



Институт транспортных сооружений Казанский государственный архитектурно-строительный университет



Наиболее древние дороги относятся к [IV тысячелетию до н. э.](#) Наиболее древние дороги относятся к IV тысячелетию до н. э. К началу данного тысячелетия относятся дорога, найденная у города [Ур](#) Наиболее древние дороги относятся к IV тысячелетию до н. э. К началу данного тысячелетия относятся дорога, найденная у города Ур в [Месопотамии](#) Наиболее древние



Дорога, которая сооружена в [XXIX веке до н. э.](#) Дорога, которая сооружена в XXIX веке до н. э., состоит из наложенных друг на друга перекладин из молодых [ясеня](#) Дорога, которая сооружена в XXIX веке до н. э. состоит из наложенных дру

К самым древним дорогам Рима относятся [Аппиева дорога](#) К самым древним дорогам Рима относятся Аппиева дорога (312—244 годы до н. э.) и [Фламиниева дорога](#) (220 год до н. э.). Ширина римских дорог составляла обычно около 3,5 м, дороги также имели пятислойные дорожные одежды толщиной до 1 м. Иногда дороги оборудовались колеёй для повозок. Рядом с мощёной частью дороги располагались грунтовые тропы, предназначенные для вьючного и верхового транспорта. При прохождении дороги через водное препятствие оборудовались каменные [броды](#) Иногда дороги оборудовались колеёй для повозок.



Римская дорога в [Помпеях](#)

В [Америке](#) В Америке развитую дорожную сеть для вьючных [лам](#) В Америке развитую дорожную сеть для вьючных лам и бегущих посменно гонцов построили [инки](#), общая длина которой составляла 16 тыс. км.

Дороги инков охватывали всю империю Инков, расположенную на территории современных [Перу](#), [Эквадора](#) Эквадора, [Колумбии](#) Эквадор а, Колумбии, [Боливии](#) Эквадора, Колумбии, Боливии, [Чили](#) Эквадора, Колумбии, Боливии, Чили и [Аргентины](#) Эквадор а, Колумбии, Боливии, Чили и Аргентины. Дороги соединяли центры провинций, а главные пересекались в городе [Куско](#). Протяжённость самой длинной дороги составляла 6600 км



Дороги в Новое время

Возрождение строительства дорог в Европе в основном связано с формированием государств с [абсолютной монархией](#). Возрождение строительства дорог в Европе в основном связано с формированием государств с абсолютной монархией, правителям которых были нужны дороги для эффективного централизованного управления. Первоначально проводили восстановление римских дорог, соединяя их уцелевшие участки, затем перешли к строительству новых.

Во [Франции](#) возрождение строительства дорог в Европе в основном связано с формированием государств с абсолютной монархией, правителям которых были нужны дороги для эффективного централизованного управления. Первоначально проводили



[Дилижанс](#) Дилижанс ([Франция](#), 1906 год)

В Англии в XVII веке строительство дорог было возложено на местные власти, что привело к неудовлетворительному их состоянию. В целях исправления ситуации появились дорожные тресты, первый из которых создан в 1706 году, для строительства хороших дорог и взимания платы с проезжающих.

Постепенное совершенствование повозок в XVI—XVII веках, привели к необходимости совершенствования дорожного строительства. Появились экипажи с кузовом экипажи с кузовом, подвешиваемыми на ремнях, затем на деревянных рессорах экипажи с кузовом, подвешиваемыми на ремнях, затем на деревянных рессорах, а позднее на стальных. Для

В конце XVIII века в Западной Европе для дорожного покрытия стали использовать пакеляж — камни в форме усечённой пирамиды, которые устанавливались вплотную друг к другу основанием конуса на грунтовое и песчаное основание. В отличие от традиционного подхода, при котором камни ставились остриём вниз, при пакеляже проезд повозок обеспечивал уплотнение основания.

Подобное покрытие просуществовало до 1930-х годов, пока не выяснилось, что оно непригодно для автомобильного транспорта

В 1806 году шотландский инженер Джон Мак-Адам В 1806 году шотландский инженер Джон Мак-Адам предложил покрытие толщиной 25 см, состоящее из двух слоёв щебня: более крупного — внизу, мелкого — сверху.

При этом покрытии воздействие колёс также обеспечивало уплотнение основания. Впоследствии Мак-Адам стал главным инженером Британии.

В 1828 году для укатки щебёночного покрытия ввели катки В 1828 году для укатки щебёночного покрытия ввели катки, в 1859 году появились паровые катки.

История дорог в России

При подготовке походу на Новгород в 1014 году князь Владимир Святославич приказал «терebить путь и мостить мосты». Для этого специально готовились и высылались вперед сборные отряды, в состав которых входили мастеровые по



История дорог в России

До XVIII века в России сухопутные дороги имели второстепенное значение по сравнению с водными путями (летом сообщение осуществлялось с помощью водного транспорта, зимой — по льду).

Первыми сухопутными дорогами в [Киевской Руси](#) стали дороги из [Киева](#) в [Краков](#), [Прагу](#) и Южную Германию, затем

В XVII веке центром дорожной сети в России окончательно стала Москва. Из неё выходили следующие основные дороги:

На север -

(Великий

Устюгстюг, Холмогорыстюг, Холмогоры и Архангельскстюг, Холмогоры и Архангельск)

через Переяславльстюг, Холмогоры и Архангельск)

через Переяславль, Ростовстюг, Холмогоры и Архангельск)

через Переяславль, Ростов, Ярославльстюг, Холмогоры и Архангельск)

через Переяславль, Ростов, Ярославль, Вологду;

Активно развиваться дорожное строительство в России начало при [Петре I](#).

В 1705 году началось строительство [дороги](#) из [Петербурга](#) Петербурга в Москву. Дорога была грунтовой, в отдельных участках покрывалась бревенчатыми настилами. Мощение щебнем дороги началось только в 1817 году. В 1820 году по этой дороге прошёл первый рейсовый экипаж ([дилижанс](#)). С 1834 года дорога стала называться Московским шоссе.

В Российской империи на дорогах устанавливались [верстовые](#) столбы для указания расстояний и сооружались почтовые станции для предоставления ночлега и смены лошадей.

Дороги в Новейшее время

В XX веке ситуация в дорожном хозяйстве кардинально изменилась в связи с появлением автомобильного транспорта. Использование автомобилей выдвинуло новые требования к дорожному покрытию. Ещё в XIX веке на городских улицах пытались внедрить новый тип покрытия — беспыльное покрытие из трамбованного асфальта (разогретого в котлах щебня из природных [известняков](#) известняков или [песчаников](#) известняков или песчаников, пропитанных [битумом](#), который уплотнялся на каменном основании).

В дальнейшем дорожное покрытие связано с применением вяжущих материалов, наиболее удачным из которых стал новый тип покрытия — [асфальтобетон](#).

Изменились также методы прокладки дорог: от длинных прямых дорог, которые были характерны ещё для римских дорог, перешли к [клотоидным](#) трассам — кривым с плавно меняющейся кривизной с короткими прямыми участками

Автомобильные дороги

представляют собой комплекс **инженерных сооружений**, предназначенных для обеспечения круглогодичного, непрерывного, удобного и безопасного **движения автомобилей** с расчетной нагрузкой и установленными скоростями в любое время года и в любых погодных условиях.

Тема: «Общие понятия об автомобильных дорогах и их классификация»

Основными видами **подвижного состава** автомобильных дорог являются различные типы автомобилей - **автобусы, легковые и грузовые автомобили, автопоезда.**

Как и любое инженерное сооружение, дорога может обеспечивать пропуск только тех нагрузок и в том количестве, на которые она рассчитана при проектировании. Требования к габаритным размерам автомобилей **ограничивают их высоту 4 м, а ширину 2,5 м (рис. 1)**

Тема: «Общие понятия об автомобильных дорогах и их классификация»

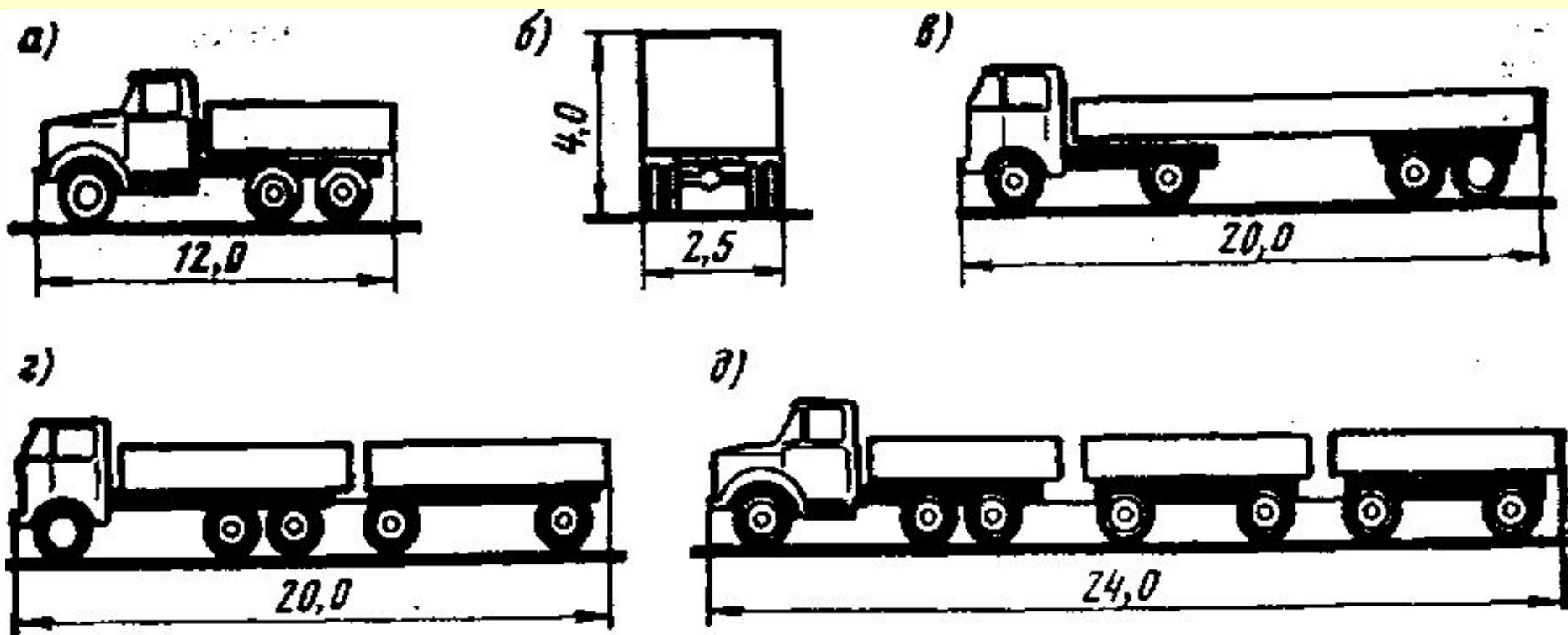


Рис. 1. Предельные габаритные размеры автомобилей и автопоездов, допускаемых к движению на дорогах :

а, б - грузовое автомобиль; в - двухосный седельный тягач с полуприцепом; г - трехосный тягач с двухосным прицепом;

д - трехосный тягач с двумя двухосными прицепами.

Тема: «Общие понятия об автомобильных дорогах и их классификация»

За **основную характеристику движения** по дорогам принимают общее количество автомобилей, проходящих через некоторое сечение дороги за единицу времени (сутки, час), называемое

ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ - N

Тема: «Общие понятия об автомобильных дорогах и их классификация»

Интенсивность движения **меняется по длине отдельных участков дороги** и, увеличиваясь **вблизи городов, крупных населенных пунктов и железнодорожных станций**, имеет **наименьшее значение на средних участках маршрутов (рис. 2а).**

Интенсивность движения непостоянна в течение суток и **резко снижается в ночное время (рис.2б).** Не остается она **постоянной и в течение года и дней недели.**

Тема: «Общие понятия об автомобильных дорогах и их классификация»

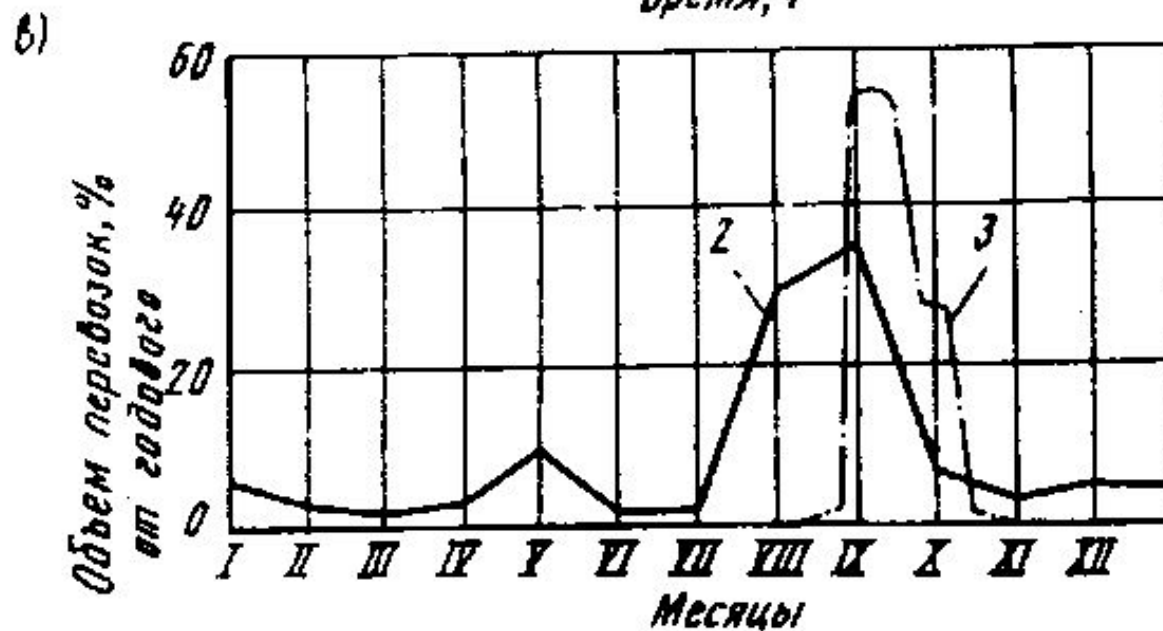
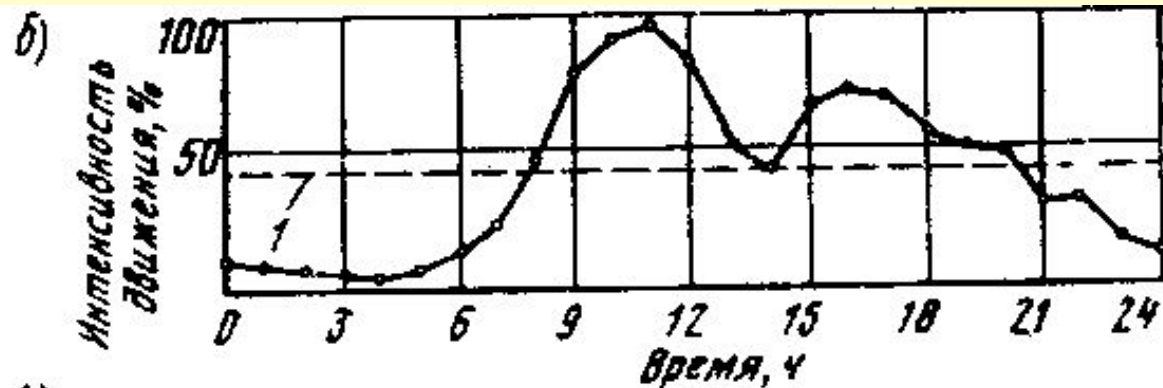
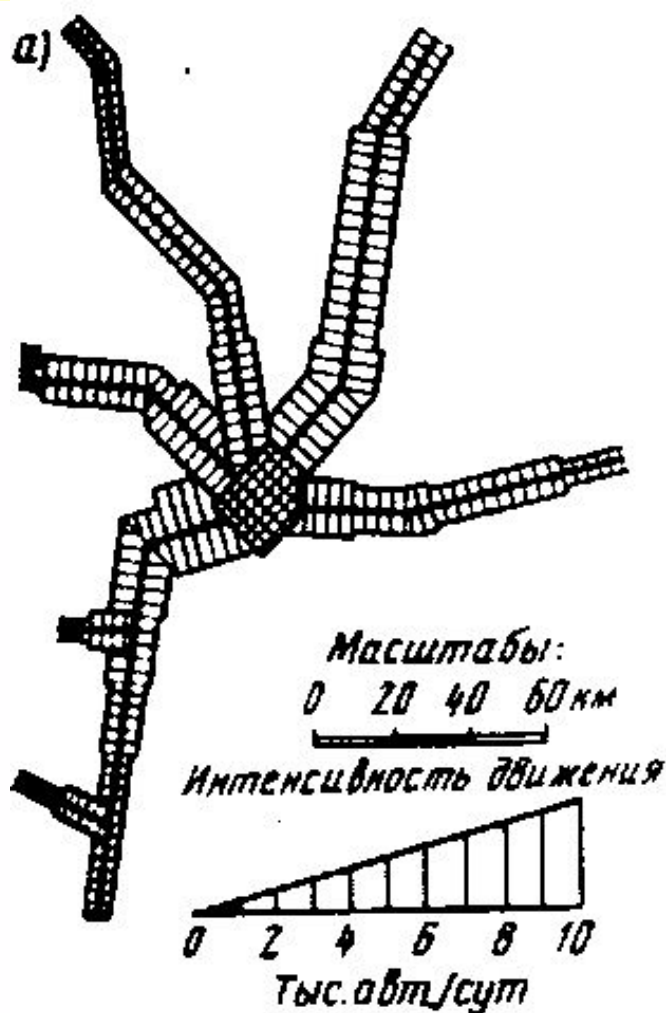


Рис. 2. Изменение интенсивности движения по дорогам

Тема: «Общие понятия об автомобильных дорогах и их классификация»

При проектировании дорог движение чаще всего характеризуют **средним за год** количеством автомобилей, проезжающих по участку **в сутки**, называемым **среднегодовой суточной интенсивностью движения**.

Все элементы дороги каждой категории **рассчитывают** на обеспечение безопасного **движения** одиночных **легковых автомобилей** с **расчетной скоростью**, соответствующей данной категории дороги, при хорошей видимости в сухую погоду или при увлажненной чистой поверхности покрытия.

Тема: «Общие понятия об автомобильных дорогах и их классификация»

Дороги проектируют с интенсивным движением на автомобили с **нагрузкой** на одиночную **ось**

100 кН (автомобили группы **A1**),

110 кН (автомобили группы **A2**),

130 кН (автомобили группы **A3**).

Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

Классификация дорог в Российской Федерации производится в соответствии с **ФЕДЕРАЛЬНЫМ ЗАКОНОМ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»**. Принят Государственной Думой 18 октября 2007 года, одобрен Советом Федерации 26 октября 2007 года.

Автомобильные дороги в зависимости от вида разрешенного использования подразделяются на автомобильные **дороги общего пользования** и автомобильные **дороги необщего пользования**.

Принципы классификации автомобильных дорог в соответствии с постановлением
Правительства Российской Федерации от 11 апреля 2006 г. «О некоторых вопросах,
связанных с классификацией автомобильных дорог в Российской Федерации»



Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

К автомобильным дорогам общего пользования относятся автомобильные дороги, предназначенные для движения транспортных средств **неограниченного круга лиц.**

К автомобильным дорогам необщего пользования относятся автомобильные дороги, находящиеся в собственности, во владении или в пользовании исполнительных органов государственной власти, местных администраций (исполнительно-распорядительных органов муниципальных образований), физических или юридических лиц и используемые ими исключительно для обеспечения **собственных нужд либо для государственных или муниципальных нужд.**

Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

Автомобильные дороги в зависимости от их **значения** подразделяются на:

- 1) автомобильные дороги **федерального значения**;
- 2) автомобильные дороги **регионального или межмуниципального значения**;
- 3) автомобильные дороги **местного значения**;
- 4) **частные** автомобильные дороги.

Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

Перечень автомобильных дорог общего пользования **федерального значения утверждается **Правительством Российской Федерации****

Перечень автомобильных дорог общего пользования **регионального или межмуниципального значения утверждаются **высшим исполнительным органом государственной власти субъекта Российской Федерации.****

Перечень автомобильных дорог общего пользования **местного значения поселения, городского округа, поселения может утверждаться **органом местного самоуправления.****

Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

К частным автомобильным дорогам общего пользования относятся автомобильные дороги, находящиеся в собственности физических или юридических лиц, **не оборудованные устройствами, ограничивающими проезд** транспортных средств неограниченного круга лиц.

Иные частные автомобильные дороги относятся к **частным автомобильным дорогам необщего пользования.**

Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

Автомобильные дороги по **условиям движения и доступа** на них транспортных средств разделяют на 3 класса:

- **автомагистраль,**
- **скоростная дорога,**
- **дорога обычного типа (нескоростная дорога).**

(**Класс** автомобильной дороги: характеристика автомобильной дороги по условиям доступа на нее).

АВТОМАГИСТРАЛЬ



Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

К классу **"автомагистраль"** относят автомобильные дороги:

- имеющие на всем протяжении многополосную проезжую часть с центральной **разделительной полосой**;
- **не имеющие пересечений в одном уровне** с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками;
- **доступ** на которые возможен только через пересечения **в разных уровнях**, устроенных не чаще чем **через 5 км** друг от друга.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ АВТОМАГИСТРАЛИ С
ВТОРОСТЕПЕННОЙ ДОРОГОЙ
(ПО ТИПУ КЛЕВЕРНОГО ЛИСТА)



СКОРОСТНАЯ ДОРОГА



СКОРОСТНАЯ ДОРОГА



Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

К классу **"скоростная дорога"** относят автомобильные дороги:

- имеющие на всем протяжении многополосную проезжую часть с центральной **разделительной полосой**;

- **не имеющие пересечений в одном уровне** с автомобильными, железными дорогами, трамвайными путями, велосипедными и пешеходными дорожками;

- **доступ** на которые возможен через пересечения **в разных уровнях и примыкания в одном уровне** (без пересечения потоков прямого направления), устроенных не чаще, чем **через 3 км** друг от друга.

ДОРОГИ ОБЫЧНОГО ТИПА



Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

К классу **"дороги обычного типа"** относят автомобильные дороги, не отнесенные к классам **"автомагистраль"** и **"скоростная дорога"**:

- имеющие **единую проезжую** часть или с центральной разделительной полосой;
- **доступ** на которые возможен через пересечения и примыкания **в разных и одном уровне**, расположенные для дорог категорий IВ, II, III не чаще, чем через 600 м, для дорог категории IV не чаще, чем через 100 м, категории V - 50 м друг от друга .

Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

Техническая классификация автомобильных дорог производится по **ГОСТ Р 52398-2005** Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования.

Техническая классификация автомобильных дорог - это разделение множества автомобильных дорог по классификационным признакам на **классы** и **категории**.

Категория автомобильной дороги: характеристика, отражающая принадлежность автомобильной дороги соответствующему классу и определяющая технические параметры автомобильной дороги

Автомобильные дороги
по транспортно-эксплуатационным
качествам и потребительским
свойствам разделяют на **5** категорий

Тема: «Классификация автомобильных дорог. Категории дорог и их основные геометрические параметры.»

Категорию дороги допускается назначать в соответствии с наибольшей **перспективной интенсивностью** движения N_t , приведенная к легковому автомобилю по СНиП 2.05.02-85*. Перспективный период следует принимать равным **20 годам**

$$N_t = N_1 \left(1 + \frac{p_N}{100} \right)^{t-1} = N_1 q^{t-1}$$

где N_1 - интенсивность движения в начальном году, авт./сут; p_N - средний ежегодный процент прироста интенсивности движения; t - число лет до конца перспективы; q - коэффициент ежегодного роста интенсивности;

(ИЗ СНиП 2.05.02.85)

Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, приведенная к легковому автомобилю, ед./сут
I-а (автомагистраль)	Св. 14000
I-б (скоростная дорога)	Св. 14000
I-в (нескоростная дорога)	Св. 14000
II	Св. 6000 до 14000
III	Св. 2000 до 6000
IV	Св. 200 до 2000
V	До 200

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории

Параметры элементов дорог	Категории дорог					
	I-а	I-б, I-в	II	III	IV	V
Число полос движения	4; 6; 8	4; 6; 8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	-
Ширина проезжей части, м	2x7,5; 2x11,2	2x7,5; 2x11,2	7,5	7	6	4,5
Ширина обочин, м	5; 2x15	5; 2x15	3,75	2,5	2	1,75
Наименьшая ширина укрепленной полосы обочины, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	-
Наименьшая ширина разделительной полосы между разными направлениями движения, м	6	5	-	-	-	-
Наименьшая ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	1	1	-	-	-	-
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	15	12	10	8

КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРОДСКИХ УЛИЦ И ДОРОГ

Категории улиц и дорог	Ширина полосы движения, м	Число полос движения.	Min радиус кривых в плане, м	Max продольный уклон, ‰	Ширина пешеходной части тротуара, м
Магистральные дороги скоростного движения	3,75	4-8	600	30	
Магистральные дороги регулируемого движения	3,5	2-6	400	50	
Магистральные улицы общегородского значения непрерывного движения	3,75	4-8	500	40	4
Магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения	3,5	4-8	400	50	3
Магистральные улицы районного значения транспортно-пешеходные	3,5	2-4	250	60	2
Магистральные улицы районного значения <u>пешеходно-транспортные</u>	4,0	2	125	40	3
Улицы и дороги местного значения: улицы в жилой застройке	3,0	2-3	90	70	1
	3,0	2	50	80	1
Проезды: основные	3,0	2	50	70	1
второстепенные	3,5	1	25	80	0



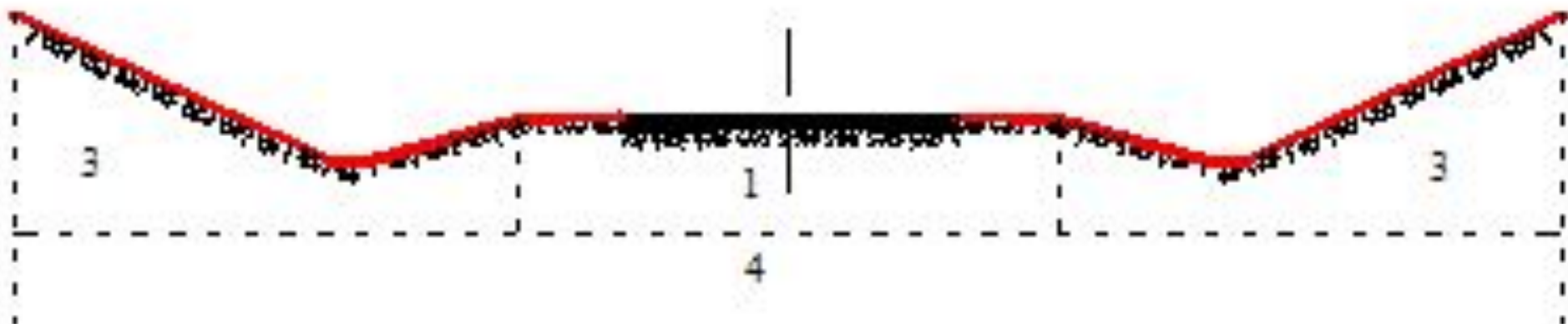
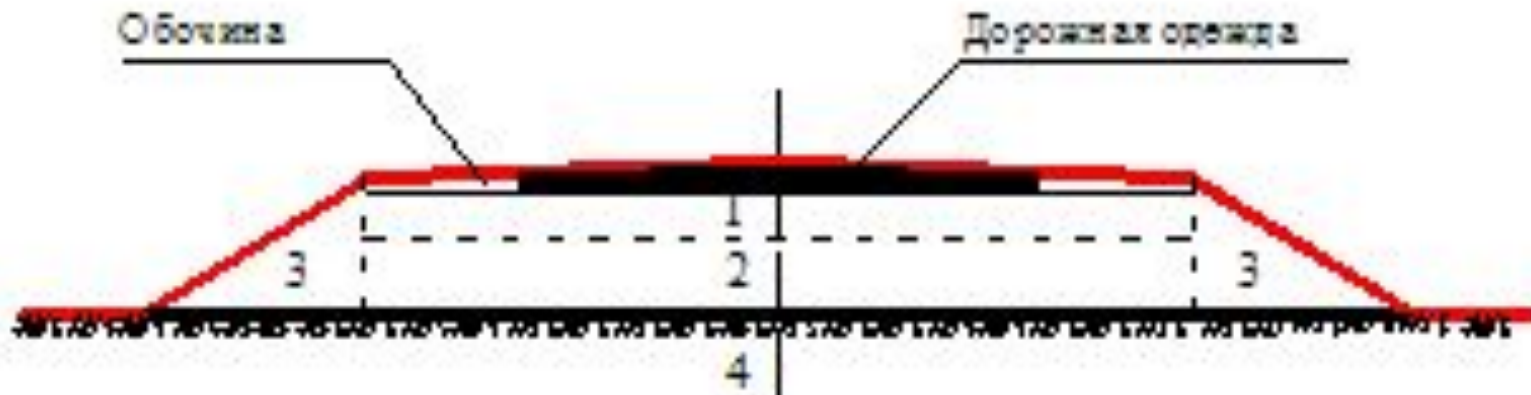
Автомобильная дорога

представляет собой комплекс **инженерных сооружений**, предназначенных для обеспечения круглогодичного, непрерывного, удобного и безопасного **движения автомобилей** с расчетной нагрузкой и установленными скоростями в любое время года и в любых условиях погоды.

В состав автомобильных дорог входят:

- земляное полотно,**
- дорожная одежда,**
- мосты, трубы и другие искусственные сооружения,**
 - обустройство дорог и защитные дорожные сооружения,**
 - здания и сооружения дорожных и автотранспортных служб.**





1 – Рабочий слой (верхняя часть земляного полотна)

2 – Ядро насыпи

3 – Откосные части

4 – Основание насыпи (выемки)

Проезжая часть и обочины отделяются от прилегающей местности правильно спланированными наклонными плоскостями — **откосами**. В выемках и боковых канавах различают **внешний и внутренний откосы**. Линия сопряжения поверхностей обочины и откоса насыпи или внутреннего откоса канавы образует **бровку земляного полотна**.

Земляным полотном называют всю часть полосы отвода, затронутую земляными работами. *Расстояние между бровками условно называют шириной земляного полотна.*

Крутизну откосов характеризуют **коэффициентом заложения (заложением откоса)**, который определяется отношением высоты откоса к его горизонтальной проекции — заложению.

Полоса поверхности дороги, в пределах которой происходит движение автомобилей, представляет собой **проезжую часть**. Дороги I категории имеют **самостоятельные проезжие части** для движения в каждом направлении.

Между ними для безопасности оставляют **разделительную полосу**, на которую запрещается заезд автомобилей.

Сбоку от проезжей части расположены **обочины**. Обочины используются для временной стоянки автомобилей и для размещения дорожно-строительных материалов при ремонтах.

Вдоль проезжей части на обочинах и разделительных полосах укладывают **укрепительные полосы (краевые полосы)**, повышающие прочность края дорожной одежды и обеспечивающие безопасность при случайном съезде колеса автомобиля с покрытия.

Для расположения проезжей части на необходимом уровне от поверхности грунта сооружают **земляное полотно** (насыпь или выемку) с **боковыми канавами (кюветами)**, предназначенными для осушения дороги и отвода от нее воды.

В состав автомобильных дорог входят:

- земляное полотно,**
- дорожная одежда,**
- мосты, трубы и другие искусственные сооружения,**
 - обустройство дорог и защитные дорожные сооружения,**
 - здания и сооружения дорожных и автотранспортных служб.**

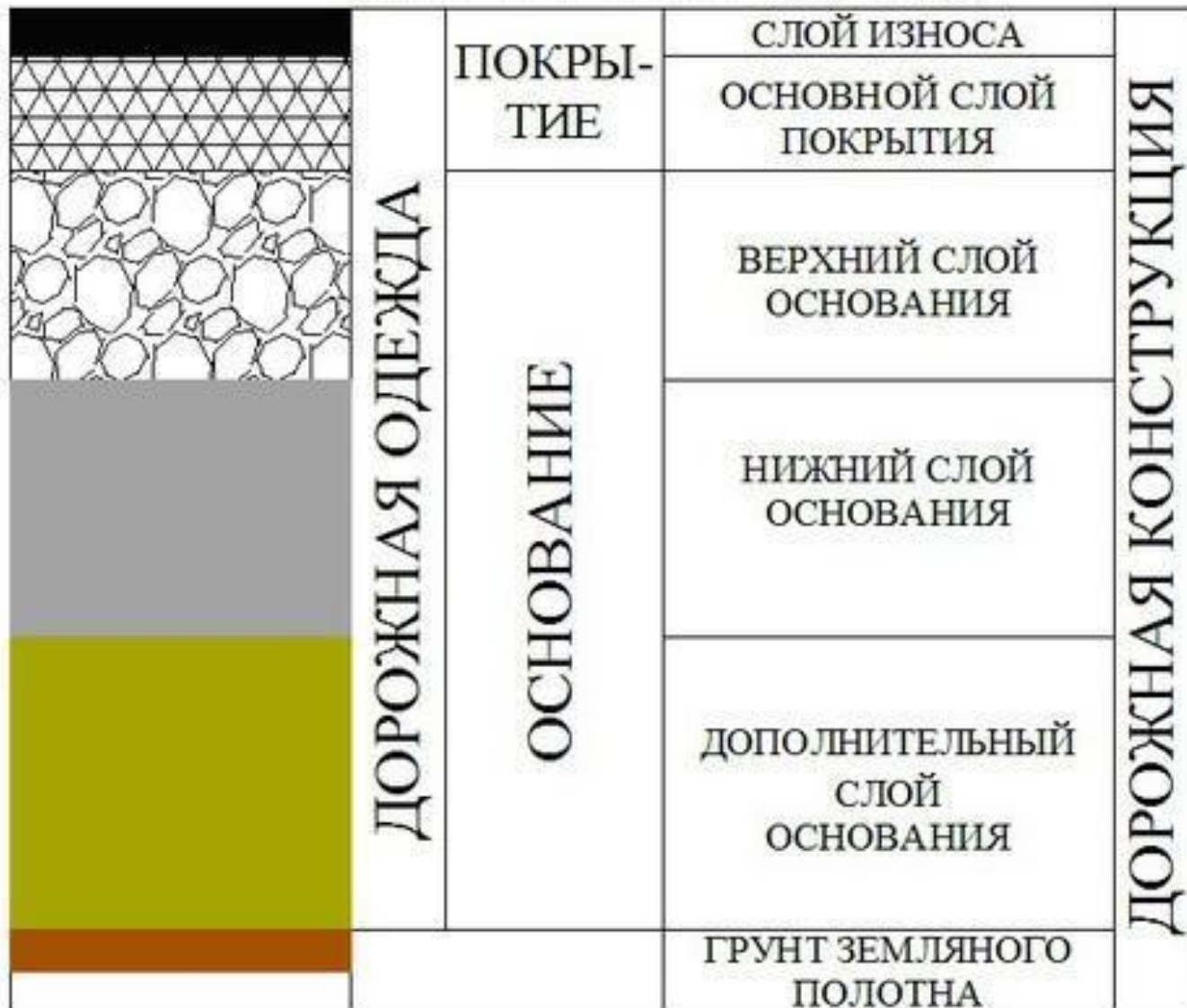
ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ



Конструктивные слои дорожных одежд

- **ПОКРЫТИЕ** — верхняя часть одежды, воспринимающая усилия от колес автомобилей и подвергающаяся непосредственному воздействию атмосферных факторов;
- **ОСНОВАНИЕ** — часть одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на нижележащие дополнительные слои или грунт земляного полотна;
- **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЛОИ ОСНОВАНИЯ** — слои между основанием и подстилающим грунтом. Дополнительные слои основания выполняют морозозащитную, дренирующую и теплоизолирующую функции.

