

Система дорожного водоотвода

Система дорожного водоотвода состоит из ряда сооружений и отдельных конструктивных мероприятий, предназначенных для предотвращения переувлажнения земляного полотна:

- выпуклое очертание поперечного профиля;
- боковые канавы (кюветы);
- водоотводные канавы, отводящие воду из кюветов в пониженные места или водотоки;
- нагорные канавы, перехватывающие воду, которая стекает по склонам местности к дороге;
- мосты, трубы для пропуска воды из боковых канав.

Боковые каналы

Кюветы устраивают в выемках и у насыпей с небольшими рабочими отметками (в равнинной местности — не более 1,5 м, в условиях пересечённой местности — не более 2,0 м). Они способствуют осушению верхней части земляного полотна в связи с испарением влаги с откосов кюветов. Однако положительное действие боковых канав сказывается только при быстром удалении из них воды.

При песчаных, щебенистых и гравелистых грунтах канавы не делают.

На местности с поперечным уклоном менее 20‰ кюветы у насыпей устраивают с двух сторон. В противном случае допускается устраивать кюветы только с нагорной стороны.

Поперечное сечение кюветов. В обычных условиях сечениям боковых канав имеет трапециевидное очертание. Заложение откосов 1:1,5 – 1:4.

Если земляное полотно возводят в сухих местах с обеспеченным быстрым стоком поверхностных вод, а грунтовые воды расположены глубоко, то боковые канавы устраивают в виде треугольных лотков с заложением откосов 1:3.

Глубина кюветов у насыпей должна быть не менее 0,3 м, в выемках 0,7–0,8. Максимальная глубина кюветов не должна превышать 1,0 – 1,2 м.

Продольный профиль боковых канав. Уклоны канав у насыпей обычно повторяют уклоны поверхности земли, но не должны быть меньше 5‰ (на равнинных участках, как исключение – 3‰). В выемках уклоны канав повторяет уклон проектной линии.

*Укрепление канав назначается в зависимости от
продольного уклона дна кювета.*

Укрепление кюветов в зависимости от уклона дна

Типы укрепления	Уклоны, ‰	
	В песчаных грунтах	В суглинистых грунтах
Без укрепления	до 10	до 20
Засев трав	10 – 30	20 – 30
Мощение	30 – 50	30 – 50
Бетонные лотки и перепады	более 50	более 50

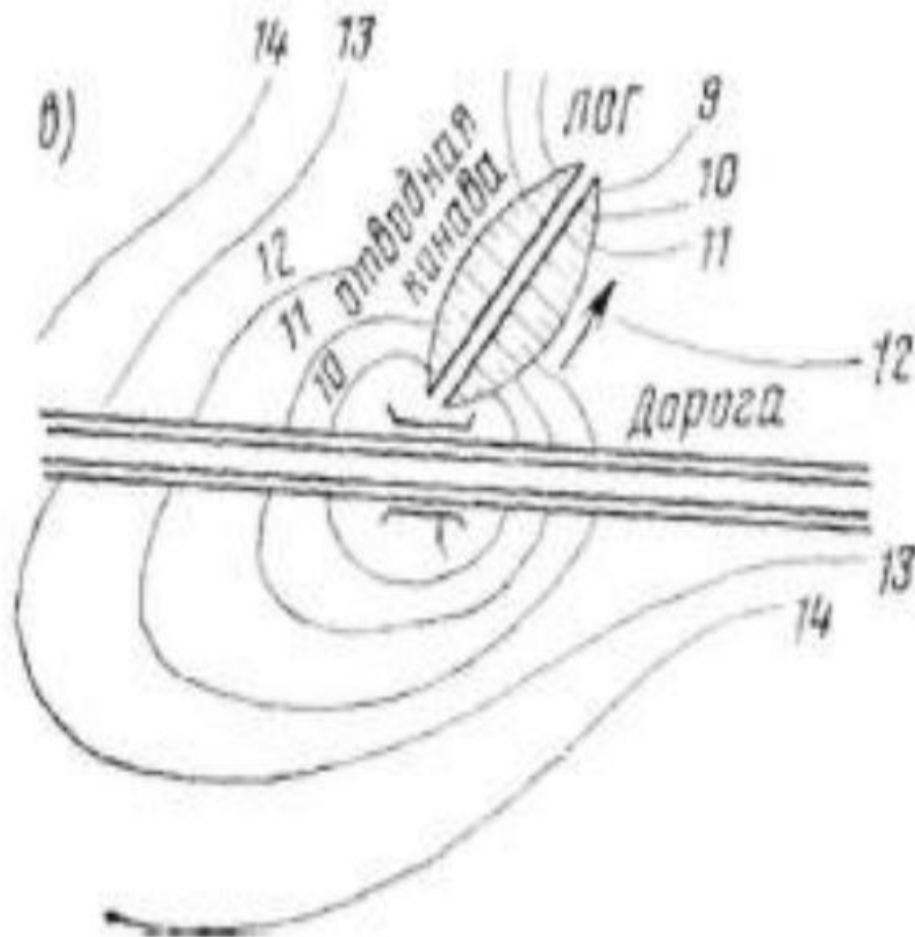
Водоотводные поперечные каналы.

