 | 1,38 | 1,29 | 1,21 | 1,14 | 1,08 | 1,03 | 0,91 | 0,82 |
| 10 | 2,85 | 2,68 | 2,53 | 2,40 | 2,29 | 2,18 | 2,09 | 2,00 | 1,92 | 1,85 | 1,78 | 1,72 | 1,60 | 1,50 | 1,42 | 1,34 | 1,27 | 1,13 | 1,01 |
| 15 | 7,34 | 6,77 | 6,30 | 5,91 | 5,56 | 5,27 | 5,00 | 4,76 | 4,55 | 4,36 | 4,18 | 4,02 | 3,73 | 3,49 | 3,27 | 3,09 | 2,92 | 2,57 | 2,30 |
| 20 | — | 20,00 | 14,60 | 12,84 | 11,64 | 10,73 | 10,00 | 9,39 | 8,86 | 8,40 | 8,00 | 7,64 | 7,02 | 6,50 | 6,07 | 5,69 | 5,36 | 4,69 | 4,17 |
| 25 | — | — | — | — | — | — | 25,00 | 18,86 | 16,80 | 15,39 | 14,30 | 13,42 | 12,03 | 10,96 | 10,10 | 9,38 | 8,77 | 7,58 | 6,70 |
| 30 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 30,00 | 20,86 | 18,00 | 16,10 | 14,68 | 13,54 | 11,46 | 10,00 |
| 35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 27,57 | 23,20 | 20,63 | 16,72 | 14,29 |
| 40 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 40,00 | 24,38 | 20,00 |
| 45 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 45,00 | 28,21 |
| 50 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 50,00 |

*c.* **Нѣкоторыя дополнительныя замѣчанія о закладкѣ кривыхъ.**

**§ 24.** Чѣмъ меньше радіусъ кривой, тѣмъ съ большею осторожностью должна быть по ней проведена повозка; въ виду этого необходимо, чтобы паденіе дороги въ кривыхъ не было бы слишкомъ значительно, на что и нужно обращать вниманіе при провѣшеніи дороги. При закладкѣ дороги въ гористыхъ мѣстностяхъ, въ которыхъ допускается наибольшее паденіе, принято за правило уменьшать въ кривыхъ паденіе такъ, чтобъ оно не превышало 4, много 5%. Всего труднѣе такое провѣшеніе кривыхъ съ малымъ паденіемъ при закругленіи дугою двухъ дорожныхъ линій, сходящихся подъ острымъ угломъ. Если напр. приходится закруглить ломаную дорожную линію *ABCDE* на рис. 16 кривою съ достаточнымъ радіусомъ и линіи *BC* и *DC* имѣютъ уже довольно значительное паденіе, то очевидно, что закругленіе угла кривою *BaD* существенно укоротитъ дорогу и тѣмъ самымъ увеличитъ въ этомъ направленіи паденіе на столько, что кривая оказалась

Рис. 16.

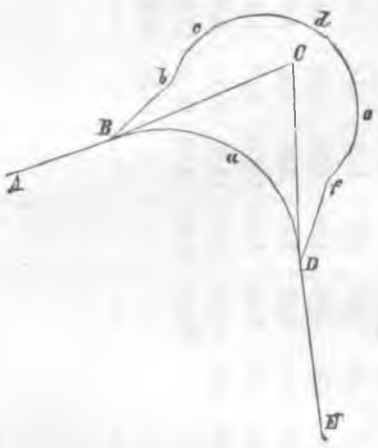
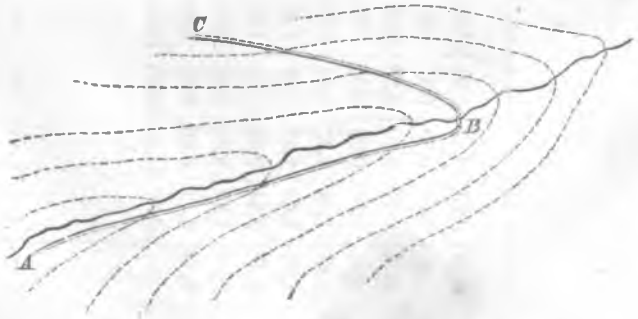



Рис. 17.




бы непроѣздною. Въ этомъ случаѣ слѣдуетъ заложить кривую по линіи *BbcdefD*. Этихъ мелкихъ изгибовъ въ крутой мѣстности часто нельзя избѣгнуть. Они примѣняются и въ

томъ случаѣ, когда изъ долинной дороги *AB* (рис. 17) переходятъ въ горную дорогу, если естественный наклонъ долины слишкомъ крутъ, чтобы продолжать дорогу съ нормальнымъ паденіемъ по подошвѣ долины.

Хорошая прокладка такихъ короткихъ дуговыхъ линій требуетъ при сооруженіи горныхъ дорогъ извѣстнаго навыка и практичности. При соотвѣтственныхъ распоряженіяхъ удается однако этимъ способомъ подняться на значительныя высоты, не превышая допустимыхъ максимумовъ паденія.

## ГЛАВА IV.

## Обозначеніе въ натурѣ направленія дорожныхъ линій.

**§ 25.** По провѣшеніи на мѣстности дорожной линіи описаннымъ въ вышеприведенныхъ параграфахъ способомъ, необходимо обозначить ее въ натурѣ. Съ этою цѣлью прочно укрѣпляютъ вѣшки и опредѣляютъ точки пересѣченія дорожныхъ линій небольшими канавками, вырываемыми на крестъ одна къ другой. Если не предстоитъ сооруженія дороги въ ближайшемъ будущемъ, а могутъ пройти еще годы, пока не приступятъ къ постройкѣ дороги, то лучше всего обозначать въ натурѣ найденную дорожную линію прокладкою по ней простой пѣшеходной тропы. Сверхъ того можно на каждыхъ 5 саженяхъ, а по прямымъ линіямъ на каждыхъ 10 саженяхъ разстоянія, вырывать по дорожной линіи короткіе ровики.

Если дорожная линія служитъ вмѣстѣ съ тѣмъ и для раздѣленія лѣса на хозяйственныя части, то лучше всего тотчасъ же очищать дорожную линію отъ лѣса полосою такой ширины, которая соотвѣтствуетъ предполагаемой ширинѣ дорожнаго полотна съ боковыми канавами и откосами. Въ этомъ случаѣ придорожныя деревья постепенно пріучаются къ свободному стоянію на вновь созданной опушкѣ и достигаютъ самостоятельнаго укорененія и обвѣтвленія.

Намъ вообще кажется выгоднымъ, вездѣ, гдѣ только оказывается возможнымъ, срубать лѣсъ на дорожныхъ линіяхъ,

даже при постройкѣ дороги вслѣдъ за провѣшеніемъ ея, тотчасъ послѣ провѣшенія, т. е. раньше производства нѣкоторыхъ другихъ нижеприведенныхъ подготовительныхъ работъ, имѣющихъ цѣлью собрать матеріалъ для составленія спеціальнаго плана и детальной смѣты сооруженія.

## ГЛАВА V.

## Опредѣленіе продольныхъ профилей.

**§ 26.** Послѣ обозначенія дорожной линіи въ натурѣ вышеописаннымъ способомъ, слѣдуетъ приступить къ другимъ предварительнымъ работамъ по сооруженію дорогъ.

Мы видѣли, что соединеніе между собою найденныхъ инструментомъ точекъ, опредѣляющихъ настоящій уровень дороги, представляетъ не срединную ея линію, такъ какъ оказывающаяся линія во многихъ точкахъ требуетъ еще закругленія. Слѣдствіемъ такого закругленія передвиженіемъ найденныхъ точекъ въ стороны является всегда измѣненіе высотъ уровня и остается опредѣлить, какое количество земли слѣдуетъ снять или нанести на точки стоянія инструмента, вновь полученныя произведеннымъ закругленіемъ *).

Въ рис. 18 пусть первоначально найденная линія обозначается точками 1, 2, 3... 10. Закругленіе неудобныхъ для

Рис. 18.

*) Закругленіе производится всего точнѣе путемъ геометрической съемки, облегчаемой предварительною вырубкою лѣса. При небольшихъ закругленіяхъ и поправкахъ достаточно передвиженія точекъ по глазомѣру.

проѣзда угловъ представляетъ линію 1, 2′, 3′, 4, 5′, 6, 7′, 8′, 9′, 10. Если первоначальная линія провѣшена съ одинаковымъ паденіемъ, то передвиженіе въ сторону точекъ 2, 3, 5, 7, 8 и 9 должно повести къ нахожденію точекъ, уровень которыхъ не совпадаетъ съ уровнемъ первоначальныхъ точекъ стоянія инструмента.

Во многихъ случаяхъ эти уклоненія можно опредѣлить простыми на крестъ расположенными діоптрами, установивъ одну ихъ пару на опредѣленныя точки и визируя затѣмъ другою парою на промежуточныя точки, опредѣляя уклоненія отъ нормальной линіи простымъ измѣреніемъ. Та же цѣль достигается и высотомѣрами, напр. зеркальнымъ высотомѣромъ Фаустмана *); останавливаются на опредѣленной точкѣ, ставятъ рейку на второй опредѣленной точкѣ и затѣмъ визируютъ на рейку, обозначающую промежуточную точку. Въ затруднительныхъ случаяхъ, особенно на кривыхъ, требуется однако съемка всего продольнаго профиля. Изъ него берутъ циркулемъ и масштабомъ просто разности между нормальною линіею паденія и линіею, обозначающею высоты измѣненныхъ точекъ стоянія; такимъ образомъ опредѣляется съ точностью, какое количество земли на такихъ точкахъ слѣдуетъ снять или нанести.

## ГЛАВА VI.

## Опредѣленіе поперечныхъ профилей.

### *а*) Съемка ихъ.

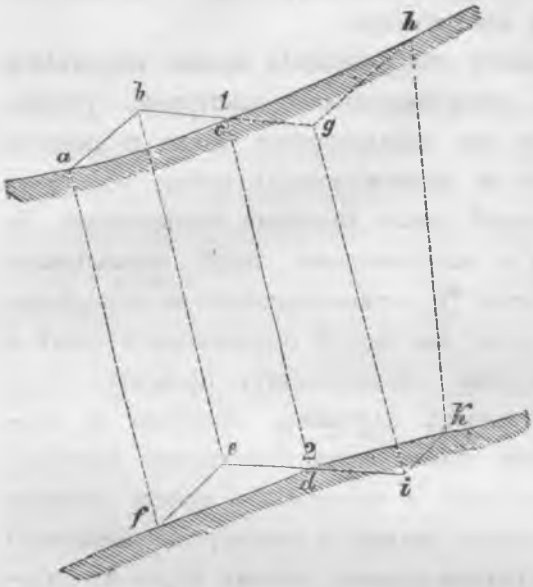
**§ 27.** Поперечные профили обозначаютъ, согласно § 4, вертикальный разрѣзъ мѣстности, перпендикулярный къ продольному профилю. На рис. 19 видно, какимъ образомъ черезъ сооруженіе дороги измѣняется естественный поперечный профиль мѣстности. Съемка поперечныхъ профилей производится съ цѣлью получить изъ графическаго ихъ изо-

*) Описаніе и рисунокъ зеркальнаго высотомѣра Фаустмана помѣщенъ въ „Лѣсной таксаціи“ Баура, переводъ А. С. Шафранова. Спб. 1878 г. стр. 121 и слѣд.

*Примѣч. переводчика.*

браженія нужныя данныя для опредѣленія объемовъ земли, которыя приходится при дѣйствительномъ сооруженіи дороги сносить или наносить, такъ какъ раціональное опредѣленіе стоимости дорожнаго сооруженія возможно только при сдачѣ земельныхъ работъ на основаніи точныхъ опредѣленій массы выемокъ или насыпокъ. Въ рис. 19 призма *abcdef* представляетъ собою объемъ земельной насыпки, необходимой для сооруженія дороги отъ 1 къ 2, а *cghikd* — массу земельной выемки, необходимой для образованія плоскости *cgid*.

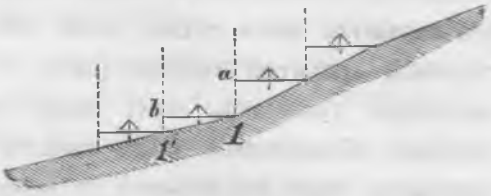
Рис. 19.




Такимъ образомъ при съемкѣ поперечныхъ профилей преслѣдуютъ двоякую цѣль: во первыхъ, опредѣлить количество необходимой земельной выемки и затѣмъ во вторыхъ, вычислить по этому количеству стоимость работы, такъ какъ существуютъ опытныя данныя относительно того, сколько рабочаго времени требуется для выемки извѣстной единицы объема (напр. кубической сажени) различныхъ почвъ или горныхъ породъ; отсюда легко опредѣлить рабочую плату за такую единицу объема въ каждомъ данномъ случаѣ, основываясь на мѣстной цѣнѣ рабочаго дня. Съемка поперечныхъ профилей производится съ помощью уровня и бруска, а также мѣрки, раздѣленной на сажени и десятыя ихъ доли. Въ точкѣ стоянія, избранной исходною точкою для изображенія разрѣза мѣстности, напр. въ точкѣ 1 рис. 20, ставятъ мѣрку вертикально и прикладываютъ къ ней подъ прямымъ угломъ брусокъ извѣстной длины и ставятъ на такой

брусокъ уровень или ватерпасъ съ извѣстнымъ отвѣсомъ, чтобы привести брусокъ въ горизонтальное положеніе.

Рис. 20.

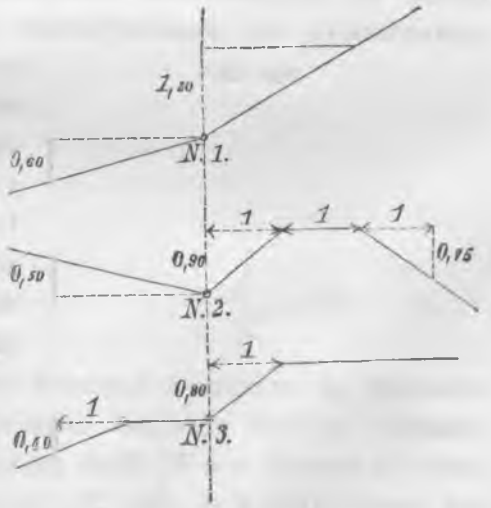



На точкѣ пересѣченія горизонтально лежащаго бруска съ мѣркою отчитываютъ высоту отъ 1 до *a*. Точно также поступаютъ на точкѣ 1′, опредѣляя здѣсь высоту 1′ *b* и т. д.

Въ большинствѣ случаевъ при сооруженіи дорогъ въ однообразной горной мѣстности достаточно съемки поперечныхъ профилей шириною въ 2 сажени; при неправильности почвенной поверхности требуется съемка болѣе значительными профилями.

При нормальныхъ условіяхъ работа ускоряется, если принять постоянную ширину, напр. въ 1 сажень, что совершенно достаточно и соотвѣтствуетъ цѣли. Въ болѣе затруднительныхъ случаяхъ, вблизи водъ, скалъ и т. п. приходится часто ограничиваться и меньшею шириною, чтобъ получить соотвѣтственную дѣйствительности картину разрѣза мѣстности.

Рис. 21.




Съемка поперечныхъ профилей при обыкновенныхъ условіяхъ представляетъ собою работу, легко выполнимую опытными рабочими, которымъ даны нужныя указанія.

Графическое изображеніе измѣренныхъ въ натурѣ величинъ должно быть произведено съ точностью, чтобъ при послѣдующемъ нанесеніи поперечныхъ профилей не явля-

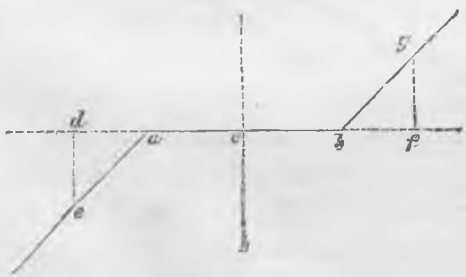
лось бы сомнѣнія относительно размѣровъ. Всего проще и вѣрнѣе поступать слѣдующимъ образомъ:

Номера обозначаютъ точки стоянія; ширины профилей обозначаются лишъ тогда, когда онѣ не соотвѣтствуютъ постоянной принятой ширинѣ (напр. 2 саженямъ). При нормальныхъ условіяхъ, какъ напр. въ № 1, вписываемыми цифрами обозначается лишъ высота. Поперечные профили наносятся уже въ комнатѣ въ большемъ масштабѣ, напр. въ масштабѣ 1 : 100, съ помощью циркуля и линейки. При этомъ полезно разграфить предварительно на бумагѣ сѣть вспомогательныхъ линій, пересѣкающихся подъ прямымъ угломъ; вертикальныя и параллельныя краю бумаги линіи соотвѣтствуютъ ширинѣ измѣреній и пересѣкаются подъ прямымъ угломъ горизонтальными линіями, проходящими черезъ высоты точекъ стоянія.

*b*) **Нанесеніе нормальнаго дорожнаго профиля на поперечные профили.**

**§ 28.** Для нанесенія нормальнаго профиля сооружаемой дороги на изображенные поперечные профили мѣстности употребляютъ съ пользою лекало изъ тонкой папки. На кускѣ такой папки проводятъ двѣ линіи, пересѣкающіяся подъ прямымъ угломъ въ точкѣ *c* (рис. 22). Предполагаемую ширину дороги, включая и боковыя канавы, берутъ по масштабу поперечныхъ профилей въ циркуль и наносятъ половину этой величины вправо, а другую половину влѣво отъ *c* по горизонтальной линіи до точекъ *a* и *b*. Если дорога должна получить простой откосъ (см. § 4, рис. 2), то продолжаютъ линію *ac* еще на произвольную величину *ad*, возстановляютъ въ *d* перпендикуляръ $de = ad$ и проводятъ линію *ae*, которая можетъ быть по произволу удлинена. Такимъ же образомъ

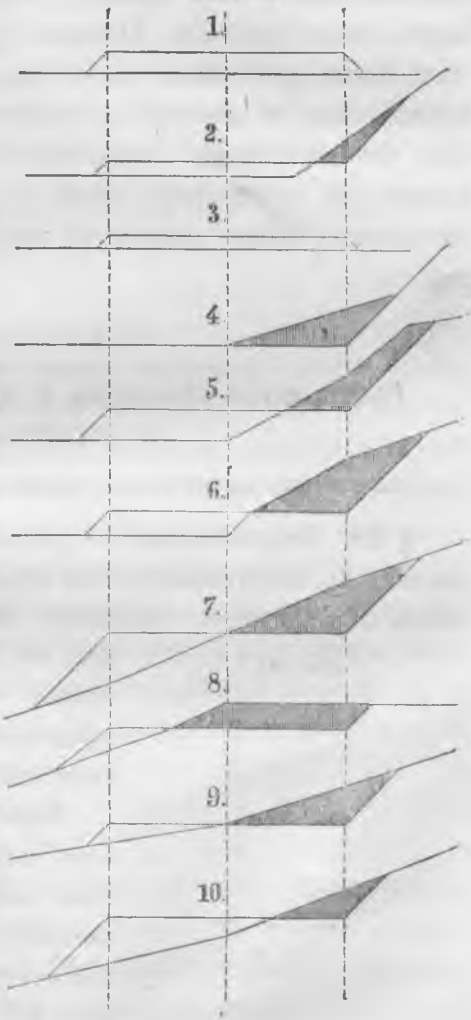
Рис. 22.



на правой сторонѣ проводятъ линію *bg*. Затѣмъ вырѣзываютъ папку въ точности по линіи *eabg* и получаютъ такимъ путемъ лекало, вѣрно изображающее поперечный разрѣзъ предполагаемой къ сооруженію дороги.

Лекало это прикладывается ко всѣмъ изображеннымъ поперечнымъ профилямъ, такъ чтобы *ab* точно совпадала съ плоскостью дороги, и затѣмъ лекало обводятъ острымъ крандашемъ, черезъ что быстро и вѣрно приводятся въ связь конкретные поперечные профили мѣстности съ нормальными поперечными профилями проекта. Чтобы имѣть возможность приложить линію *ab* лекала въ высотѣ уровня срединной точки дорожнаго полотна, необходимо нанести на поперечный профиль въ его масштабѣ и продольный профиль, если съемка послѣдняго показала, что на соотвѣтственной точкѣ должна быть произведена выемка или насыпка.

Рис. 23.




Рядъ подобныхъ вполнѣ законченныхъ поперечныхъ профилей изображенъ на рис. 23.

Остается опредѣлить кубическое содержаніе количества выемокъ и насыпокъ. Съ этою цѣлью раздѣляютъ продольные профили на вспомогательныя фигуры, въ большинствѣ случаевъ на треугольники и трапеціи, и затѣмъ бе-

рутъ циркулемъ на уменьшенномъ масштабѣ размѣры, нужные для ихъ вычисленія.

Профили боковыхъ канавъ не наносятся на лекало, а также и не вычисляется соотвѣтственная фигура для каждаго поперечнаго профиля; достаточно бываетъ для опредѣленія кубическаго содержанія канавъ огульное вычисленіе, разсматривая всю канаву какъ призму, основаніе которой представляетъ собою трапецію. Площадь трапеціи опредѣляется по извѣстнымъ размѣрамъ (полусумма параллельныхъ сторонъ, помноженная на высоту) и помножается на длину канавы, или, что еще проще, вычисляютъ кубическое содержаніе канавы на протяженіи одной погонной сажени и отсюда вычисляютъ общее количество земли, а также и стоимость работы.

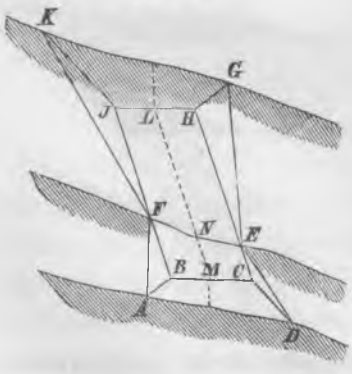
## ГЛАВА VII.

## Вычисленіе объемовъ и уравненіе выемокъ и насыпокъ.

### *а*) Вычисленіе кубическаго содержанія выемокъ и насыпокъ.

**§ 29.** Встрѣчающіяся въ вычисленіяхъ массы земли при дорожныхъ сооруженіяхъ тѣла представляютъ собою призму, клинъ и усѣченную пирамиду. Въ § 27, примѣняясь къ рис. 19, приведена какъ примѣръ призма и усѣченная пирамида, представлявшія собою объемы выемки или насыпки.

Рис. 24.




Если одинъ поперечный профиль представляетъ собою цѣликомъ выемку, а другой цѣликомъ насыпку, то черезъ соединеніе соотвѣтствующихъ точекъ мы на рис. 24 получаемъ два клиновидныя тѣла *ABCDEF* и *GHJKFE*, изъ которыхъ одно является только выемкою, другое — только насыпкою.

Математически точное вычисленіе этихъ тѣлъ нетрудно, однако при болѣе значительныхъ дорожныхъ сооруженіяхъ было бы слишкомъ сложно и мѣшкотно, въ виду большаго количества представляющихся вычисленій. Поэтому прибѣгаютъ къ способамъ огульнаго вычисленія, тѣмъ болѣе, что прямыя линіи, обозначающія на рисункѣ почвенную поверхность, все таки не вполнѣ соотвѣтствуютъ дѣйствительности, въ виду чего и оказывается излишнимъ сложный способъ вычисленій, такъ какъ отсутствуетъ возможность предположенія, что основы для вычисленія вполнѣ точны.

Поэтому въ практикѣ вездѣ примѣняютъ достаточно точный способъ, состоящій въ томъ, что берутъ просто ариѳметическое среднее между двумя поперечными профилями и для опредѣленія объема извѣстнаго тѣла помножаютъ это ариѳметическое среднее на длину разстоянія между двумя точками стоянія. Слѣдуетъ упомянуть еще о тѣхъ случаяхъ, когда одинъ поперечный профиль лежитъ въ выемкѣ, а другой въ насыпкѣ. Здѣсь образуется линія $FE$ (рис. 24), представляющая собою верхнюю грань какъ одного, такъ и другаго тѣла; эту линію называютъ проходною, а соотвѣтствующую точку дорожнаго полотна—проходною точкою. Разстояніе этой проходной точки отъ точекъ стоянія и слѣдуетъ опредѣлить, для чего просто рисуютъ продольный профиль. Если напр. по рисунку 25 разстояніе между точками стоянія 20 метровъ, у точки $L$ 4 метра выемки, а у точки $M$ напротивъ того 2 метра насыпки, то проходная точка совпадаетъ съ продольнымъ разрѣзомъ дорожной оси въ точкѣ $N$ на рис. 25. Остается взять только циркулемъ разстоянія $NM$ и $NL$ и вычислить оба тѣла $ABCDEF$ и $GHJKFE$ какъ полупризмы.