КОНСТРУКТИВНЫЕ СЛОИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

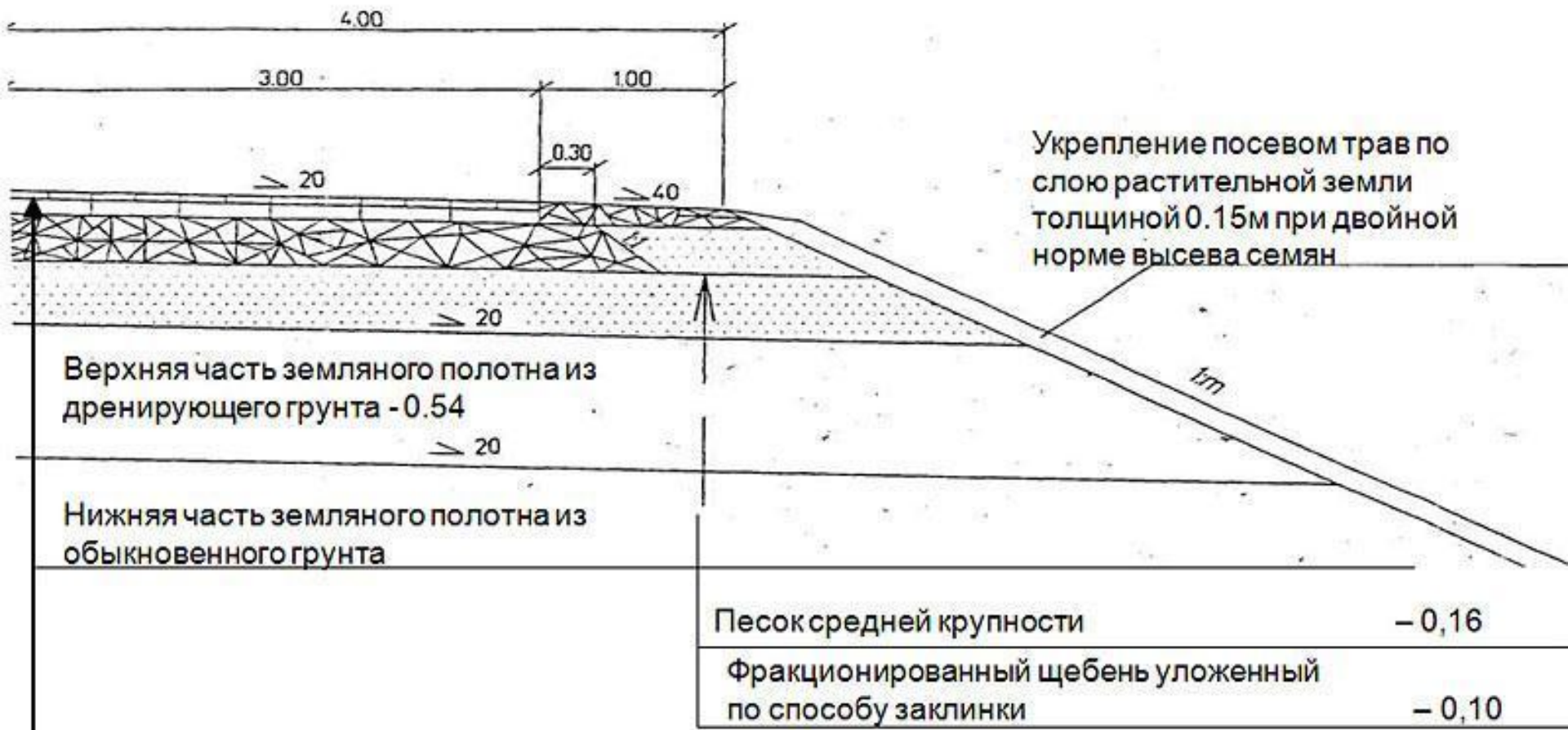


покрытие — верхняя часть одежды, воспринимающая усилия от колес автомобилей и подвергающаяся непосредственному у воздействию атмосферных факторов;

основание — часть одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на нижележащие дополнительные слои или грунт земляного полотна;

дополнительные слои основания — слои между основанием и подстилающим грунтом.

Дополнительные слои основания выполняют морозозащитную, дренажную и теплоизолирующую функции.



Верхняя часть земляного полотна из дренирующего грунта - 0.54

Нижняя часть земляного полотна из обыкновенного грунта

Песок средней крупности по ГОСТ 8736-93

Фракционированный щебень уложенный по способу заклинки, по ГОСТ 8267-93

Пористый асфальтобетон из горячей крупнозернистой смеси, марки Т. на битуме БНД 90/130, ГГХТ 9187-97

Плотный асфальтобетон из горячей мелкозернистой смеси. Тип Б марка 1 на битуме БНД 90/130, ГОСТ 9187-97

Классификация дорожных одежд

ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ

нежесткие

жесткие

КАПИТАЛЬНЫ
Е

ОБЛЕГЧЕННЫ
Е

ПЕРЕХОДНЫЕ

НИЗШИ
Е

монолитны
е

железобетонны
е

армобетонны
е

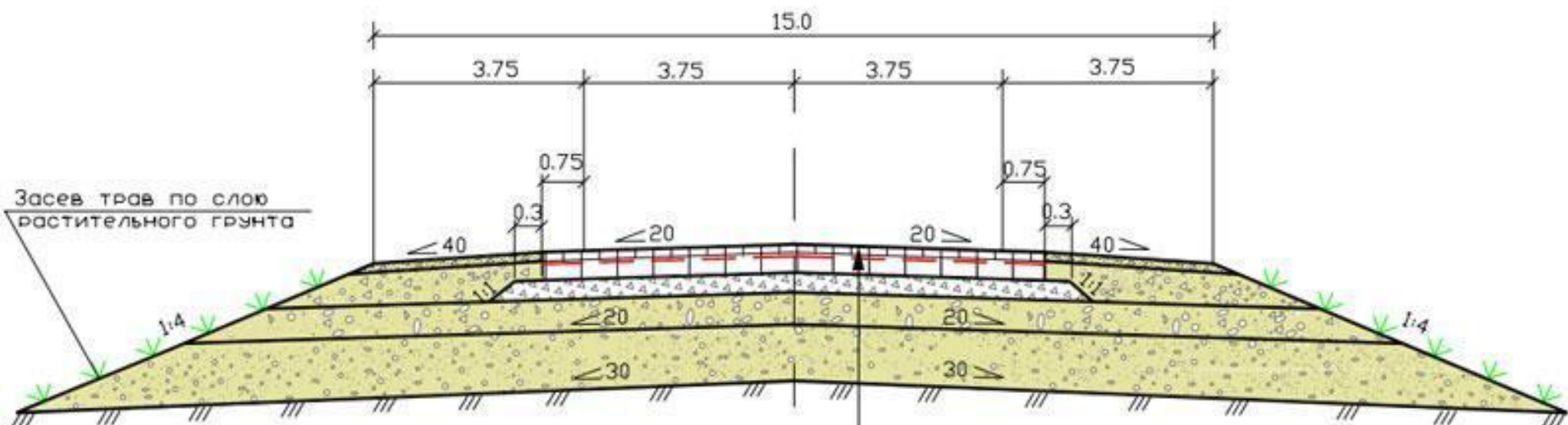
сборны
е

- ***К нежестким дорожным одеждам относят одежды со слоями, построенными из разного вида асфальтобетонов (дегтебетонов), из материалов и грунтов, укрепленных битумом, цементом, известью, комплексными и другими вяжущими, а также из слабосвязных зернистых материалов (щебня, шлака, гравия и др.).***

Классификация нежестких дорожных одежд и покрытий

Типы дорожных одежд	Виды покрытий, материал и способы его укладки
	Усовершенствованные покрытия:
Капитальные	из горячих асфальтобетонных смесей
Облегченные	а) из горячих асфальтобетонных смесей б) из холодных асфальтобетонных смесей в) из органоминеральных смесей с жидкими органическими вяжущими, из каменных материалов и грунтов, обработанных битумом по способу смешения на дороге или методами пропитки; из каменных материалов, обработанных органическими вяжущими методом пропитки; черного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки; из пористой и высокопористой асфальтобетонной смеси с поверхностной обработкой; из прочного щебня с двойной поверхностной обработкой
Переходные, низшие	Щебеночные, гравийные, грунты укрепленные вяжущими, каменные матер. обработ. вяжущими

Дорожная одежда с использованием геосеток ССНП-ХАЙВЕЙ на дорогах II тех.категории
(новое строительство)



Плотная м/з а/бетонная смесь тип Б марки I ГОСТ 9128-97
Геосетка ССНП-ХАЙВЕЙ по СТО 00205009-001-2005 параллельно оси дороги
Пористая крупнозернистая а/бетонная смесь ГОСТ 9128-97
Фракционированный щебень, устраиваемый по способу заклинки
ГПС с добавлением 30% щебня смесь С-6 ГОСТ 25607-94
Рабочий слой - ГПС

СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ



Жесткие дорожные одежды

- **Жесткие дорожные** - это одежды с цементобетонными покрытиями или асфальтобетонными покрытиями на бетонном основании.
- - МОНОЛИТНЫЕ
- - АРМОБЕТОННЫЕ
- - ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
- - СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ

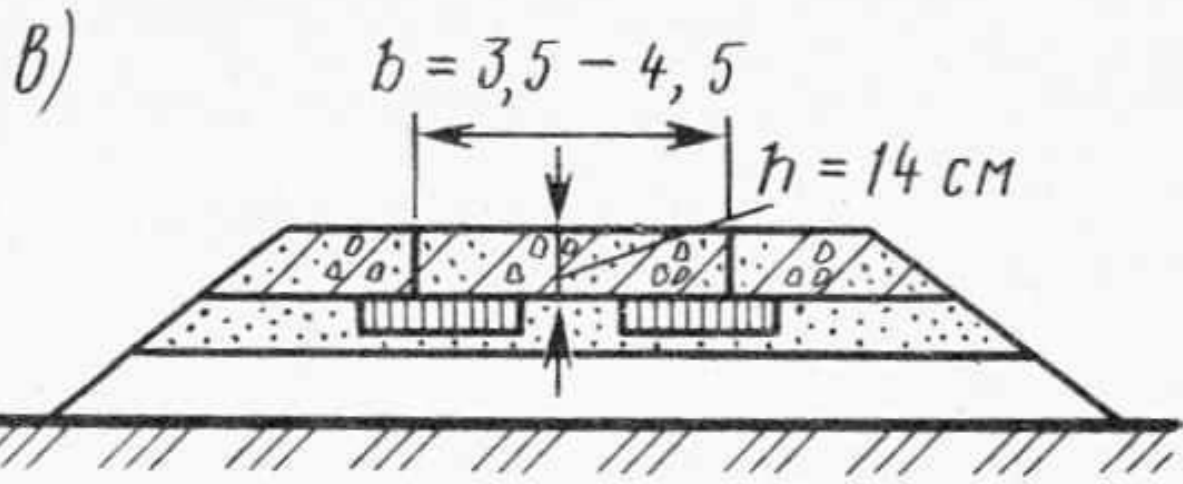
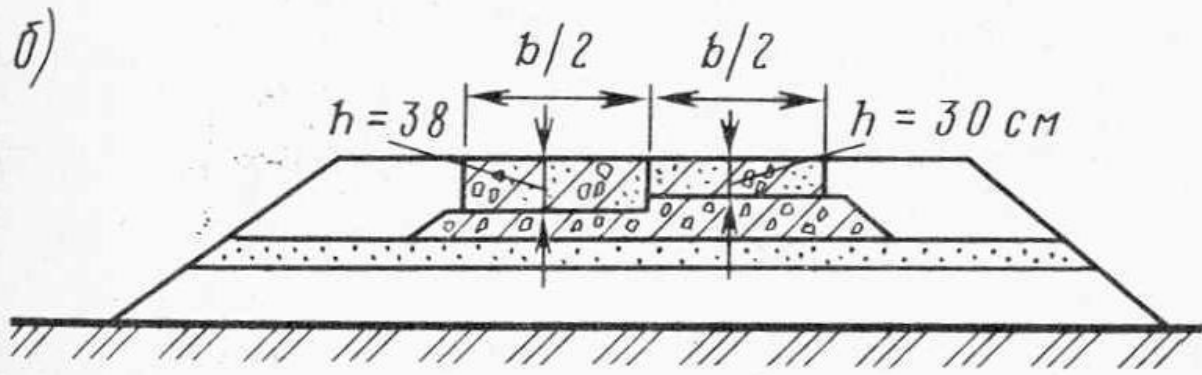
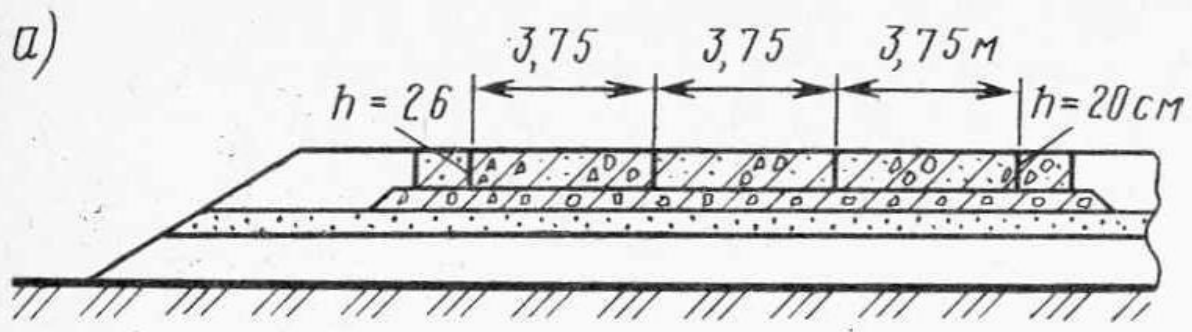
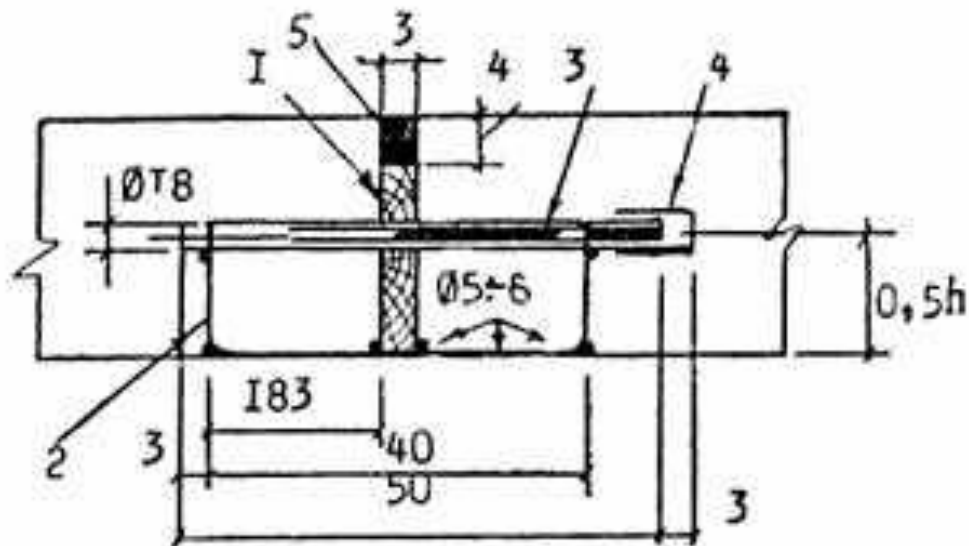


Рис. 2.1. Конструкции дорожных одежд с монолитными тонными покрытиями:
 а – на шестиполосной автомагистрали; б – на двухполосной карьерной дороге; в – на однополосной сельско-хозяйственной дороге

Конструкция шва расширения



- 1 — прокладка из выдержанной в воде древесины;
- 2 — каркас для фиксации прокладки и штырей, свариваемых в кондукторе;
- 3 — штыри в битумной изоляции, привязываемые к каркасу;
- 4 — температурный компенсатор (колпачок), обеспечивающий смещение штыря в бетоне не менее чем на 2 см;
- 5 — наполнитель (герметик)

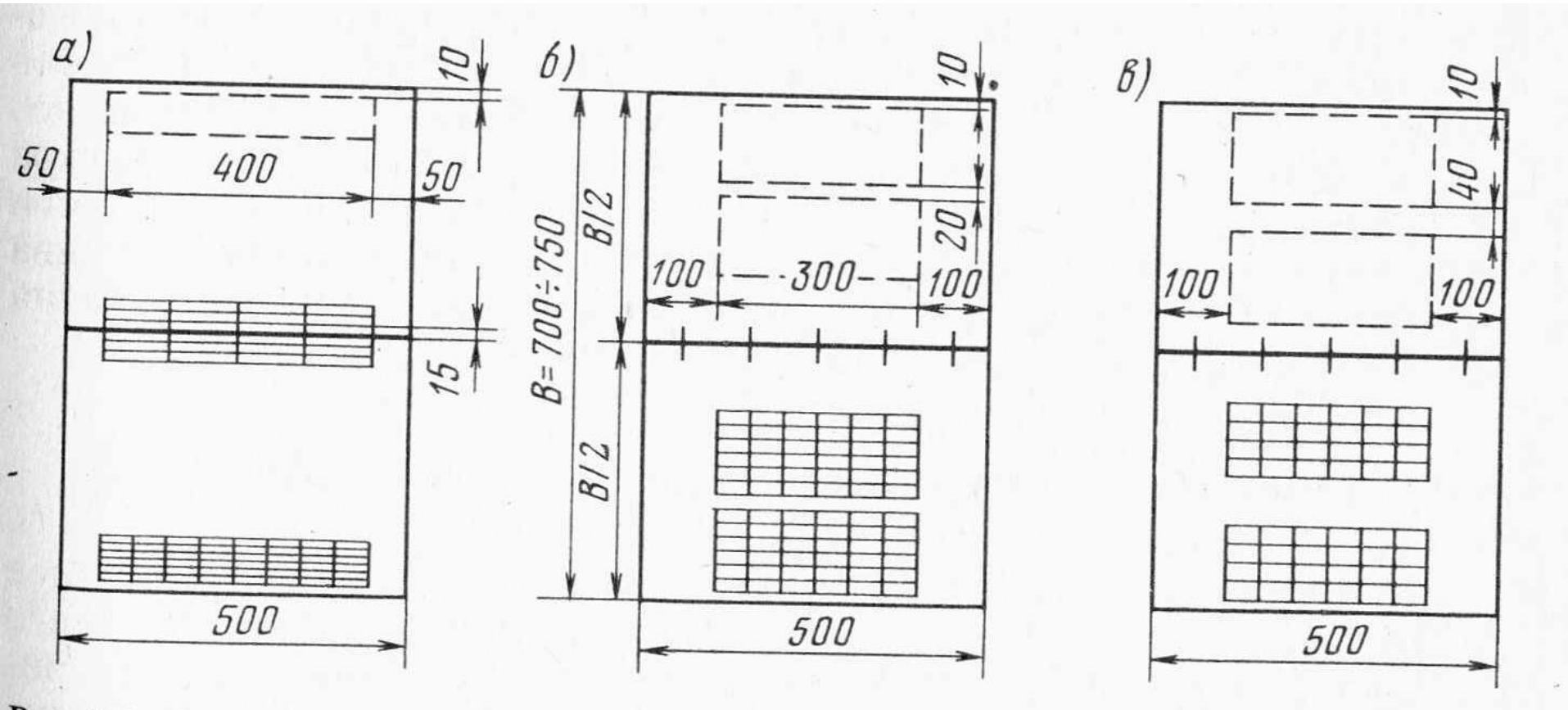
ПОКРЫТИЯ ИЗ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