Водоотводные поперечные каналы предназначены для выпуска из боковых канав в расположенные поблизости пониженные места. Сечение водоотводных канав обычно принимается равным сечениям тех канав, из которых отводится вода.

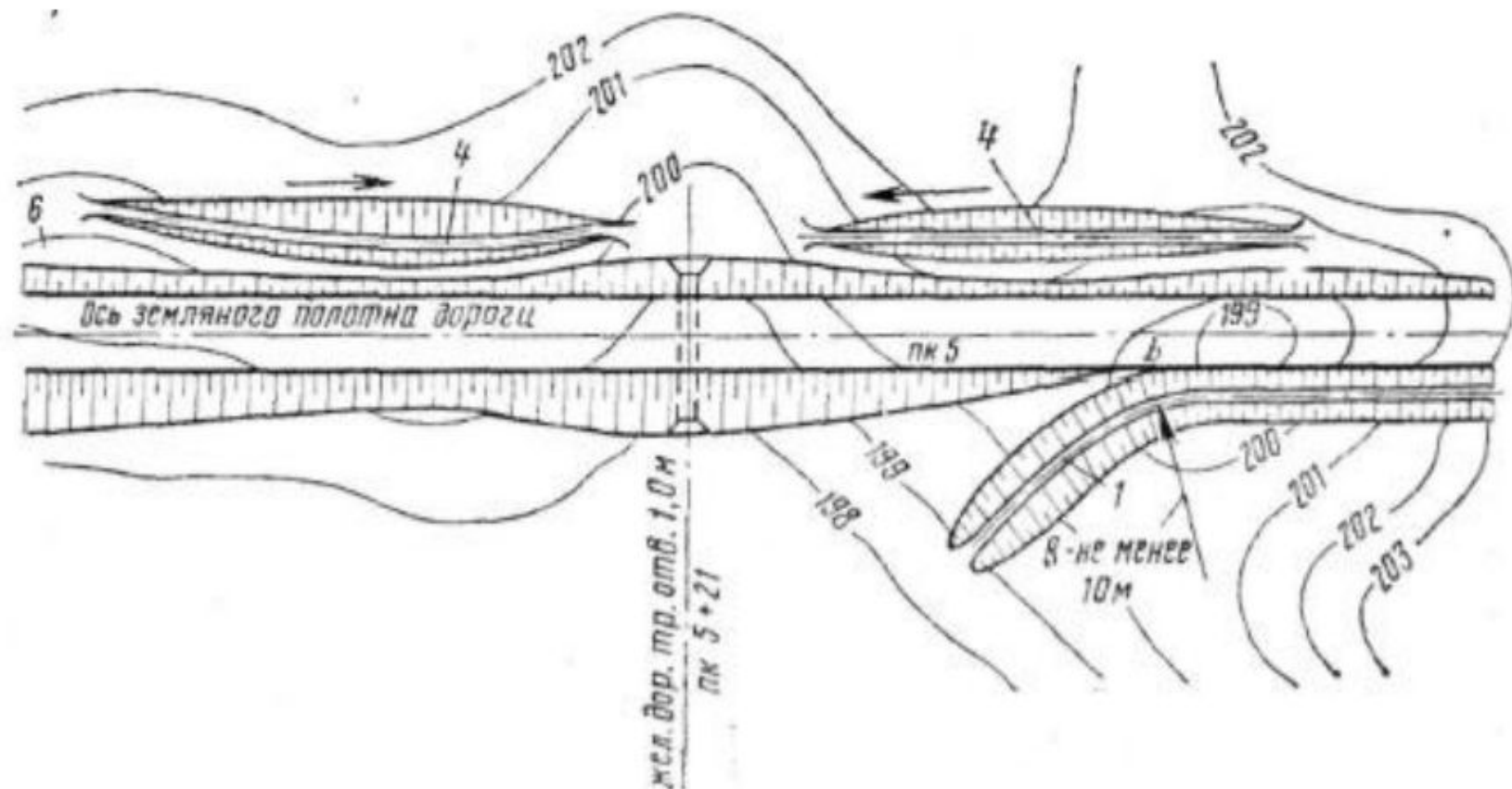
Водоотводные каналы проектируются с обеих сторон земляного полотна:

- на местности с поперечным уклоном менее 20‰;
- на участках водоразделов с переменной сторонностью поперечного уклона;
- на болотах.

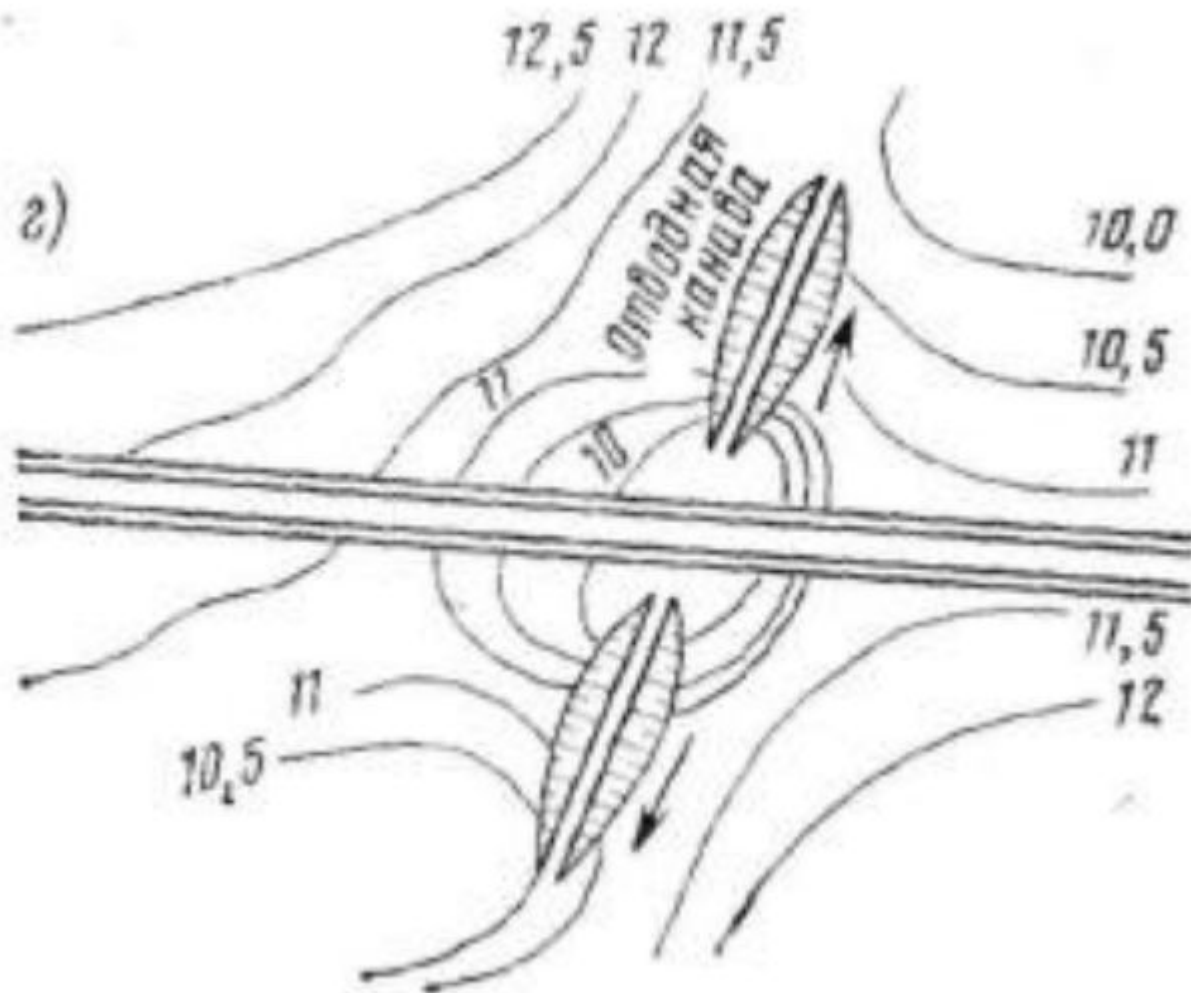
Водоотводная канава из бессточной впадины с устройством выпускной трубы устраивается в случае одностороннего отвода.