Рис. 25.

Для вычисленія объемовъ земли служитъ слѣдующая вѣдомость:

| Точка стоянія №. | Длина въ саженяхъ. | Поперечные профили. | | Сумма поперечныхъ профилей. | | Кубическое содержаніе. | | Примѣчанія. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Насыпка. | Выемка. | Насыпка. | Выемка. | Насыпка. | Выемка. | |
| | | Квадратные сажени. | | | | Кубическіе саж. | | |
| | | | | | | | | |

Весьма удобно принимать разстояніе между точками стоянія въ 20 саж. Въ этомъ случаѣ для вычисленія объемовъ земли остается только взять сумму поперечныхъ профилей и передвинуть запятую десятичной дроби на одинъ знакъ вправо, что и равняется помноженію на 20 и раздѣленію результата на 2.

*b*) **Уравненіе выемокъ съ насыпками.**

*α. Въ общемъ.*

**§ 30.** Если дорожная линія близко придерживается профиля мѣстности и если въ послѣдней поверхность довольно ровная, безъ замѣтныхъ выступовъ и впадинъ, такъ что продольный профиль представляетъ мало подъемовъ и паденій, то въ большинствѣ случаевъ окажется само собою, что одну половину дорожнаго полотна приходится отнести къ выемкѣ, а другую къ насыпкѣ, такъ что количество выемки уравнивается съ объемомъ насыпки. При этомъ слѣдуетъ впрочемъ не упускать изъ вида, что срытая земля въ рыхломъ состояніи занимаетъ большій объемъ, чѣмъ какой у нея оказывается въ плотномъ состояніи. Такое увеличеніе объема бываетъ различнымъ, смотря по почвѣ. Оно всего значительнѣе у взорванныхъ скалъ и каменистой почвы, менѣе значительно у плотной глинистой почвы и всего незначительнѣе въ легкихъ песчаныхъ почвахъ; къ тому же нужно принимать во вниманіе, что разрыхленная почва, будучи въ теченіи нѣкотораго времени выставлена дѣйствію воздуха, снова осѣдаетъ. По многочисленнымъ даннымъ изъ практики можно

принимать увеличеніе объема срытой земли въ легкихъ песчаныхъ почвахъ въ 3%, въ суглинкѣ въ 6%, въ плотныхъ глинистыхъ почвахъ въ 15%, а въ скалистой почвѣ въ 20—25%.

Въ виду свойства разрыхленныхъ массъ земли снова осѣдать, насыпку слѣдуетъ соотвѣтственно возвышать, сравнительно съ проектомъ съ тѣмъ чтобы послѣ осѣданія насыпка имѣла бы нормальную высоту. Понятно, что идеальной задачей при составленіи смѣтъ на сооруженіе дорогъ является стремленіе къ тому, чтобы къ выемкѣ поступало такое лишъ количество матеріала, какое нужно для насыпки; всякій излишекъ представляетъ собою потерю въ работѣ и въ производительной почвѣ, всякій же недостатокъ ведетъ къ необходимости принятія особыхъ мѣръ съ цѣлью полученія недостающаго матеріала для насыпокъ.

По вычисленіи кубическихъ массъ, описанномъ въ § 29, можно судить объ отношеніи въ проектѣ между имѣющеюся массою выемки къ кубическому содержанію нужной насыпки.

Для уравненія выемки съ насыпкою употребляются различные способы.

*β. Уравненіе путемъ поднятія или опущенія продольнаго профиля.*

Величина излишка или недостатка, оказавшаяся на протяженіи между нѣсколькими точками стоянія по первоначальному вычисленію земельныхъ массъ, раздѣляется на площадь дорожнаго полотна, получаемую отъ перемноженія длины дороги на ея ширину. Найденная величина показываетъ, насколько линія уровня дороги должна быть поднята или опущена. Если напр. на протяженіи въ 110 саж. вычислено на 45 куб. саж. земельной массы больше, чѣмъ сколько оказывается нужнымъ по снятымъ поперечнымъ профилямъ, и если при этомъ ширина дороги равняется 2 саженямъ, то излишекъ въ 45 куб. саж. раздѣляютъ на $2 \times 110$, при чемъ получится $\frac{45}{220} = 0{,}2045$ саж. или просто 0,2 саж.; на эту величину и слѣдуетъ поднять всю дорож-

ную линію, черезъ что пришлось бы соотвѣтственно менѣе углубить выемку и за то поднять насыпку.

Такое, повсюду параллельное, поднятіе или опущеніе всего дорожнаго полотна, при значительности найденной разницы между выемкою и насыпкою, передвинуло бы принятый продольный профиль на обѣихъ его конечныхъ точкахъ настолько, что причинило бы отступленіе дорожной линіи отъ плана.

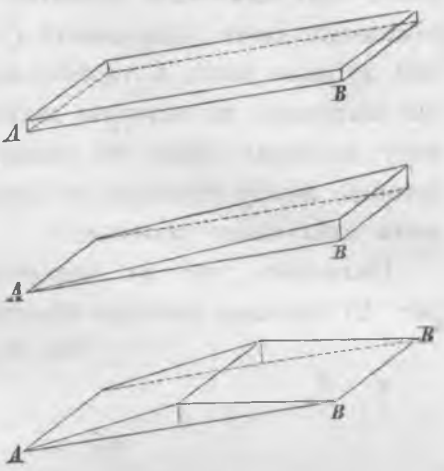
Въ виду этого примѣняютъ еще и другой способъ, состоящій въ томъ, что поднимаютъ не всю линію равномѣрно, а установляютъ одну или другую неизмѣнную конечную точку, а то и обѣ конечныя точки и затѣмъ вращаютъ вокругъ нихъ продольный профиль. Если при параллельномъ измѣненіи дорожнаго полотна подлежащій устраненію излишекъ выемки или насыпки представить себѣ въ видѣ параллелепипида, то при установленіи *одной* конечной точки разсматриваемое тѣло составитъ половину параллелепипида, слѣдовательно въ этомъ случаѣ поднятіе или опущеніе въ точкѣ, подлежащей измѣненію, должно представить *удвоенную* величину, сравнительно съ величиною, полученною при параллельномъ передвиженіи. Для опредѣленія величины нужнаго въ данномъ случаѣ поднятія или опущенія, нужно раздѣлить двойную величину тѣла, представляющаго собою разность, на площадь дорожнаго полотна, т. е. на длину дороги, умноженную на ея ширину. Оставаясь при прежнемъ примѣрѣ, приведенномъ выше, намъ нужно бы слѣдовательно начальную или конечную точку дорожной линіи, подлежащей уравненію земельныхъ массъ, поднять на 0,4 сажени.

Подобно конечной точки, можетъ быть выбрана и любая другая точка стояній, лежащая между двумя конечными пунктами дорожной линіи, подлежащей исправленію; высота выбранной точки и должна быть измѣнена, сообразно полученному результату.

Очевидно здѣсь весь вопросъ въ томъ, представляетъ ли во всѣхъ трехъ случаевъ устраняемое тѣло одинаковое кубическое содержаніе, какъ это напр. является въ рис. 26.

Если здѣсь $AB$ каждый разъ представляетъ продольный профиль длиною въ 110 саж. и если $BB'$ представляетъ собою ширину дороги, ровную во всѣхъ трехъ случаяхъ 2 саж., то площадь основанія каждаго изъ трехъ тѣлъ = 220 квадратнымъ саженямъ. Въ первомъ случаѣ величина эта помножается на 0,2045 и получается кубическое содержаніе въ 45 куб. саж., т. е. принятая разница между выемкою и насыпкою. Въ двухъ послѣднихъ случаяхъ, для опредѣленія кубическаго содержанія изслѣдуемаго тѣла, слѣдуетъ площадь основанія помножить на 0,409 и раздѣлить результатъ на два: выводъ будетъ тотъ же.

Рис. 26.




На практикѣ обыкновенно сначала вычерчиваютъ поперечные профили лишъ карандашемъ и затѣмъ производятъ вычисленіе; въ случаѣ обнаружившейся разницы отъ измѣненія продольнаго профиля чертятъ новые поперечные профили, вычисляя ихъ содержаніе; обыкновенно новые профили оказываются вѣрными и ихъ тогда вычерчиваютъ тушью. Примѣненіе этого способа уравненія посредствомъ поднятія или опущенія неизбѣжно, когда по недостатку мѣста направленіе дороги дано такъ, что уклоненіе въ сторону невозможно, когда напр. дорога пролегаетъ по границѣ или по берегу ручья или рѣчки; наконецъ когда нужно исправить существующую линію или провести дорогу по данной просѣкѣ и т. п.

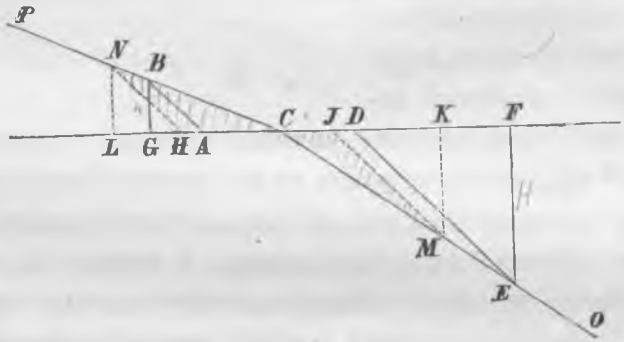
*γ. Уравненіе высокъ и насыпокъ посредствомъ отклоненія дорожныхъ линій въ бокъ.*

**§ 32.** Необходимое устраненіе излишка выемки или недостатка насыпки, оказавшихся при первоначальномъ вы-

численіи поперечныхъ профилей, т. е. земельныхъ массъ, удобно производить въ горахъ часто путемъ отклоненія въ бокъ первоначально выбранной дорожной линіи съ оставленіемъ безъ измѣненія принятаго продольнаго профиля; такое отклоненіе даетъ возможность лучше закруглить существующія дуговыя линіи и удобнѣе заложить ихъ. Для опредѣленія величины, на которую должна быть отклонена въ сторону дорожная линія, съ цѣлью уравненія существующей разницы между объемомъ насыпки и объемомъ выемки, служитъ слѣдующее разъясненіе.

Положимъ, что въ поперечномъ профилѣ $ABCDE$ на рис. 27 площадь насыпки оказалась больше площади выемки

Рис. 27.




и что это неудобное отношеніе должно быть отстранено соотвѣтственнымъ передвиженіемъ дорожнаго полотна къ сторонѣ горы.

Допустимъ, что эта цѣль достигается новымъ вчерченнымъ профилемъ $NHCJM$; спрашивается, какъ опредѣлить разстояніе $HA$ или $JD$.

Величина $HA = JD$ пусть будетъ $= x$, половинная ширина дороги пусть будетъ $= b$, высота $BG = h$ и $EF = H$.

Требуется, чтобы $\triangle CJM = \triangle CHN$ или чтобъ $\frac{CJ}{2} \cdot KM = \frac{HC}{2} \cdot NL$.

Но $BG : AC = NL : HC$, а также $EF : KM = CD : CJ$.

Отсюда $NL = \frac{BG \cdot HC}{AC}$ и $KM = \frac{EF \cdot CJ}{CD}$

или $NL = h \cdot \frac{b+x}{b}$, $KM = H \cdot \frac{b-x}{b}$

Вводя эти величины въ вышеприведенное уравненіе $\frac{CJ}{2}.\ KM = \frac{HC}{2}.\ NL$, или $CJ.KM = HC.NL$, мы получимъ:

$$b - x\ .\ H\left(\frac{b-x}{b}\right) = b + x.h\left(\frac{b+x}{b}\right)$$

$$\text{или } (b-x)\left(\frac{Hb-Hx}{b}\right) = (b+x)\left(\frac{bh+hx}{b}\right)$$

$$(b-x)\left[H.\left(1-\frac{x}{b}\right)\right] = (b+x)\left[h.\left(1+\frac{x}{b}\right)\right]$$

$$bH - xH - xH + \frac{x^2H}{b} = bh + xh + xh + \frac{x^2h}{b}$$

$$bH - bh = 2x\ (H+h) + x^2\left(\frac{h-H}{b}\right).$$

Первоначальная площадь поперечнаго профиля въ выемкѣ $\frac{bH}{2}$, поперечнаго же профиля въ насыпкѣ $\frac{bh}{2}$, слѣдовательно разница между обѣими $(D) = \frac{bH-bh}{2}$ или $2D = bH - bh$.

Вводя эту величину въ послѣднее уравненіе, мы получаемъ:

$$2D = 2x\ (H+h) + x^2\left(\frac{h-H}{b}\right)$$

Ясно, что величина $x^2\left(\frac{h-H}{b}\right)$, сравнительно съ величиною $2x\ (H+h)$, во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда рѣчь идетъ не о значительной разности, окажется исчезающе-малою и поэтому для практическихъ цѣлей можетъ быть прямо отброшена *). Тогда мы получаемъ уравненіе $2\ D = 2x\ (H+h)$ или $x = \frac{D}{H+h}$; выражая эту формулу словами: «Для устраненія разности между величиною профиля выемки

*) Величина $x^2\left(\frac{h-H}{b}\right)$ становится равною нулю, если линія *PO*, представляющая поперечный разрѣзъ почвенной поверхности, составляетъ прямую. Въ этомъ случаѣ треугольники *BAC* и *EDC* были бы подобны и

$$AC : BG = CD : EF$$

$$b : h = b : H, \text{ откуда } \frac{h}{b} = \frac{H}{b} \text{ или } \frac{h-H}{b} = O,$$

а слѣдовательно и $x^2\left(\frac{h-H}{b}\right) = O$.

Этотъ случай разности между величиною профиля насыпки и профиля выемки можетъ впрочемъ по понятнымъ причинамъ наступить при прямомъ направленіи *PO* лишь тогда, кода $AC \lessgtr CD$. И въ этомъ случаѣ, какъ это легко доказать, имѣетъ значеніе вышеприведенная формула

$$x = \frac{D}{H-h}.$$

и профиля насыпки, разность между площадями обоихъ профилей раздѣляютъ на сумму обѣихъ высотъ откоса; результатъ указываетъ, насколько при излишкѣ насыпки дорожное полотно должно быть приближено къ сторонѣ горы и насколько при излишкѣ выемки оно должно быть отклонено къ сторонѣ долины».

Въ заключеніе слѣдуетъ еще упомянуть о томъ, что это правило, какъ видно изъ рисунка, оправдывается лишь при предположеніи, что дорожная поверхность $CE$ и $CB$ за точками $B$ и $E$ не измѣняются внезапно.

Такъ какъ мы говоримъ объ уравненіи *объемовъ* насыпки и выемки, то слѣдуетъ еще указать, какимъ образомъ слѣдуетъ пользоваться уравненіемъ между профилями насыпки и выемки для уравненія массъ земли. Такъ какъ по § 29 вычисленіе массы производится просто перемноженіемъ средняго ариѳметическаго между соотвѣтствующими площадями поперечныхъ профилей двухъ точекъ стоянія на разстояніе между точками стоянія, то очевидно наступитъ и уравненіе массъ, когда уравняются площади поперечныхъ профилей въ отдѣльныхъ точкахъ стоянія.

Если же устраненія неравности профилей въ дорожной линіи между двумя точками стоянія не требуется, быть можетъ по неудобству передвиженія средины дорожной линіи въ той точкѣ, то у второй точки стоянія также не должно быть равенства поперечныхъ профилей, а слѣдуетъ вычисленіе произвести такъ:

Въ рис. 28 пусть будутъ профили

$A = 2$ □ саж. $B = 6$ □ саж.

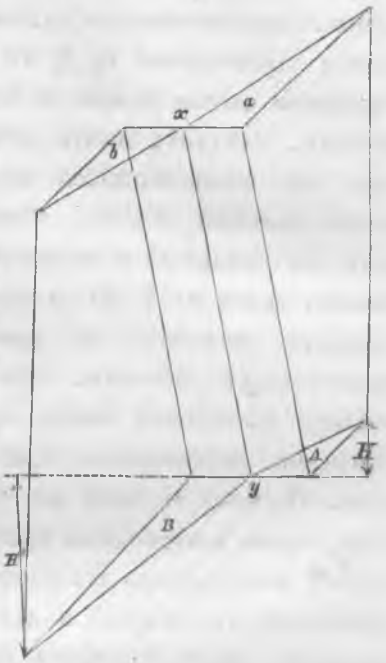
$a = 4$ □ саж. $b = 3$ □ саж.

Въ этомъ случаѣ масса выемки при разстояніи между двумя точками стоянія въ 20 саженъ будетъ $= 60$ куб. саж., масса насыпки $= 90$ куб. саж., слѣдовательно разность $= 30$ куб. саж. Уравненіе должно быть произведено отклоненіемъ въ сторону точки $y$, соотвѣтствующія высоты у $A$ и $B$ пусть будутъ $H = 2$ саж. и $H' = 6$ с. Ширина дороги $= 4$ с.

Раздѣляютъ разность на половинное разстояніе между

точками стоянія и получаютъ $\frac{30}{10} = 3$ □ саж. Вслѣдствіе отклоненія въ сторону, $A$ должно очевидно увеличиться на половину этой величины и настолько же $B$ должно уменьшиться; нужно слѣдовательно въ данномъ случаѣ раздѣлить 3 на сумму высотъ профилей $2 + 6$ или на 8, при чемъ получается $\frac{3}{8} = 0{,}375$ саж. выражающей величины бокового отклоненія у точки $y$.

Рис. 28.




Какъ ни кажется описанный способъ выгоднымъ и удобнымъ, но могутъ все таки представиться случаи, когда онъ оказывается непримѣнимымъ, такъ какъ найденная вычисленіемъ новая точка стоянія повлекла бы за собою неудобную фигуру дорожной линіи; въ особенности это случается при проведеніи кривыхъ съ болѣе короткими радіусами, при постройкѣ на крутыхъ склонахъ и т. п. Вопросъ, представляется ли въ каждомъ данномъ случаѣ подобная невыгода, можетъ быть рѣшенъ только послѣ съемки дорожнаго проекта, когда можно въ точности судить о новомъ положеніи средины дорожной линіи.

Нерѣдко оказывается нужнымъ и полезнымъ расширеніе дороги мѣстами съ цѣлью полученія площадокъ для склада лѣсныхъ матеріаловъ, для разъѣзда и для поворота повозокъ; въ особенности это необходимо при узкихъ дорогахъ. И съ финансовой точки зрѣнія такое мѣстное расширеніе необходимо, если отклоненіе срединной дорожной линіи въ болѣе далекомъ разстояніи отъ точки, въ которой находится излишекъ, обусловливаетъ болѣе дорогую перевозку этого излишка земельныхъ массъ.

*б. Окончательное вычисленіе объемовъ.*

**§ 33.** Послѣ уравненія, тѣмъ или другимъ изъ вышеописанныхъ способовъ, массъ выемокъ и насыпокъ проектированнаго дорожнаго сооруженія, поперечные профили окончательно вычерчиваются тушью, снова вычисляются и исправляется приведенная въ § 29 таблица, въ виду чего первоначальная запись цифръ въ ней должна производиться карандашемъ. Слѣдуетъ имѣть здѣсь въ виду еще то обстоятельство, что оказывающіяся массы выемки занимаютъ при насыпкѣ большій объемъ, чѣмъ въ первоначальномъ своемъ видѣ, до производства выемки. Объ этомъ увеличеніи объема сказано выше въ § 30 и остается лишъ показать, какимъ образомъ увеличеніе это принимается въ разсчетъ при предварительныхъ работахъ. Проще всего поступать такъ, что таблицу вычисленія массъ, приведенную на стр. 60, соотвѣтственно расширяютъ, прибавляя къ ней увеличеніе объемовъ. Полезно въ этой же таблицѣ помѣщать свѣдѣніе о томъ, какое употребленіе даютъ излишку выемки или откуда берутъ недостающее для насыпки количество земли. Хорошо прибавлять въ таблицѣ и данныя о дальности перевозки земельныхъ массъ съ мѣста полученія ихъ до мѣста склада ихъ. Удобная форма для подобной таблицы будетъ слѣдующая:

| Точка стоянія. | Длина. | Поперечные профили. | | Суммы поперечныхъ профилей. | | Кубическое содержаніе. | | Въ выемкѣ скалъ. | Распоряженія. Изъ выемокъ внѣ точекъ стоянія нужно перевезти на разстояніе | | | | | | Примѣчанія. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Насыпка. | Выемка. | Насыпка. | Выемка. | Насыпка. | Выемка. $+^1/_6$ *) | | Къ точкамъ стоянія. | кубич. саж. | Саженъ. 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | |
| №№ | саж. | квадр. саж. | | квадр. саж. | | кубич. саж. | | куб. саж. | | | кубическихъ саженъ. | | | | | |
| 0 | | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| | 20 | | | 1,89 | 0 | 18,9 | 0 | | | | | | | | | |
| 1 | | 1,89 | 0 | | | | 8,5 / 1,4 = 9,9 | | 1 | 9,9 | 9,9 | — | — | | | |
| | 20 | | | 2,49 | 0,85 | 24,9 | | | | | | | | | | |
| 2 | | 0,60 | 0,85 | | | | 8,5 / 1,4 = 9,9 | | 1 | 9,0 | — | 9,0 | — | | | |
| | 20 | | | 0,60 | 0,85 | 6,0 | | | 2 | 0,9 | 0,9 | — | — | | | |
| 3 | | 0 | 0 | | | | 12,2 / 2,0 = 14,2 | | | | | | | | | |
| | 20 | | | 0 | 1,22 | 0 | | | 2 | 14,2 | — | 14,2 | — | | | |
| 4 | | 0 | 1,22 | | | | 31,7 / 5,3 = 37,0 | | 2 | 9,8 | — | — | 9,8 | | | |
| | 20 | | | 1,25 | 3,17 | 12,5 | | . . . . | 3 | 6,0 | — | 6,0 | — | | | |
| 5 | | 1,25 | 1,95 | | | | 30,3 / 5,1 = 35,4 | | 6 | 8,9 | 8,9 | — | — | | | |
| | 20 | | | 2.51 | 3,03 | 25,1 | | | | | | | | | | |
| 6 | | 1,26 | 1,08 | | | | 31,1 / 5,2 = 36,3 | | 7 | 19,2 | 19,2 | — | — | | | |
| | 20 | | | 4,89 | 3,11 | 48,9 | | | | | | | | | | |
| 7 | | 3,63 | 2,03 | | | | 51,3 / 8,6 = 59,9 | | 8 | 6,6 | 6,6 | — | — | | | |
| | 20 | | | 5,31 | 5,13 | 53,1 | | | | | | | | | | |
| 8 | | 1,68 | 3,10 | | | | 34,5 / 5,7 = 40,2 | | 9 | 13,4 | 13,4 | — | — | | | |
| | 20 | | | 2,08 | 3,45 | 20,8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | 0,40 | 0,35 | | | | 4,5 / 0,8 = 5,3 | | 10 | 32,8 | 32,8 | — | — | | | |
| | 20 | | | 3,81 | 0,45 | 38,1 | | | | | | | | | | |
| 10 | | 3,41 | 0,10 | | | | | | | | | | | | | |
| Сумма 200 | | | | | | 248,3 | 212,2 / 35,5 = 248,1 | | | | 91,7 | 29,2 | 9,8 | | | |

*) Процентъ увеличенія объема различенъ, смотря по качеству почвы: скалистой, песчаной, глиноземной, глинистой. Здѣсь слѣдуетъ помѣщать соотвѣтственную цифру или нѣсколько цифръ, если почва по своей плотности представляетъ разнообразіе.