Таблица 2.4

Марка плиты	Нормативная нагрузка на колесо, кН	Размеры плиты, см	Масса плиты, т	Марка бетона по прочности на сжатие	Объем бетона, м ³	Расход арматуры на плиту/на 1 м, кг
ПД1-6	60	175 × 150 × 18	1,2	200	0,46	30,9/12,0
ПД1-9,5	95	175 × 150 × 18	1,2	200	0,46	42,3/16,4
ПД2-6	95	300 × 150 × 18	2,0	200	0,80	55,6/12,6
ПД3-16	160	300 × 150 × 22	2,5	300	0,97	114,0/25,9
ПД3-23	230	300 × 150 × 22	2,5	300	0,97	187,1/42,4

АРМИРОВАННЫЕ ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Схемы армирования



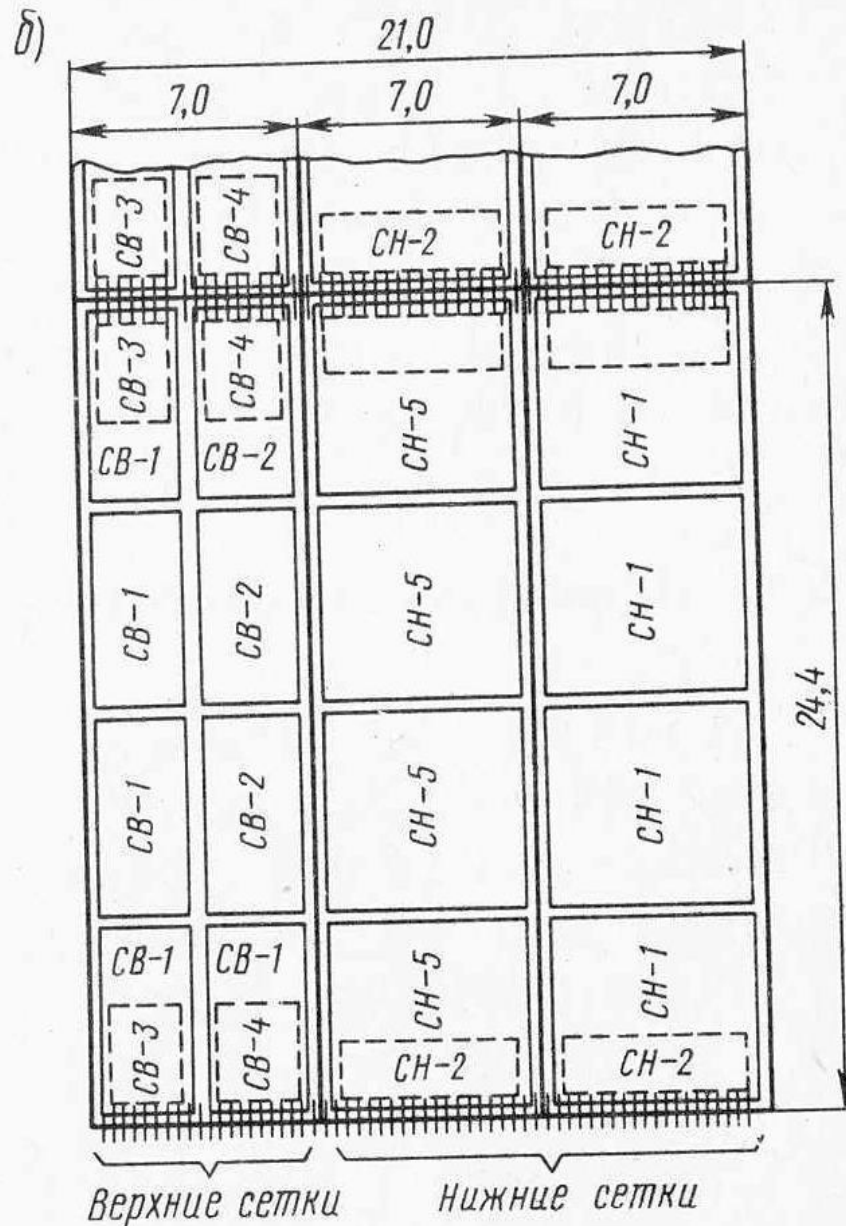
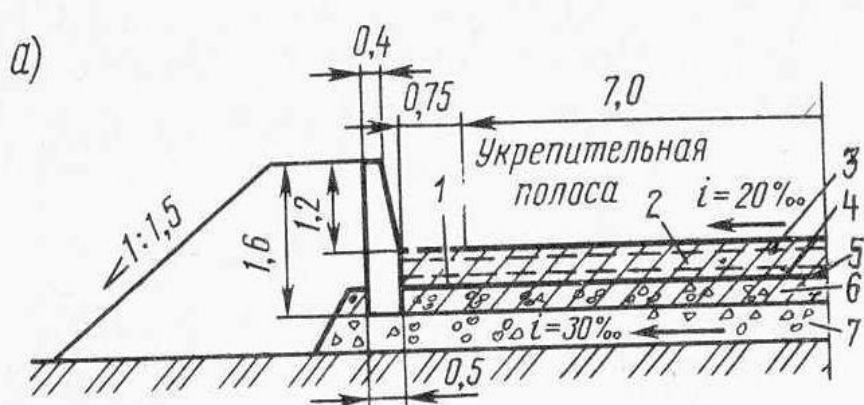


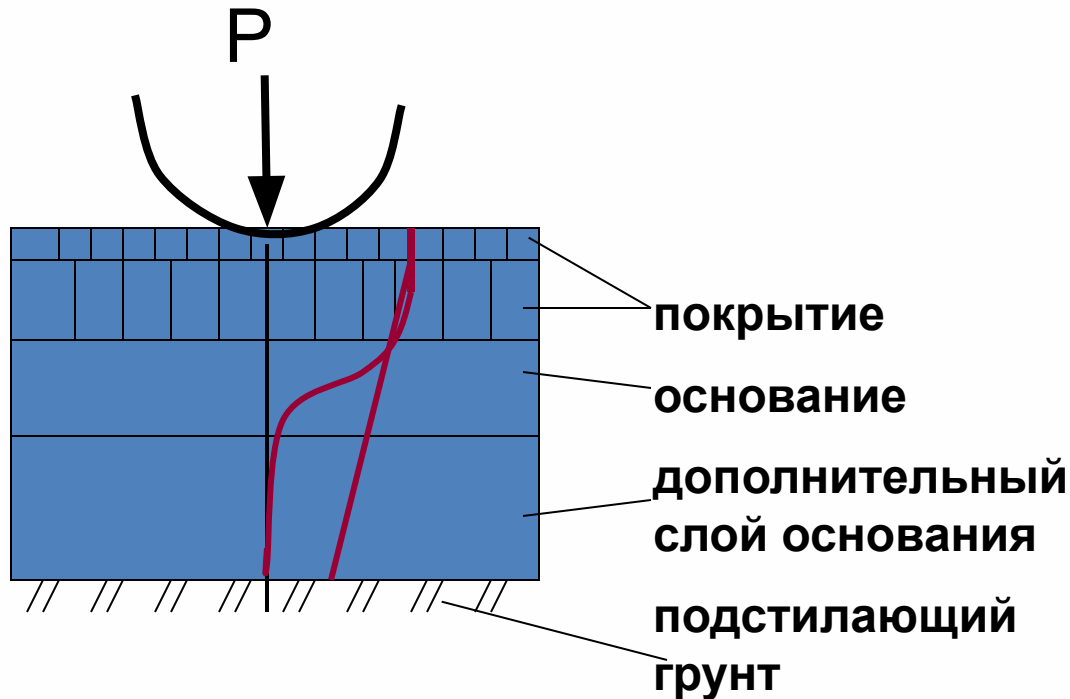
Рис. 2.3. Конструкция железобетонного покрытия на Нюрнгринском угольном разрезе:

a – поперечный разрез; *б* – размещение сеток в плане;

1 – укрепительная полоса; 2 – покрытие; 3 – верхняя сетка; 4 – нижняя сетка; 5 – выравнивающий слой; 6 – основание; 7 – дополнительный слой основания

Проектирование дорожных одежд

-



Эпюра вертикальных напряжений от колес в многослойной д.о.

критерии расчета на прочность

1. Расчет дорожной одежды по **критерию упругого прогиба** на основе зависимости требуемого общего модуля упругости конструкции от суммарного числа приложений нагрузки.
2. Расчет дорожной одежды, отвечающей критерию упругого прогиба, по двум независимым критериям:
 - - критерию соответствия **сдвигоустойчивости** материалов конструктивных слоев и грунта возникающим в них касательным напряжениям,
 - - по критерию соответствия сопротивления материалов монолитных конструктивных слоев возникающим в них **растягивающим напряжениям** от подвижной многократной нагрузки
 - Дорожные одежды переходного и низшего типов рассчитывают по **упругому прогибу и по сдвигоустойчивости**.
 - Конструкции, предназначенные для движения особо тяжелых транспортных средств (со статической нагрузкой на ось 120 кН и более), по упругому прогибу не рассчитывают

Напряжения в конструктивных слоях и в подстилающем грунте от воздействия транспортной нагрузки вычисляют по формулам теории упругости для слоистой среды, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой через гибкий круглый штамп, с учетом условий на контакте слоев. При этом используют приближенные методы, основанные на упрощенных расчетных схемах и построенных на их основе номограммах.

- В качестве **расчетной схемы нагружения** конструкции колесом автомобиля принимается гибкий **круговой штамп** диаметром **D**, передающий равномерно распределенную нагрузку величиной p .
- Величины расчетного удельного давления колеса покрытия p и расчетного диаметра **D** приведенного к кругу отпечатка расчетного колеса на поверхности покрытия назначают с учетом параметров расчетных типов автомобилей.

Расчет конструкции в целом по допускаемому упругому прогибу

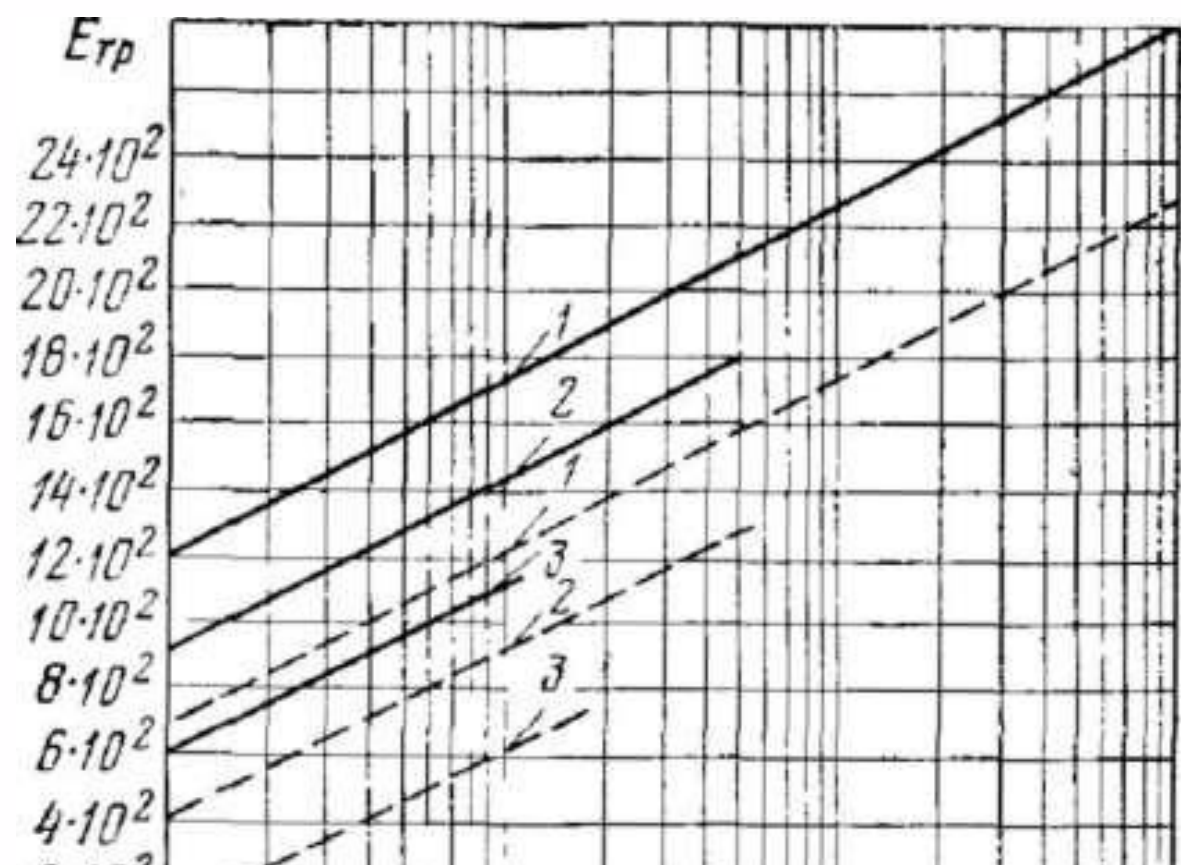
- . Конструкция дорожной одежды в целом удовлетворяет требованиям прочности и надежности по величине упругого прогиба при условии:
 - $E_{об} > E_{тп}$,
- где $E_{об}$ - общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа;
- $E_{тп}$ - минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа;

ОДН 218.046-01. (взамен ВСН 46-83)

- Если по ВСН 46-83 **Етр** определяли по номограмме в зависимости от осевой расчётной нагрузки (след.слайд)

На номограмме приведен $E_{тр}$ одежд с покрытиями трех типов: капитальных, облегченных и переходных при расчетных нагрузках А и Б.

На вертикальных осях указаны требуемые модули упругости $E_{тр}$. По горизонтальной оси показана расчетная интенсивность движения на одну полосу в последний год службы покрытия.



Расчет конструкции в целом по допускаемому упругому прогибу

$$E_{об} > E_{min} K_{пр}$$

- где $E_{об}$ - общий расчетный модуль упругости конструкции, МПа;
- E_{min} - минимальный требуемый общий модуль упругости конструкции, МПа;
 - $E_{min} = 98,65 [\lg \sum N_p) - c]$ (1)
- где $\sum N_p$ - суммарное расчетное число приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды,
- c - эмпирический параметр, принимаемый равным для расчетной нагрузки на ось 100 кН - 3,55; 110 кН - 3,25; 130 кН - 3,05.

Величина N_p приведенной интенсивности на последний год срока службы определяют по формуле:

$$N_p = f_{\text{пол}} \sum_{m=1}^n N_m S_{m \text{ сум}}$$

- где **$f_{\text{пол}}$** - коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним;
- **n** - общее число различных марок транспортных средств в составе транспортного потока;
- **N_m** - число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств m -й марки;
- **$S_{m \text{ сум}}$** - суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства m -й марки к расчетной нагрузке

Категория дороги	Суммарное минимальное расчетное число приложений	Требуемый модуль упругости одежды, МПа		
		капитальной	облегченной	переходной
	расчетной нагрузки на наиболее нагруженную полосу			
I	750000	230	-	-
II	50000	220	210	-
III	375000	200	200	-
IV	110000	-	150	100
V	40000	-	100	50

Тема: «Элементы автомобильных дорог»

При проектировании автомобильных дорог, разрабатываются в числе прочих **три основных рабочих документа**:

План трассы – (вид сверху) или горизонтальная проекция дороги.

Продольный профиль – вертикальное сечение дороги по оси трассы.

Поперечные профили – вертикальное сечение дороги, перпендикулярное её оси.

Положение геометрической оси автомобильной дороги на местности называется **трассой**.

Тема: «Элементы плана трассы автомобильных дорог»