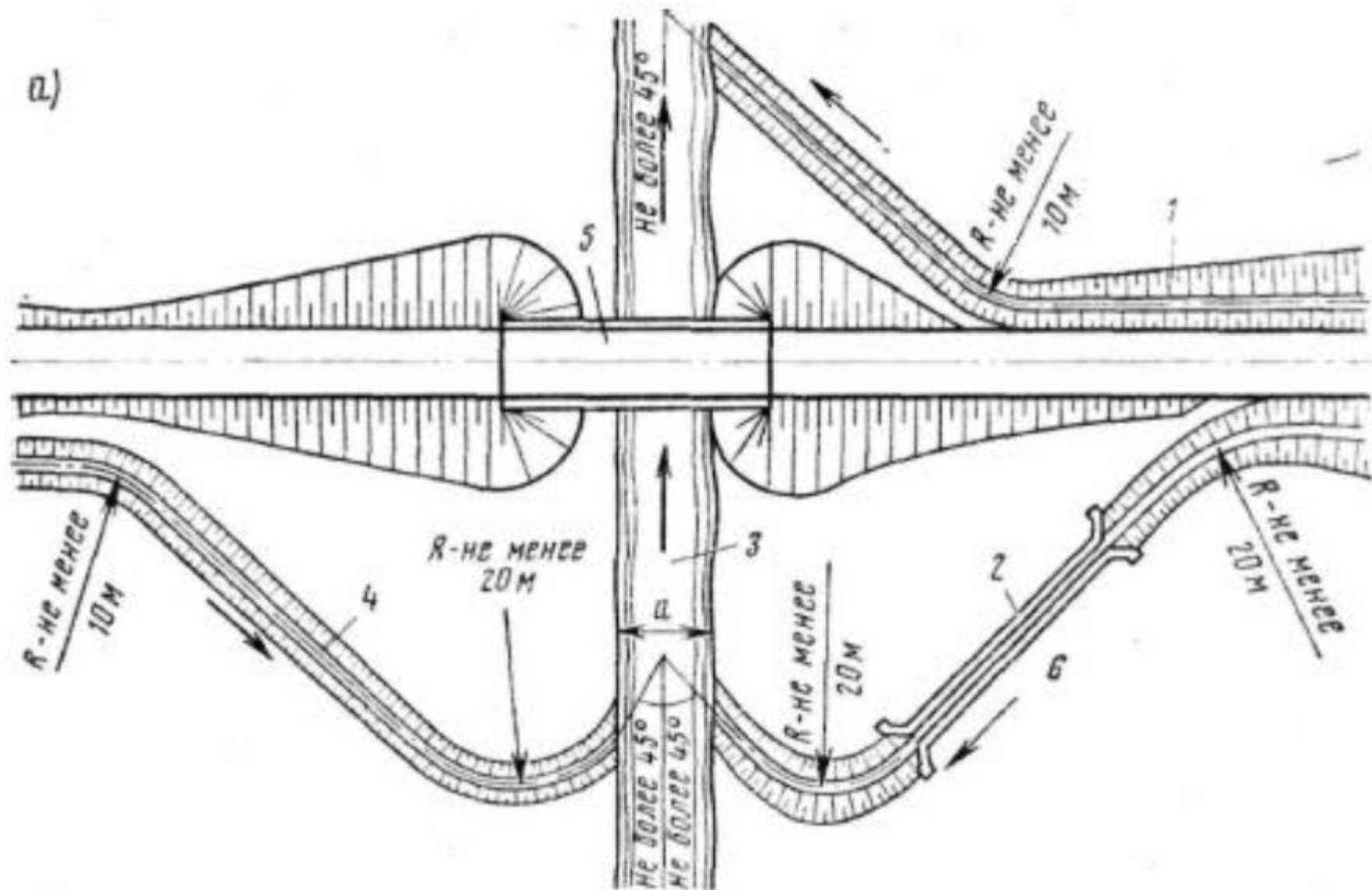
Перепуск воды из мелкой лощины



Двухсторонний отвод воды из бессточной впадины