## ГЛАВА VIII.

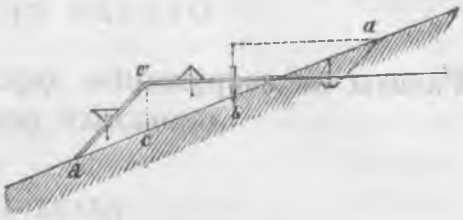
### Дальнѣйшія подготовительныя работы для выполненія въ натурѣ плановъ сооруженія.

**§ 34.** Доведя проектъ дорожнаго сооруженія до возможности болѣе или менѣе точнаго уравненія массъ выемокъ и насыпокъ, на основаніи вышеприведенныхъ пріемовъ, мы черезъ такое уравненіе получаемъ не только направленіе дороги, но и высоты будущей дороги во всѣхъ частяхъ ея.

Измѣненія, происходящія отъ бокового отклоненія частей дорожной линіи, наносятся на планъ; точно также и новая линія высотъ наносится на продольный профиль, если отъ вертикальнаго поднятія или опущенія дорожнаго полотна произошли измѣненія. Данныя для поправокъ обоего рода берутъ изъ окончательно установленныхъ поперечныхъ профилей, вычерченныхъ тушью. Ближайшую затѣмъ работу составляетъ обозначеніе въ натурѣ срединной дорожной линіи, извлекая изъ поперечныхъ профилей данныя о томъ, насколько тотъ или другой столбикъ въ точкахъ стоянія долженъ быть отодвинутъ въ сторону и производя затѣмъ въ лѣсу соотвѣтствующія этому измѣненія. Въ то же время на столбикахъ въ точкахъ стоянія дѣлаютъ надпись о высотѣ насыпи или выемки. Эти высоты берутся изъ поперечныхъ профилей, обозначая надрѣзомъ на столбикѣ высоту насыпки, отмѣривъ ее отъ основанія столбика; если необходима выемка, то на столбикѣ дѣлаютъ цвѣтнымъ мѣломъ надпись, насколько дорожное полотно должно быть опущено ниже основанія столбика. Одновременно съ этимъ производится въ перпендикулярномъ направленіи къ срединной дорожной линіи отмѣръ и обозначеніе ширины дороги, включая сюда и придорожные рвы и обозначая столбиками боковыя точки дорожнаго полотна. Ширина откоса обозначается по начерченнымъ поперечнымъ профилямъ, отмѣряя соотвѣтственныя величины. При непривычныхъ рабочихъ хорошо обозначать высоту насыпки предполагаемаго дорожнаго полотна, а также уголъ откоса укрѣпляемыми брусками,

съ помощью масштаба, ватерпаса, уровня, какъ это видно на рис. 29.

Рис. 29.




Крайняя точка откоса со стороны горы, *a*, а также и точка нижняго предѣла дорожнаго полотна, *c*, даютъ вмѣстѣ съ тѣмъ и указаніе, насколько полоса дорожнаго сооруженія должна быть очищена отъ лѣса, если только не предпочитаютъ расширить вырубленную полосу и за нижнюю точку откоса, съ тѣмъ чтобы выставить дорогу бо́льшей тяги воздуха и тѣмъ содѣйствовать скорѣйшему ея просыханію.

Во всякомъ случаѣ по окончаніи подготовительныхъ работъ слѣдуетъ убрать срубленный лѣсъ, прежде чѣмъ приступить къ работамъ по сооруженію, если только лѣсъ не убранъ раньше (см. § 25). При первоначально приблизительномъ отмѣрѣ ширины дороги затесываютъ деревья, подлежащія вырубкѣ, затѣмъ срубаютъ лѣсъ и оттаскиваютъ его съ дорожной полосы, а потомъ уже въ точности обозначаютъ столбиками ширину дорожнаго полотна, высоту дорожной выпуклости и т. д., такъ какъ до совершенной очистки дорожной полосы отъ лѣса столбики могли бы быть передвинуты при послѣдующемъ вытаскиваніи лѣса.

На практикѣ, послѣ выработки проекта и прежде чѣмъ приступить къ самому сооруженію, составляютъ смѣту сооруженію. Мы же разсмотримъ сначала работы по сооруженію, а затѣмъ перейдемъ къ разсмотрѣнію стоимости сооруженій.

# Отдѣлъ третій.

## Работы по сооруженію дорогъ и стоимость ихъ; дорожный ремонтъ.

### ГЛАВА I.

### Сооруженіе дорогъ.

#### 1-й Отдѣлъ.

#### Дорожная основа.

*а)* Земляныя работы.

**§ 35.** Послѣ очистки дорожной полосы отъ лѣса, можно приступить къ работамъ по сооруженію дороги, имѣющихъ цѣлью создать дорожное тѣло на природной почвенной поверхности. Главная часть работъ заключается въ земляныхъ работахъ.

Прежде всего необходимо устранить мотыгою почвенный покровъ изъ сорныхъ лѣсныхъ растеній: вереска, брусничныхъ и т. п., а также моховой покровъ и мертвый покровъ изъ опавшей листвы или хвои, во всю ширину дорожнаго полотна. Матеріалъ этотъ складывается въ сторонѣ и ни въ какомъ случаѣ не долженъ итти на сооруженіе дороги, такъ какъ онъ слишкомъ неплотенъ и, сгнивая въ послѣдствіи, причинилъ бы осѣданіе дороги мѣстами. Дернъ, покрывающій дорожную полосу, снимается тщательно и сохраняется въ видѣ дернинъ для другаго употребленія.

Если сооруженіе дороги производится зимою при снѣгѣ, то дорожное полотно должно быть тщательно очищено отъ снѣга, съ тѣмъ чтобъ послѣдній не попалъ въ насыпку.

Столбики въ точкахъ стоянія указываютъ средину дороги, а вмѣстѣ съ тѣмъ и высоту выпуклости ея. На горныхъ склонахъ работу начинаютъ съ той точки, которая къ сторонѣ горы лежитъ на одномъ уровнѣ съ срединною точкою дороги и обозначаетъ боковой предѣлъ дорожнаго по-

лотна. Здѣсь начинаютъ выемку земли, переносимой затѣмъ на сторону дороги, обращенную къ долинѣ, съ тѣмъ чтобъ воспользоваться этою землею для сооруженія нужной въ этомъ мѣстѣ насыпи. При сооруженіяхъ въ равнинѣ слѣдуетъ тоже сначала взрыть почву для сооруженія нормальныхъ высотъ выпуклости дороги, беря землю или изъ прорываемыхъ придорожныхъ боковыхъ канавъ или изъ другихъ мѣстъ, лежащихъ по сторонамъ дороги на извѣстномъ разстояніи отъ дорожнаго полотна, данныя о чемъ заключаются въ таблицѣ вычисленія земельныхъ массъ.

Срытіе земли идетъ рука объ руку съ переноскою ея на мѣста насыпки. Если количество выемки достаточно для сооруженія насыпки и нѣтъ надобности подвозить землю, то достаточно бываетъ примѣненія мотыгъ и лопатъ. Если почва твердая и вязкая или каменистая, то употребляютъ въ дѣло кирки; сверхъ того для устраненія корней должны быть подъ рукой топоры или крѣпкія мотыги.

Если разстояніе на столько велико, что землю нельзя перебросить лопатою, то удобнѣе всего пользоваться деревянными или жестяными корытами, которыя снабжены рукоятями. Въ такихъ корытахъ земля легко переносится на разстояніи 5—10 шаговъ. Сносимую землю слѣдуетъ по возможности переносить черезъ начатую насыпь, чтобъ послѣдняя лучше осѣдала.

На крутыхъ склонахъ, гдѣ предстоитъ опасность соскальзыванія насыпанныхъ массъ въ долину, землю можно удержать рвомъ, проводимымъ по нижнему откосу, при чемъ земля, вынутая изъ рва, складывается въ видѣ вала и препятствуетъ обсыпкѣ насыпи.

Если выемку приходится произвести въ видѣ болѣе глубокаго врѣза, то ее начинаютъ сверху или съ той стороны, куда приходится направить вынутую массу земли.

Находящіеся въ почвѣ пни обрываются, послѣ срубки корней, со всѣхъ сторонъ и затѣмъ выкорчевываются. Можно ихъ и оставлять въ почвѣ, если насыпь ихъ покрываетъ

настолько значительно, что они окажутся на глубинѣ $^1/_6$—$^1/_4$ сажени подъ поверхностью дорожнаго полотна.

Для полученія вѣрнаго нормальнаго профиля сооружаемаго дорожнаго тѣла, нужно посредствомъ уровня или ватерпаса обозначить высоту дорожнаго полотна во всю его ширину по обѣ стороны срединнаго столбика, на которомъ обозначена высота выпуклости дороги.

Чтобъ не затерять настоящаго положенія средины дороги, срединную линію снабжаютъ колышками на каждыхъ 2—3 саж. протяженія. Отъ каждаго такого колышка отмѣряютъ въ обѣ стороны половинную ширину дороги, вбиваютъ по краю дороги столбики и обозначаютъ на нихъ высоту дорожнаго полотна. Соединяя затѣмъ знаки на отдѣльныхъ столбикахъ, обращенныхъ къ сторонѣ долины, тонкою бичевою, получаютъ точную линію, указывающую, до какой высоты должна быть доведена насыпь на нижней сторонѣ дороги. Внѣшніе слои насыпи оказываются рыхлѣе прочихъ, такъ какъ черезъ внѣшніе слои земля не переносилась; въ виду этого внѣшніе слои должны быть нѣсколько уплотнены утаптываніемъ. Если почва, на которой сооружается дорожное тѣло, представляетъ мѣстами сырыя или болотистыя зажоры, то для устраненія неравномѣрнаго осѣданія насыпи слѣдуетъ углубить такія сырыя мѣста и заполнить углубленія плотною почвою или камнями.

При выемкѣ земельныхъ массъ нерѣдко натыкаешься на камни, которые могутъ быть часто съ пользою употреблены на сооруженіе стѣнъ и на мощеніе дорогъ. Было бы неразсчетливо оставлять ихъ непроизводительно въ насыпи, когда ихъ можно употребить съ большею пользою Въ виду этого слѣдуетъ такой матеріалъ сортировать и хранить для болѣе производительнаго употребленія.

### *b*) Работы взломомъ и взрывомъ.

При рытьѣ выемокъ для сооруженія дорожнаго полотна, кромѣ продуктовъ вывѣтриванія горнокаменныхъ породъ, составляющихъ почву, встрѣчаются, при болѣе глубокихъ

выемкахъ, и твердыя скалы, нерѣдко выходящія даже наружу надъ почвенною поверхностью.

Массы скалъ, которыя должны быть удалены въ видахъ возможности составленія желательнаго поперечнаго профиля дорожной линіи, устраняются различными способами, смотря по природѣ скалъ, по ихъ твердости, величинѣ и виду наслоенія земной поверхности. Небольшіе выдающіеся углы скалъ сбиваются иногда просто тяжелымъ молотомъ; каменистыя мѣста со многими разсѣлинами устраняются *ломомъ* или *киркою*; болѣе значительныя сплошныя скалы, которыхъ нельзя устранить вышеозначенными способами, должны быть взорваны.

*Взрываніе скалъ* требуетъ предварительнаго устройства трубковиднаго углубленія, въ которое и вводится воспламеняющаяся масса. Это углубленіе высверливается буравомъ, хорошо навареннымъ сталью; его приставляютъ къ скалѣ и вонзаютъ въ камень ударами ручной колотушки, постоянно поворачивая буравъ. Чрезъ это на мѣстѣ бурaвленія соотвѣтственная часть скалы превращается въ пыль и образуется круглое отверстіе, величиною въ толщину бурава. Чтобъ устранить пыль со дна отверстія и тѣмъ облегчить работу, въ отверстіе, по возможности, вводятъ воду; она соединяется съ пылью и образуетъ постепенно плотнѣющій илъ, удаляемый затѣмъ изъ отверстія посредствомъ длиннаго тонкаго желѣзнаго прута, на одномъ концѣ котораго прикрѣплена желѣзная ложкообразная перекладина, а другой конецъ котораго загнутъ въ видѣ ушка. При глубокихъ и широкихъ буровыхъ скважинахъ работа производится двумя рабочими, изъ которыхъ одинъ поддерживаетъ буравъ и вращаетъ его, а другой обѣими руками ударяетъ по бураву тяжелою колотушкою. Такая совмѣстная работа двухъ рабочихъ требуетъ со стороны рабочаго, ударяющаго колотушкой, большаго навыка и опытности, чтобъ не раздробить руки рабочаго, поворачивающаго буравъ. Въ мелкихъ работахъ одинъ и тотъ же рабочій можетъ направлять и буравъ и колотушку. Особенно глубокія буровыя скважины приготовля-

ются буравомъ, насаженнымъ на длинную рукоять, подобную лому; 2—3 рабочихъ ударяютъ этимъ орудіемъ въ конецъ буровой скважины и постоянно вращаютъ его.

По окончаніи сверленія буроваго отверстія или во многихъ случаяхъ цѣлаго ряда буровыхъ отверстій, глубина которыхъ колеблется между полуаршиномъ и $1^1/_2$ аршинами, удаляютъ буравъ, вычищаютъ пенькой оставшуюся влагу, и затѣмъ вводятъ зарядъ.

При выборѣ взрывчатыхъ веществъ для цѣлей дорожныхъ сооруженій, останавливаются обыкновенно на порохѣ и динамитѣ.

Если предстоятъ сложныя и обширныя работы по взрыванію скалъ, то безусловнаго предпочтенія заслуживаетъ динамитъ (смѣсь нитроглицерина съ кремнеземомъ), какъ по болѣе сильному относительному дѣйствію его, такъ и по отношенію къ сбереженію издержекъ. Гдѣ же напротивъ того при постройкѣ дорогъ приходится удалять лишь небольшое число и притомъ небольшихъ скалъ, тамъ удобнѣе примѣнять порохъ; его легче получать, чѣмъ динамитъ и къ тому же примѣненіе его доступно и малоопытнымъ рабочимъ. *Порохъ* насыпается въ патронъ, приготовляемый изъ тонкой жести или изъ бумаги, пропитанной масломъ; патронъ насыпается неплотно. Напротивъ того верхній конецъ патрона замыкается двумя пробуравленными въ срединѣ деревянными пластинами, расположенными другъ отъ друга на разстояніи $1^1/_4$—2 дюймовъ, съ тѣмъ чтобы воспламенившійся порохъ могъ бы расширить заключенный между ними воздухъ и тѣмъ усилить силу взрыва. Въ прежнее время патронъ надѣвался на заостренный мѣдный прутъ и вводился на немъ въ буровое отверстіе (желѣзный прутъ не употребляли въ виду возможности появленія искры отъ тренія желѣза о кремнистый камень и преждевременнаго взрыва); затѣмъ верхняя часть буроваго отверстія надъ патрономъ плотно заполняется порошкомъ глины или щебня, избѣгая составныхъ частей, содержащихъ въ себѣ кварцъ и могущихъ произвести искру. По удаленіи мѣднаго прута въ остающееся

зажигательное отверстіе вводятъ *фитиль*, приготовляемый изъ насыпаннаго порохомъ тонкаго тростника, стеблей или свернутыхъ бумажныхъ полосокъ, смазанныхъ внутри смоченнымъ порохомъ; фитиль вводятъ на такую глубину, чтобъ онъ коснулся пороховаго заряда. Сверху фитиль снабжается кускомъ трута или сѣрной нитки, медленно тлѣющихъ и дающихъ такимъ образомъ рабочему достаточно времени укрыться въ мѣсто защищенное и удаленное отъ мѣста взрыва, гдѣ рабочаго не могутъ достичь разрываемыя выстрѣломъ массы скалъ. Въ новѣйшее время зажиганіе патроновъ производится зажигательными шнурами; они представляютъ собою наполненныя порохомъ трубки изъ пеньковой пряжи толщиною въ 5 миллиметровъ, покрытыя снаружи слоемъ смолы. При употребленіи ихъ мѣдный прутъ становится ненужнымъ; ихъ прямо вводятъ въ патронъ и увязываютъ въ немъ, такъ чтобъ, послѣ насыпки верхней части буроваго отверстія щебнемъ, часть шнура выходила бы наружу; къ ней привязываютъ кусокъ трута или сѣрную нить и зажигаютъ ихъ, когда огонь дойдетъ до пороха, происходитъ взрывъ.

При употребленіи *динамита*, который при болѣе обширныхъ работахъ заслуживаетъ безусловнаго предпочтенія передъ порохомъ, буровое отверстіе тоже заряжается патрономъ, забиваемымъ шомполомъ *). Взрывъ происходитъ при посредствѣ пистоновъ, вводимыхъ въ динамитную массу и снабженныхъ зажигательнымъ шнуромъ; пистонъ вмѣстѣ съ зажигательнымъ шнуромъ и патронной оболочкой крѣпко перетягивается бичевкой **).

*) Кромѣ динамита, въ новѣйшее время для взрыва плотныхъ почвъ при сооруженіяхъ дорогъ, а особенно для военныхъ цѣлей, рекомендуется новое взрывчатое вещество, такъ называемый *гераклинъ*, составъ котораго составляетъ секретъ изобрѣтателя. Примѣненіе гераклина, по опытамъ, произведеннымъ въ 1878 году въ Выборгѣ и Кронштадтѣ, выгоднѣе динамита; гераклинъ вовсе не представляетъ опасности при его примѣненіи и обходится на 40% дешевле динамита. Въ настоящее время ожидается концессія на устройство въ окрестностяхъ Петербурга завода для приготовленія гераклина. *Примѣч. переводчика.*

**) Воспламененіе посредствомъ примѣненія электричества, при чемъ изъ гальванической батареи проводится электрическій токъ въ изолированныя проволоки, нами не описывается, такъ какъ не входитъ въ кругъ разсматриваемыхъ нами работъ.

Воспламененіе пистона достигается здѣсь поджиганіемъ зажигательнаго шнура, подобно тому, какъ это дѣлается и при взрывахъ порохомъ.

Какъ и при заряженіи пороховыхъ патроновъ, надъ динамитнымъ патрономъ также укрѣпляютъ слой порошка изъ глины или щебня.

Слѣдуетъ еще упомянуть о томъ, что храненіе динамита должно быть самое тщательное. Уже при 8° Цельсія онъ становится твердымъ, такъ что его зимой нужно носить или на тѣлѣ или хранить его въ тепловатой водѣ. Растаиваніе динамита у огня нерѣдко производило взрывы; слѣдуетъ строго избѣгать такого оттаиванія.

Опытные рабочіе умѣютъ такъ нормировать заряды, какъ порохомъ, такъ и динамитомъ, что отрываемыя скалы только растрескиваются. но не отбрасываются. Въ этомъ случаѣ, послѣ растрескиванія скалъ, ихъ окончательно разбиваютъ ломами и отворачиваютъ съ дорожнаго полотна, а если нужно, приступаютъ къ просверливанію новыхъ буровыхъ отверстій.

### *c*) Защита дорожнаго сооруженія стѣнами.

**§ 37.** Если приходится сооружать дорогу вдоль крутыхъ склоновъ или вдоль текущихъ водъ, или же дорога проходитъ по границѣ владѣнія, то иногда является необходимость въ возведеніи такъ называемыхъ защитныхъ стѣнъ, въ виду уменьшенія массъ насыпки и выемки, въ виду меньшаго протяженія площади сооруженія и наконецъ въ виду достиженія большей устойчивости откосовъ.

Рис. 30.

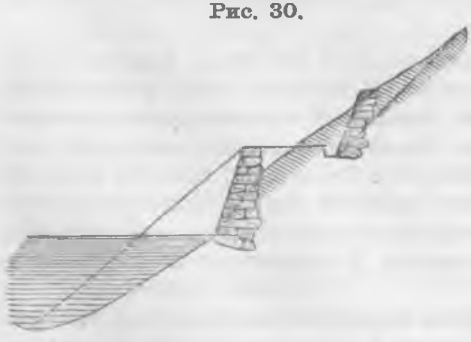
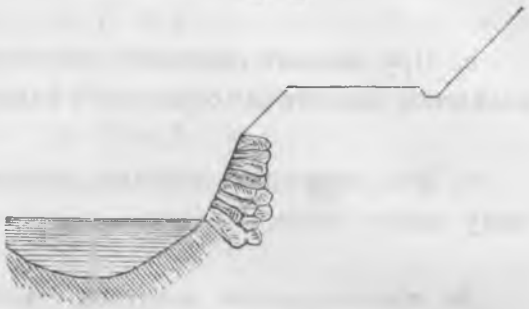


Рис. 30 указываетъ, какимъ образомъ возводятся защитныя стѣны. Вмѣсто того, чтобы доводить защитныя стѣны до уровня высоты дорожнаго полотна, во многихъ случаяхъ можно доволь-

ствоваться высотою половины откоса (половинныя защитныя стѣны), какъ это видно изъ придагаемаго рис. 31.

Рис. 31.



При устройствѣ подобныхъ защитныхъ стѣнъ нужно имѣть въ виду слѣдующія практическія указанія:

1) Подошва защитныхъ стѣнъ должна находиться по крайней мѣрѣ на глубинѣ $^3/_4$ аршина подъ почвенною поверхностью, именно на такой глубинѣ, чтобъ она не могла быть подмыта водою и вообще стояла бы на твердой почвѣ, такъ чтобы стѣна не могла пошатнуться.

2) Обращенная наружу сторона защитной стѣны должна быть снабжена извѣстнымъ откосомъ, чтобы сложенная стѣна не подалась подъ вліяніемъ нажима земли. Такой откосъ дѣлаютъ въ $^1/_6$ до $^1/_3$ высоты стѣны, или другими словами, на такую величину даютъ верхнему краю стѣны отступить отъ вертикальной линіи, проходящей черезъ подошву стѣны, какъ это видно на рис. 32.

Рис. 32.

Чѣмъ плотнѣе и тяжеле камень, тѣмъ круче можетъ быть откосъ.

3) Толщина защитныхъ стѣнъ зависитъ также отъ добротности и тяжести камня, идущаго на сооруженіе стѣны, а также и отъ качества матеріала, которымъ заполняется пространство, лежащее за стѣной; отношенія между среднею толщиною стѣны ($b$) къ высотѣ ($h$) можно принять слѣдующія:

а. При защитныхъ стѣнахъ изъ тяжелаго матеріала и при заполненіи пространства за ними землею средней плотности (не глиноземомъ и не плотной глиной)

$$b = {}^2/_7\ h.$$

б. При защитныхъ стѣнахъ изъ обыкновеннаго матеріала и съ засыпкой средней плотности

$$b = {}^1/_3\, h.$$

в. При засыпкѣ глинозема или плотной глины, которыя вслѣдствіе сырости или образованія родниковъ могутъ сползти,

$$b = {}^3/_7\, h.$$

г. При защитныхъ стѣнахъ, выставленныхъ одностороннему напору воды,

$$b = {}^1/_2\, h.$$

Во всякомъ случаѣ защитной стѣнѣ слѣдуетъ придавать толщину не менѣе $^1/_2$ аршина.

Для защитныхъ стѣнъ при сооруженіи лѣсныхъ дорогъ бываетъ обыкновенно достаточно сухой кладки крупныхъ камней, переслаиваемыхъ мхомъ. При мелкихъ камняхъ для ихъ сцѣпленія употребляютъ растворъ извести, заполняя имъ пустоты между камнями (на 1 часть извести берутъ 2—3 части песку); въ омываемыхъ водою стѣнахъ берутъ цементный растворъ (на 1 часть цемента 2 части песку).

При употребленіи раствора извести, откосъ стѣнъ можетъ быть круче, чѣмъ при сухой кладкѣ.

Возводя защитныя стѣны, нужно прежде всего позаботиться о прочности подошвы стѣны; съ этой цѣлью на сооруженіе подошвы берутъ самые крупные камни. Если почва неплотна, то кладутъ фундаментныя плиты; мѣсто для подошвы роютъ въ нѣсколько косомъ направленіи наклонно къ горѣ, какъ это изображено на рис. 31.