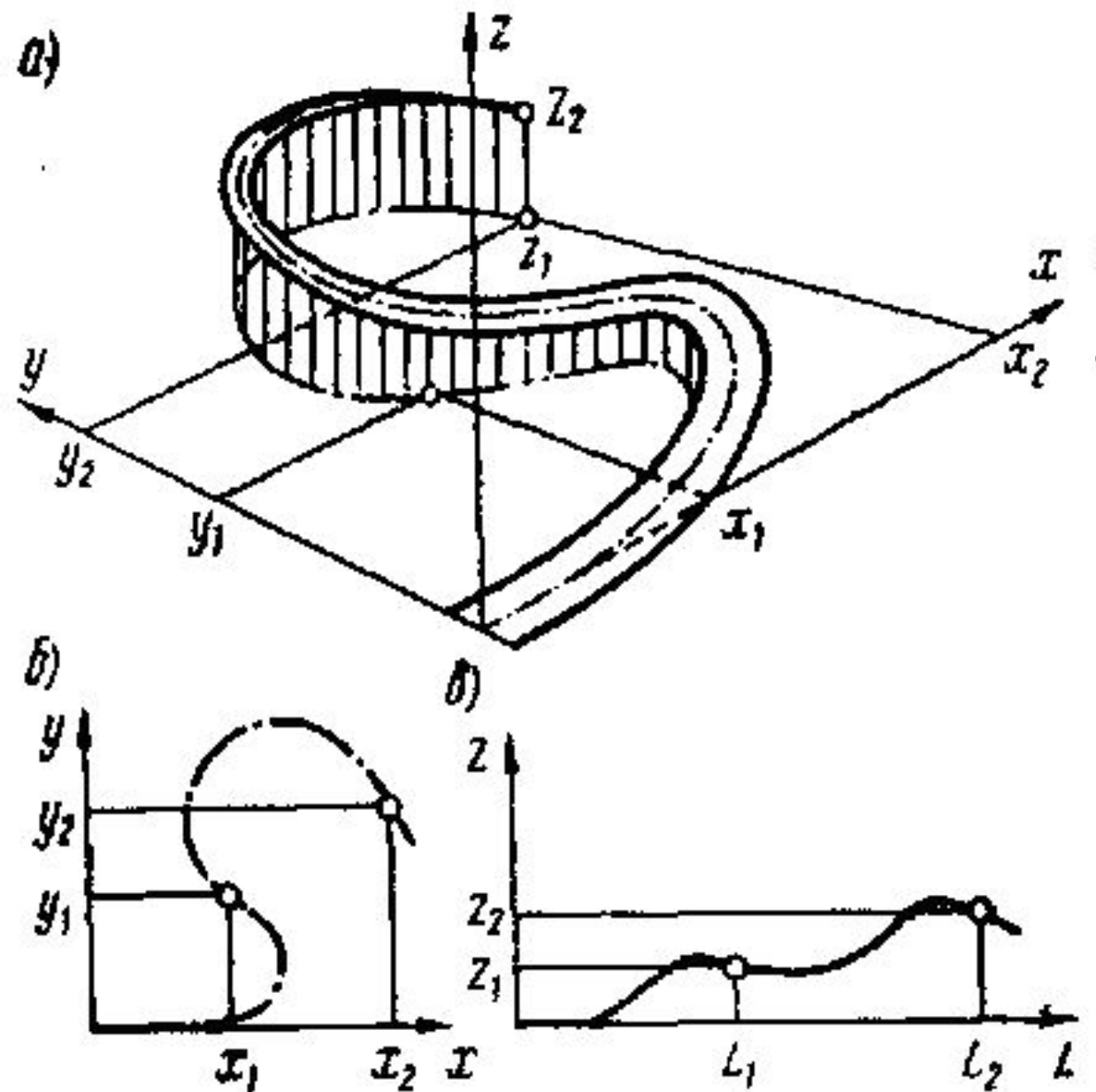
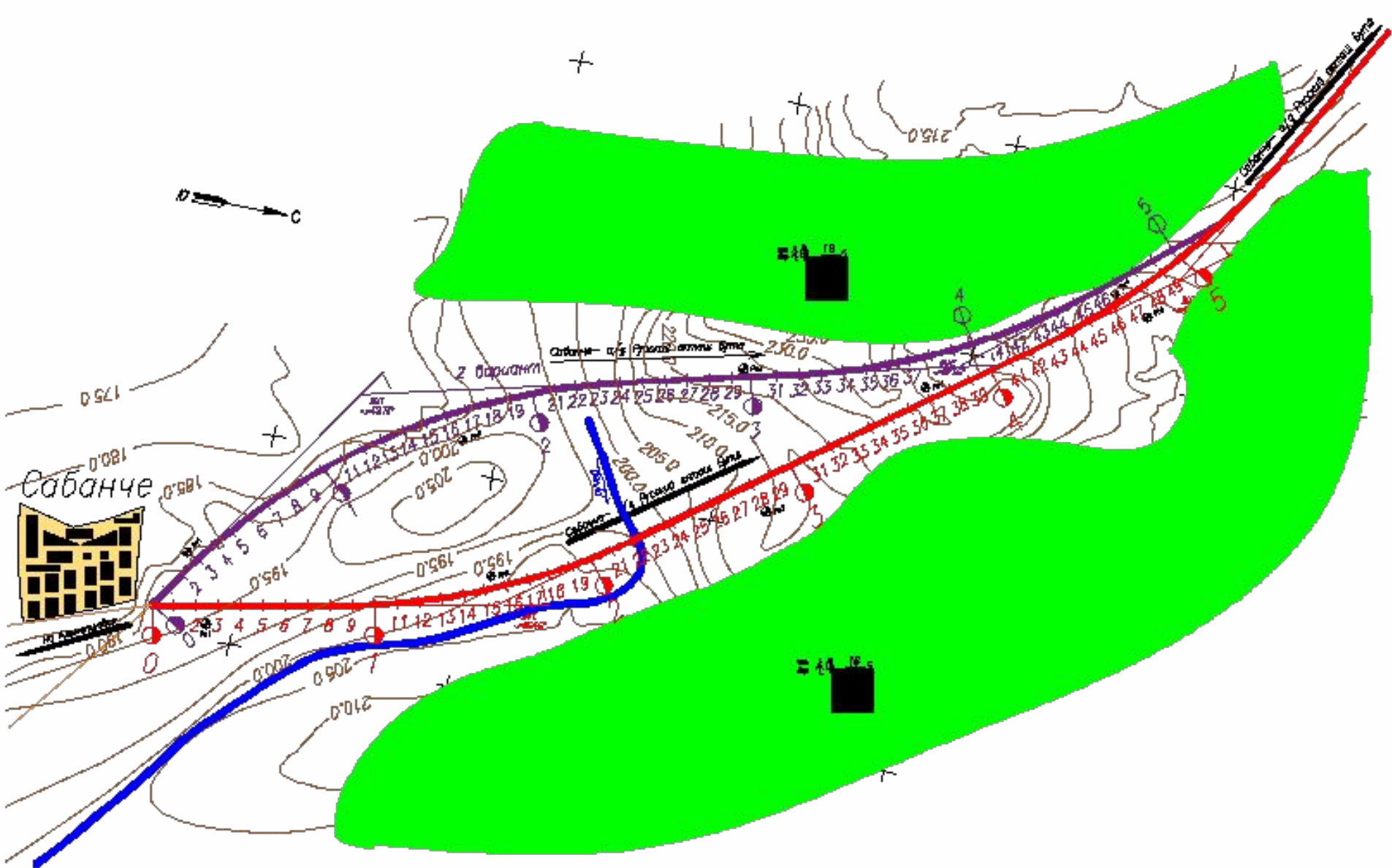


Рис.3. Ось дороги как пространственная кривая

- а) вид полотна в аксонометрии;
- б) план дороги;
- в) продольный профиль.



Тема: «Элементы плана трассы автомобильных дорог»

Существует **два метода** нанесения трассы автомобильной дороги:

1.Метод гибкой линейки (клотоидное трассирование)

2.Традиционный метод (полигонное трассирование)

Последовательность по традиционному методу:

1.Начальный и конечный пункты трассы соединяют прямой, которая называется **воздушной линией**.

2.Устанавливают контрольные точки, через которые должна пройти трасса при обходе препятствий.

3.Через контрольные точки наносят ломаный **магистральный ход (полигон)**.

4.Измеряют углы поворота (их измеряют между продолжением трассы и новым направлением).

5.Вписывают кривые в плане.

За основу проектных решений берутся минимальные проектные нормы, которые в дальнейшем, как правило, воплощаются в виде простой, «жесткой» трассировки минимально допустимыми параметрами даже для дорог I категории



Мировой стандарт - самопоясняющие дороги



Тема: «Элементы плана трассы автомобильных дорог»

Начальный и конечный пункты называется **титолом дороги**.

Для лучшей ориентировки трассу делят на километры и на стометровые отрезки, называемые пикетами. **Пикеты и километры** последовательно нумеруют.

Чтобы запроектированную трассу можно было точно воспроизвести на местности, ее ориентируют относительно сторон света. Для этого вычисляют **румбы прямых участков трассы**.

Каждое изменение направления трассы определяется **углом поворота**. Углы поворота последовательно нумеруют вдоль дороги — по ходу трассы.

Коэффициент развития трассы (коэффициент удлинения) равен отношению фактической длины дороги к длине прямой, соединяющей начальный и конечный ее пункты («воздушной линии»).

Тема: «Элементы плана трассы автомобильных дорог»

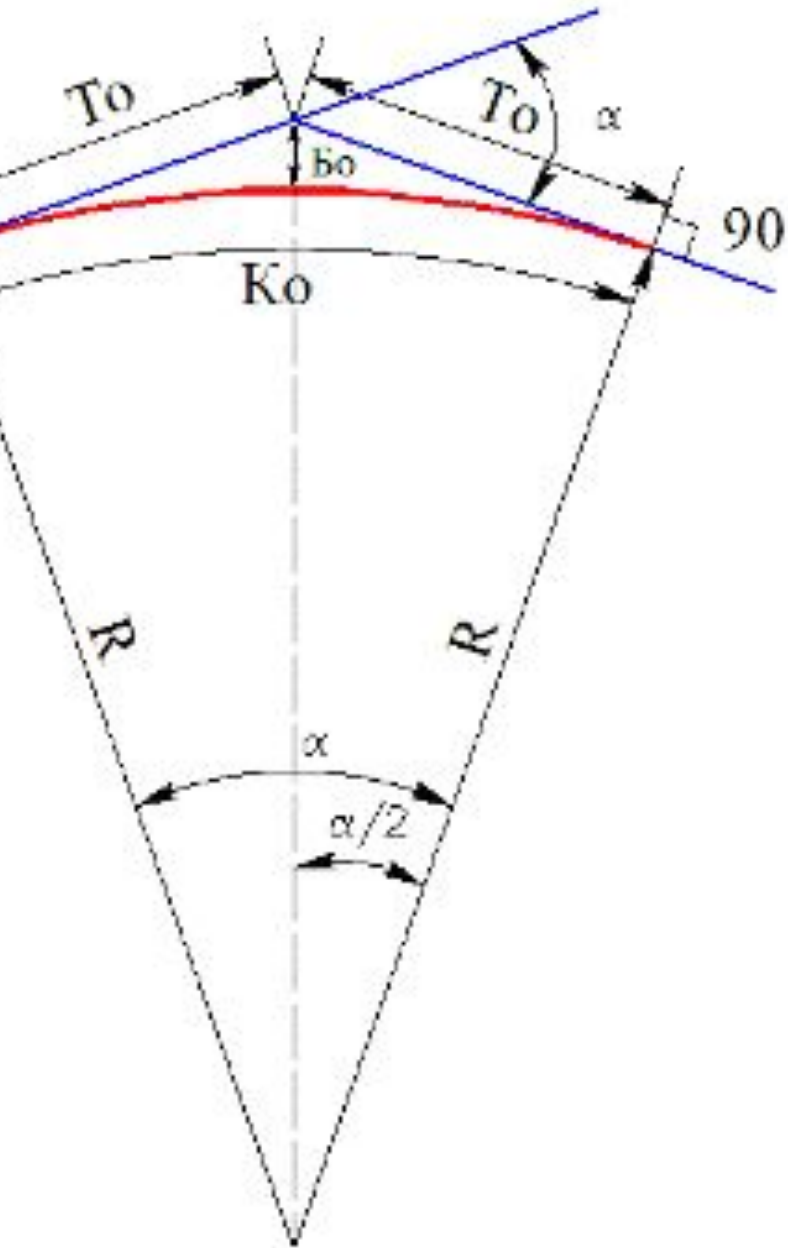


Рис. 5. Элементы
круговой кривой в плане

- α [градусы] – угол поворота трассы.
- R [м] – радиус кривой в плане.
- T_0 [м] – тангенс круговой кривой
- B_0 [м] – биссектриса круговой кривой
- K_0 [м] – длина круговой кривой
- D_0 [м] – домер круговой кривой

Тема: «Элементы плана трассы автомобильных дорог»

- α [градусы] – угол поворота трассы.

Угол между прежним и новым направлением трассы. Измеряется транспортиром на плане трассы с точностью до 0,5 градуса.

- R [м] – радиус кривой в плане.

Минимальное значение определяется исходя из технической категории автомобильной дороги.

- T_0 [м] – тангенс круговой кривой - расстояние от точки перелома магистрального хода до точек начала и конца кривой.

Рассчитывается по формуле:

$$T_0 = R \times \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Тема: «Элементы плана трассы автомобильных дорог»

- **Бо [м]** – **биссектриса круговой кривой** - расстояние от точки перелома магистрального хода до середины кривой. Рассчитывается по формуле:

$$Bo = R \times \left(\sec\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 1 \right)$$

- **Ко [м]** – **длина круговой кривой**. Рассчитывается по формуле:

$$Ko = R \times \alpha$$

где: α – угол поворота в радианах;

- **До [м]** – **домер круговой кривой** - величина, показывающая насколько меньше длина круговой кривой, соединяющей две точки, чем расстояние между этими точками, измеренное по направлениям магистрального хода. Рассчитывается по формуле:

$$Do = 2T - K$$

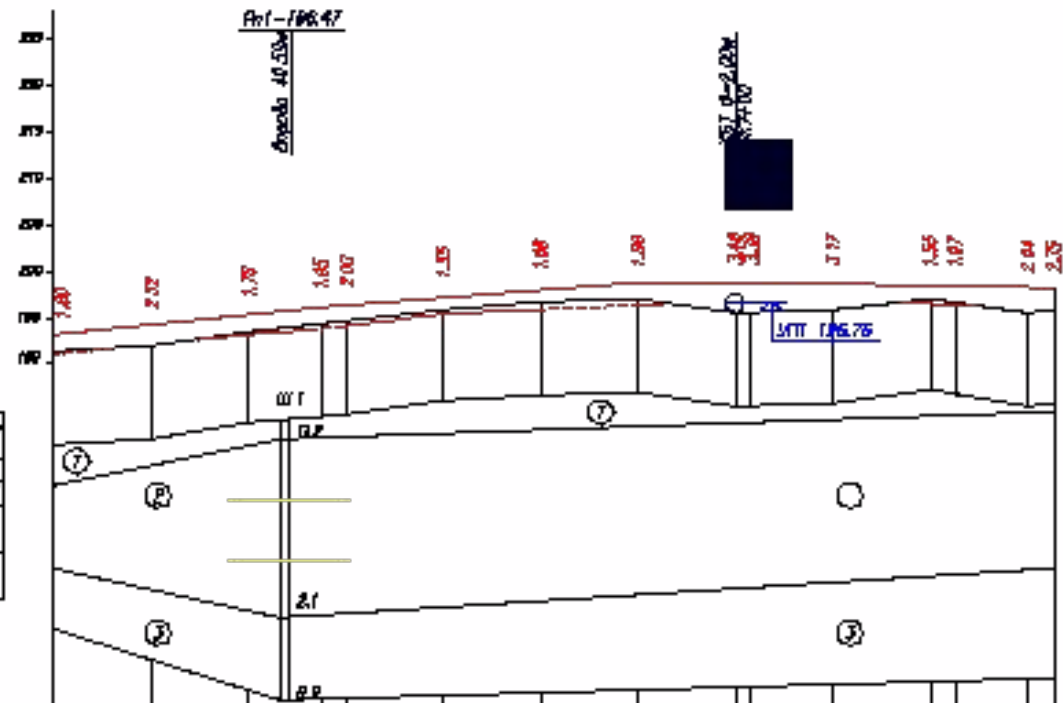
Графическое изображение продольного профиля является **одним из основных проектных документов**, на основе которых строится дорога.

Продольным профилем дороги называют развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость.

Продольный профиль характеризует крутизну отдельных участков дороги, измеряемую **продольным уклоном**, и **расположение ее проезжей части** относительно поверхности земли.

Мас 1:5000
 Ма 1:500
 Мас 1:50

И	И	И
Г	Г	Г
З	З	З
С	С	С



Тип конструкции по укрупнению		2										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Проектное решение	Тип покрытия	асфальт										
	Уклоны	10										
		Длина	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Отметка г/д, м	197.10	197.81	198.02	198.87	199.40	200.00	200.57	201.70	202.02	202.85
Проектное решение	10											
	Длина	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Отметка г/д, м	197.10	197.81	198.02	198.87	199.40	200.00	200.57	201.70	202.02	202.85	
Финишное решение	10											
	Отметка оси проезжей части, м	197.38	198.13	198.30	199.10	199.65	200.20	200.77	201.90	202.22	203.05	
	Отметка ливня, м	197.38	198.13	198.30	199.10	199.65	200.20	200.77	201.90	202.22	203.05	
	Расстояние, м	100	100	74.80	100	100	100	100	100	74.80	100	
Пикеты	0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000											
Климат	Климат											

Тема: «Элементы продольного профиля автомобильных дорог»

Тонкую линию на продольном профиле, соединяющую отметки поверхности земли, называют **линией поверхности земли**, или **черной линией**.

Более жирную линию, соответствующую отметкам **поверхности дороги**, называют **проектной или красной**. Ее изображают на продольном профиле красным цветом в 2 раза более толстой, чем линию поверхности земли.

Продольный уклон является одной из важнейших характеристик транспортных качеств автомобильной дороги. Геометрический смысл уклона – **тангенс угла наклона** участка дороги.

Места, где поверхность дороги ниже поверхности земли, называют **выемками**, а участки, где дорога проходит выше поверхности земли – **насыпями**. При высоте насыпей менее 1м говорят, что дорога проходит **в «нулевых отметках»**.

Тема: «Элементы продольного профиля автомобильных дорог»

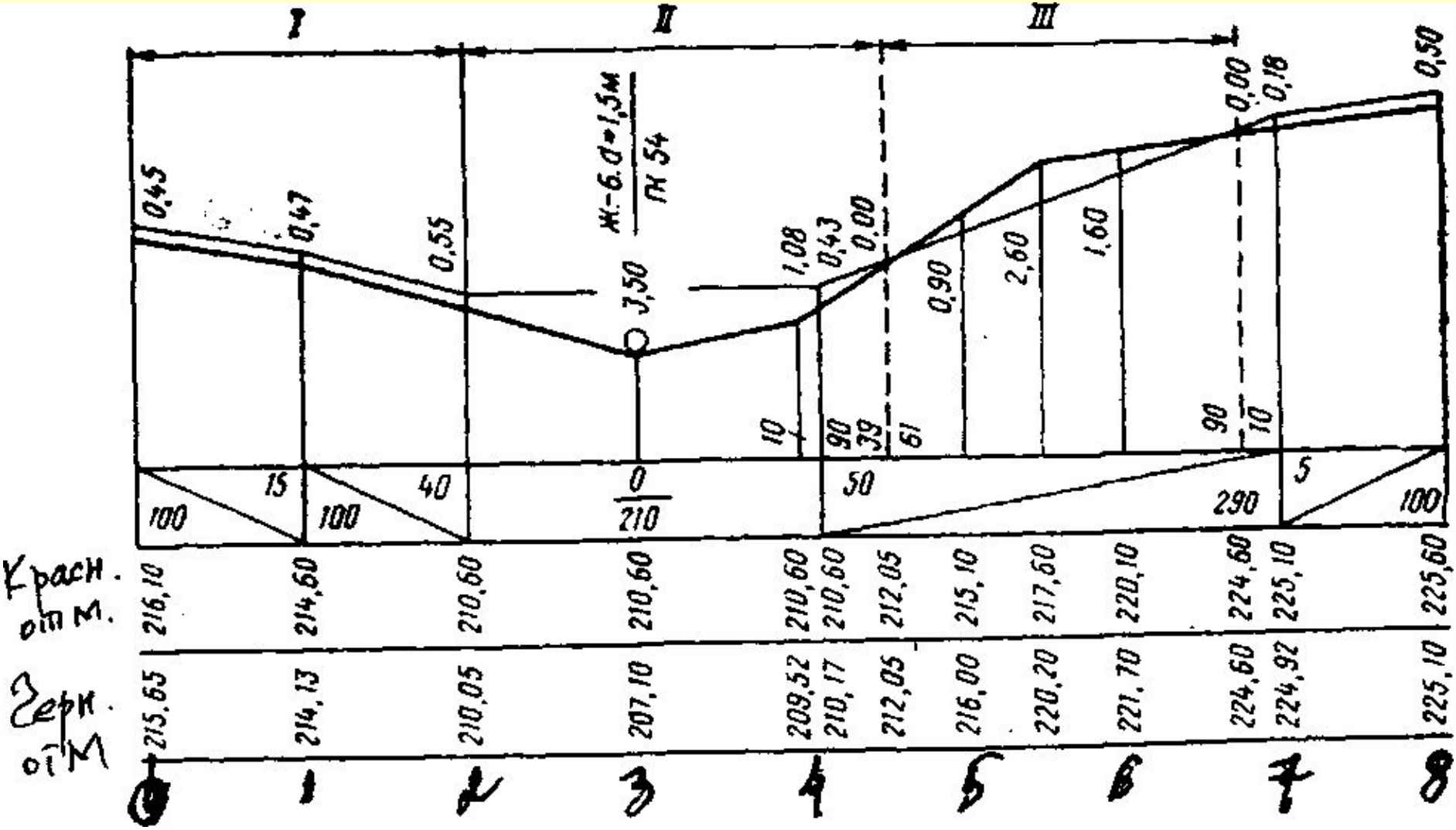


Рис. 6. Расположение дороги в продольном профиле:

I - дорога в «нулевых» отметках; II — насыпи; III— в выемке

Тема: «Элементы продольного профиля автомобильных дорог»

Разница между отметкой поверхности земли и отметкой поверхности дороги по ее оси, определяющая высоту насыпи или глубину выемки, называется **рабочей отметкой**. Изображается на продольном профиле **красным цветом** над проектной линией для насыпей и **ПОД** – для выемок

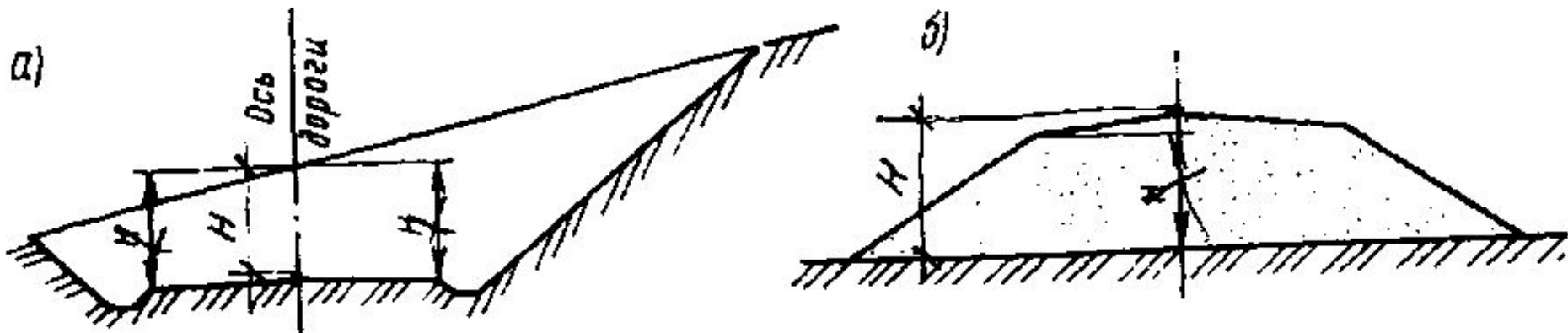
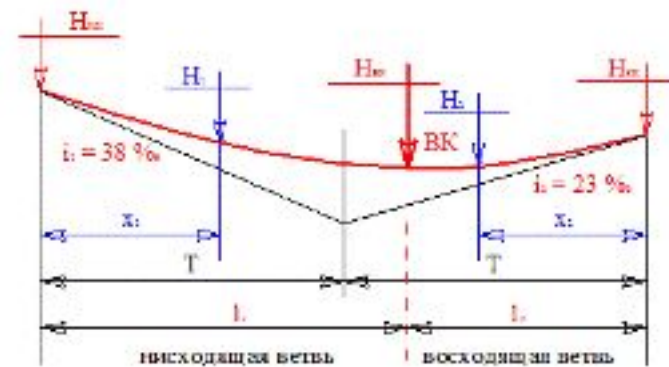
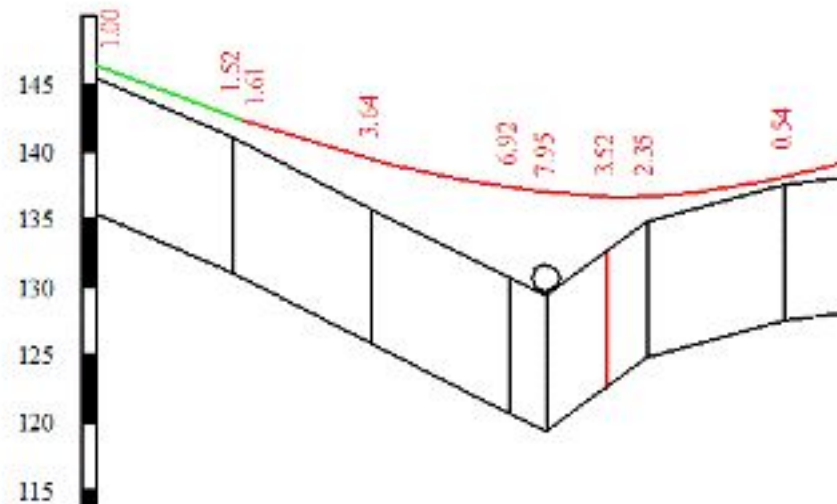


Рис. 7. Рабочая отметка земляного полотна:

а — в выемке; б — в насыпи

Расчёт элементов вертикальных кривых



Уклон, %	38 ‰		23 ‰		23 ‰	
Расстояние, м	106	28	72	28	106	28
Отметки оси проезжей части, м	146.40	142.62 (142.39)	139.44	137.62 137.35	137.15	137.50
Отметки земли по оси проезжей части, м	145.40	141.10 (140.78)	135.80	130.70 129.40	134.80	137.50
Расстояние, м	8	9	10	1	2	3

$$H_1 = H_{max} + i_1 \cdot x_1 + \frac{x_1^2}{2R}$$

$$H_2 = H_{max} - i_2 \cdot x_2 + \frac{x_2^2}{2R}$$

$$K_f = R \cdot (i_1 - i_2)$$

$$l_f = R \cdot i_1 \quad l_g = R \cdot i_2$$

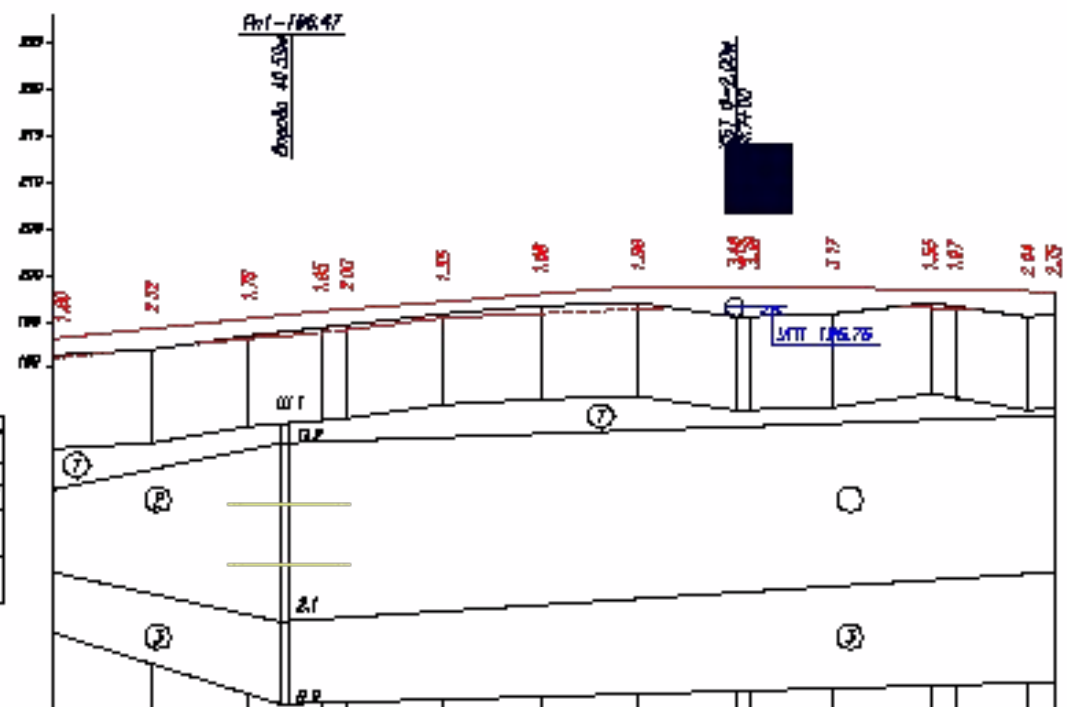
Переломы продольного профиля смягчают введением сопрягающих **вертикальных кривых**.

Продольный профиль для дорог, проходящих в равнинной местности, вычерчивают в **вертикальном масштабе 1:500** (5 м в 1 см) и **горизонтальный масштаб 1:5000** (50 м в 1 см).

На продольном профиле ниже линии поверхности земли на 2 см и параллельно ей наносят **грунтовый профиль** в вертикальном **масштабе 1:50** (50 см в 1 см) или 1:100, на котором выписывают номера грунтов, а в шурфах и буровых скважинах мощность слоев грунта.

Мас 1:5000
 Ма 1:500
 Мас 1:50

И	И	И
Г	Г	Г
З	З	З
С	С	С

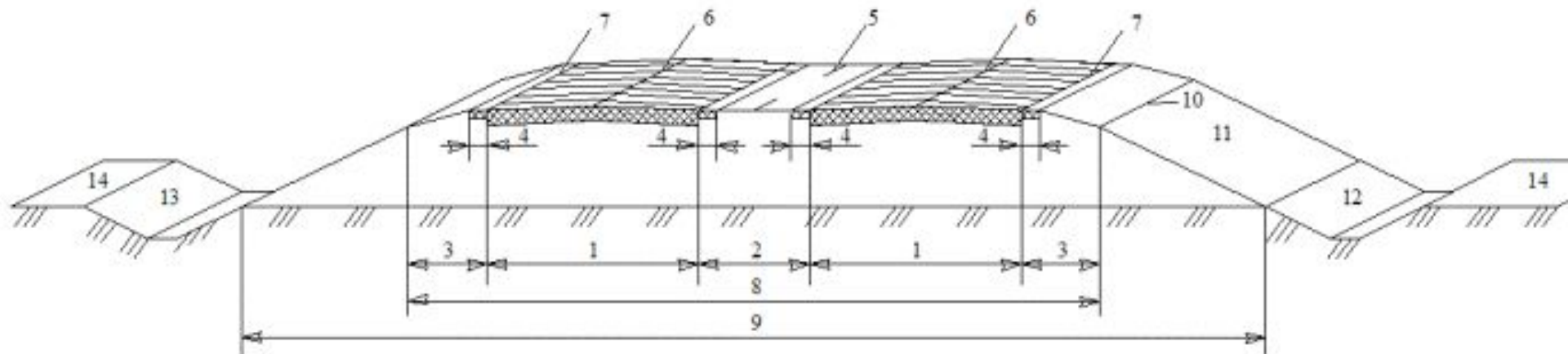


		Тип конструкции по укрупнению									
Проектное решение	Тип попер. прохода	с/б		с/б		с/б		с/б		с/б	
		с	б	с	б	с	б	с	б	с	б
Лоток лотка	Уклоны	10		10		14		5		5	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	
Проект лотка	Уклоны	10		10		14		5		5	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	
Железобетонная конструкция	Уклоны	10		10		14		5		5	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	
Финишное покрытие	Уклоны	12		2%		7.5		7.5		10	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	
Плиты	Уклоны	10		10		14		5		5	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	
Канализация	Уклоны	10		10		14		5		5	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	
Расстояние	Уклоны	10		10		14		5		5	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	
Плиты	Уклоны	10		10		14		5		5	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	
Канализация	Уклоны	10		10		14		5		5	
	Длина, м	107.16		146.89		100		269.89		73.8	

Полосу местности, выделяемую для расположения на ней дороги, разработки грунта, предназначенного для отсыпки насыпей, постройки вспомогательных сооружений и посадки зеленых насаждений, называют **дорожной полосой**, или **полосой отвода**.

Поперечным профилем называют изображение в уменьшенном масштабе сечения дороги **вертикальной плоскостью**, перпендикулярной **к оси дороги**,

Элементы поперечного профиля автомобильной дороги в насыпи



- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Проезжая часть | 8 - Дорожное полотно |
| 2 - Разделительная полоса | 9 - Земляное полотно |
| 3 - Обочины | 10 - Бровка насыпи |
| 4 - Укреплённая часть обочины | 11 - Откос насыпи |
| 5 - Ось автомобильной дороги | 12 - Внутренний откос канавы (кювета) |
| 6 - Ось проезжей части | 13 - Внешний откос канавы (кювета) |
| 7 - Кромка проезжей части | 14 - Подошва насыпи |

Полоса поверхности дороги, в пределах которой происходит движение автомобилей, представляет собой **проезжую часть**. Дороги I категории имеют **самостоятельные проезжие части** для движения в каждом направлении.

Между ними для безопасности оставляют **разделительную полосу**, на которую запрещается заезд автомобилей.

Сбоку от проезжей части расположены **обочины**. Обочины используются для временной стоянки автомобилей и для размещения дорожно-строительных материалов при ремонтах.

Вдоль проезжей части на обочинах и разделительных полосах укладывают **укрепительные полосы (краевые полосы)**, повышающие прочность края дорожной одежды и обеспечивающие безопасность при случайном съезде колеса автомобиля с покрытия.

Для расположения проезжей части на необходимом уровне от поверхности грунта сооружают **земляное полотно** (насыпь или выемку) с **боковыми канавами (кюветами)**, предназначенными для осушения дороги и отвода от нее воды.

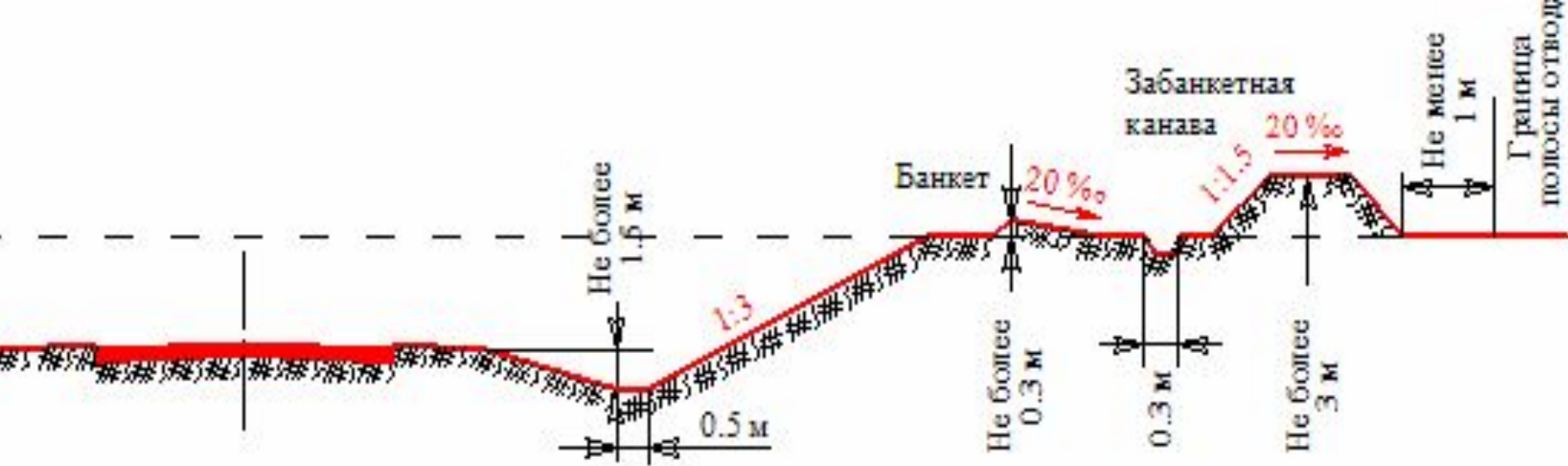
К земляному полотну относят также:

резервы — неглубокие выработки вдоль дороги, из которых был взят грунт для отсыпки насыпи,

кавальеры — параллельные дороге валы, в которые укладывают грунт из выемок не потребовавшийся для отсыпки смежных участков насыпей.

банкет - вал грунта треугольного сечения, отсыпаемый между кавальером и откосом выемки чтобы вода, выпадающая во время дождей или образующаяся при таянии снега, не стекала в выемку.

забанкетная канава - отрывают между банкетом и кавальером глубиной и шириной по дну не более 0,3 м.



К земляному полотну относят также:

кавальеры — параллельные дороге валы, в которые укладывают грунт из выемок не потребовавшийся для отсыпки смежных участков насыпей.

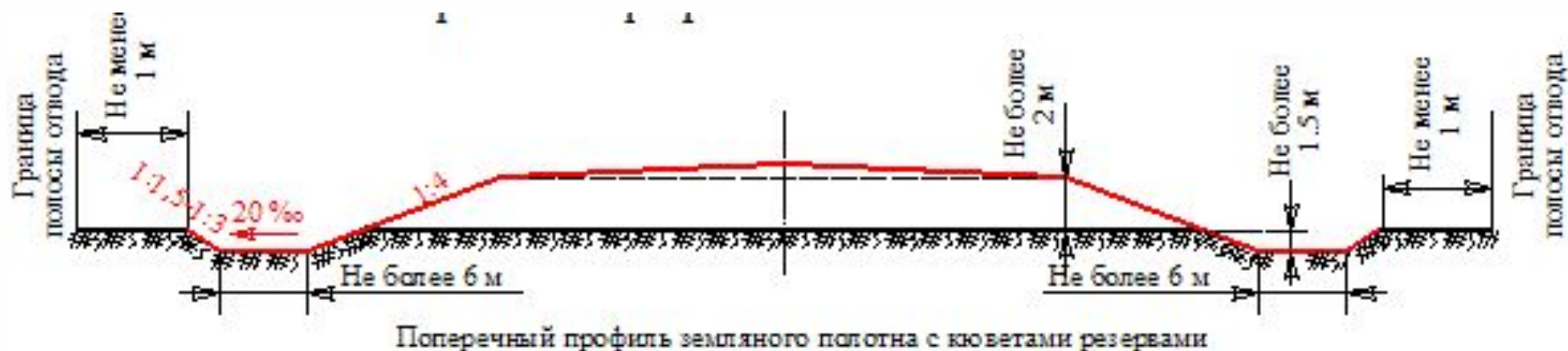
банкет - вал грунта треугольного сечения, отсыпаемый между кавальером и откосом выемки чтобы вода, выпадающая во время дождей или образующаяся при таянии снега, не стекала в выемку.

забанкетная канава - отрывают между банкетом и кавальером глубиной и шириной по дну не более 0,3м.

Тема: «Элементы поперечного профиля автомобильных дорог»

К земляному полотну относят также:

резервы — неглубокие выработки вдоль дороги, из которых был взят грунт для отсыпки насыпи,



Для благоприятных геологических условий разработаны типовые поперечные профили:

-для насыпей до 12 метров;

-для выемок до 12 метров в обычных грунтах и до 16 метров в скальных грунтах.

Разработаны типовые конструкции поперечных профилей земляного полотна на болотах (высотой до 4 метров), засоленных грунтах, орошаемых землях, природных песках.