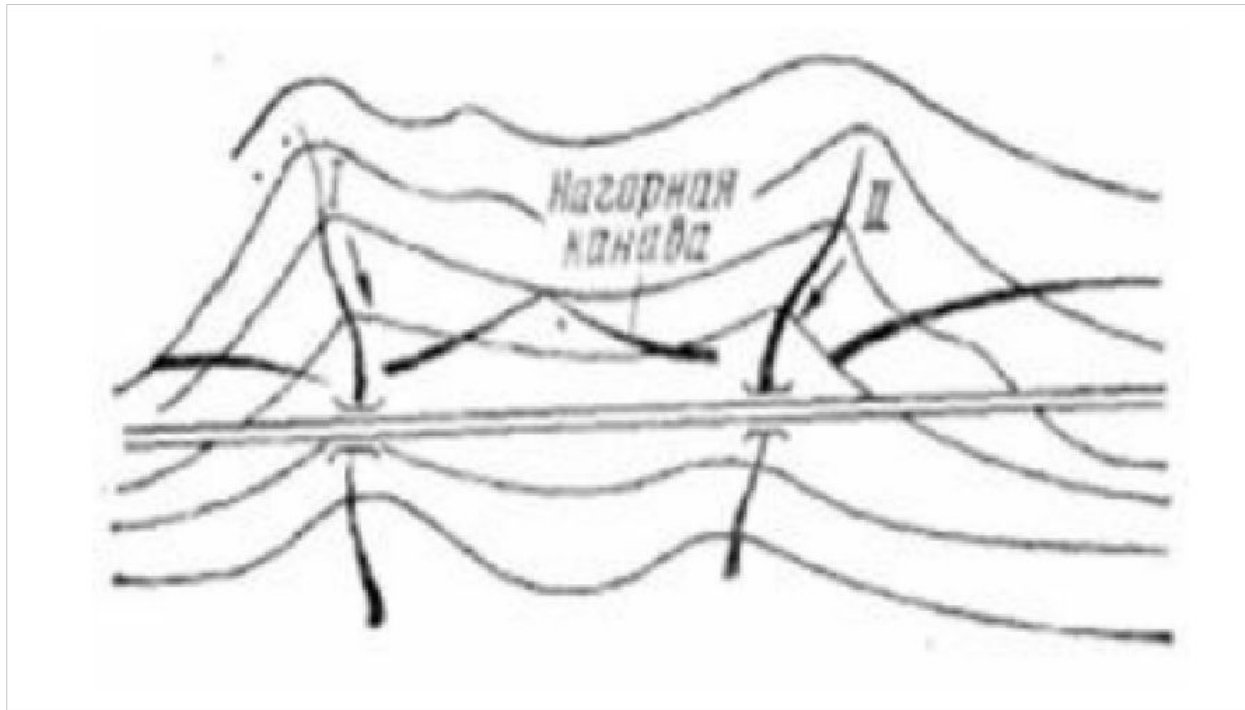


Отвод воды из кюветов в водотоки



Проектирование нагорной канавы.