При дальнѣйшемъ ходѣ сооруженія слѣдуетъ смотрѣть за тѣмъ, чтобы внѣшняя сторона стѣны представляла бы собою прямую и ровную площадь; далѣе камни ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ ставить на острый кантъ; они напротивъ того должны проходить сквозь стѣну подъ прямымъ угломъ къ продольному виду стѣны. Камни нужно сдвигать какъ можно ближе другъ къ другу и только неизбѣжные промежутки должны быть заполнены мелкими камнями. Отдѣльныя прослойки стѣны должны быть по возможности приведены въ горизонтальную плоскость. И при сухой кладкѣ

слѣдуетъ нѣсколько отесывать камни и стремиться къ тому, чтобъ между ними было какъ можно меньше крупныхъ пустотъ. Щель между двумя камнями должна быть всегда закрываема камнемъ, накладываемымъ сверху.

## 2-й Отдѣлъ.

### Дорожная настилка.

*a*) Въ общемъ.

**§ 38.** Простою насыпкою земли или скалистыхъ массъ, которыя должны послужить для сооруженія дороги, рѣдко достигается прочная проѣздная дорога. Такая дорожная основа, въ которой значительно преобладаютъ каменистыя части, какъ напр, въ нѣкоторыхъ известковыхъ формаціяхъ, въ гранитѣ, гнейсѣ, сланцѣ, граувакѣ, пожалуй можетъ представить собою достаточную крѣпость для побочныхъ дорогъ, имѣющихъ второстепенное значеніе и лишъ временно служащихъ для провоза лѣса; но на дорогахъ съ болѣе значительнымъ проѣздомъ, т. е. на столбовыхъ дорогахъ и главныхъ лѣсныхъ дорогахъ, укрѣпленіе дорожной основы является обыкновенно необходимостью, развѣ только за исключеніемъ легкихъ песчаныхъ почвъ въ равнинахъ, гдѣ почва быстро высыхаетъ и черезъ это лучше поддерживается въ проѣздномъ состояніи. Въ такихъ мѣстностяхъ впрочемъ обыкновенно и недостатокъ въ годныхъ камняхъ является мотивомъ къ устраненію укрѣпленія дорожнаго полотна соотвѣтствующей дорожной настилкой.

Если же дорожная настилка признается нужною, то примѣняютъ различные способы, смотря по степени желаемой прочности.

*b*) Шоссировка.

**§ 39.** Послѣ повсемѣстной хорошей осадки всего дорожнаго полотна, что обыкновенно наступаетъ при болѣе значительныхъ насыпкахъ лишъ по истеченіи года, при небольшихъ же насыпяхъ и при сырой погодѣ, а также и при ѣздѣ по дорожному полотну часто и раньше, приступаютъ

къ вторичной планировкѣ дорожнаго полотна, при чемъ происшедшія углубленія въ полотнѣ, а также и осѣданіе насыпи на нижней сторонѣ дороги заполняются землею, скатившеюся на полотно дороги съ откоса, прилегающаго къ горѣ. Затѣмъ средина дороги обозначается столбиками, разставляемыми другъ отъ друга на разстояніи саженъ 3 и отъ каждаго столбика опредѣляется ширина каменной настилки, которою должна быть шоссирована дорога. Мѣра ширины шоссе зависитъ прежде всего отъ размѣровъ въ ширину всего дорожнаго полотна, такъ какъ необходимо по обѣ его стороны оставить свободное незамощенное пространство для пѣшеходовъ, и затѣмъ отъ ширины между колеями употребительныхъ въ мѣстности повозокъ. На вколоченныхъ въ землю срединныхъ и боковыхъ столбикахъ обозначаютъ высоту каменной настилки, при чемъ высота эта существенно колеблется, смотря по имѣющемуся въ распоряженіи количеству матеріала, и составляетъ отъ $6^1/_2$ до $8^1/_2$ дюймовъ. При этомъ для достиженія соотвѣтственной выпуклости дорожнаго полотна, въ видахъ удобнаго стока воды, высота на срединныхъ столбикахъ должна быть опредѣлена такимъ образомъ, чтобы съ боковъ дороги къ ея срединѣ имѣлся бы легкій подъемъ, приблизительно въ 3%; подъемъ этотъ дѣлается тѣмъ меньше, чѣмъ плотнѣе насыпаемый матеріалъ, чѣмъ меньше предвидится пользованіе дорогою и т. д.

Масса земли, находящаяся въ пространствѣ, обозначенномъ столбиками, вынимается затѣмъ лопатами на глубину предполагаемаго замощенія и идетъ на поднятіе и укрѣпленіе пѣшеходныхъ тропъ по обѣ стороны дороги.

Рис. 33.

Для полученія упомянутой выше выпуклости шоссейной настилки служитъ уже выемка земли, по срединѣ которой, т. е. выемки, устраивается возвышеніе, соотвѣтствующее склону настилки въ обѣ стороны (см. рис. 33).

Затѣмъ по обѣ стороны выемки кладутся сначала такъ называемые боковые или окраинные камни точно по шнуру и по отмѣткамъ высоты на боковыхъ столбикахъ. Для этого берутся правильно отесанные камни, по возможности съ прямоугольными плоскостями; они служатъ для бокового сдерживанія насыпаемой каменной настилки и должны представлять извѣстное противодѣйствіе раздвиженію каменной настилки.

Боковые камни выбираются такіе, у которыхъ высота превышаетъ толщину (ихъ берутъ примѣрно высотою въ $8^1/_2$—$10^1/_2$ дюймовъ, при ширинѣ и толщинѣ въ 4 дюйма); площади ихъ, въ случаѣ надобности, еще нѣсколько сглаживаются, затѣмъ ихъ ставятъ на ребро въ особые ровики, проводимые острой мотыгой, на такую глубину, чтобы концы ихъ не выдавались надъ полотномъ дороги. Ставятъ ихъ плотно одинъ къ другому, такъ чтобы они при ѣздѣ не могли бы раздвинуться.

Между обоими рядами боковыхъ камней приступаютъ затѣмъ къ устройству *мостовой основы*, для которой берутъ камни вышиною отъ 4—6 дюймовъ. Ихъ по поперечному профилю ставятъ сплошъ одинъ возлѣ другаго въ ряды, перпендикулярные къ дорожной оси, при чемъ тупой конецъ камня всегда обращается внизъ, а болѣе острый вверхъ. Камни ставятся по возможности вертикально или наклоняются въ сторону подъема дороги; оставшіеся промежутки забиваются мелкимъ камнемъ. Такъ какъ мостовая основа имѣетъ преимущественною цѣлью устранять вліяніе давленія груза повозки на мягкую земляную дорожную основу, то и высота мостовой основы преимущественно зависитъ отъ тяжести груза, которому придется проходить по дорогѣ, а затѣмъ понятно и отъ средствъ и количества матеріала, имѣющихся въ распоряженіи строителя. Если дорожная основа состоитъ изъ почвы, обладающей сильною степенью влажности и потому мало устойчивой, то для болѣе солиднаго сооруженія слѣдуетъ насыпать на нее сначала тонкій слой песка и на немъ лишъ укрѣплять мостовую основу. По сооруженіи

мостовой основы на нее насыпаютъ еще слой мелкихъ, по возможности твердыхъ, камней, образующихъ *верхнюю настилку*, толщиною въ 3—4 дюйма. Для верхней настилки разбиваются молоткомъ крупные камни, но можно брать и рѣчныя гальки.

Лучшія горныя породы для полученія мелкихъ камней на верхнюю настилку представляютъ собою базальтъ, трахитъ, мелкозернистый гранитъ, сіенитъ, кварцовый порфиръ, граувака и др. Меньшее достоинство имѣютъ известняки, а всего меньшее песчаники, обыкновенно слишкомъ мягкіе и быстро растираемые.

Если подобные камни и годятся еще для мостовой основы, то ихъ для верхней настилки можно брать развѣ лишъ въ случаяхъ крайней нужды.

Чѣмъ тверже камень, тѣмъ на болѣе мелкія части его слѣдуетъ разбивать; чѣмъ онъ мягче и чѣмъ легче онъ вывѣтривается, тѣмъ онъ разбивается на болѣе крупные куски.

Базальтовые и тому подобные камни должны быть діаметромъ не болѣе $1\frac{1}{2}$—2 дюймовъ.

По окончаніи описанныхъ работъ хорошо еще навести на шоссе слой крупнозернистаго песка; онъ проникаетъ въ промежутки между камнями и уплотняетъ полотно. Если возможно, то по полотну при сырой погодѣ проѣзжаютъ еще тяжелымъ желѣзнымъ дорожнымъ каткомъ; опытъ убѣдилъ, что послѣдняя мѣра весьма способствуетъ уплотненію и сглаженію дорожной поверхности. Въ лѣсномъ хозяйствѣ конечно, при незначительномъ сравнительно протяженіи шоссейныхъ дорогъ, рѣдко представится возможность завестись собственнымъ дорожнымъ каткомъ, но слѣдуетъ пользоваться случаями и брать катокъ на прокатъ; во многихъ случаяхъ можетъ оказаться выгоднымъ купить катокъ сообща нѣсколькими смежными владѣніями.

### *c*) Мадакамизированіе.

**§ 40.** Въ мѣстностяхъ, гдѣ нѣтъ каменоломенъ, трудно заложить мостовую основу описаннымъ выше способомъ, по недостатку пригоднаго матеріала.

Въ этихъ случаяхъ часто примѣняютъ способъ англійскаго инженера Макъ-Адама, состоящій въ томъ, что укрѣпленіе дороги производится исключительно мелкими камнями, настилаемыми въ нѣсколько слоевъ.

Подобно тому, какъ и при сооруженіи мостовой основы, здѣсь сначала вырывается земля на $8\frac{1}{2}$—$10\frac{1}{2}$ дюймовъ и заполняютъ ею углубленія, образовавшіяся отъ осадки дорожнаго полотна. Боковые болѣе крупные камни располагаются по шнуру на высоту, обозначенную на боковыхъ столбикахъ, а за тѣмъ выемка засыпается 4 дюймовымъ слоемъ болѣе крупныхъ камней, на который насыпается настилка изъ мелкихъ разбитыхъ камешковъ, прикрываемыхъ по возможности слоемъ песка, для лучшаго уплотненія дороги.

Укрѣпленіе лѣсныхъ дорогъ по системѣ Макъ-Адама имѣетъ то существенное преимущество передъ полной шоссировкой, что оно значительно дешевле. Этотъ способъ оказывается вполнѣ достаточнымъ для побочныхъ и второстепенныхъ путей, особенно если послѣ перваго сооруженія сравнивать образующіяся колесныя колеи и подсыпать мелкіе камешки; въ этомъ случаѣ дорога получаетъ значительную крѣпость. Слѣдуетъ при макадамизированіи обращать особенное вниманіе на то обстоятельство, чтобы верхній слой каменной настилки состоялъ бы изъ мелкихъ, по возможности *ровныхъ* камешковъ такъ какъ болѣе крупные камни отодвигаются колесами въ сторону, что и служитъ причиною образованія колеи; мелкихъ же камней колесо захватываетъ сразу по нѣсколько, вслѣдствіе чего они и прижимаются плотнѣе къ почвѣ.

*d*) **Настилка крупнозернистымъ пескомъ.**

**§ 41.** Въ равнинахъ, въ областяхъ диллювіальной и аллювіальной, часто не встрѣчается камня, но попадаются залежи крупнозернистаго песка, иногда на значительныхъ пространствахъ. Здѣсь слѣдуетъ отдѣлить болѣе крупный матеріалъ отъ мелкаго песка и посыпать выемку сначала болѣе круп-

нымъ матеріаломъ, а сверху прикрывать его настилкою мелкозернистаго песка. И здѣсь нужно укладывать боковые камни.

Чистый песокъ, обладающій весьма малою сцѣпляемостью частицъ, перемѣшиваютъ съ глиною, размельчая ее въ сухомъ состояніи и навозя ее на слой песка. Глина выполняетъ собою промежутки между крупными зернами песка и придаетъ послѣднему бо́льшую сцѣпляемость частицъ. Если употребить въ дѣло глину комьями, то они прилипаютъ къ колесамъ и вмѣстѣ съ тѣмъ сдвигаютъ часть песчаной настилки *).

*е*) **Укрѣпленіе дорожнаго полотна деревомъ.**

**§ 42.** Весьма употребительный въ прежнее время въ лѣсахъ способъ укрѣпленія грунтовыхъ дорогъ, въ особенности въ равнинахъ и при недостаткѣ камня, состоялъ въ устройствѣ деревянной дорожной настилки, которая впрочемъ совершенно умѣстна и въ настоящее время въ мѣстахъ болотистыхъ, особенно въ лѣсистыхъ мѣстностяхъ, гдѣ лѣсъ стоитъ такъ дешево, что устройство гатей не можетъ быть названо расточеніемъ лѣса.

Прежде всего въ направленіи срединной линіи дорожнаго полотна укладываютъ на нормально распланированной и углубленной дорожной основѣ 2—3 сосновыхъ или ольховыхъ бруска діаметромъ въ 6—8 дюймовъ. На эти бруски подъ прямымъ къ нимъ угломъ укладываются сплошъ другъ возлѣ друга круглыя или полукруглыя, обнаженныя отъ коры, бревна, длина которыхъ должна соотвѣтствовать ширинѣ дороги. Съ обѣихъ сторонъ на нихъ набиваются гвоздями еще продольные бруски и затѣмъ все это сооруженіе прикрывается слоемъ песка. Вмѣсто бревенъ иногда берутъ плотныя

*) За недостаткомъ камня, можно для укрѣпленія дороги брать и шлаки, остатокъ въ доменныхъ печахъ при выплавленіи руды.—Ихъ употребляютъ также, какъ и песокъ и они составляютъ прочный и дешевый суррогатъ. Острые стекловидные шлаки представляютъ впрочемъ неудобство и для людей и лошадей, въ виду чего на шлаки слѣдуетъ насыпать по возможности слой песка.

связки фашинъ, складываемыя одна возлѣ другой и прикрываемыя затѣмъ пескомъ.

Но такъ какъ подобное сооруженіе мало прочно и сверхъ того представляетъ извѣстную опасность для ногъ лошадей, если гать мѣстами прогніетъ, то этотъ способъ и употребляется лишь въ крайнихъ случаяхъ, напр. при поверхностномъ исправленіи старыхъ дорогъ.

## 3-й Отдѣлъ.

### Водоотводныя сооруженія.

*a*) **Въ общемъ.**

**§ 43**. Вода—опасный врагъ всякихъ дорожныхъ сооруженій; она въ видѣ дождя или снѣга размягчаетъ дорожное полотно, затѣмъ она вредна въ видѣ родниковой или запрудной воды, поддерживая постоянную влажность дорожной основы и причиняя осѣданіе мѣстами дорожнаго полотна и наконецъ она прямо вредитъ своимъ теченіемъ, тамъ гдѣ она соприкасается съ дорожнымъ тѣломъ, унося напр. настилку.

Въ виду этого необходимо обращать, какъ при устройствѣ дорогъ, такъ и при послѣдующемъ ремонтѣ ихъ, самое тщательное вниманіе на отводъ излишка воды. Высыханіе дороги обусловливается прежде всего отводомъ ниспадающей атмосферной влаги, къ чему и служатъ придорожныя канавы, въ связи съ водостоками. Запрудная вода, заболачивающая дорожную основу, отводится рвами и подземными водопусками; если дорога въ своемъ направленіи встрѣчаетъ текущія воды, то ихъ отводятъ отъ дороги желобами или же въ случаѣ нужды перекидываютъ черезъ нихъ мосты для облегченія сообщенія.

*b*) **Придорожныя боковыя канавы.**

Устройство боковыхъ канавъ производится одновременно съ сооруженіемъ дорожнаго полотна. Онѣ необходимы вездѣ, гдѣ въ холмистыхъ или гористыхъ мѣстностяхъ проводятъ дорогу съ выемкою земли. Одинаково необходимы онѣ и въ

ровной мѣстности, если только почва не совершенно сухая. Если дорога, или часть ея, своимъ поперечнымъ профилемъ помѣщается цѣликомъ въ выемкѣ, то необходимо съ обѣихъ сторонъ дороги устраивать водоотводныя канавы. Въ такія боковыя канавы стекаетъ не только вода, ниспадающая изъ атмосферы на самое дорожное полотно, имѣющее выпуклую поверхность, но и вода, стекающая по придорожному откосу; количество послѣдней, при таяніи снѣговъ, бываетъ иногда весьма значительно. Наконецъ придорожныя боковыя канавы выставляютъ дорожное сооруженіе бо́льшему вліянію воздуха и вѣтра и содѣйствуютъ скорѣйшему высыханію дороги, Проводятъ канавы мотыгой и лопатой съ предварительнымъ обозначеніемъ борозды, углубляемой затѣмъ и снабжаемой откосомъ; въ скалистыхъ почвахъ примѣняютъ кирки; а гдѣ нужно, взрываютъ почву порохомъ или динамитомъ.

Ширина и глубина канавъ зависитъ отъ количества воды, которое подлежитъ отводу. Откосъ боковъ канавы, если только она не закладывается въ скалистой почвѣ, долженъ быть по крайней мѣрѣ простой, въ рыхлыхъ же почвахъ полуторный.

Верхнюю ширину принимаютъ въ $^3/_4$—$1^1/_2$ аршина, а глубину въ обыкновенныхъ случаяхъ отъ 6 до 12 вершковъ. Ширина дна опредѣляется по верхней ширинѣ и по глубинѣ, въ связи съ принятымъ откосомъ.

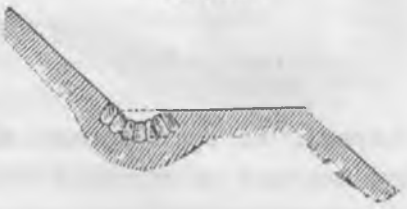
Въ болотистыхъ и торфяныхъ мѣстностяхъ, гдѣ канавы легко заплываютъ, бока канавъ укрѣпляютъ деревомъ. Съ этою цѣлью (см. рис. 34) послѣ вырытія канавы, къ бокамъ ея кладутъ другъ на друга рядъ жердинъ діаметромъ въ 3—4 дюйма и для удержанія ихъ вбиваютъ вертикальные столбики толщиною въ 4—6 дюймовъ, а чтобъ они не измѣнили своего вертикальнаго положенія, ихъ въ верхней части канавы распираютъ поперечнымъ брускомъ.

Рис. 34.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ взамѣнъ канавъ вымащиваютъ водосточные желоба, особенно если подъ рукой много камня

(рис. 35). Чтобы избѣжать запруживанія воды въ канавахъ, послѣднимъ слѣдуетъ и въ равнинахъ придавать слабое паденіе, чего легко достигнуть, углубляя мѣстами подошву рва. Изъ канавъ слѣдуетъ отъ времени до времени отводить воду, такъ какъ иначе скопленіе значительныхъ массъ воды и сопряженный съ тѣмъ напоръ ея можетъ повредить дорожное полотно и дорожные откосы.

Рис. 35.



Отводъ воды производится или открытыми корытообразными водоспусками или крытыми рвами.

### c) Отводъ воды поперечными канавками.

**§ 45.** Поперечныя канавки могутъ имѣть двоякую цѣль: или отводъ воды изъ боковой канавы черезъ дорогу къ сторонѣ долины, или же также проводъ черезъ дорожное полотно естественныхъ водотоковъ, напр. родниковъ, безъ поврежденія полотна.

Для отвода воды изъ придорожныхъ канавъ черезъ менѣе важныя дороги употребляютъ просто бревно, толщиною въ 6—8 дюймовъ, укладывая его поперегъ дорожнаго полотна, въ одномъ съ нимъ уровнѣ, подъ тупымъ угломъ, въ такомъ направленіи, чтобы вдоль бревна шло паденіе къ сторонѣ долины. Такое бревно укрѣпляется вбитыми кольями, за нимъ вырывается плоскій желобъ и затѣмъ запруживаютъ придорожную канаву, чтобы излишекъ воды стекалъ вдоль бревна. Подобныя приспособленія иногда устраиваются и на крутыхъ дорогахъ, чтобъ устранить воду отъ дорожныхъ колей. Вмѣсто того чтобъ укрѣплять вырытый желобъ бревномъ, съ этою же цѣлью прибѣгаютъ иногда къ камню, вымащивая имъ желобъ въ видѣ плоской дуги, и въ этомъ случаѣ нужно выбирать для желоба косое направленіе, придавая желобу извѣстное паденіе для лучшаго стока воды; сверхъ того дуговыя линіи у $a$ и $b$ (рис. 36) слѣдуетъ закладывать такъ, чтобы повозкѣ не предстояло преодолѣвать

затруднительный подъемъ. Такія вымощенныя поперечныя канавки служатъ также нерѣдко для провода незначительных естественныхъ водотоковъ, напр. ключей. Устройство ихъ, сравнительно съ крытыми рвами, дешевле и проще, но представляютъ онѣ собою то неудобство, что онѣ все таки въ извѣстной степени затрудняютъ проѣздъ, а съ другой стороны при сильныхъ дождяхъ легко заносятся пескомъ и тогда плохо проводятъ воду, и сверхъ того требуютъ частаго ремонта. Всѣ эти недостатки еще въ большей степени присущи упомянутымъ выше отводнымъ бревнамъ.

Рис. 36.

Въ виду этого при болѣе важныхъ дорожныхъ сооруженіяхъ, вмѣсто описанныхъ выше первобытныхъ приспособленій, для отвода воды устраиваютъ обыкновенно крытые водоспуски.

*d*) **Подземные водоспуски.**

**§ 46.** Гдѣ дорога проходитъ по почвѣ болотистой или богатой ключами, притомъ же дорожное сооруженіе имѣетъ наклонное положеніе, тамъ для просушки дороги весьма пригодны подземные водоспуски. Ихъ закладываютъ еще передъ постройкою дорожнаго полотна такимъ образомъ, что отъ начальной точки, лежащей ниже дорожной линіи, прорываютъ водоотводную канаву, доводя ее до дорожнаго тѣла; отъ нея отдѣляются расположенныя подъ дорожнымъ полотномъ боковыя канавки такой глубины, чтобы накопляющаяся въ нихъ вода могла бы свободно стекать. Канавки эти наполняются крупными камнями, такъ чтобы между ними были по возможности большіе промежутки. За недостаткомъ камней, берутъ суковатый хворостъ изъ можжевельника, терна и т. п. Затѣмъ канавки эти покрываются дерномъ или камнями, и затѣмъ оканчиваютъ постройку дорожнаго полотна. Въ такой водоспускъ собирается вода и это простое приспособленіе оказывается пригоднымъ и для отвода воды изъ боковыхъ канавъ, такъ какъ при сравнительной дешевизнѣ

такіе водоспуски можно дѣлать на близкомъ другъ отъ друга разстояніе, не возвышая этимъ значительной стоимости дорожнаго сооруженія. Камни лучше всего складывать кровлеобразно, если это позволяетъ ихъ форма *). (См. рис. 37).

Рис. 37.

*е*) **Деревянные крытые водоспуски.**

**§ 47.** Отводъ воды описанными въ § 44 открытыми желобами представляетъ нѣкоторыя упомянутыя выше неудобства, въ виду чего и перешли почти всюду къ устройству крытыхъ водоотводныхъ сооруженій, по крайней мѣрѣ на всѣхъ дорогахъ, сооруженныхъ по правиламъ искусства. Всего проще устройство деревянныхъ водоспусковъ; хотя они и мало прочны, но за то сооруженіе ихъ несложно и они особенно умѣстны въ лѣсахъ, гдѣ нѣтъ годнаго камня.

Заготовка деревянныхъ водоспусковъ состоитъ въ, томъ, что сколачиваютъ гвоздями въ видѣ ящика 4 соотвѣтственно длинныхъ бруска, толщиною въ $2^1/_2 - 3^1/_2$ дюйма, причемъ дно и крышка могутъ быть сколочены и изъ короткихъ обрѣзковъ брусковъ. Дно канавки, въ которую предполагается опустить этотъ ящикъ, а также промежутки между ящикомъ и боковыми стѣнами канавки, забиваются слоемъ вязкой глины въ $6^1/_2 - 8^1/_2$ дюймовъ толщины; такимъ же слоемъ глины утромбовывается и поверхность ящика, а затѣмъ приступаютъ къ устройству дорожнаго полотна.