Тема: «Элементы поперечного профиля автомобильных дорог»

Типовые поперечные профили предусматривают для насыпей из глинистых и песчаных грунтов в обычных условиях следующую крутизну откосов насыпей:

-при высоте **менее 2 метров** для автомобильных дорог **1-3 технических категорий – 1:4;**

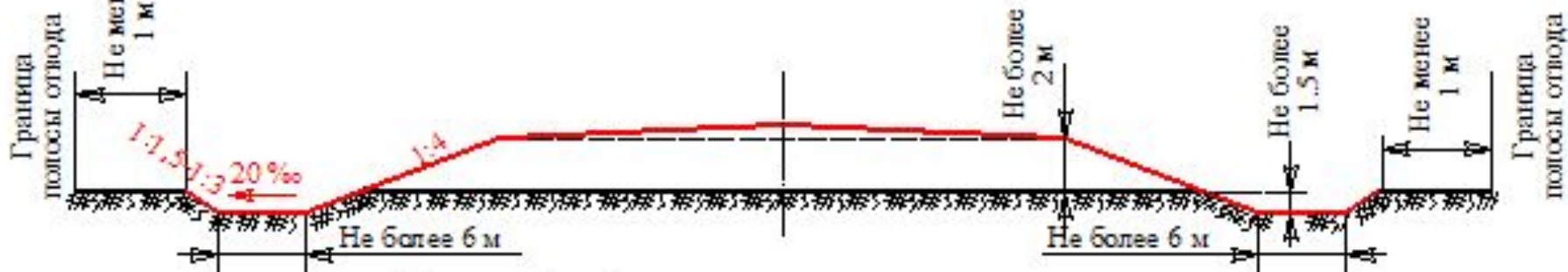
-при высоте **менее 1 метра** для автомобильных дорог **4-5 технических категорий – 1:3;**

-при высоте **от 2 до 6 метров** для автомобильных дорог **1-3 технических категорий** и при высоте насыпи **от 1 до 6 метров** для автомобильных дорог **4-5 технических категорий – 1:1,5;**

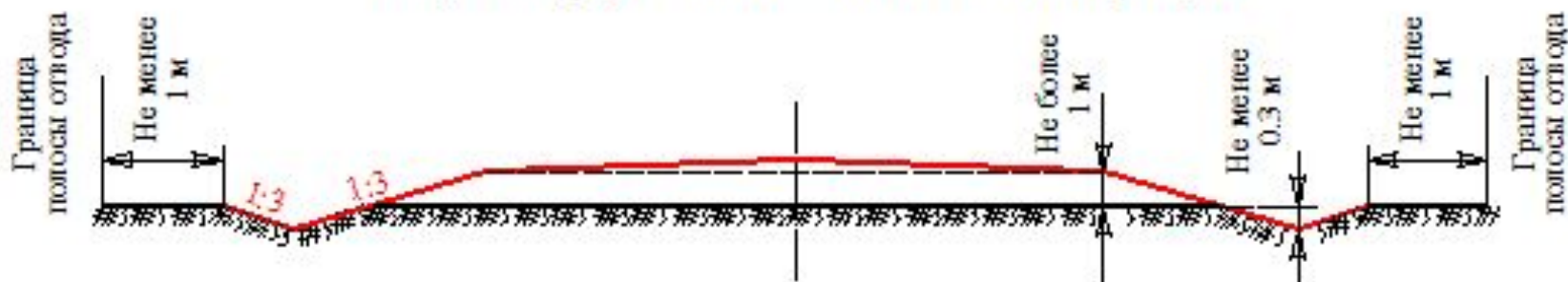
-при высоте **от 6 до 12 метров** для автомобильных дорог **1-5 технических категорий – верхняя часть 1:1,5; нижняя – 1:1,75;**

Тема: «Элементы поперечного профиля автомобильных дорог»

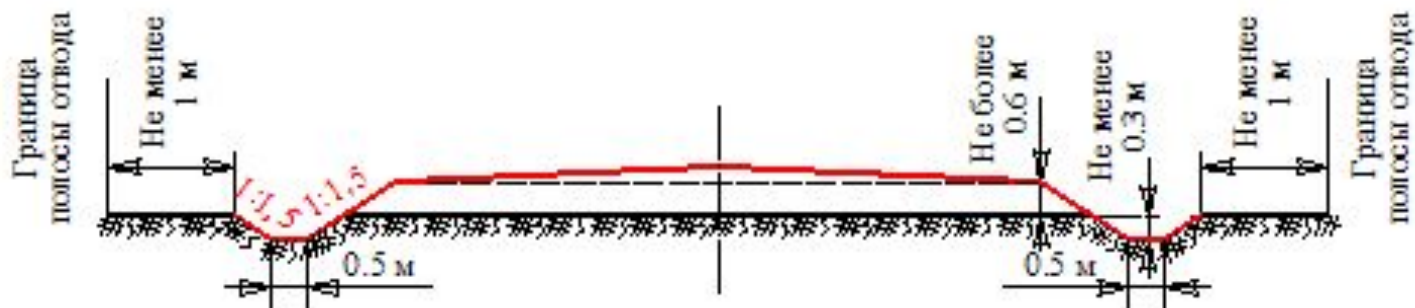
Типы поперечных профилей земляного полотна в насыпи



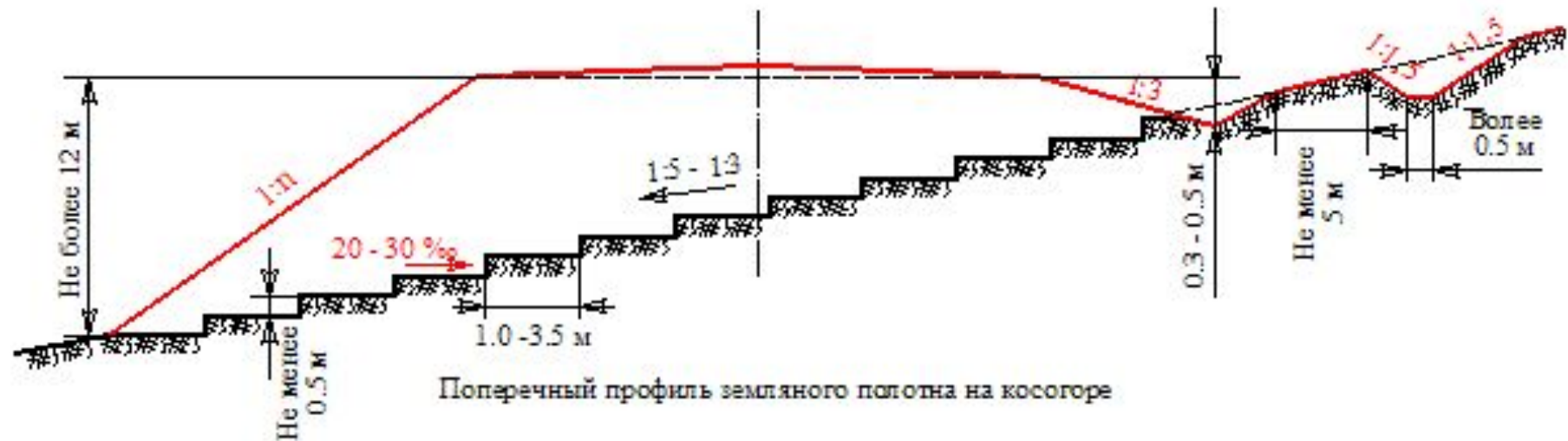
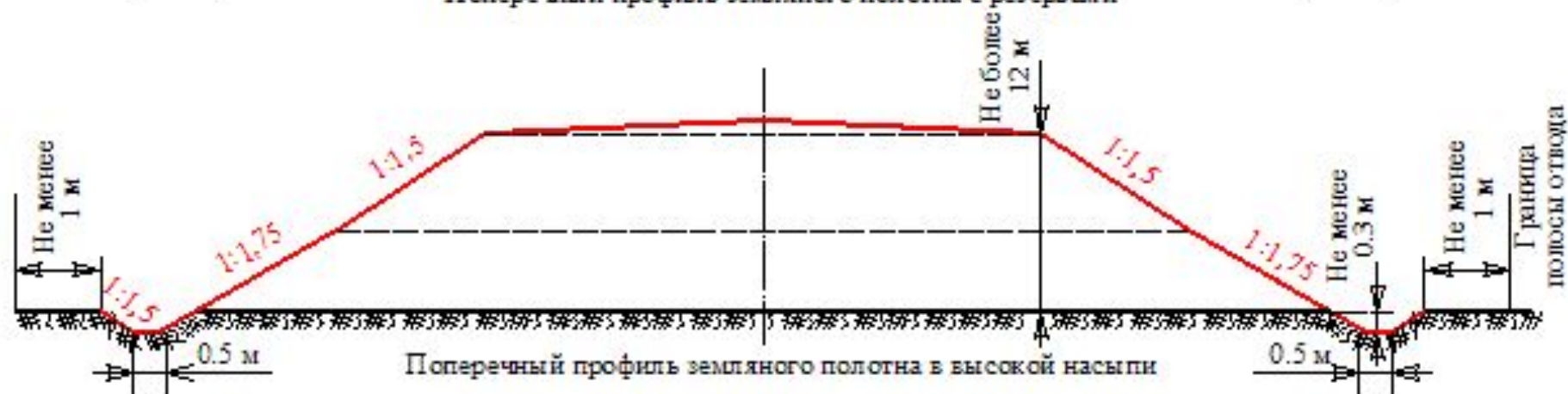
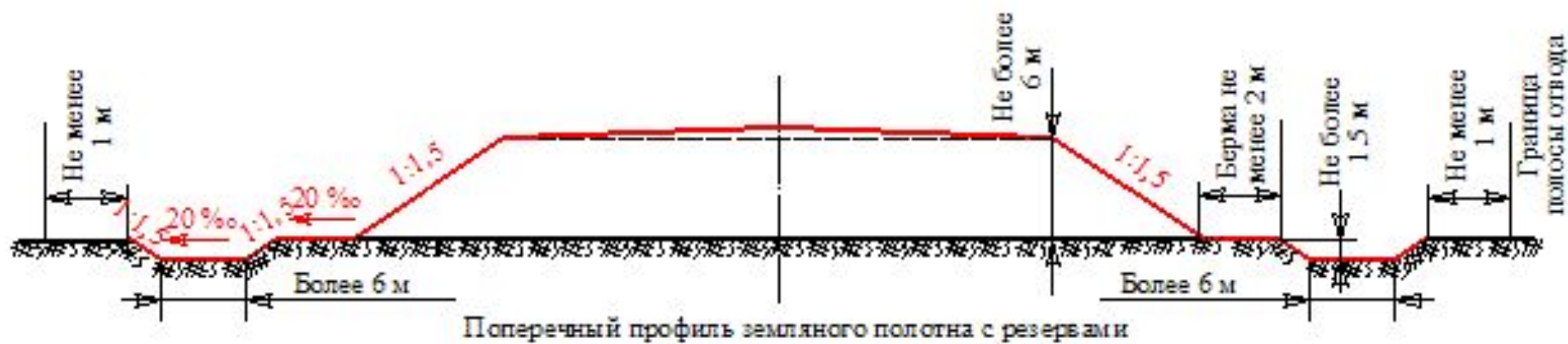
Поперечный профиль земляного полотна с кюветами резервами



Поперечный профиль земляного полотна с треугольными канавами



Поперечный профиль земляного полотна с боковыми трапециевидным и канавами



Для выемок:

внутренний откос принимается **не зависимо от глубины выемки – 1:3.**

Крутизна внешнего откоса зависит от **глубины выемки:**

-при **глубине выемки менее 1 метра – обтекаемого очертания, разделанная под насыпь – 1:4 – 1:10; необтекаемого очертания – 1:1,5 – 1:3.**

-при **глубине выемки от 1 до 5 метров – на снегозаносимых участках – 1:4 – 1:6; на снегонезаносимых – 1:1,5;**

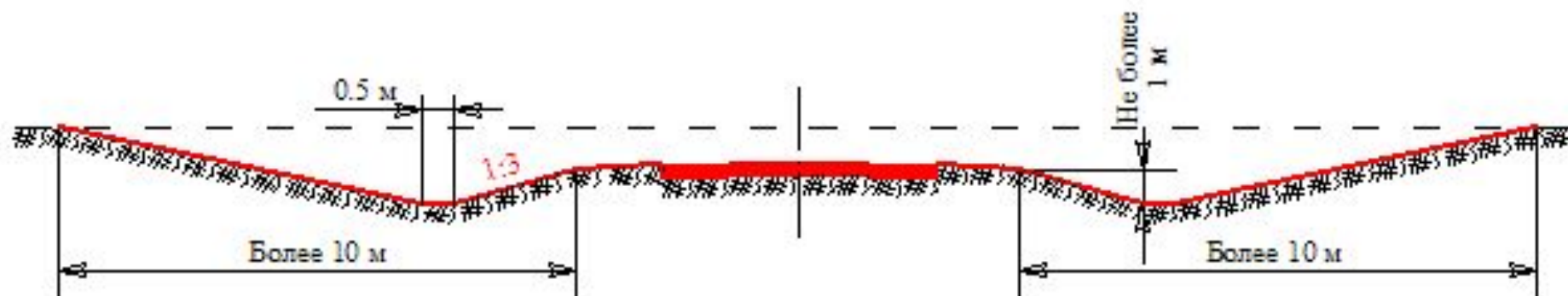
-при **глубине выемки от 5 до 12 метров – 1:1,5.**

Тема: «Элементы поперечного профиля автомобильных дорог»

Типы поперечных профилей земляного полотна в выемке



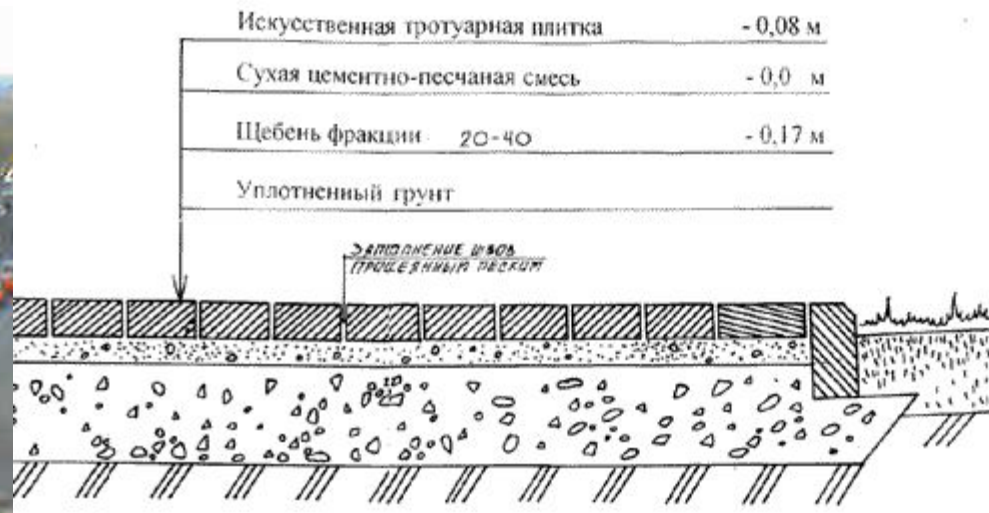
Мелкая выемка, разделанная под насыпь

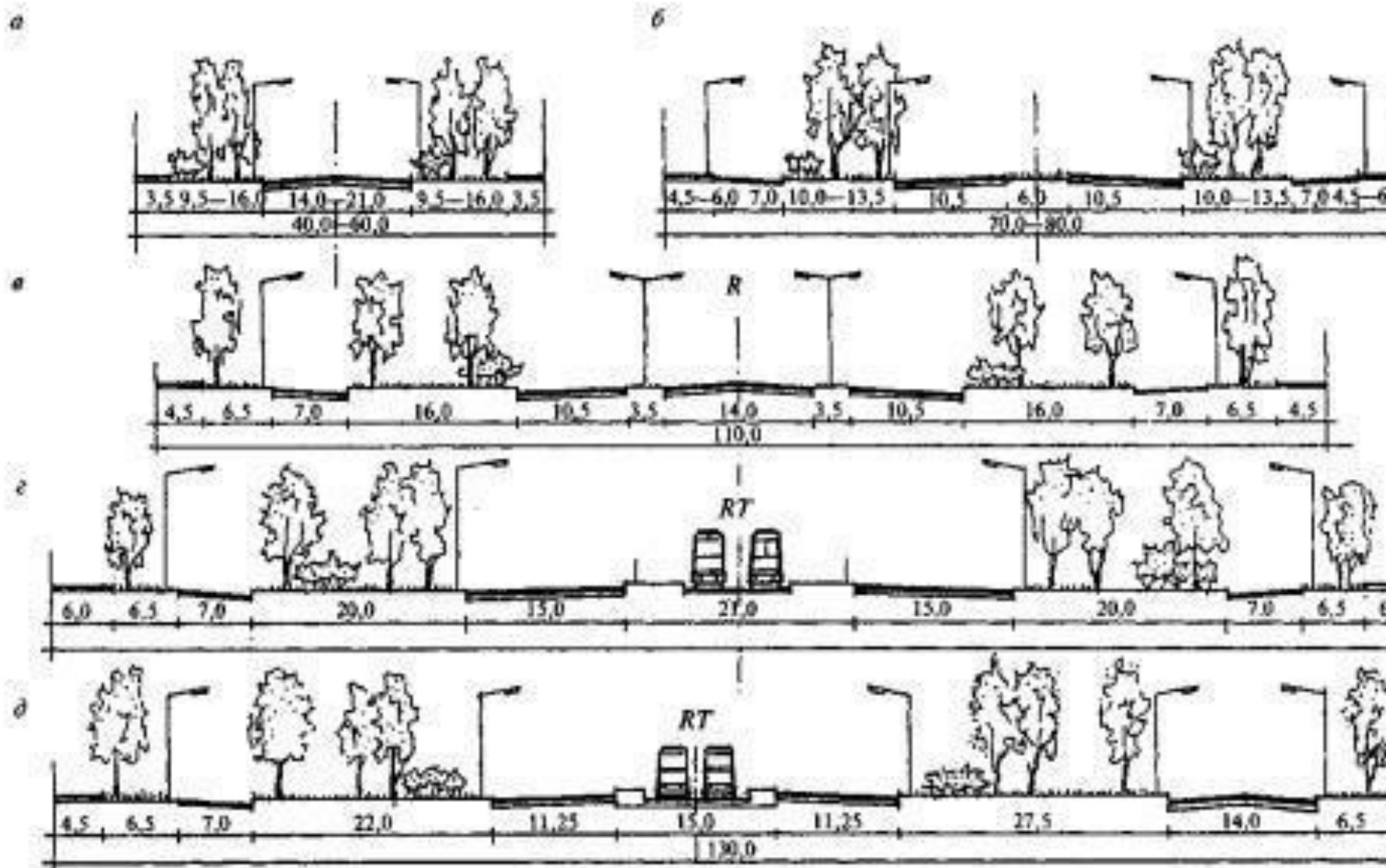


Раскрытая мелкая выемка в снегонезаносимом месте

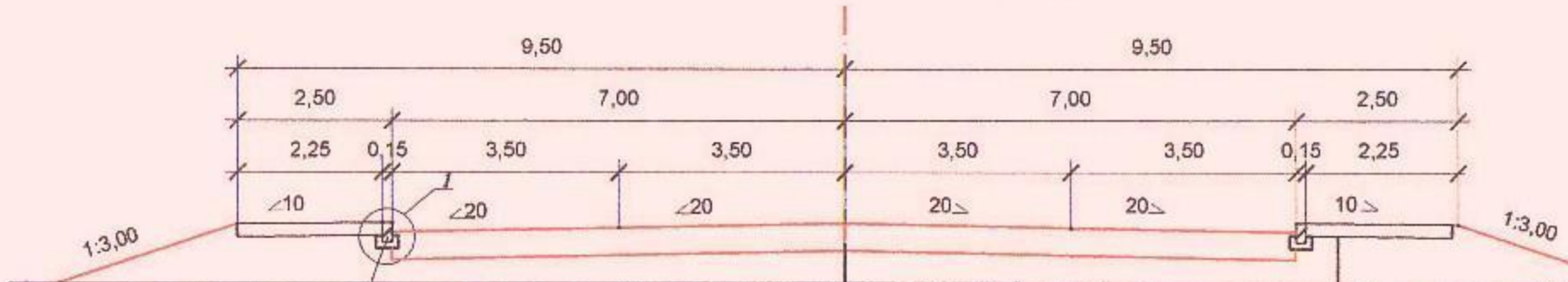
**Типовые конструкции поперечных профилей
не применяются:**