Нагорная канава предназначена для перехвата воды, стекающей по косогору к дороге, и для отвода этой воды к ближайшим искусственным сооружениям.



Нагорным канавам придают трапецеидальную форму поперечного сечения. При расчёте длинных канав учитывают увеличение водосбора вдоль канавы по мере удаления от водораздела. Сечение нагорных канав подбирают по отдельным участкам, соответственно и площади разбивают на отдельные участки. По этим участкам определяют расчётные расходы воды.

Нагорные каналы трассируют с таким уклоном, при которых стекающая вода не размывает грунт.

Если нагорная канава меняет уклон, её разбивают на участки с разными уклонами дна и рассчитывают отдельно. Минимальный уклон дна канавы должен быть не менее 5‰.

Таблица 1 – Неразмывающие скорости для связных грунтов

Грунт	Разновидность грунта	$v_{нер}$ при глубине потока, м			
		0,4	1	2	3
Глины и суглинки	Малоплотные	0,35	0,4	0,45	0,50
	Средней плотности	0,70	0,85	0,95	1,10
	Плотные	1,0	1,2	1,4	1,5
	Очень плотные	1,4	1,7	1,9	2,1
Лессы	Средней плотности	0,6	0,7	0,8	0,85
	Плотные	0,8	0,9	1,2	1,3
	Очень плотные	1,1	1,3	1,5	1,7

Во избежание сплывов или оползней откосов выемки из-за переувлажнения грунта, который может возникнуть в результате случайного засорения канавы, *расстояние от наружной бровки выемки до канавы должно быть не менее 5 м.*

На косогорах круче 1:5 грунт из нагорных канав используют для устройства невысокого валика (банкета) между выемкой и канавой.

Банкет повышает безопасность дороги от затопления при переполнении нагорной канавы