Вмѣсто брусковъ для деревянныхъ водоспусковъ берутъ иногда просто жерди, идущія на бока водоспуска и накладываемыя одна на другую; ихъ удерживаютъ вертикальные столбики, распираемые поперечными перекладинами. Обращенная кверху сторона ящика дѣлается изъ горбылей, прикрѣпляемыхъ поперечными брусочками. При недостаткѣ камня такія сооруженія во многихъ мѣстностяхъ совершенно примѣнимы, при условіи дешевизны лѣснаго матеріала. Ширина

*) Можно было бы примѣнять въ лѣсахъ и дренажныя трубы для водоспуска, но онѣ неудобны тѣмъ, что въ нихъ проникаютъ древесные корни.

и глубина ихъ зависитъ отъ количества воды, подлежащаго отводу, о чемъ должны быть собраны точныя свѣдѣнія до начала сооруженія.

По сообщенію лѣсничаго Брехера въ Данкельмановской «Zeitschrift für Forst und Jagdwesen» (томъ 6, стр. 120 и слѣд.), онъ въ своемъ лѣсничествѣ для такихъ водоспусковъ пользовался пустыми бочками изъ подъ керосина, вдвигая ихъ одну въ другую. Понятно, что такія бочки, пропитанныя антисептическою жидкостью, оказывались прочнѣе водоспусковъ изъ сыраго лѣса.

*f*) **Каменные крытые водоспуски.**

**§ 48.** Крытые каменные водопуски употребляются при мелкихъ рвахъ и небольшихъ ручьяхъ въ мѣстностяхъ, гдѣ камня много и онъ дешевъ.

Сравнительно съ деревянными сооруженіями, такіе каменные водоспуски обусловливаютъ правда нѣсколько большую затрату на сооруженіе, но зато они прочны, требуютъ меньше ремонта, легче прочищаются и сооруженіе ихъ не требуетъ особыхъ техническихъ познаній, такъ что въ большинствѣ случаевъ съ нимъ совладаютъ простые рабочіе.

Въ виду этого они заслуживаютъ особеннаго вниманія въ гористыхъ мѣстностяхъ. Прежде всего нужно уяснить себѣ требуемые размѣры ихъ. Они зависятъ отъ наивысшаго уровня воды при таяніи снѣга и сильныхъ дождяхъ. Если дорожное полотно проектировано настолько высоко надъ уровнемъ воды, что водоспускъ можетъ быть заложенъ болѣе высокій, чѣмъ широкій, то это потому выгодно, что не нужно брать слишкомъ широкія плиты для прикрытія водоспуска.

Наименьшая ширина и высота принимается въ 12 вершковъ; такой водоспускъ состоитъ изъ двухъ боковыхъ стѣнъ и поперечныхъ плитъ для прикрышки. Для боковыхъ стѣнъ берутся камни длиною въ 12 вершковъ, чтобы стѣна во всю свою ширину состояла изъ цѣлаго камня. Вмѣсто правильно отесаннаго камня, можно брать и кирпичъ, гдѣ не хватаетъ

камня. Для возведенія стѣны вырываютъ въ почвѣ выемку такой ширины, какая соотвѣтствуетъ толщинѣ двухъ стѣнъ, съ промежуткомъ между ними.

Если подпочва мягка и болотиста, то сначала кладутъ, подобно тому какъ у мостовой основы при шоссировкѣ, слой булыжника, забиваютъ его тромбовками въ почву и начинаютъ возведеніе боковыхъ стѣнъ на такой каменной подкладкѣ *).

Стѣны возводятся вертикально на одинаковую высоту съ обѣихъ сторонъ; на нихъ кладутся каменныя плиты, выдающіяся за стѣну по крайней мѣрѣ на $8^1/_2$ дюймовъ съ каждой стороны. Плиты должны быть ровныя, безъ трещинъ и выбраны изъ твердыхъ горнокаменныхъ породъ, медленно вывѣтривающихся. Вмѣсто нихъ можно брать и куски базальта.

Для избѣжанія поврежденій отъ повозокъ, проходящихъ по полотну, покрышку водоспуска кладутъ на глубину $6^1/_2$—$8^1/_2$ дюймовъ подъ дорожную поверхность, такъ что на покрышкѣ лежитъ еще слой булыжника. Вмѣсто каменныхъ плитъ можно для покрышки брать бруски или распиленныя пополамъ бревна. Если нужно прикрыть болѣе значительный водотокъ, при чемъ водоспускъ получаетъ ширину въ $1^1/_2$ аршина или больше, то покрышка *одной* плитой недостаточна, такъ какъ у покрышки не было бы достаточной опоры. Въ этомъ случаѣ закладываютъ такъ называемый *двойной водоспускъ*, возводя въ срединѣ водоспуска стѣнку и прикрывая затѣмъ оба водоспуска плитами. Сторона срединной стѣнки, обращенная къ направленію напора воды, нѣсколько закругляется, съ цѣлью придать стѣнкѣ большую устойчивость. Подошва водоспусковъ или вымащивается камнемъ или выкладывается плитами, чтобы проходящая вода не подмывала боковыхъ стѣнокъ. Вымощенной

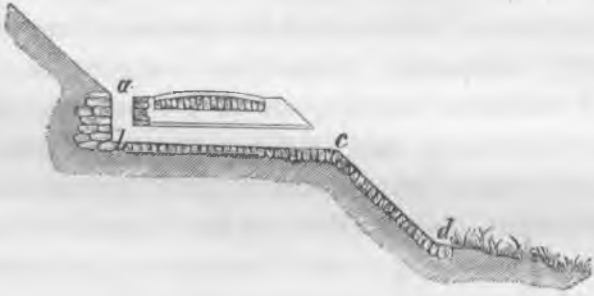
*) Такая подкладка изъ мелкаго булыжника улегается лучше большихъ фундаментныхъ камней, какъ это прямо доказываетъ опытъ. Въ виду этого нужно признать за предразсудокъ, будто употребленіе крупнаго фундаментнаго камня (безъ каменной подстилки) лучше предупреждаетъ паденіе стѣны.

подошвѣ придаютъ видъ плоскаго желоба (см. рис. 38). Нужно тоже обращать вниманіе на соотвѣтственное паденіе подошвы водоспуска, чтобъ протекающая вода могла бы пройти по водоспуску съ нужною скоростью.

Рис. 38.

Если по водоспуску должна подъ дорожнымъ полотномъ пройти вода, собирающаяся въ придорожныхъ боковыхъ канавахъ, то необходимо особое приспособленіе, по которому вода проходитъ въ водоспускъ. Это приспособленіе состоитъ въ вертикальномъ каменномъ желобѣ, такъ называемой вводной воронкѣ, *ab*, изображенной въ поперечномъ разрѣзѣ на рис. 39.

Рис. 39.




Если водоспускъ лежитъ такъ высоко, что онъ выходитъ не на почву, покрытую растительностью, а вода изливается на дорожную насыпь, то отъ выхода водостока слѣдуетъ провести до почвы вымощенный желобокъ, чтобъ вода не повреждала насыпи (см. *cd* на рис. 39).

При напорѣ значительной массы воды отъ сильныхъ водотоковъ боковыя стѣнки въ устьѣ водотока подвергаются опасности подмывки. Для предупрежденія этой опасности удлиняютъ стѣнки подъ острымъ угломъ, причемъ эти удлиненныя стѣнки должны преломить силу напора воды и защитить настоящія боковыя стѣнки. Эти стѣнки носятъ названіе фланговыхъ и способъ ихъ сооруженія показанъ на рис. 40 и 41.

При недостаткѣ соотвѣтствующихъ плитъ для покрышки, но при желаніи соорудить прочный водоспускъ, въ виду

Рис. 40.

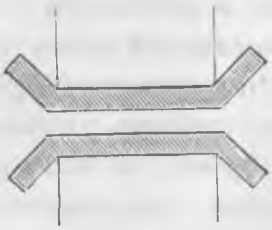
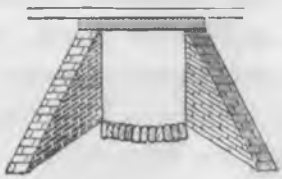


Рис. 41.



чего покрышка деревомъ не можетъ быть допущена, боковыя стѣнки, возведенныя вышеописаннымъ способомъ, связываются каменнымъ сводомъ. Имѣя здѣсь въ виду водоспуски шириною аршина въ $1^1/_2$, можно рекомендовать сухую кладку свода, получающаго форму полукруга; въ этомъ случаѣ на полукругломъ помостѣ укрѣпляются отесанные нѣсколько камни въ видѣ клиньевъ, при чемъ сводъ сдерживается загонкою послѣднихъ каменныхъ клиньевъ.

*g*) **Деревянные мосты.**

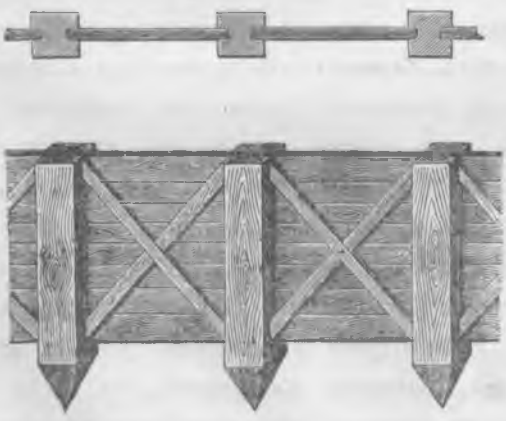
При необходимости воздвигнуть мостъ черезъ воду, ширина которой при самомъ высокомъ уровнѣ стоянія не превышаетъ $1^1/_2$—2 саженъ, при чемъ берега глубоко подмыты, скалисты и тверды, во многихъ случаяхъ, особенно на малопроѣзжихъ дорогахъ, бываетъ совершенно достаточно перекинуть черезъ воду толстыя бревна, въ разстояніи 12—14 вершковъ одно отъ другаго, врыть ихъ въ почву на обоихъ берегахъ и настлать поперегъ ихъ рядъ сплошъ прикладываемыхъ другъ къ другу половинниковъ или жердей, на обоихъ же концахъ ихъ положить въ продольномъ направленіи моста бревна или бруски и гвоздями прикрѣпить ихъ къ поперечинамъ. Если берега недостаточно устойчивы и не выдержатъ тяжести мостоваго сооруженія, то въ такомъ случаѣ прежде всего должны быть возведены на обоихъ берегахъ береговые устои, для чего берутъ обыкновенно неотесанный камень. Эти боковыя стѣны возводятся на тѣхъ

же основаніяхъ, которыя изложены въ § 48 относительно боковыхъ стѣнъ каменныхъ водоспусковъ.

Такъ какъ при мостовыхъ сооруженіяхъ требуется бо́льшая высота стѣнъ, въ виду чего онѣ и оказываютъ бо́льшее давленіе на почву, то при возведеніи ихъ нужно обращать особенное вниманіе на прочность фундамента. Можетъ даже встрѣтиться необходимость въ свайномъ укрѣпленіи почвы, для чего въ нее забиваются бревна, въ фальцы которыхъ помѣщаются поперечные брусья, предназначаемые для фундамента. Точно также и фланговыя стѣны, въ виду напора большей массы воды, должны дѣлаться болѣе значительныхъ размѣровъ и направляться въ бокъ, такъ чтобы вода не могла подмывать спину ихъ и дорожная насыпь была бы достаточно ими защищена. Поверхность ихъ прикрывается плитами или, за недостаткомъ послѣднихъ, спускается терассообразно.

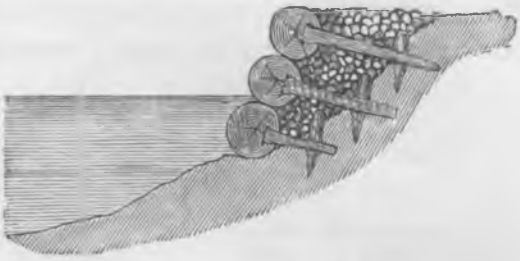
Вмѣсто *каменныхъ* боковыхъ стѣнъ въ лѣсистыхъ мѣстностяхъ и при необходимости сбереженія издержекъ, а также при временныхъ сооруженіяхъ, можно защищать берега деревянными стѣнами. Для устройства ихъ вбиваютъ столбы, выдолбленные съ двухъ сторонъ и забираемые въ шпунты дубовыми брусками, къ которымъ, для большей крѣпости, еще приколачиваются перекладины, какъ это показано въ поперечномъ сѣченіи на рис. 42 и сбоку на рис. 43. Или же деревянные устои береговые строятся изъ круглыхъ бревенъ на подобіе того, какъ въ горахъ производится общеупотребительное укрѣпленіе береговъ вдоль горныхъ рѣчекъ (см. рис. 44). Эти деревянныя сооруженія при постоянномъ перемѣн-

Рис. 42 и 43.



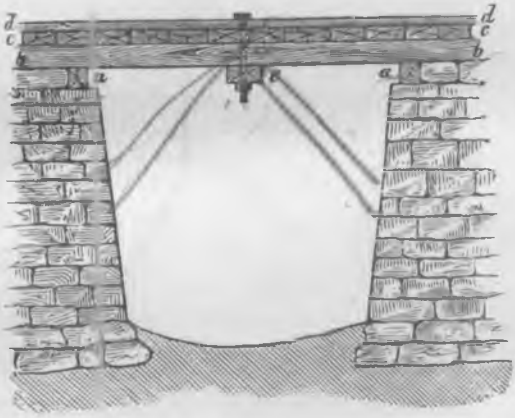
номъ вліяніи сырости и сухости очень скоро загниваютъ, требуютъ частаго возобновленія и ведутъ такимъ образомъ просто къ расточенію подѣлочнаго лѣса, такъ что ихъ слѣдовало бы совершенно оставить и перейти къ каменнымъ сооруженіямъ.

Рис. 44.



Поперечный профиль стѣнъ, предназначенныхъ къ поддержанію деревянной настилки въ верхней своей части, представляетъ прямоугольную выемку, въ которую у $a$ и $a'$ (рис. 45) помѣщаются такъ называемые мауерлаты, т. е. четырехгранно отесанные брусья, съ діаметромъ въ 13—17 дюймовъ; на эти мауерлаты прикрѣпляются перекидываемые черезъ воду мостовые брусья ($b$), укладываемые на разстояніи 26—34 дюймовъ другъ отъ друга; отсюда и вычисляется число нужныхъ мостовыхъ брусьевъ, смотря по ширинѣ моста. Затѣмъ идетъ поперечная настилка брусковъ ($c$), прикрѣпляемыхъ продольными боковыми брусьями ($d$).

Рис. 45.




Для большей крѣпости мостовыхъ сооруженій подводятъ еще брусья ($e$) поперегъ моста; ихъ укрѣпляютъ желѣзнымъ стержнемъ, проходящимъ черезъ всѣ деревянныя части моста и снабженнымъ сверху шляпкой, а снизу навинченною на стержень гайкою *).

*) Для усиленія крѣпости моста можно подпирать мостовые брусья

Сверхъ того вдоль моста строятъ прочныя перила. Мостовая настилка должна съ обѣихъ сторонъ моста лежать въ одномъ уровнѣ съ дорожнымъ полотномъ.

Деревянныя мостовыя сооруженія видоизмѣняются различными способами, въ видахъ увеличенія крѣпости моста.

*α. Срединный быкъ.*

Подобно тому, какъ въ двойныхъ водоспускахъ, и здѣсь, если русло воды не слишкомъ съужено, можно рекомендовать возведеніе въ срединѣ русла быка, поддерживающаго мостъ. Подпорку деревянными быками нельзя совѣтовать, потому что они представляютъ собою слишкомъ малое противодѣйствіе напору полой воды.

*β. Пролеты.*

Это видоизмѣненіе становится понятнымъ изъ рис. 47.

Рис. 47.

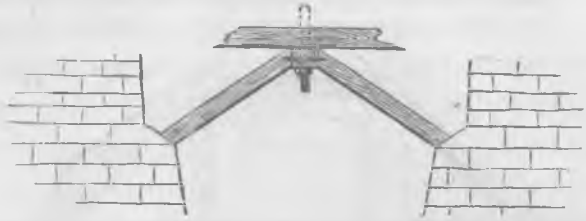
Здѣсь брусья боковые укрѣпляются въ соотвѣтственные уступы боковыхъ каменныхъ стѣнъ и производятъ давленіе снизу на поперечный брусъ, притянутый къ мостовому сооруженію двумя желѣзными стержнями. Можно подвести боковые брусья непосредственно и къ одному желѣзному

Рис. 46.

ещe такъ называемымъ сѣдламъ (рис. 46), соединяемыми желѣзнымъ стержнемъ, какъ съ мостовымъ брусомъ, такъ и съ мауерлотомъ.

стержню, какъ это показываетъ рис. 48. Боковые брусья связываются желѣзными скрѣпами или съ поперечнымъ бру-

Рис. 48.



сомъ, какъ на рис. 47, или непосредственно съ подведеннымъ брусомъ, какъ въ рис. 48.

### . *Висячіе мосты.*

Въ противуположность пролетной системѣ, гдѣ мостовое сооруженіе поддерживается снизу, у висячихъ мостовъ усиленіе выносливости моста производится сверху; это важно въ тѣхъ случаяхъ, когда уровень воды находится близко къ мостовому сооруженію и нельзя укрѣпить боковыхъ бревенъ, такъ какъ они пострадали бы отъ воды.

Составныя части висячаго моста слѣдующія:

а) Висячій столбъ *a* на рис. 49 и 50, замѣняемый иногда

Рис. 49.

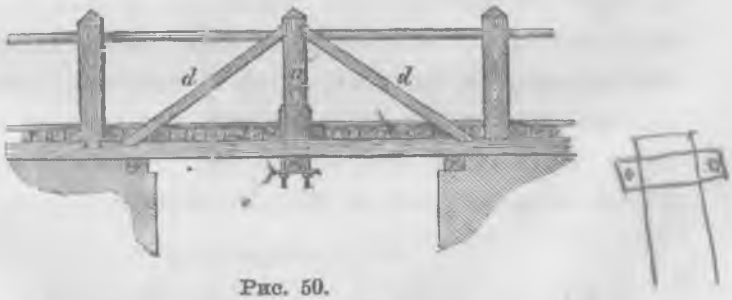
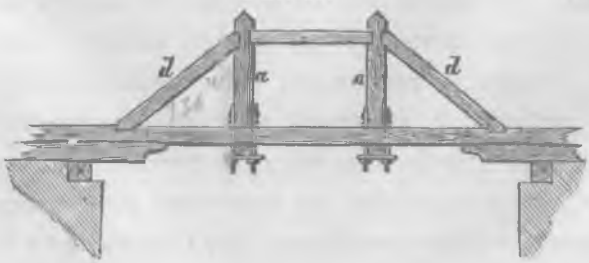
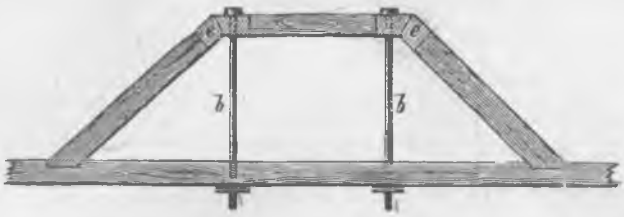



Рис. 50.



и желѣзными стержнями *b* (рис. 51). Этотъ висячій столбъ скрѣпляется съ мостовымъ брусомъ двумя желѣзными полосами, привинченными къ нижней сторонѣ висячаго стол-

Рис. 51.




ба. Въ нижнемъ концѣ своемъ шины оканчиваются винтами, проходятъ черезъ желѣзный брусокъ и закрѣпляются гайками. Въ рис. 49 и 50 шины одновременно поддерживаютъ и подведенные брусья.

b) На висячій столбъ *a* оказываютъ давленіе боковые брусья *d*, впущенные въ висячіе столбы и въ мостовые брусья. Этимъ боковымъ брусьямъ даютъ наклонъ къ висячему столбу въ 30—40°. Чтобъ избѣжать слишкомъ значительной высоты висячаго столба, въ широкихъ пролетахъ берутъ охотнѣе два висячихъ столба, соединенныхъ поперечиной, какъ это видно на рис. 50. Стыки (*e* на рис. 51) слѣдуетъ обивать жестью, чтобъ не проникала влага. Къ висячему столбу съ обѣихъ сторонъ примыкаютъ и перила. Всѣ деревянныя части въ висячихъ мостахъ должны быть надлежащихъ размѣровъ и обладать нужною степенью крѣпости. Выбираютъ здоровыя бревна и отесываютъ ихъ въ брусья съ діаметромъ въ 13—17 дюймовъ.

### *h*) Каменные мосты.

**§ 50.** При мостовыхъ сооруженіяхъ черезъ болѣе широкіе водотоки постройку каменныхъ мостовъ слѣдуетъ поручать опытнымъ техникамъ; при необходимости же построить небольшой каменный мостикъ, можно требовать и отъ лѣсничаго, чтобъ онъ съумѣлъ составить смѣту на постройку и руководить ею. Въ виду этого мы считаемъ умѣстнымъ привести здѣсь важнѣйшія общія положенія о постройкѣ каменныхъ мостовъ.

Массивные каменные мосты сооружаются при постройкѣ лѣсныхъ дорогъ въ тѣхъ случаяхъ, когда простые или двойные водоспуски съ прикрышкой ихъ каменными плитами не въ состояніи вмѣстить въ себя протекающую массу воды; къ сооруженію такихъ массивныхъ каменныхъ мостовъ приступаютъ, когда вблизи имѣется подходящій камень, когда по дорогѣ передвигаются значительные грузы и когда нѣтъ надобности стѣсняться извѣстнымъ излишкомъ затратъ.

Прочность такихъ сооруженій весьма значительна, къ ремонту приходится прибѣгать рѣдко; они представляютъ наибольшую безопасность и всего меньше требуютъ особаго надзора за ними.

Каменные мосты обыкновенно строятся изъ отесанныхъ камней.

На двухъ боковыхъ стѣнахъ возводится сводъ, имѣющій различную форму. Въ короткихъ мостахъ основная фигура свода—полукругъ. При необходимости сооруженія моста черезъ болѣе широкій водотокъ, полукруглый сводъ оказался бы слишкомъ высокимъ, такъ что пришлось бы придавать дорожному полотну сильный подъемъ или же, для избѣжанія этого неудобства, пришлось бы закладывать сводъ въ меньшей высотѣ надъ уровнемъ воды, черезъ что слишкомъ бы съузился проходъ подъ мостомъ. Въ виду этого въ мостахъ, имѣющихъ длину болѣе $2^1/_2$ саженъ, предпочитаютъ придавать своду плоскую форму, при которой основная фигура всегда составляетъ круговую дугу, но не полукругъ.

При сооруженіи моста нужно прежде всего опредѣлить, какую высоту слѣдуетъ придать сооруженію, чтобъ и при высокомъ уровнѣ вода могла свободно пройти подъ мостомъ. Скопленіе воды *передъ* мостомъ должно быть предупреждено достаточными размѣрами пролета, иначе напоръ воды, подмывающей боковыя стѣны, можетъ опрокинуть ихъ.

Придавать пролету бо́льшіе размѣры, чѣмъ какіе нужны для свободнаго прохода полой воды, безполезно, такъ какъ чрезъ это непроизводительно возростаютъ издержки.

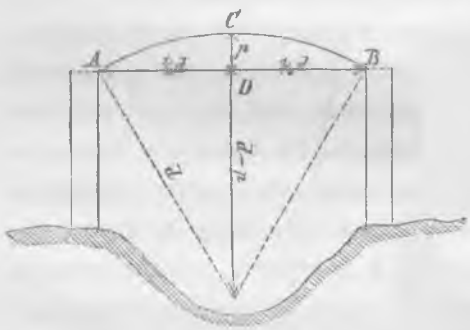
Прежде всего необходимо опредѣлить мѣстными изслѣ-

дованіями наибольшую массу воды, имѣющей пройти черезъ пролетъ. Съ этою цѣлью полезно снять поперечный профиль рѣчнаго дна и примыкающихъ береговъ, послѣ чего слѣдуетъ путемъ вычисленія опредѣлить площадь поперечнаго разрѣза высшаго уровня воды. Эту площадь раздѣляютъ на нормальную ширину водотока, которая вмѣстѣ съ тѣмъ обыкновенно принимается и за ширину пролета, и вычитая затѣмъ глубину водотока, получаютъ требуемую высоту моста.

Еще раньше того опредѣляютъ нивеллировкою на какой высотѣ надъ уровнемъ воды находится уровень дорожнаго полотна.

Если является возможность придать мостовому своду форму полукруга, при чемъ выпуклость не приходится поднимать на слишкомъ большую высоту, то удобнѣе всего выбирать эту форму, какъ наиболѣе прочную. Если же приходится сооружать болѣе плоскій сводъ, то принимаютъ за правило, чтобъ сводъ представлялъ собою по крайней мѣрѣ шестую часть соотвѣтствующаго круга, въ какомъ случаѣ, напр. на рис. 52, дуговая хорда $AB$, какъ сторона вписаннаго шестиугольника, равна радіусу ($d$) круга, часть котораго составляетъ дуга $ACB$.

Рис. 52.




Разстояніе $CD$ называется высотою стрѣлки; оно въ дугѣ полукруга $= {}^1/_2\, d$; въ плоской дугѣ, составляющей $^1/_6$ круга, она оказывается равною $0{,}134\ d$ *). Между этими двумя предѣлами колеблется высота стрѣлки. На крѣ-

*) Въ рис. 52 $(d-p)^2 = d^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2 = d^2\ (^3/_4)$.

$$d - p = \frac{d}{2}\sqrt{3};$$

$$p = d\ (1 - {}^1/_2\sqrt{3}) = 0{,}134\ d.$$

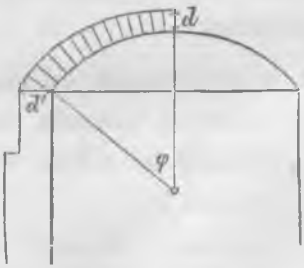
пость свода имѣетъ значительное вліяніе толщина его. Толщина свода всего меньше въ срединѣ; она увеличивается къ концамъ и всего значительнѣе въ томъ мѣстѣ, гдѣ сводъ лежитъ на боковыхъ стѣнахъ.

Опредѣленіе толщины свода въ срединѣ его, гдѣ кладутся камни, замыкающіе сводъ, зависитъ не только отъ ширины мостоваго пролета и отъ высоты стрѣлки дуговой, но и отъ тяжести свода и его нагрузки, отъ устойчивости боковыхъ стѣнъ и т. п. Относящееся сюда теоретическое разъясненіе завело бы насъ слишкомъ далеко; мы ограничиваемся приведеніемъ нѣкоторыхъ эмпирическихъ данныхъ:

| При ширинѣ пролета. | Толщина свода въ его срединѣ. | |
|---|---|---|
| | *a.* У полукруглаго свода. | *b.* У плоскаго свода (Высота стрѣлки до 0,134 пролета). |
| до 1 сажени. | 0,20 саж. | 0,25 саж. |
| отъ $1^1/_4$—$1^1/_2$ саж. | 0,225 саж. | 0,275 саж. |
| отъ $1^3/_4$—$2^1/_2$ саж. | 0,25 саж. | 0,30 саж. |
| отъ $2^1/_2$—4 саж. | 0,30 саж. | 0,35 саж. |

На приведенные размѣры толщины слѣдуетъ смотрѣть какъ на наибольшія величины; ихъ можно уменьшать при хорошемъ строительномъ матеріалѣ и при неслишкомъ значительныхъ грузахъ. Сводамъ свыше 4 саж. придаютъ въ срединѣ толщину въ $^1/_{15}$ — $^1/_{12}$ ширины пролета*). Отъ средины свода къ боковымъ стѣнамъ толщина свода соотвѣтственно увеличивается.

Рис. 53.




Это утолщеніе производится по уравненію:

$$d' = \frac{d}{\cos.\varphi}$$ (см. рис. 53).

На практикѣ признается вполнѣ достаточнымъ, если тол-

*) Французскій инженеръ Перонне приводитъ слѣдующую формулу: $d$=0,035 $D$+0,16 саж., при чемъ $d$ обозначаетъ толщину свода въ срединѣ его, а $D$ ширину пролета.

щина свода у боковыхъ стѣнъ въ $1\frac{1}{2}$ раза превышаетъ толщину свода въ его срединѣ.

При кладкѣ свода отдѣльные камни должны быть уложены такъ, чтобы промежутки между ними стояли бы перпендикулярно на дуговой линіи. Поэтому всѣ камни лежатъ косо и упали бы безъ особаго приспособленія. Въ виду этого устраиваютъ деревянный помостъ, имѣющій форму дуги и поддерживающій сводъ, пока не положатъ замыкающаго камня, послѣ чего сопоставленные другъ возлѣ друга камни, по клиновидной ихъ формѣ, не могутъ измѣнить своего положенія и взаимно удерживаютъ другъ друга. Понятно, что сводъ, по своей тяжести, если не можетъ опуститься внизъ, то будетъ стремиться къ уклону въ бокъ; для предупрежденія этого бокового уклона и служатъ боковыя стѣны.

Что касается толщины боковыхъ стѣнъ, то она не должна быть опредѣляема слишкомъ скупо, иначе сводъ раздвинетъ стѣны и онѣ обрушатся. Если же толщина превышаетъ потребную норму, то непроизводительно пропадаетъ излишекъ матеріала и работы.

Приблизительными данными для нагруженныхъ сводовъ можно принимать, что толщина боковыхъ стѣнъ должна равняться:

въ полукруглыхъ сводахъ . . . . $\frac{1}{5} - \frac{1}{5\frac{1}{2}}$ ширины пролета
» плоскихъ сводахъ съ высотою стрѣлки не менѣе чѣмъ въ $\frac{1}{4}$ пролета . . . . . $\frac{1}{4} - \frac{1}{4\frac{1}{2}}$ » »
» плоскихъ сводахъ съ высотою стрѣлки не менѣе чѣмъ въ $\frac{1}{8}$ пролета . . . . . $\frac{1}{3\frac{1}{2}} - \frac{1}{4}$ » »

Если боковыя стѣны выше $1\frac{1}{2}$ сажени, то приведенныя выше толщины слѣдуетъ еще увеличивать на $\frac{1}{6}$ высоты.

Строительный планъ на мостовое сооруженіе составляется на основаніи данныхъ, вліяющихъ на ширину пролета, высоту, форму и толщину свода, толщину боковыхъ стѣнъ и

затѣмъ наносится на бумагу въ масштабѣ 1 : 50 или 1 : 100; по такому плану и производится самая постройка.

Прежде всего обозначаютъ по плану мѣсто въ натурѣ для боковыхъ стѣнъ и вырываютъ для нихъ почву на такую глубину, пока не дойдутъ до скалы или по крайней мѣрѣ до плотной подпочвы *). Если почва мягкая и торфянистая, то или устраиваютъ свайный фундаментъ (§ 49) или же укрѣпляютъ почву слоемъ *бетона*, въ потребныхъ случаяхъ съ предварительнымъ устройствомъ шпунтовыхъ стѣнъ (§ 49). *Бетономъ* называютъ смѣсь гидравлической извести или цемента съ пескомъ и мелкими камнями. Для такой смѣси берутъ напр. 1 часть цемента и 2 части песка, смѣшивая ихъ съ водою въ густую кашицу. Въ эту смѣсь придаютъ столько осколковъ камней, сколько въ ней песка.

Камни разбиваются на такой мелкій щебень, какой употребляется для верхней дорожной настилки; можно брать и кирпичный щебень. Такую смѣсь плотно забиваютъ въ ящикъ и затѣмъ опрокидываютъ ее въ канаву, пока не будетъ достигнута предполагаемая высота фундамента.

Высота фундамента принимается обыкновенно не менѣе 12 вершковъ; въ обыкновенныхъ мостовыхъ сооруженіяхъ фундаментъ дѣлаютъ вышиною въ 18 вершковъ. Слой бетона не долженъ однако лежать на мягкой, легко поддающейся, почвѣ, такъ какъ иначе послѣдняя будетъ подмываться и можетъ обрушиться.

Недѣли черезъ двѣ бетонъ твердѣетъ на столько, что можно приступить къ возведенію стѣнъ.

Построивъ боковыя стѣны до той высоты, на которой долженъ начаться сводъ, при чемъ для кладки стѣнъ берутся правильно отесанные камни, скрѣпляемые известковымъ растворомъ, устраиваютъ деревянный помостъ, имѣющій форму предполагаемаго свода. Помостъ состоитъ изъ деревянныхъ дугъ, укрѣпляемыхъ на разстояніи $1\frac{1}{2}$ арш.

---

*) Для составленія плана нужно предварительное изслѣдованіе почвы, чтобы опредѣлить, на какую глубину почва должна быть вынута.

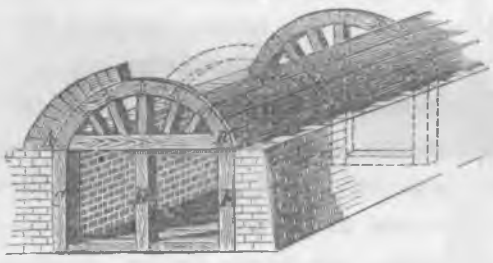
другъ отъ друга на поперечныхъ брусьяхъ *AB* (рис. 54), которые съ своей стороны лежатъ на крѣпкихъ вертикальныхъ столбахъ *C*, *D*, *E*; поперегъ деревянныхъ дугъ настилаются доски, представляющія собою внутреннюю плоскость свода.

Кладка свода начинается со стороны обѣихъ боковыхъ стѣнъ и оканчивается замыкающимъ камнемъ въ срединѣ свода.

Такъ какъ замыканіе свода должно главнымъ образомъ поддерживать кладку камней, то камни и должны быть правильно отесаны; необходимо, чтобы промежутки между ними шли по направленію радіусовъ круга, часть котораго составляетъ сводъ.

По укрѣпленіи свода помостъ удаляется; при правильномъ положеніи камней и тщательной ихъ укладки сводъ долженъ самъ себя поддерживать, даже до полнаго высыханія известковаго раствора между камнями. Внутренняя плоскость свода смазывается затѣмъ гладко известкой, а верхнюю сторону свода, для лучшей его защиты, покрываютъ слоемъ глины или цемента.

Рис. 54.



Одновременно со сводомъ, возводятъ и фланговыя стѣны, о которыхъ было говорено въ § 48.

Сверхъ каменныхъ мостовъ, снабженныхъ сводомъ, возводятся еще мосты, нижняя часть которыхъ состоитъ изъ камня, а верхняя изъ желѣза. Но разсмотрѣніе ихъ не входитъ въ нашу задачу, тѣмъ болѣе, что въ подобныхъ сооруженіяхъ едва ли можетъ встрѣтиться надобность при постройкѣ лѣсныхъ дорогъ.

## 4-й Отдѣлъ.

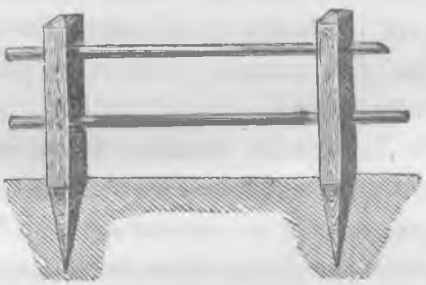
### Защитныя сооруженія и посадка деревъ вдоль дорогъ.

#### *а*) Защитныя сооруженія.

**§ 51.** Въ гористыхъ мѣстностяхъ, гдѣ дороги къ сторонѣ долины получаютъ часто крутые откосы, вдоль обрывовъ и бурныхъ потоковъ, для безопасности сообщенія, приходится возводить извѣстныя защитныя сооруженія, состоящія въ постройкѣ перилъ или защитныхъ стѣнъ или въ укладкѣ защитныхъ камней.

*Перила* строятся изъ столбовъ твердаго дерева, врываемыхъ на разстояніи 2-хъ саженъ другъ отъ друга вдоль дороги, такъ чтобъ они выдавались надъ дорожнымъ полотномъ аршина на $1^1/_2$. Въ отверстія столбовъ вставляютъ круглыя жерди. Верхній разрѣзъ столба стесывается на кось, чтобъ вода могла удобнѣе стекать (р. 55).

Рис. 55.



Столбы можно также соединять между собою и въ верхней части поперечною перекладиною, увеличивающею крѣпость

Рис. 56.

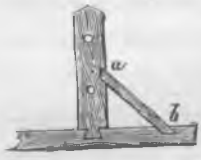
перилъ (см. рис. 56). Въ мѣстѣ соприкосновенія двухъ перекладинъ ихъ сверху обиваютъ жестью, чтобъ въ стыки не проникала вода; перекладины стесываются также накось, чтобъ вода на нихъ не застаивалась.

Когда перила совершенно высохнутъ, ихъ смолятъ или покрываютъ масляной краской. Столбы съ нижняго конца обугливаются. Такія перила сооружаютъ и вдоль мостовъ,

причемъ столбы для большей крѣпости снабжаются еще подпорами (*ab* на рис. 57).

Вмѣсто деревянныхъ столбовъ можно брать для перилъ и каменные отесанные столбы; точно также вмѣсто деревянныхъ круглыхъ перекладинъ можно брать желѣзныя. Вмѣсто деревянныхъ перилъ возводятъ иногда *каменныя защитныя стѣнки*, въ особенности гдѣ вблизи есть достаточно камня и гдѣ нечего бояться нѣсколько большей затраты. Такія защитныя стѣнки, замѣняющія собою перила, возводятся часто на защитныхъ стѣнахъ вдоль дорожнаго полотна, служа какъ бы продолженіемъ ихъ въ высоту. Защитныя стѣнки служатъ перилами и вдоль каменныхъ мостовъ; для отвода воды съ дорожнаго полотна у нижняго основанія защитныхъ стѣнокъ оставляются черезъ каждыя $2^1/_2$ сажени отверстія вершковъ въ 6, для свободнаго стока воды.

Рис. 57.




Защитныя стѣнки, покрываемыя сверху правильными плитами, сооружаются или изъ дикаго камня путемъ сухой кладки, или же изъ кирпича съ употребленіемъ известковаго раствора, смотря по имѣющимся въ распоряженіи средствамъ.

Сюда же относятся и *указательные камни*, укрѣпляемые по обѣ стороны дороги передъ защитными стѣнками у канавъ и мостовъ, чтобъ направить повозку на средину дороги. Для того, чтобъ указательные камни рѣзче бросались въ глаза, ихъ окрашиваютъ известью въ бѣлый цвѣтъ. Для удобства сообщенія на дорожныхъ перекресткахъ слѣдуетъ ставить *дорожные указатели* съ соотвѣтствующими надписями.

### *b*) Посадка деревъ.

**§ 52.** Вдоль широкихъ дорогъ хорошо сажать деревья, главнымъ образомъ для украшенія дороги. Съ этою цѣлью выбираютъ древесные стволы съ высоко расположенной вершиной и сажаютъ ихъ не ближе другъ къ другу какъ на 3—4 сажени, чтобъ не слишкомъ затѣнять дорогу и тѣмъ самымъ не препятствовать ея быстрому высыханію.

Для такихъ посадокъ особенно пригодны древесные экземпляры со сквозистой вершиной; въ хвойныхъ лѣсахъ для окаймленія дорогъ охотно берутъ березу, бѣлый стволъ который ночью хорошо указываетъ направленіе дороги; охотно берутъ также ясень, кленъ, осокорь и рябину. Изъ видовъ дуба особеннаго вниманія въ болѣе умѣренномъ климатѣ заслуживаетъ американскій красный дубъ (Quercus rubra) по красотѣ осенней окраски его листвы. Въ лиственныхъ лѣсахъ для разнообразія разводятъ вдоль дорогъ иногда хвойныя деревья и въ этомъ отношеніи особеннаго вниманія заслуживаетъ лиственница изъ за ея рѣдко расположенной хвои. Она обыкновенно ростетъ очень хорошо на просторѣ, въ видѣ придорожнаго дерева, въ рыхлой почвѣ дорожной насыпи. Фруктовыя деревья мало пригодны для окаймленія лѣсныхъ дорогъ; они плохо бы росли по недостатку нужной имъ теплоты.

Сажаютъ деревья непосредственно у самаго края дорожнаго полотна; гдѣ посадныя ямы приходится закладывать въ выемкахъ, съ которыхъ слѣдовательно снятъ верхній плодородный почвенный слой, тамъ въ посадныя ямы нужно подсыпать нѣсколько плодородной земли. Каждое дерево прикрѣпляется къ крѣпкому подпорочному колу, который вводится въ почву еще до посадки; въ потребныхъ случаяхъ комель стволовъ обвязывается колючимъ кустарникомъ; для укрѣпленія ствола, вокругъ него иногда укладываютъ нѣсколько тяжелыхъ камней.

Нельзя рекомендовать вдоль стороны дороги, обращенной къ долинѣ, устройства живыхъ изгородей изъ ели или боярышника; такія густыя живыя изгороди препятствуютъ стоку воды и не даютъ дорогѣ достаточно высыхать.

## ГЛАВА II.

## Опредѣленіе стоимости сооруженій.

*а*) Въ общемъ.

**§ 53.** Изготовленіе подробныхъ смѣтъ на сооруженіе дорогъ необходимо съ одной стороны для ассигнованія потребныхъ суммъ на выполненіе проектированныхъ дорогъ; съ другой же стороны, чтобы знать, какія работы и въ какомъ количествѣ могутъ быть произведены на суммы, имѣющіяся въ распоряженіи. Опытъ учитъ, что работы по сооруженію дорогъ выгоднѣе производить издѣльно, а не поденщиками и въ этомъ отношеніи смѣта служитъ основаніемъ сдачи проектированныхъ работъ надежнымъ подрядчикамъ. Стоимость отдѣльныхъ сооруженій конечно весьма различна въ разныхъ мѣстностяхъ, такъ какъ рабочая плата въ одной мѣстности стоитъ выше, чѣмъ въ другой.

Въ виду этого всего удобнѣе при опредѣленіи нормъ, по которымъ должна вычисляться стоимость сооруженій, опредѣлять прежде всего, на сколько среднимъ счетомъ въ день одинъ рабочій въ состояніи подвинуть ту или другую работу. Опредѣливши, сколько времени рабочему нужно для производства единицы работы, напр. для срытія кубической сажени той или другой почвы, и зная мѣстную рабочую плату, которою рабочій охотно удовлетворяется, стоитъ только помножить время, потребное для производства единицы работы, на рабочую плату; въ результатѣ получатся издержки на производство данной единицы работы.

Средняя дневная работа принимается обыкновенно въ 10 часовъ, исходя при этомъ изъ предположенія, что рабочіе, занимающіеся изъ года въ годъ однимъ и тѣмъ же дѣломъ, заработываютъ лѣтомъ, удлиняя время работы, нѣсколько болѣе, а зимою за то, при сокращеніи рабочаго дня, нѣсколько менѣе средняго заработка. Зная напр., что рабочій въ теченіи 10 часовъ срываетъ 0,5 кубической сажени земли извѣстной плотности и что рабочій день въ данной мѣстности стоитъ 60 коп., легко конечно вычислить, что на

срытіе одной кубической сажени требуется 20 часовъ работы и кубическая сажень обойдется въ $20 \times 60 = 1$ р. 20 к. Въ виду этого, при составленіи смѣтъ на обычныя при сооруженіи дорогъ работы и при сдачѣ послѣднихъ въ подрядъ, должны быть собраны точныя данныя о возможномъ количествѣ дневной работы одного рабочаго и по этимъ даннымъ уже должна быть составлена главная часть смѣты. Само собою разумѣется, что при опредѣленіи въ смѣтѣ издержекъ, не вытекающихъ изъ непосредственнаго примѣненія труда рабочихъ, напр. при внесеніи въ смѣту издержекъ на покупку инструментовъ, матеріаловъ, земли и т. п., руководствуются другими соображеніями.

Отдѣльныя работы, встрѣчающіяся при сооруженіи дорогъ, сгруппированы нами въ томъ порядкѣ, въ какомъ онѣ приведены въ первой главѣ настоящаго отдѣла. Онѣ распадаются на:

очистку поверхности площади сооруженія,
выемку,
перевозку матеріала выемки,
дорожную настилку,
водоотводныя сооруженія,
сооруженія стѣнъ и мостовъ,
защитныя сооруженія и посадку деревъ.

*b*) **Стоимость очистки поверхности площади сооруженія.**

**§ 54**. При одинаковыхъ свойствахъ подпочвы, очистка почвенной поверхности можетъ представить весьма различныя затрудненія, смотря по роду почвеннаго покрова. Большую разницу представляетъ напр. въ этомъ отношеніи почва, покрытая лѣснымъ наземомъ, и почва, поросшая верескомъ или брусничными растеніями, и въ особенности почва, покрытая густою зарослью и въ которой находится много корней. Въ виду этого оказывается полезнымъ разсматривать отдѣльно стоимость очистки поверхности почвы и съ другой стороны стоимость почвенныхъ выемокъ. Основываясь на многочисленныхъ опытахъ относительно очистки поверхности почвы, мы можемъ привести слѣдующія данныя:

Въ 10-часовой урокъ одинъ рабочій очищаетъ съ почвы:

| | | |
|---|---|---|
| 1. Наземъ съ дрокомъ и мелкими корнями на площади . . . . . | 22 | квадр. саж. |
| 2. Поверхностный покровъ вереска . . . | 11 | » » |
| 3. Густой покровъ брусничныхъ и вереска. | 6,6 | » » |
| 4. Дернъ (съ тщательнымъ снятіемъ дернинъ) . . . . . | 5,5 | » » |
| 5. Тонкомѣрный кустарникъ. . . . . | 2,2 | » » |
| 6. Густую заросль (съ корчеваніемъ) . . | 1,3 | » » |
| 7. Пни тонкомѣрныхъ стволовъ, считая по суммѣ площадей основанія у стволовъ, | 0,044 | » » |
| 8. Пни крупныхъ стволовъ, считая по суммѣ площадей основанія у стволовъ, . . | 0,022 | » » |
| 9 Изгородь изъ колючихъ кустарниковъ на протяженіи . . . . . | 9,4 | погон. саж. |

По этимъ даннымъ, принимая стоимость рабочаго дня въ 60 коп., очистка почвы отъ почвеннаго покрова стоила бы въ приведенныхъ выше случаяхъ:

| | | |
|---|---|---|
| 1. За квадратную сажень . . . . | 2,73 | коп. |
| 2. » » » . . . . | 5,46 | » |
| 3. » » » . . . . | 9,09 | » |
| 4. » » » . . . . | 10,91 | » |
| 5. » » » . . . . | 27,27 | » |
| 6. » » » . . . . | 46,16 | » |
| 7. за кв. саж. суммы площ. осн. . | 1363,64 | » |
| 8. » » » » » » . | 2727,27 | » |
| 9. За погонную сажень . . . . | 6,38 | » |

### *c*) Стоимость выемки и планировки.

**§ 55.** При составленіи смѣтъ на сооруженіе дорогъ, удобнѣе всего совмѣщать въ одну статью стоимость выемокъ и стоимость сооруженія всего дорожнаго полотна, включая сюда и устройство нижняго откоса. Для упрощенія смѣты полезно тоже не установлять въ смѣтѣ особой статьи для передвиженія излишка выемки на недальнее разстояніе, а включать стоимость эту въ общую стоимость выемки, при чемъ мы

однако предполагаемъ, что излишекъ выемки идетъ еще въ насыпку между ближайшими точками стоянія и что разстояніе между точками стоянія не превышаетъ 10 саженъ. При такомъ предположеніи можно руководствоваться слѣдующими нормами, опредѣленными путемъ многочисленныхъ опытовъ:

*Въ 10-часовой рабочій урокъ одинъ рабочій можетъ слѣдующую кубическую массу земли или камня срыть, отбросить лопатой, соорудить изъ срытой земли дорожное полотно и нижній его откосъ, а также отвезти излишекъ выемки подъ гору на разстояніе не далѣе 10 саженъ:*

| | | |
|---|---|---|
| 1. При рыхлой почвѣ безъ камней, сухомъ пескѣ . . . . . | 0,72 | куб. саж. |
| 2. При плотномъ пескѣ или при легкой глинистой почвѣ. . . . . | 0,62 | » » |
| 3. При тяжелой глинистой почвѣ съ малымъ количествомъ камней или вовсе безъ камней . . . . . | 0,46 | » » |
| 4. При мелкокаменистой почвѣ . . . . | 0,41 | » » |
| 5. При плотной глиноземной почвѣ съ отдѣльными камнями . . . . . | 0,36 | » » |
| 6. Мягкія горныя породы, разбиваемыя киркою . . . . . | 0,31 | » » |
| 7. Слоистый камень, удобный для сверленія и разрыва . . . . . | 0,15 | » » |
| 8. Слоистый камень, по своей твердости затруднительный для сверленія и разрыва . . . . . | 0,10 | » » |
| 9. Голыя разбросанныя скалы, уборка которыхъ представляетъ наибольшія затрудненія . . . . . | 0,07 | » » |

Принимая въ разсчетъ стоимость рабочаго дня въ 60 к., единица цѣны опредѣлилась бы для работъ, приведенныхъ въ пунктахъ 1—9 слѣдующими, цифрами:

1. За 1 кубическ. сажень 83,33 коп.
2. » » » 96,87 »

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3. | За 1 кубическ. сажень | 130,44 | коп. |
| 4. | » » » | 146,34 | » |
| 5. | » » » | 166,67 | » |
| 6. | » » » | 193,55 | » |
| 7. | » » » | 400,00 | » |
| 8. | » » » | 600,00 | » |
| 9. | » » » | 857,15 до 1200,00 | *). |

Затрудненія, представляющіяся относительно отнесенія даннаго рода почвы или горнокаменной породы къ той или другой изъ приведенныхъ нами почвенныхъ группъ, могутъ быть устранены только мѣстными пробными работами. Наибольшимъ колебаніямъ подвергаются данныя, приведенныя въ пунктахъ 7, 8 и 9. Здѣсь критеріемъ для вѣрнаго сужденія могутъ служить лишъ данныя, взятыя изъ дѣйствительно произведенныхъ сооруженій. Само собою разумѣется, что въ ряду приведенныхъ данныхъ могутъ быть помѣщены еще промежуточныя ступени. Такъ какъ въ гористыхъ мѣстностяхъ часто встрѣчаются скрытыя скалы или же горнокаменная порода въ нижней части выемки оказывается тверже, чѣмъ на поверхности выемки, то при составленіи смѣтъ хотя и слѣдуетъ брать въ основаніе низшія подрядныя цѣны, но тѣмъ не менѣе изъ предосторожности слѣдуетъ для непредвидѣнныхъ случаевъ имѣть нѣкоторый запасъ средствъ для возможности производства случайныхъ дополнительныхъ платежей.