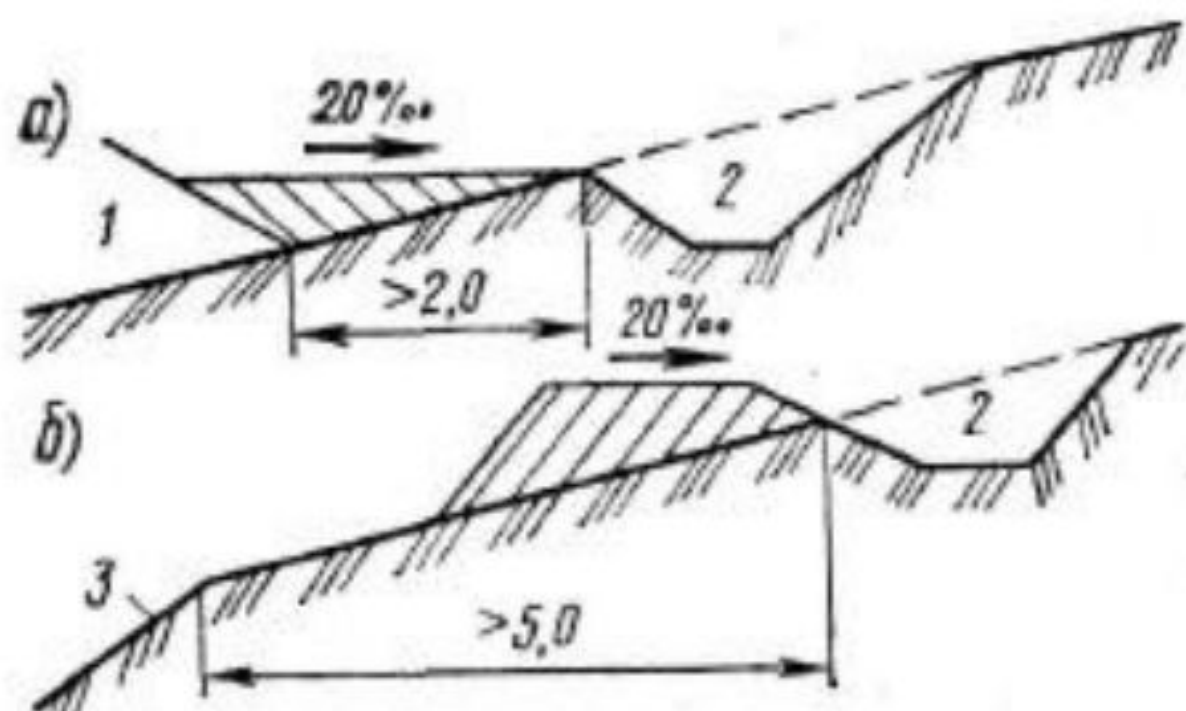


Рисунок 2 – Нагорные каналы:
 а – у насыпи; б – у выемки; 1 – насыпь; 2 – на-
 горная канава; 3 – откос выемки

Таблица 2 – Неразмывающие скорости потока для однородных несвязных грунтов

Средний размер частиц грунта, мм	Допускаемые неразмывающие скорости потока, м/с для однородных несвязанных грунтов при глубине потока			
	0,5 м	1 м	3 м	5 м
0,05	0,52	0,55	0,60	0,62
0,15	0,36	0,38	0,42	0,44
0,25	0,37	0,39	0,41	0,45
0,37	0,38	0,41	0,46	0,48
0,50	0,41	0,44	0,50	0,52
0,75	0,47	0,51	0,57	0,59
1,00	0,51	0,55	0,62	0,65
2,00	0,64	0,70	0,79	0,83
2,50	0,69	0,75	0,86	0,90
3,00	0,73	0,80	0,91	0,96
5,00	0,87	0,96	1,10	1,17
10,00	1,10	1,23	1,42	1,51
15,00	1,26	1,42	1,65	1,76
20,00	1,37	1,55	1,84	1,96
25,00	1,46	1,65	1,93	2,12
30,00	1,56	1,76	2,10	2,26
40,00	1,68	1,93	2,32	2,50
75,00	2,01	2,35	2,89	3,14
100,00	2,15	2,54	3,14	3,46

Гидравлический расчёт канавы

1. Строим план нагорной канавы на карте, определяем расчётные максимальные расходы воды по участкам.
2. Определяем глубину наполнения канавы и скорость протекания воды графоаналитическим способом:
 - 2.1 Задаёмся параметрами поперечного сечения канавы: шириной канавы ***b***, заложениями откосов ***m₁*** и ***m₂***.
 - 2.2 Назначаем глубину воды в канаве ***h***, например 0,1 м.
 - 2.3 Определяем площадь живого сечения потока воды в канаве по формуле:

$$\omega = b \cdot h + \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot h^2$$

- 2.4 Находим смоченный периметр канавы по формуле:

$$\chi = b + h \cdot (\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2})$$

2.5 Вычисляем гидравлический радиус:

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

2.6 Определяем значение $\omega \cdot R^{2/3}$.

Результаты сводим в расчетную таблицу.

2.7 Назначаем новую глубину, например $h=0,2$ м и повторяем расчёт, начиная с пункта 2.3 по 2.6

Расчётная таблица

$h, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	m_1	m_2	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$R^{2/3}$	$\omega R^{2/3}$
0,1	0,5	1,5	1,5	0,065	0,86	0,076		0,01
0,2								0,04
0,3								0,092
0,4								0,165
0,5								0,266

2.8 С другой стороны:

$$\omega \cdot R^{2/3} = \frac{Q_p \cdot n}{\sqrt{i}} = a,$$

где n – коэффициент шероховатости (для бетона 0,02);

i – продольный уклон канавы.

2.9 Строим график. Откладываем на оси абсцисс значения a , находим глубину канавы h_1 и для него значение $R^{2/3}$ (см. рис.)

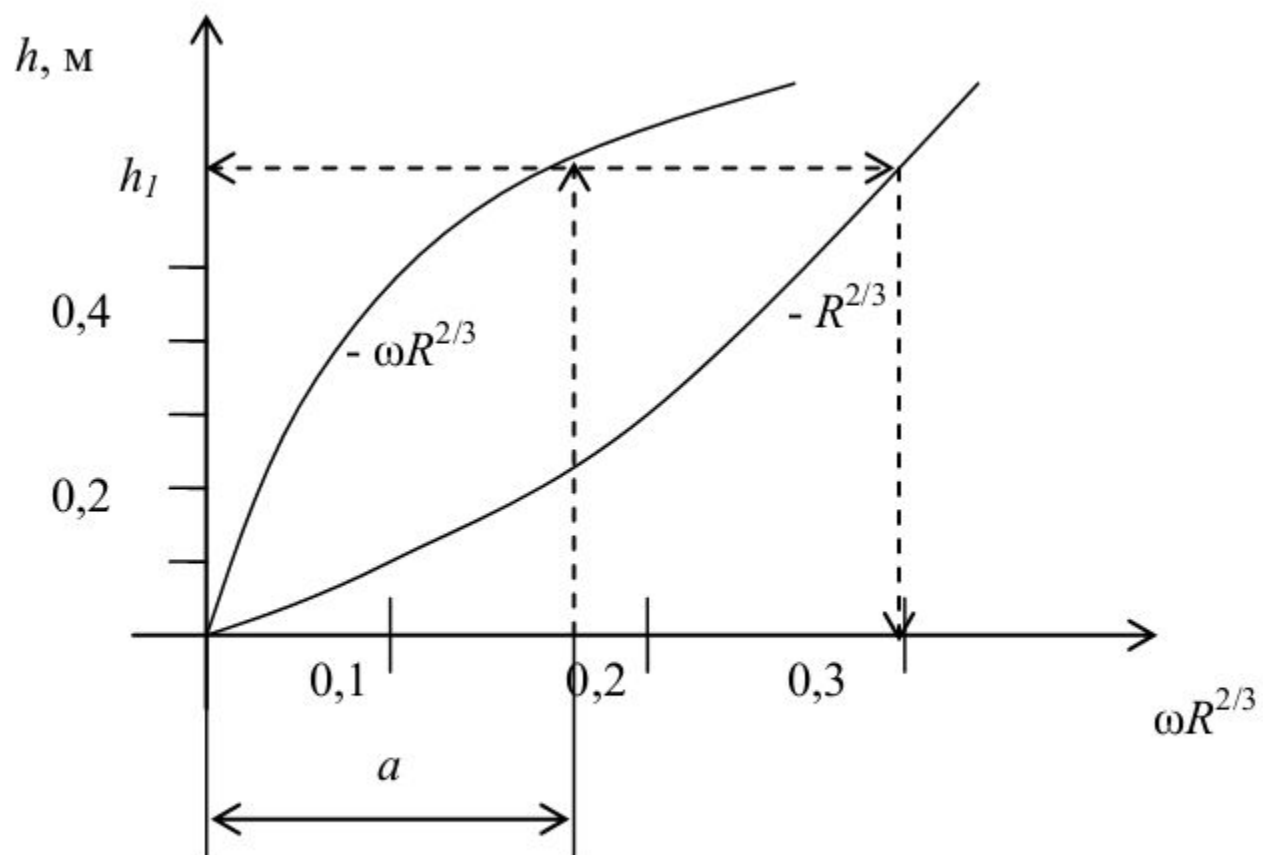


Рисунок 4 – Пример графика

2.10 Рассчитываем среднюю скорость потока при глубине h_1 :

$$v = \frac{R^{2/3}}{n} \cdot \sqrt{i}$$

2.11 Вычисляем площадь живого сечения потока ω , расход воды: $Q = \omega \cdot v$

и минимальную глубину канавы: $h_{\min} = h_1 + 0,2$.

3. Вычерчиваем:

3.1 План нагорной канавы;

3.2 Продольный профиль нагорной канавы;

3.3 Поперечный профиль нагорной канавы.

Расстояние от оси дороги до оси канавы, м	
Проекные данные	Укрепление
	Уклон, ‰, длина, м
Фактические данные	Отметка дна, м
	Отметка земли, м
	Расстояние, м
Пикет по оси канавы	