*d*) **Стоимость перевозки матеріала выемки.**

**§ 56.** Стоимость передвиженія незначительныхъ излишковъ выемки, употребляемыхъ въ дѣло вблизи выемки, между двумя ближайшими точками стоянія, разстояніе между которыми не превышаетъ 10 саженъ, мы включили въ стоимость устройства выемки и дорожнаго полотна. Здѣсь мы разсмотримъ слѣдовательно лишъ расходъ на передвиженіе матеріала выемки на разстояніе свыше 10 саженъ. Чаще

*) Въ пунктахъ 7 и 8 не включены стоимость буравовъ и взрывчатаго вещества.

всего перевозка производится на одноколесныхъ тачкахъ; при перевозкѣ на болѣе далекія разстоянія употребляютъ двухколесныя тачки или телѣги, запрягаемыя лошадьми или волами.

При опредѣленіи стоимости перевозки матеріала имѣютъ значеніе три фактора:

1. Нагрузка
2. Проѣздъ и
3. Разстояніе.

Прежде всего слѣдуетъ опредѣлить, какое количество матеріала можетъ нагрузить одинъ рабочій въ день; затѣмъ слѣдуетъ принять въ соображеніе, какое количество матеріала помѣщается въ тачку или телѣгу, сколько концовъ въ день можетъ пройти тачка или телѣга и затѣмъ уже изъ этихъ данныхъ, въ связи съ обычною мѣстною цѣною на пѣшій и конный рабочій день, можно опредѣлить стоимость перевозки извѣстной единицы мѣры.

Одинъ рабочій въ теченіи 10 часовъ можетъ нагрузить срытой земли:

a) На ручную тачку приблизительно . 1,5 куб. саж.
b) На упряжную телѣгу . . . . . 1,25 » »

По ровной дорогѣ скорость движенія лошади составляетъ въ секунду 0,37 саж., а при обратномъ движеніи съ пустою повозкою 0,47 саж., въ среднемъ 0,42 саж.; скорость движенія рабочаго съ нагруженною тачкою, 0,23 сажени въ секунду, а при обратномъ движеніи съ пустою тачкою 0,47 саж., въ среднемъ слѣдовательно 0,35 саж. Если напр. нужно перевезти на тачкѣ землю на разстояніе 50 саженъ, при чемъ по изслѣдованію оказалось, что на тачку нагружается 0,005 куб саж. земли, то вычисленіе производится слѣдующимъ образомъ:

Разстояніе въ 50 саж. должно быть каждой тачкой пройдено два разъ, туда и обратно. Удвоенное разстояніе въ 100 саженъ, раздѣленное на среднюю скорость движенія рабочаго съ тачкой въ 0,35 саж. въ секунду, даетъ въ частномъ 286 секундъ на проѣздъ тачки. Если считать на нагрузку (въ 10 часовъ 1,5 куб. саж., слѣдовательно 0,005

куб. саж. въ 2 минуты) 120 секундъ, то всего на нагрузку и проѣздъ тачки взадъ и впередъ потребуется 406 секундъ. Раздѣляя рабочій день въ 10 часовъ или 36,000 секундъ на 406, мы получаемъ $\frac{36000}{406} = 88{,}7$ или круглымъ числомъ 89 проѣздовъ взадъ и впередъ въ день. Въ каждый проѣздъ провозится 0,005 куб. сажени, слѣдовательно въ 89 проѣздовъ $0{,}005 \times 89 = 0{,}445$ куб. саж. На провозъ кубической сажени требуется слѣдовательно $\frac{1}{0{,}445} = 2{,}247$ рабочихъ дня или, при стоимости рабочаго дня въ 60 коп., стоимость перевозки 1 кубической сажени на разстояніе 50 саженъ обошлась бы въ $2{,}247 \times 60 = 1$ р. 35 коп.

На этихъ основаніяхъ нетрудно было вычислить нижеслѣдующую таблицу:

*а)* **Перевозка земли на тачкахъ.**

| Разстояніе перевозки | Дневная работа одного рабочаго | На 1 куб. саж. нужно | Плата за куб. саж. при поденной платѣ въ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| саж. | куб. саж. | Раб. дней. | 40 коп. | 60 коп. | 80 коп. |
| | | | Въ рубляхъ. | | |
| 10 | 1,04 | 0,96 | 0,38 | 0,57 | 0,77 |
| 20 | 0,79 | 1,27 | 0,51 | 0,77 | 1,02 |
| 30 | 0,64 | 1,57 | 0,63 | 0,94 | 1,26 |
| 40 | 0,54 | 1,85 | 0,74 | 1,11 | 1,48 |
| 50 | 0,45 | 2,24 | 0,90 | 1,35 | 1,80 |
| 60 | 0,41 | 2,44 | 0,98 | 1,47 | 1,96 |
| 70 | 0,37 | 2,70 | 1,08 | 1,62 | 2,16 |
| 80 | 0,33 | 3,03 | 1,21 | 1,81 | 2,42 |
| 90 | 0,30 | 3,33 | 1,33 | 2,00 | 2,66 |
| 100 | 0,28 | 3,57 | 1,43 | 2,14 | 2,86 |
| 125 | 0,23 | 4,35 | 1,74 | 2,61 | 3,48 |
| 150 | 0,20 | 5 | 2,00 | 3,00 | 4,00 |
| 175 | 0,17 | 5,88 | 2,35 | 3,52 | 4,70 |
| 200 | 0,15 | 6,67 | 2,67 | 4,00 | 5,34 |
| 250 | 0,12 | 8,33 | 3,33 | 5,00 | 6,66 |

Если рабочіе при болѣе значительной перевозкѣ катятъ тачки по мосткамъ, то они этимъ самымъ облегчаютъ себѣ

трудъ и скорѣе совершаютъ проѣздъ; средняя скорость движенія въ секунду увеличивается, а съ нею и количество ежедневно производимой работы, слѣдовательно и цѣна за перевозку кубической сажени должна быть уменьшена. То же относится и къ дорогамъ, имѣющимъ паденіе. Въ этихъ случаяхъ можно уменьшить вышеприведенныя данныя на 20%. Прибавку къ приведеннымъ нормальнымъ цѣнамъ можно допустить развѣ въ томъ случаѣ, когда грузъ приходится вести постоянно въ гору, но слѣдуетъ, по возможности, избѣгать этой необходимости соотвѣтственнымъ расположеніемъ мѣстъ отвозки груза. Зная способъ вычисленія вышеприведенныхъ нормальныхъ цѣнъ, нетрудно будетъ для каждаго даннаго случая составить перевозочный тарифъ, при соблюденіи секундной быстроты движенія тачки. Предъидущее изложеніе достаточно уясняетъ самый способъ вычисленія.

Для двухколесной большой тачки, передвигаемой двумя рабочими съ грузомъ въ 0,02 куб. саж., предполагая скорость движенія тоже въ 0,35 саж. въ секунду и считая для нагрузки остановку въ 4 минуты, опредѣляется слѣдующее количество работы. Какъ уже выше было указано, въ десять часовъ нагружается 1,5 куб. саж., слѣдовательно на нагрузку 0,02 куб. саж. требуется 8 минутъ, но такъ какъ нагрузка производится двумя рабочими, то нужна только остановка на 4 минуты для каждой нагрузки.

Если 1 означаетъ разстояніе перевозки, то продолжительность каждаго проѣзда взадъ и впередъ опредѣляется въ $\frac{2\ 1}{0,35} + 240$ секундъ.

Въ 10 часовой рабочій день можно слѣдовательно совершить:

$$\frac{36000}{\frac{2\ 1}{0,35} + 240} \text{ или } \frac{12600}{2\ 1 + 84} \text{ проѣздовъ.}$$

Такимъ образомъ дневное производство работы двумя рабочими составляетъ $\frac{12600}{2\ 1 + 84} \times 0,02$ куб. саж. По этому способу вычисляется слѣдующая таблица:

*b*) Перевозка земли двумя рабочими на двухколесной тачкѣ.

| Разстояніе перевозки | Дневная работа двухъ рабочихъ | На 1 куб. саж. нужно | Плата за 1 куб. саж. при паденной платѣ въ | | |
|---|---|---|---|---|---|
| саж. | куб. саж. | Раб. дней. | 40 коп. | 60 коп. | 80 коп. |
| | | | Въ рублях ъ. | | |
| 20 | 2,08 | 0,96 | 0,38 | 0,57 | 0,77 |
| 30 | 1,80 | 1,11 | 0,44 | 0,66 | 0,89 |
| 40 | 1,60 | 1,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 |
| 50 | 1,42 | 1,41 | 0,56 | 0,84 | 1,13 |
| 75 | 1,12 | 1,78 | 0,71 | 1,07 | 1,42 |
| 100 | 0,93 | 2,15 | 0,86 | 1,29 | 1,72 |
| 125 | 0,79 | 2,53 | 1,01 | 1,52 | 2,02 |
| 150 | 0,69 | 2,90 | 1,16 | 1,74 | 2,32 |
| 175 | 0,61 | 3,28 | 1,31 | 1,97 | 2,62 |
| 200 | 0,55 | 3,64 | 1,46 | 2,19 | 2,92 |
| 225 | 0,49 | 4,08 | 1,63 | 2,45 | 3,26 |
| 250 | 0,46 | 4,35 | 1,74 | 2,61 | 3,48 |
| 300 | 0,39 | 5,13 | 2,05 | 3,08 | 4,10 |
| 350 | 0,34 | 5,88 | 2,35 | 3,52 | 4,70 |
| 400 | 0,30 | 6,67 | 2,67 | 4,01 | 5,34 |
| 450 | 0,27 | 7,41 | 2,96 | 4,44 | 5,92 |
| 500 | 0,25 | 8,00 | 3,20 | 4,80 | 6,40 |

И въ этой таблицѣ, какъ и въ таблицѣ, относящейся къ простымъ тачкамъ, могутъ быть увеличены приведенныя нормы при движеніяхъ въ гору и уменьшены при употребленіи мостковъ.

Остается разсмотрѣть еще работу упряжныхъ *телѣгъ* по перевозкѣ земли, хотя этотъ способъ перевозки всего рѣже встрѣчается при сооруженіи лѣсныхъ дорогъ, большею частью простыхъ по своей конструкціи.

На обыкновенную телѣгу нельзя нагрузить болѣе 0,07 куб. саж. земли. Рабочій день можно считать только въ 9 часовъ, такъ какъ лошади или волы требуютъ въ обѣдъ 2 часа на отдыхъ и кормежку.

Если разстояніе перевозки = 1, то длина разстоянія взадъ и впередъ 2. 1. Средняя скорость движенія лошади 0,42 саж. въ секунду, на остановку при нагрузкѣ и поворачиваніи подводы, а также на перепряжку въ другую, нагруженную, подводу слѣдуетъ класть на каждый проѣздъ не болѣе 15 минутъ или 900 секундъ.

Продолжительность одного проѣзда взадъ и впередъ составляетъ $\frac{2.1}{0,42} + 900$ секундъ. Девятичасовой рабочій день заключаетъ въ себѣ 32,400 секундъ. Поэтому въ день можетъ быть совершено $\frac{32400.0,42}{2.1+378}$ проѣздовъ, а такъ какъ въ каждый проѣздъ провозится 0,07 куб. саж., то всего въ рабочій день можетъ быть провезено $\frac{32400.0,42.0,07}{2,1+378} = \frac{4762}{1+189}$ куб. саж.

Опредѣляя стоимость перевозки земли по этой формулѣ, необходимо къ установленной платѣ за подводу съ подводчиками прибавлять еще наемную плату рабочаго, нагружающаго подводу. Эту издержку можно конечно считать и отдѣльно за кубическую сажень, принимая въ основаніе, что одинъ рабочій можетъ въ день нагрузить 1,25 к. саж.

На основаніи собранныхъ данныхъ мы получаемъ нижеслѣдующую таблицу:

| Разстоянія перевозки | Дневная работа одной подводы | На 1 куб. саж. нужно | Плата за 1 куб. саж. при поденной платѣ за подводу (включая подводчика и погрузчика) въ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| саж. | куб. саж. | подвод. | 1 р. 50 к. | 2 руб. | 2 р. 50 к. | 3 руб. |
| | | | Въ рубляхъ. | | | |
| 20 | 2,29 | 0,44 | 0,66 | 0,88 | 1,10 | 1,32 |
| 40 | 2,08 | 0,48 | 0,72 | 0,96 | 1,20 | 1,44 |
| 50 | 1,99 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50 |
| 75 | 1,80 | 0,55 | 0,82 | 1,09 | 1,37 | 1,64 |
| 100 | 1,64 | 0,61 | 0,91 | 1,21 | 1,52 | 1,82 |
| 125 | 1,50 | 0,67 | 1,00 | 1,33 | 1,66 | 2,00 |
| 150 | 1,39 | 0,72 | 1,08 | 1,44 | 1,80 | 2,16 |
| 175 | 1,29 | 0,78 | 1,17 | 1,56 | 1,95 | 2,34 |
| 200 | 1,22 | 0,82 | 1,23 | 1,64 | 2,05 | 2,46 |
| 225 | 1,13 | 0,89 | 1,33 | 1,77 | 2,21 | 2,66 |
| 250 | 1,07 | 0,94 | 1,41 | 1,88 | 2,35 | 2,82 |
| 300 | 0,96 | 1,04 | 1,56 | 2,08 | 2,60 | 3,12 |
| 350 | 0,87 | 1,15 | 1,72 | 2,29 | 2,86 | 3,44 |
| 400 | 0,79 | 1,27 | 1,80 | 2,40 | 3,00 | 3,60 |
| 450 | 0,73 | 1,37 | 2,05 | 2,73 | 3,41 | 4,10 |
| 500 | 0,67 | 1,49 | 2,24 | 2,98 | 3,73 | 4,48 |

Въ виду возможности колебанія данныхъ, положенныхъ въ основаніе разсчетовъ вышеприведенной таблицы, напр. измѣненія вмѣстимости подводы и быстроты передвиженія, и цифры въ таблицѣ могутъ измѣниться. Такъ какъ мы стремились разъяснить читателямъ самыя основанія составленія нормальныхъ таблицъ, то мы надѣемся, что они не затруднятся составить себѣ подходящую нормальную таблицу для всякихъ измѣненныхъ условій.

*в*) **Стоимость дорожной настилки.**

**§ 57.** Для заполненія углубленій, образовавшихся мѣстами на дорожномъ полотнѣ отъ осѣданія насыпки, до укладки дорожной настилки, служитъ матеріалъ изъ выемки, приготовляемой для насыпки каменной настилки. Стоимость этой послѣдней планировки включается въ стоимость выемки; опредѣляютъ слѣдовательно кубическое содержаніе на погонную сажень и вычисляютъ стоимость по подходящей нормѣ таблицы, приведенной въ § 55. Если напр. намъ нужно проложить каменную настилку шириною въ $1\frac{1}{2}$ сажени при глубинѣ выемки въ 4 вершка, то слѣдовательно на погонную сажень придется 0,12 куб. саж. выемки, а такъ какъ по первому пункту таблицы, приведенной въ § 55, рабочій въ день производитъ 0,72 куб. саж. выемки, т. е. въ данномъ случаѣ 6 погонныхъ сажень, то слѣдовательно на 1 погонную саж. требуется 0,167 рабочихъ дня или при стоимости рабочаго дня въ 60 к., выемка на протяженіи одной погонной сажени обойдется въ $\frac{60}{6} = 10$ коп.

Для ломки матеріала, нужнаго для каменной настилки, могутъ служить данныя, приведенныя въ таблицѣ § 55. Но если не весь матеріалъ, полученный при ломкѣ, идетъ на дорожную настилку, а мелкіе напр. осколки должны быть свезены съ дорожнаго полотна, то приведенныя въ означенной таблицѣ величины можно увеличить на 10—15%. Вычисляя потребность въ камнѣ по размѣрамъ каменной настилки и принимая во вниманіе, что въ каменную настилку насыпается разбитый камень, между тѣмъ какъ цифры, приведенныя въ § 53, относятся къ плотному сплошному камню,

нужно еще вычислить отношеніе объема плотнаго камня къ объему разбитаго камня. При этомъ достаточно принимать среднее увеличеніе объема разбитаго камня въ 25%, такъ что на 5 куб. саж. дорожной каменной насыпки нужно 4 куб. саж. сплошнаго камня.

Стоимость перевозки камня зависитъ отъ разстоянія; здѣсь слѣдуетъ принимать въ основаніе разсчета данныя, сообщенныя въ § 56. Относительно полученія крупныхъ боковыхъ камней, окаймляющихъ каменную насыпку, слѣдуетъ заключить условіе съ подрядчикомъ, чтобъ онъ въ заподряженномъ количествѣ доставилъ бы и извѣстное количество крупныхъ камней, нужныхъ для окаймленія насыпки.

Подвезенный камень долженъ быть, для удобства пріемки, сложенъ въ кубическую мѣру; на складку кубической сажени требуется 1,2 рабочихъ дня.

Отеска и акуратное размѣщеніе крупныхъ боковыхъ камней, окаймляющихъ каменную настилку, можетъ быть произведена въ рабочій день на протяженіи 15—20 погонныхъ саженъ, такъ что на одну погонную сажень требуется 0,067—0,05 рабочихъ дня и обойдется погонная сажень, при стоимости рабочаго дня въ 60 к., въ 4—3 копѣйки.

Относительно кладки каменной дорожной основы извѣстно, что рабочій производитъ въ день такую кладку на площади 5 до 6,5 квадратныхъ саженъ, независимо отъ того, какъ высока должна быть каменная основа, такъ какъ камни доставляются уже опредѣленной высоты, сообразно съ предположенной толщиной каменной основы. На квадратную сажень требуется слѣдовательно 0,20—0,15 рабочихъ дня и обойдется она, при стоимости рабочаго дня въ 60 коп., въ 12—9 коп. Камня, нужнаго для покрышки и разбиваемаго съ этою цѣлью на правильные куски, съ приблизительною величиною грани въ 1 вершокъ, рабочій разбиваетъ въ день, смотря по твердости матеріала,

а. Мягкаго (известковаго) камня . 0,2 куб. саж.
б. Камня средней твердости . . . 0,15 » »
в. Твердаго (базальтоваго) камня . 0,1 » »

На настилку и планировку камней, идущихъ на покрышку, нужно считать 1,2 рабочихъ дня за кубическую саженъ.

Въ макадамизированныхъ дорогахъ слѣдуетъ принимать тѣ же данныя относительно выемки, окаймленія настилки крупными камнями и относительно подвозки, разбивки и насыпки каменной настилки. При покрышкѣ крупнозернистымъ пескомъ нужно считать на насыпку и планировку его 0,6 рабочихъ дня съ кубической сажени.

По этимъ отдѣльнымъ работамъ не трудно теперь составить смѣту стоимости каменной настилки на погонную сажень и затѣмъ сдать работу съ подряда. Если еще относительно той или другой смѣтной статьи является сомнѣніе въ вѣрности вычисленной цѣны, то слѣдуетъ произвести пробную работу поденщиками подъ постояннымъ надзоромъ и такимъ путемъ провѣрить сомнительныя смѣтныя статьи.

Общая смѣта стоимости каменной настилки составляется слѣдующимъ образомъ, напр. *шоссировка при 2-саженной ширинѣ каменной настилки:*

*Вынуть* подъ каменную настилку землю на ширину 2 саж., при глубинѣ въ 6 вершковъ, употребивъ матеріалъ выемки на боковыя пѣшеходныя дорожки; на погонную саж. приходится выемки 0,25 куб. саж. или 0,34 рабочихъ дня (см. пунктъ 1 § 55), что, при стоимости рабочаго дня въ 60 к., обойдется въ . . . . . 20,40 к.

*Камня для бокового окаймленія и для основы* на погонную саж., шириною въ 2 саж. и глубиною въ 4 вершка = 0,166 куб. саж. разбитаго камня или 0,133 куб. саж. плотнаго камня. Срыть его за куб. саж. (см. пунктъ 6 § 55) 193,55 к.; слѣдовательно на погонную сажень дорожнаго полотна $193 \times 0{,}133 =$ . . . . . 25,67 »

Подвозка его на 250 саж. (см. таблица § 56) за кубическую саженъ 1 р. 41 к.; слѣ-

| | |
|---|---|
| довательно на погонную сажень дорожнаго полотна 141×0,166 . . . . . | 23,41 к. |
| *Окаймить настилку крупными камнями* по обѣ стороны настилки на погонную саж. 2×4 к. (см. выше въ изложеніи) . . . . . | 8,00 » |
| *Дорожная каменная основа*, шириною, за вычетомъ ширины боковыхъ камней, въ 1,9 саж., на квадратную саж. 9 к. (см. выше въ изложеніи), слѣдовательно на погонную сажень дорожнаго полотна 9×1,9 . . . | 17,10 » |
| *Дорожная каменная покрышка*, шириною въ 2 саж., вышиною въ 2 вершка, на погонную саженъ слѣдовательно 0,083 куб. саж. разбитаго камня или 0,064 куб. саж. плотнаго камня. Срыть его за куб. саж. (см. пунктъ 6 § 55) 193,55 к.; слѣдовательно на погонную сажень дорожнаго полотна 193×0,064 . . . . . | 12,35 » |
| Подвозка 0,083 куб саж. на 100 саж. (см. таблица § 56) За куб. саженъ 91 коп., слѣдовательно на погонную сажень дорожнаго полотна 91×0,083 . . . . . | 7,55 » |
| Разбить 0,083 куб. сажени камня мягкаго (см. выше въ изложеніи въ 1 раб. день 0,2 куб. саж.) требуетъ 0,41 рабочаго дня, по 60 к. | 24,90 » |
| Настлать 0,083 куб. саж. каменной покрышки, разровнять ее и прикрыть ее пескомъ—1,2 рабочихъ дня съ куб. саж. (см. выше въ изложеніи), слѣдовательно на погонную саж. дорожнаго полотна 1,2×0,083=0,10 раб. дня или при стоимости раб. дня въ 60 к. | 6,00 » |
| Всего на погонную сажень . . . | 145,38 к. |

Составленіе подобной же смѣты для макадамизированныхъ дорогъ или для простой насыпки щебня понятно само собою и не требуетъ дальнѣйшихъ разъясненій.

*f*) **Стоимость водоотводныхъ сооруженій и стѣнъ.**

*α. Стоимость канавъ.*

**§ 58.** Стоимость выемки земли изъ канавъ опредѣляется по кубическому ея содержанію. Поперечный профиль канавы представляетъ собою трапецію, площадь которой опредѣляется полусуммою верхней и нижней ширины $B$ и $b$, помноженною на высоту $h$, т. е. $\left(\frac{B+b}{2}\right).\ h$ или, что то же $(B+b).\ ^1/_2\ h$.

Вычисленіе количества земли производится обыкновенно на погонную сажень канавы и цѣна опредѣляется за погонную же сажень, въ связи съ приведенными въ § 55 данными о срытіи земли въ выемкахъ, и въ зависимости отъ свойствъ почвы. Земля, вынутая изъ канавъ, идетъ на поднятіе дорожнаго полотна или на дорожные откосы и на перевозку ея особаго расхода, въ смѣтѣ не принимается. Если канава имѣетъ верхнюю ширину въ 2 аршина, ширину дна въ 10 вершковъ и глубину въ 10 вершковъ (что соотвѣтствуетъ простому откосу), то ея поперечный профиль 210 квадратныхъ вершковъ или 0,09 квадратной саж., а выемка на погонную сажень составляетъ слѣдовательно 0,09 кубическихъ саженъ; слѣдовательно, если выемка 1 кубической сажени обходится 1 руб., то въ данномъ примѣрѣ рытье канавы обойдется съ погонной сажени $100 \times 0{,}09 = 9$ коп.

Можно напередъ составить таблицу количества выемокъ и цѣнъ для канавъ наиболѣе употребительныхъ размѣровъ и пользоваться такими напередъ составленными данными въ каждомъ потребномъ случаѣ.

*β. Стоимость поперечныхъ корытообразныхъ канавокъ.*

Стоимость поперечныхъ канавокъ, описанныхъ въ § 45, опредѣляется тоже на погонную сажень.

Съ этою цѣлью вычисляютъ сперва массу выемки земли, опредѣляютъ затѣмъ потребное количество камня и вычисляютъ стоимость его ломки и подвоза. Цѣну за кладку боковыхъ камней опредѣляютъ по § 57, а за вымащиваніе

считаютъ, что рабочій въ день можетъ вымостить простымъ булыжникомъ 2,2 квадратныхъ сажени.

Отсюда легко вычислить общую стоимость. Разлагая ее на каждую погонную сажень поперечныхъ канавокъ, можно пользоваться полученными данными для тождественныхъ случаевъ, безъ особаго въ каждомъ случаѣ вычисленія.

*γ. Стоимость подземныхъ канавъ.*

Стоимость устройства подземныхъ канавъ опредѣляется по даннымъ, сообщеннымъ выше въ пунктѣ α. Издержки на дальнѣйшія работы: насыпку камней, укладку хвороста, опредѣляются легко по даннымъ пробной работы и нѣтъ надобности останавливаться здѣсь на дальнѣйшихъ разъясненіяхъ.

*δ. Стоимость крытыхъ водоспусковъ.*

Трудно привести *общія* цифры стоимости *деревянныхъ* водоспусковъ, такъ какъ сооруженія подобнаго рода встрѣчаются вообще рѣдко и къ тому же они весьма разнообразны по своему устройству. Прежде всего нужно опредѣлить стоимость выемки земли на основаніи § 55. Для опредѣленія стоимости деревяннаго сооруженія нужно вычислить отдѣльно срубку и заготовку нужнаго лѣса, подвозъ его и затѣмъ самую постройку.

Издержки на сооруженіе крытыхъ *каменныхъ* водоспусковъ распадаются на:

1. Стоимость выемки земли.
2. Возведеніе боковыхъ стѣнъ.
3. Заготовку и укладку покрышныхъ плитъ.
4. Мощеніе дна.

Относительно стоимости выемки земли и мощенія дна мы можемъ указать на данныя, приведенныя въ § 55 и въ пунктѣ β § 58.

Заготовка покрышныхъ плитъ влечетъ за собою большія или меньшія издержки въ полной зависимости отъ мѣстныхъ (геогностическихъ) условій; въ этомъ случаѣ нельзя обойтись безъ данныхъ, собранныхъ на мѣстѣ.

Стоимость каменной кладки стѣнъ опредѣляется по издержкамъ на потребное количество матеріала (камня и извести), по стоимости подвоза этого матеріала и по количеству и стоимости работы. Для опредѣленія количества камня слѣдуетъ считать на 1 кубическую сажень стѣны $1^1/_4$ кубической сажени камня.

На 1 кубическую сажень сырой каменной кладки съ известкою идетъ $^1/_4$ кубической сажени песка и $2^3/_4$ четверика извести.

На рабочій день можно считать около 0,1 кубической сажени *).

Объяснимъ весь ходъ вычисленія на примѣрѣ:

Положимъ, что намъ нужно построить крытый каменный водоспускъ длиною въ 3 сажени, при высотѣ стѣнъ въ 0,5 саж. и при ширинѣ водоспуска между стѣнами въ 0,25 саж.; фланговыя стѣны отходятъ подъ угломъ $45^0$, слѣдовательно ихъ разстояніе равняется высотѣ, т. е. 0,5 саж.; далѣе для боковыхъ и фланговыхъ стѣнъ требуется фундаментъ глубиною въ 0,5 с., а толщина стѣнъ должна быть въ 0,25 с. Въ этомъ случаѣ смѣта составляется такъ:

1) *Выемка почвы.*

На $2\ (3 \times 0{,}25) + 4\ (0{,}5 \times 0{,}25)$ или на $1{,}25 \square$ с. основанія стѣнъ вынуть почву на глубину 0,5 с. = 0,625 куб. с. Если выемка 1 куб. с. стоитъ 1 руб. 41 коп., то 0,625 куб. с. обойдется въ $141 \times 0{,}625$ . 88,12 коп.

2) *Возведеніе стѣнъ.*

$2\ (3 \times ? \times 0{,}25) = 1{,}5$ куб. с. боковыхъ стѣнъ
$4\ (0{,}5 \times 1 \times 0{,}25) = 0{,}5$ куб. с. фланговъ. стѣнъ

Всего 2 куб. саж. кладки стѣнъ.

Для нея нужно $2 + \frac{2}{4} = 2^1/_2$ куб. с. камня.

Ихъ ломка 6 руб. съ куб. с., всего за $2^1/_2$ куб. саж. . . . . 1500,00 »

*) По этимъ даннымъ легко вычислить и стоимость защитныхъ стѣнъ, описанныхъ въ § 37.

Ихъ подвозъ 1 руб. 50 коп. съ куб. с., всего за $2^1/_2$ куб с. . . . . 375,00 коп.

Сухая кладка 2 куб. саж. стѣны, считая на это 20 рабочихъ дней, по 60 коп. . . . 1200,00 »

3) *Мощеніе дна водоспуска.*

Выемка земли $3 \times 0,25 = 0,75$ □ саж., глубиною въ 4 вершка $= 0,064$ куб. с.; по 1 руб. 41 коп. за куб. саж., составитъ $141 \times 0,064$ . . . . . 9,03 »

Ломка 0,064 куб. с. $+ \frac{0,064}{4} = 0,08$ куб. саж. и подвозка по 7 руб. 50 к. съ 1 куб. саж., а за 0,08 куб. с. . . . . 60,00 »

Вымостить 0,75 □ саж. по 30 коп. за 1 квадратную сажень . . . . . 22,50 »

4) *Покрышныя плиты.*

$3 \times 0,5 = 1,5$ □ саж., считая со включеніемъ всѣхъ издержекъ за квадратную сажень 20 руб. . . . . 3000,00 »

Всего . . 6254,65 коп.
или 62 руб. 55 коп.

ε. *Стоимость мостовъ.*

1. Смѣту на *деревянные мосты* составляютъ по соображенію количества камня, потребнаго на боковыя и фланговыя стѣны, какъ и у водоспусковъ; точно также опредѣляютъ и соотвѣтственное количество выемки при закладкѣ фундаментовъ. Количество нужнаго лѣса вычисляется по планамъ, какъ относительно кубическаго содержанія, такъ и относительно числа погонныхъ саженей. На плотничный рабочій день считаютъ 5 погонныхъ саженъ отески и приспособленія лѣса къ мостовому сооруженію; по этимъ даннымъ нетрудно выработать себѣ нормальныя цѣны.

2. *Въ каменныхъ мостахъ* стоимость кладки фундамента, боковыхъ и фланговыхъ стѣнъ вычисляется по даннымъ, приведенныхъ въ пунктѣ δ настоящаго параграфа. Издержки на кладку свода слѣдуетъ опредѣлять по разсчету на 1 рабочій день отъ 0,10 до 0,15 квадратной сажени свода.

*g.* **Стоимость защитныхъ сооруженій и посадовъ.**

**§ 59.** Для вычисленія стоимости защитныхъ стѣнъ, пользуются соотвѣтственными данными, сообщенными въ § 58; деревянныхъ перилъ въ 1 рабочій день строится 10 погонныхъ саженъ изъ необдѣланнаго лѣса и 5 погонныхъ саженъ изъ отесаннаго лѣса. За окраску перилъ масляною краскою или обмазкою ихъ смолой, легко опредѣлить цѣну на квадратную сажень. Для вычисленія стоимости посадокъ пользуются данными, принимаемыми въ разсчетъ сосѣдними лѣсными хозяйствами при производствѣ ими культурныхъ работъ, напр., что 1 рабочій въ состояніи посадить въ день 10—15 крупныхъ саженцевъ, считая въ томъ числѣ и приготовленіе посадныхъ ямъ, но исключая стоимости подвоза саженцевъ.

*h.* **Общая смѣта расходовъ.**

**§ 60.** Вычисленныя по отдѣльнымъ работамъ издержки группируются въ логическій порядокъ. Удобнѣе всего ихъ сопоставлять въ слѣдующемъ порядкѣ:

1) *Уплата за отчужденіе земли.* Отчужденіе земли подъ дорогу является иногда необходимостью, когда дорога, выходя изъ лѣса, пересѣкаетъ долины, занятыя чужими покосами или когда дорога, выходя изъ извѣстнаго владѣнія, должна еще, до примыканія своего къ столбовой дорогѣ, пройти по чужимъ владѣніямъ. Эти обстоятельства должны быть изображены на планѣ и должна быть подробно разчислена сумма, предполагаемая къ уплатѣ за отчужденіе. Добровольное соглашеніе съ сосѣдними владѣльцами тѣмъ желательнѣе, что въ большинствѣ законодательствъ не установлено принудительнаго отчужденія (экспропріаціи).

2) *Стоимость очистки почвеннаго покрова* по числу квадратныхъ саженей очищаемой площади. Сюда же включаются и издержки на корчеваніе.

3) *Работы по планировкѣ.* Вычисленіе издержекъ основывается на прилагаемыхъ къ смѣтѣ поперечныхъ и продольныхъ профиляхъ въ почвахъ различнаго рода (рыхлая почва, скалистая и т. д.).

4) *Работы по перевозкѣ.* Основываясь на таблицѣ, приведенной въ § 33, указывается количество груза, подлежащее перевозкѣ, и дальность перевозки.

5) *Канавы.*

6) *Настилка и разбивка камня по кубическому его содержанію и по квадратному содержанію настилки.*

7) *Искусственныя сооруженія: мосты, водоспуски* и т. д., съ приложеніемъ чертежей и детальныхъ смѣтъ.

8) *Защитныя сооруженія и посадка деревъ.*

9) *Общія работы:* подготовительныя, издержки надзора, накидка 2—3% на непредвидѣнные случаи, напр. скрытыя скалы или другія затрудненія, появляющіяся во время постройки. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ существуетъ обычай, вознаграждать рабочихъ извѣстнымъ процентомъ со всей ассигнованной на постройку суммы за сбереженіе инструментовъ (1—3%). Такое особое вознагражденіе оказывается въ большинствѣ случаевъ излишнимъ при несложныхъ пріемахъ постройки лѣсныхъ дорогъ; лучше при составленіи смѣтъ брать въ основаніе разсчетовъ такой заработокъ, при которомъ рабочій былъ бы въ состояніи самъ завести собственныя орудія и поддерживать ихъ въ хорошемъ состояніи.

## ГЛАВА III.

### Способъ выполненія дорожныхъ сооруженій.

Уже изъ вышеизложеннаго видно, что обыкновенно способъ выполненія дорожныхъ сооруженій съ подряда или издѣльно заслуживаетъ предпочтенія передъ работою поденщиками, такъ какъ при поденной работѣ, изъ-за лѣности и безучастія рабочихъ, требуется строгій и неослабный надзоръ, а для этого не всегда бываетъ достаточно лицъ въ распоряженіи хозяйства. Въ виду этого поденную работу слѣдуетъ ограничить такими мѣстностями, гдѣ нѣтъ достаточно опытныхъ рабочихъ или не является предложенія со стороны опытныхъ и надежныхъ подрядчиковъ. Для успѣшнаго заключенія контрактовъ необходимо, чтобы смѣтныя

цѣны были на столько высоки, чтобы подрядчикъ могъ смѣло взяться за добросовѣстное выполненіе той или другой работы.

Безусловная сдача работъ подрядчикамъ, берущимъ на себя подрядъ за наименьшую цѣну, обыкновенно не можетъ быть рекомендована для сооруженія лѣсныхъ дорогъ.

Если въ хозяйствѣ имѣются постоянные лѣсные рабочіе, то въ виду поддержанія рабочей силы, нужной для всего хозяйства, слѣдуетъ стремиться къ тому, чтобы и при постройкѣ лѣсныхъ дорогъ такіе постоянные рабочіе могли бы имѣть заработокъ въ то время, когда нѣтъ заготовокъ лѣса и когда они принуждены бываютъ обращаться къ постороннимъ заработкамъ. При обширныхъ работахъ по сооруженію лѣсныхъ дорогъ можетъ оказаться даже полезнымъ изъ года въ годъ занимать извѣстное число рабочихъ, съ опытнымъ десятскимъ во главѣ, работами по дорожнымъ сооруженіямъ. При сдачѣ работъ съ публичныхъ торговъ за наименьшую цѣну, за работу принимаются иной разъ лица, присутствіе которыхъ въ лѣсу вовсе не желательно.

Въ виду этого заслуживаетъ предпочтенія сдача работъ по обоюдному соглашенію; въ этомъ отношеніи весьма скоро выясняется за обычныя работы такая норма цѣны, которая оказывается выгодною и для подрядчика и для строителя-хозяина.

Руководство выполненіемъ работъ по дорожному сооруженію удобнѣе всего возлагать на мѣстнаго лѣсничаго, знакомаго съ мѣстными условіями и имѣющаго возможность подвергать работы неослабному своему контролю, причемъ въ сомнительныхъ случаяхъ онъ можетъ всегда дать рабочимъ нужныя указанія и такимъ образомъ благотворно вліять на ходъ работъ.

Если работы по сооруженію лѣсныхъ дорогъ особенно обширны, то въ исключительныхъ случаяхъ въ помощь мѣстному лѣсничему можно назначать особаго надзирателя, которому, сверхъ надзора за производящимися дорожными

сооруженіями, можетъ быть поручаема и выработка новыхъ проектовъ.

Лѣсная стража не настолько развита, чтобъ ей поручать надзоръ за производящимися постройками, да къ тому же такой сосредоточенный надзоръ за дорожными сооруженіями отвлекъ бы ее отъ ея прямой задачи—охраненія лѣса.

Время для выполненія работъ по дорожнымъ сооруженіямъ зависитъ прямо отъ преслѣдуемой цѣли, отъ рабочихъ силъ, имѣющихся въ распоряженіи, и другихъ условій. Въ этомъ случаѣ играютъ большую роль данныя условія и можно лишъ обратить вниманіе на то обстоятельство, что не слѣдуетъ упускать изъ виду нужныя предосторожности, чтобы въ особенности предварительныя работы были произведены вовремя. На выборъ времени для производства работъ должно имѣть вліяніе и соображеніе относительно существующаго распредѣленія работъ постоянныхъ мѣстныхъ рабочихъ. Если приходится производить работы и лѣтомъ и зимою, то слѣдуетъ стремиться распредѣлять работы такъ, чтобы зимою работы велись въ мѣстахъ болѣе защищенныхъ и болѣе близкихъ къ мѣсту жительства рабочихъ, а лѣтомъ работы въ болѣе отдаленныхъ мѣстахъ.

## ГЛАВА IV.

## Дорожный ремонтъ.

**§ 62.** Какъ скоро началось сообщеніе по извѣстной дорогѣ, наступаетъ и обязанность заботиться о поддержаніи дороги въ хорошемъ состояніи и не упускать ничего, что можетъ привести дорогу, пострадавшую отъ пользованія, снова въ нормальное состояніе.

Порча дорогъ происходитъ нетолько отъ проѣзжающихъ по нимъ повозокъ, но и отъ вымерзанія, отъ дождевой и снѣговой воды и т. д.

Постоянное стремленіе хозяина должно быть направлено на устраненіе избытка влаги, что достигается прорѣживаніемъ прилегающихъ къ дорогѣ насажденій, вслѣдствіе чего

солнце и воздухъ получаютъ доступъ къ дорожному полотну и содѣйствуютъ его просыханію.

Существующія канавы и водостоки должны быть очищаемы отъ ила, отъ мелкаго камня, скатывающагося въ нихъ; особенно при сильныхъ дождяхъ и при таяніи снѣга необходимо чаще осматривать ихъ и наблюдать за тѣмъ, чтобы вода имѣла всегда безпрепятственный стокъ.

Дождевая вода, накопляющаяся въ дорожныхъ колеяхъ, выдавленныхъ повозками, должна быть отведена въ бокъ къ нижнему откосу или въ придорожныя канавы; удобнѣе всего достигается это поперечными канавками, закладываемыми поперегъ дорожнаго полотна въ косомъ направленіи *).

Весьма полезно также заполнять колесныя колеи и углубленія мелкимъ щебнемъ.

На вновь построенныхъ дорогахъ съ каменною настилкою стертый повозками щебень долженъ быть замѣненъ новымъ щебнемъ, прежде чѣмъ образуются настоящія колеи. Неизбѣжныя впадины дорожнаго полотна должны быть засыпаемы свѣжимъ каменнымъ щебнемъ, чтобъ каменная настилка не стала кочковата и удержала бы свой нормальный профиль.

Съ этою цѣлью нужно всегда держать въ запасѣ соразмѣрное количество мелкаго камня. Его ссыпаютъ по краямъ каменной настилки въ призматическія кучи въ 0,1 кубической сажени и сохраняютъ до употребленія.

Количество мелко разбитаго камня, нужно для поддержанія дороги, зависитъ отъ положенія дороги и отъ количества ѣзды по ней, а также отъ добротности щебня. Въ отношеніи каменной настилки нечего экономить; не слѣдуетъ опасаться излишней издержки на ломку, подвозъ и разбивку камня для полученія болѣе твердаго матеріала насыпки; излишекъ затраты въ этомъ случаѣ съ избыткомъ вознаграж-

*) Вода, стекающая по придорожнымъ канавамъ и водоспускамъ, нерѣдко можетъ быть съ пользою употреблена для орошенія частей лѣса съ излишне сухою почвою; въ этомъ случаѣ воду отводятъ въ сторону въ мелкія канавы и такимъ образомъ препятствуютъ ея быстрому стоку внизъ.

дается бо́льшею прочностью дорожной настилки изъ болѣе твердаго камня.

Слой верхней каменной настилки долженъ быть, при его порчѣ, возобновляемъ отъ времени до времени новой насыпкой до первонача́льной своей вышины, чтобъ камни мостовой основы никогда не обнажались и не задѣвались бы колесами.

Производя новую засыпку въ болѣе или менѣе обширномъ размѣрѣ, слѣдуетъ прежде всего очистить дорожное полотно отъ грязи и навоза; если бы вслѣдствіе этого поверхность полотна получилась бы очень гладкая, то ее слѣдуетъ сперва взборо́здить мотыгой, чтобы вновь насыпаемый каменный щебень лучше бы соединился съ мостовой основой. Такое сцѣпленіе лучше всего происходитъ въ сырую погоду, затрудняясь въ сухую погоду или въ морозъ. Примѣненіе дорожнаго катка заслуживаетъ также вниманія. Незначительный ремонтъ каменной насыпки всего удобнѣе производить послѣ дождя, когда неровности полотна, подлежащія ремонту, лучше всего обозначаются образующимися въ нихъ лужицами воды. Если при этомъ производится и сравненіе колей, то грязь и навозъ должны быть предварительно удалены съ дорожнаго полотна, чтобъ они не попали въ колею. При такомъ дорожномъ ремонтѣ особенное вниманіе должны обращать на себя тѣ части дороги, которыя имѣютъ наибольшее паденіе и поэтому всего больше страдаютъ отъ проѣзда, такъ какъ тяжелыя повозки, въ особенности снабженныя тормазами, разрываютъ настилку и разбрасываютъ мелкій камень, такъ что при дождѣ вода вымываетъ большія котловины. На широкихъ дорогахъ стремятся къ устраненію образованія колей тѣмъ, что вдоль дороги кладутъ мѣстами предохранительные камни (*a*... *a*... рис. 58) и такимъ образомъ заставляютъ повозки, объѣзжая мѣнять камни, колеи и діагонально пере-

Рис. 58.

сѣкать старыя колеи. Этотъ способъ впрочемъ обыкновенно непримѣнимъ на узкихъ лѣсныхъ дорогахъ, такъ какъ здѣсь не достаетъ нужнаго простора и къ тому же онъ конечно весьма стѣсняетъ проѣздъ. Дороги безъ правильной каменной настилки страдаютъ при продолжительномъ ими пользованіи больше всего; на нихъ образуются ямы и колеи, въ которыхъ застаивается вода, дѣлая дорогу еще менѣе удобною для проѣзда. И на такихъ дорогахъ нужно слѣдить за тѣмъ, чтобъ въ нихъ сохранилась первоначальная выпуклость дорожнаго полотна для возможности быстраго стока дождевой и снѣговой воды. На нихъ въ сырую погоду можно совершенно прекращать проѣздъ; впрочемъ простое заполненіе ямъ и колей землею помогаетъ обыкновенно не много; лучше брать для сравненія полотна дорожнаго мелко разбитый, твердый каменный щебень. Въ особенности слѣдуетъ обращать вниманіе на то обстоятельство, что не нужно ждать, пока дорога придетъ въ плохое состояніе, но что слѣдуетъ производить ремонтъ своевременно, пока ямки не приняли слишкомъ большихъ размѣровъ. Передъ засыпкой ямокъ мелко разбитымъ каменнымъ щебнемъ, слѣдуетъ предварительно очищать ямки и колеи отъ набившейся въ нихъ грязи.

При совершенномъ недостаткѣ камня, а также на побочныхъ дорогахъ, служащихъ только временно для передвиженія грузовъ, можно исправлять дорожное полотно укладкою фашинъ или кругляка, о чемъ было говорено въ § 42.

Къ числу работъ по дорожному ремонту относится также и уходъ за аллейными деревьями временнымъ разрыхленіемъ почвы вокругъ комля ихъ, устройствомъ такъ называемыхъ лунокъ, т. е. воронкообразныхъ углубленій почвы вокругъ камня для лучшаго задержанія влаги, прикрѣпленіемъ деревьевъ къ подпорочнымъ кольямъ, выпрямленіемъ стволовъ послѣ бурь, обвязываніемъ нижней части стволовъ колючимъ кустарникомъ для отстраненія поврежденія ихъ скотомъ и т. д.

На лѣсныхъ дорогахъ, имѣющихъ болѣе важное значе-

ніе, слѣдуетъ для лучшаго ихъ поддержанія нанимать постоянныхъ дорожныхъ сторожей, поручая каждому изъ нихъ участокъ дороги въ 6 — 8 верстъ протяженія. Сторожъ обязанъ постоянно обходить свой участокъ, наблюдая за нимъ, и сверхъ того долженъ, по возможности, разбивать камень, подчищать канавы, равнять колеи и вообще производить весь мелкій дорожный ремонтъ.