- при высоте насыпи **более 12 метров;**
- при глубине выемки **более 12 метров;**
- на **слабых грунтах;**
- на **поймах рек;**
- на **болотах** (кроме полного выторфования);
- на **крутых и неустойчивых склонах;**
- выемки при **неблагоприятных гидрологических условиях;**
- при устройстве земляного полотна **взрывным способом;**
- при устройстве земляного полотна **методом гидромеханизации.**





— магистральные улицы районного значения; б — магистральная улица общегородского значения; в — городская магистраль скоростного движения; г — городская магистраль скоростного движения; R — проезжая часть реверсивного движения; RT — резервная полоса скоростного пассажирского трамвая

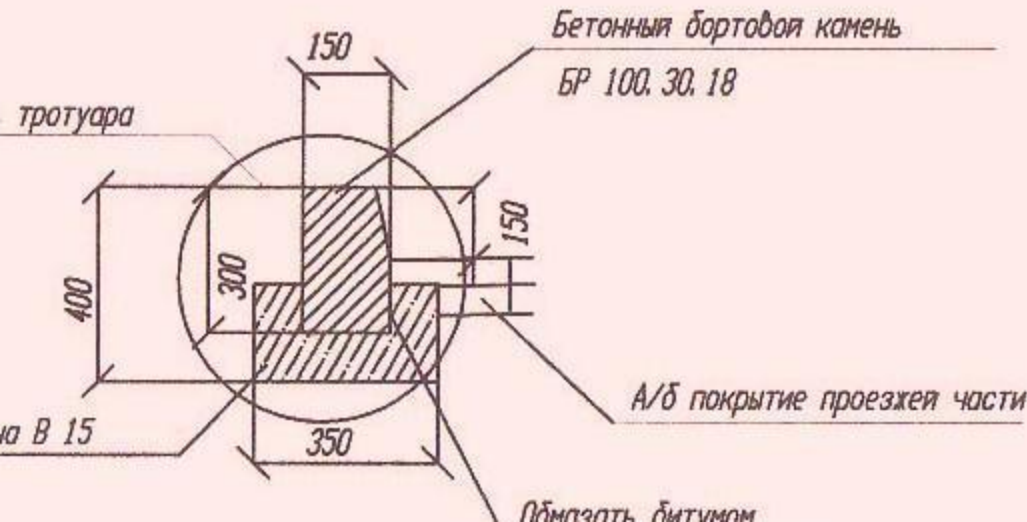


БР100.30.18

Щебень рядовой (СН)
 Песок (КФ) > 3 м/сутки
 Пескоцемент
 Брусчатка мелкозернистая

Мелкозернистая плотная асфальтобетон типа А марки I по ГОСТ 9128-97,	h=0,05
Крупнозернистая пористая асфальтобетон марки I по ГОСТ 9128-97,	h=0,05
Щебень фракционированный Фр.40-80 по ГОСТ 25607-94, с заклинкой мелким щебнем Фр.5-20,	h=0,2
Песок (КФ > 3 м/сутки) по ГОСТ 8736-93	h = 0,05

Узел 1



--	--	--	--	--	--

Тема: «Подсчет объемов земляных работ»

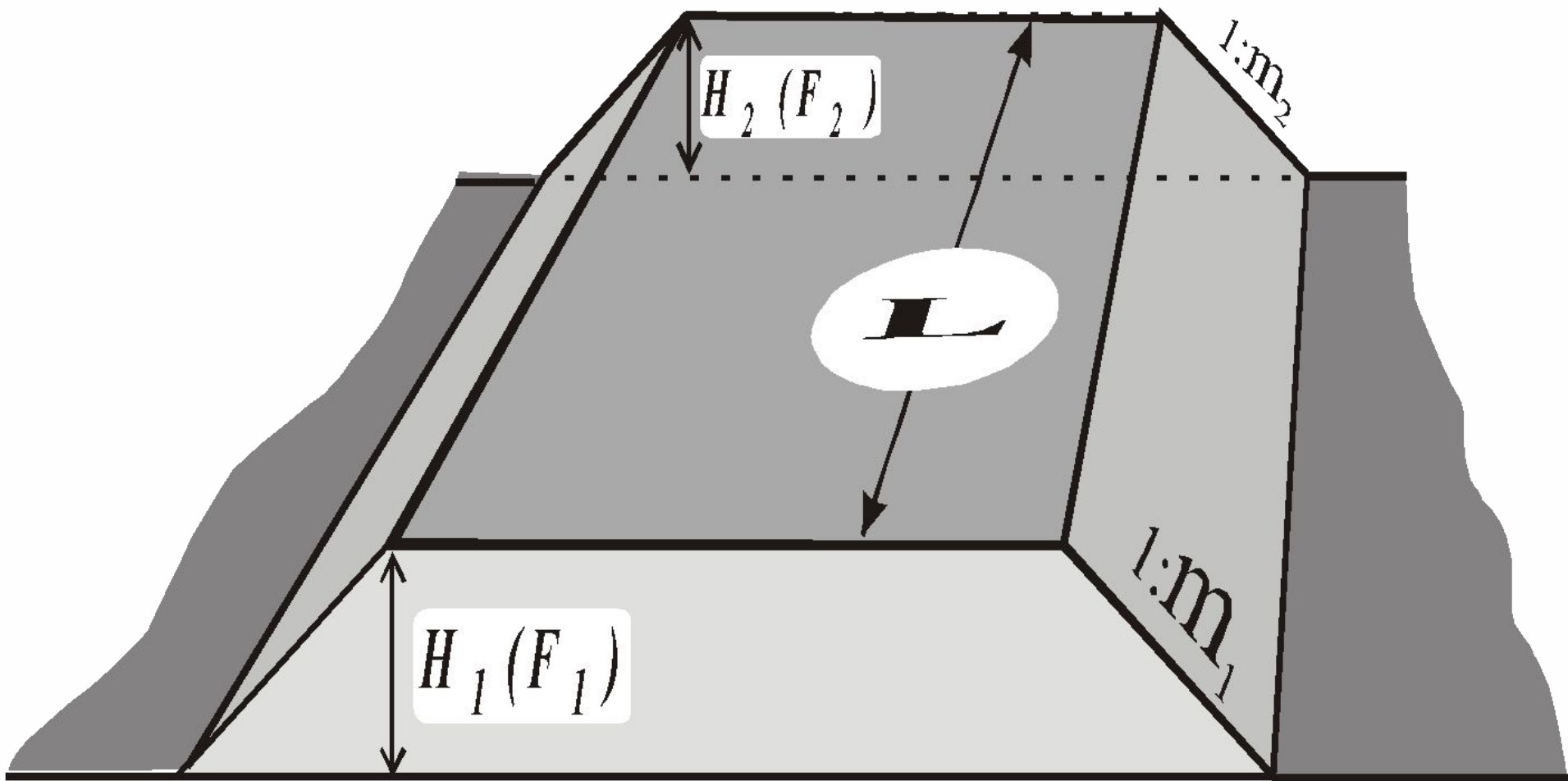
Объемы земляных работ **определяют для:**

- составления **проекта организации работ,**
- выбора **типов дорожных машин,**
- оценки **стоимости строительства.**

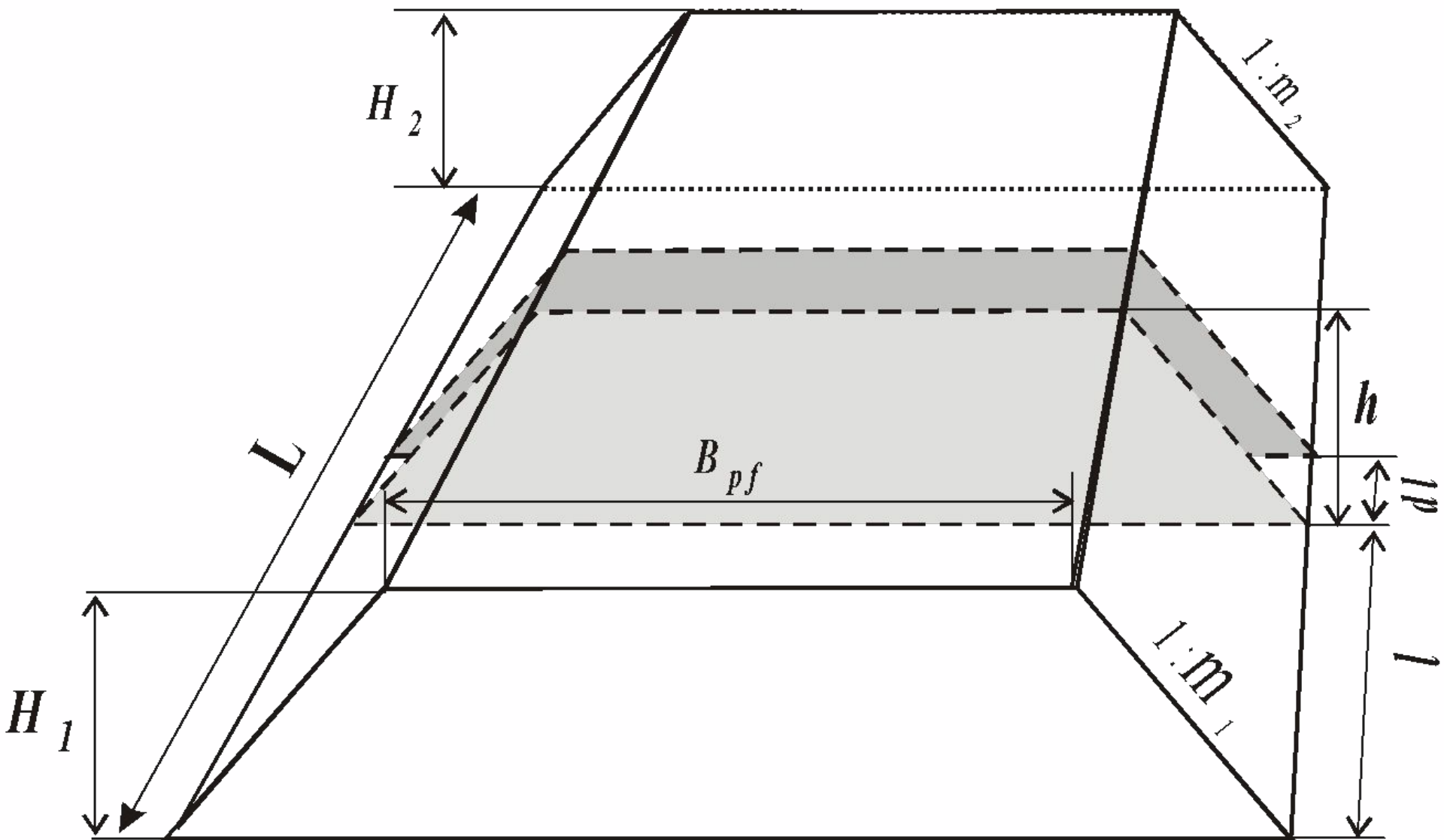
Объемы земляных работ подсчитывают на основании выписанных на продольном профиле **рабочих отметок.**

Короткий **участок насыпи** между двумя смежными переломами продольного профиля при отсутствии поперечного уклона местности может рассматриваться как правильное геометрическое тело — **призматойд с трапецеидальными основаниями.**

Тема: «Подсчет объемов земляных работ»



Тема: «Подсчет объемов земляных работ»



Тема: «Подсчет объемов земляных работ»

Для определения объема призматоида выделим вертикальный **элементарный слой толщиной dl** на расстоянии l от одного из сечений. Рабочая отметка в этом месте равна h .

Объем элементарного слоя:

$$dV = F dl = (B + mh) h dl, \quad \text{где}$$

B – ширина земляного полотна поверху,

F – площадь поперечного сечения,

m – коэффициент заложения откоса.

Полный объем призматоида:

$$V_P = \int_0^L (B_{pf} + mh) h dl, \text{ где}$$

L - расстояние между рассматриваемыми поперечными профилями, м;

$$V_P = \left[\frac{F_1 + F_2}{2} + \frac{m(H_1 - H_2)}{12} \right] L, \text{ где}$$

H_1, H_2 - рабочие отметки, м;

F_1, F_2 - площади поперечных сечений.

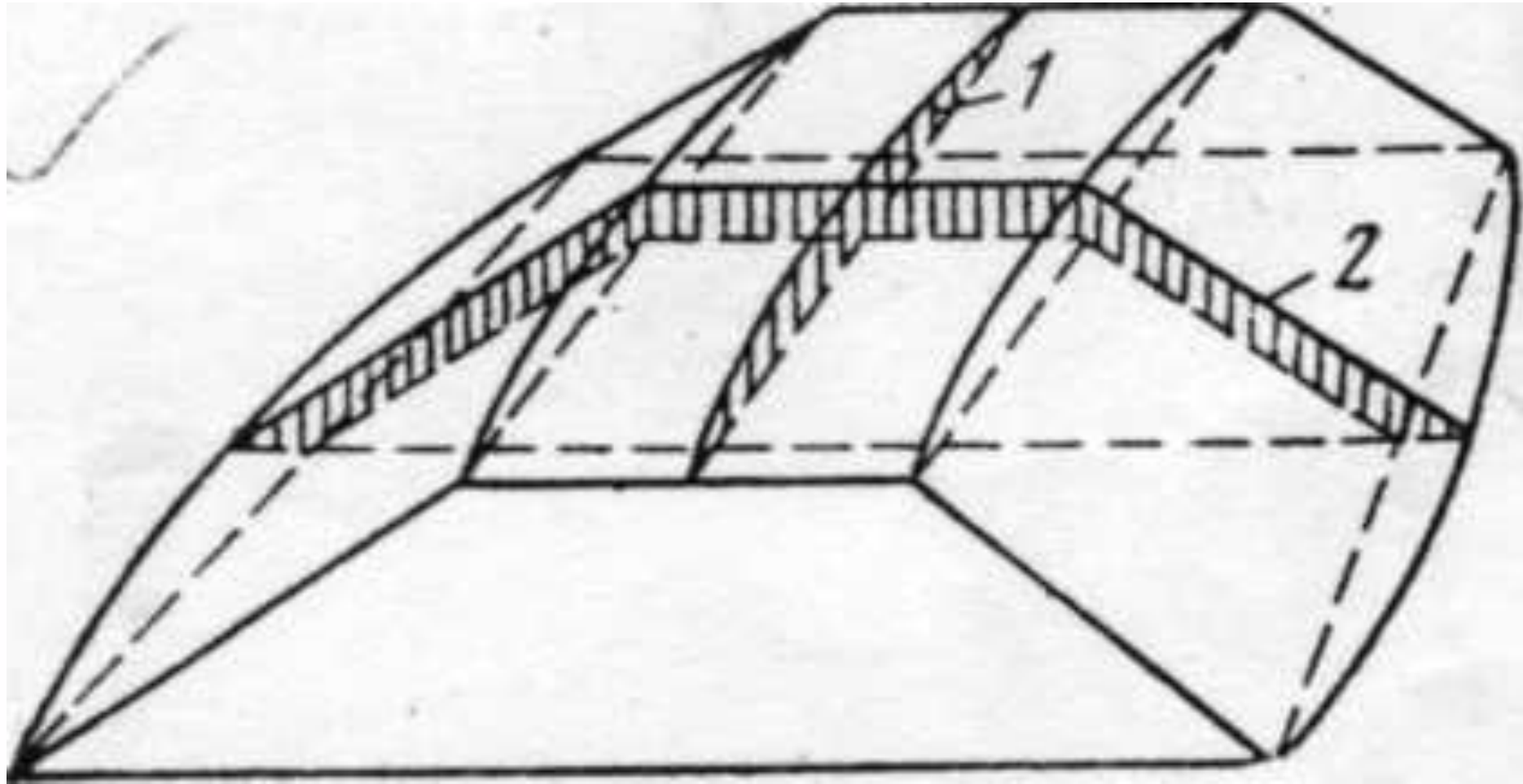
Тема: «Подсчет объемов земляных работ»

При разнице рабочих отметок менее 1,0м для определения объема земляных работ можно использовать упрощенное выражение:

$$V_P = \left[\frac{F_1 + F_2}{2} \right] L$$

При современных методах трассирования дорог клотоидными кривыми в плане и вертикальными кривыми в продольном профиле ось дороги является криволинейной. Поэтому в местах, где кривизна может вносить существенные искажения в результаты расчетов, целесообразно принимать длины участков, не превышающие 50 м.

Тема: «Подсчет объемов земляных работ»



Неучитываемые объемы земляных работ на участках вертикальных кривых:

- 1 — неучитываемая площадь в продольном профиле;**
- 2 — неучитываемая площадь в поперечном сечении**

Тема: «Подсчет объемов земляных работ»

При равных рабочих отметках и равной ширине проезжих частей и обочин **объемы выемок больше объемов насыпей** за счет дополнительного объема, связанного с наличием боковых канав.

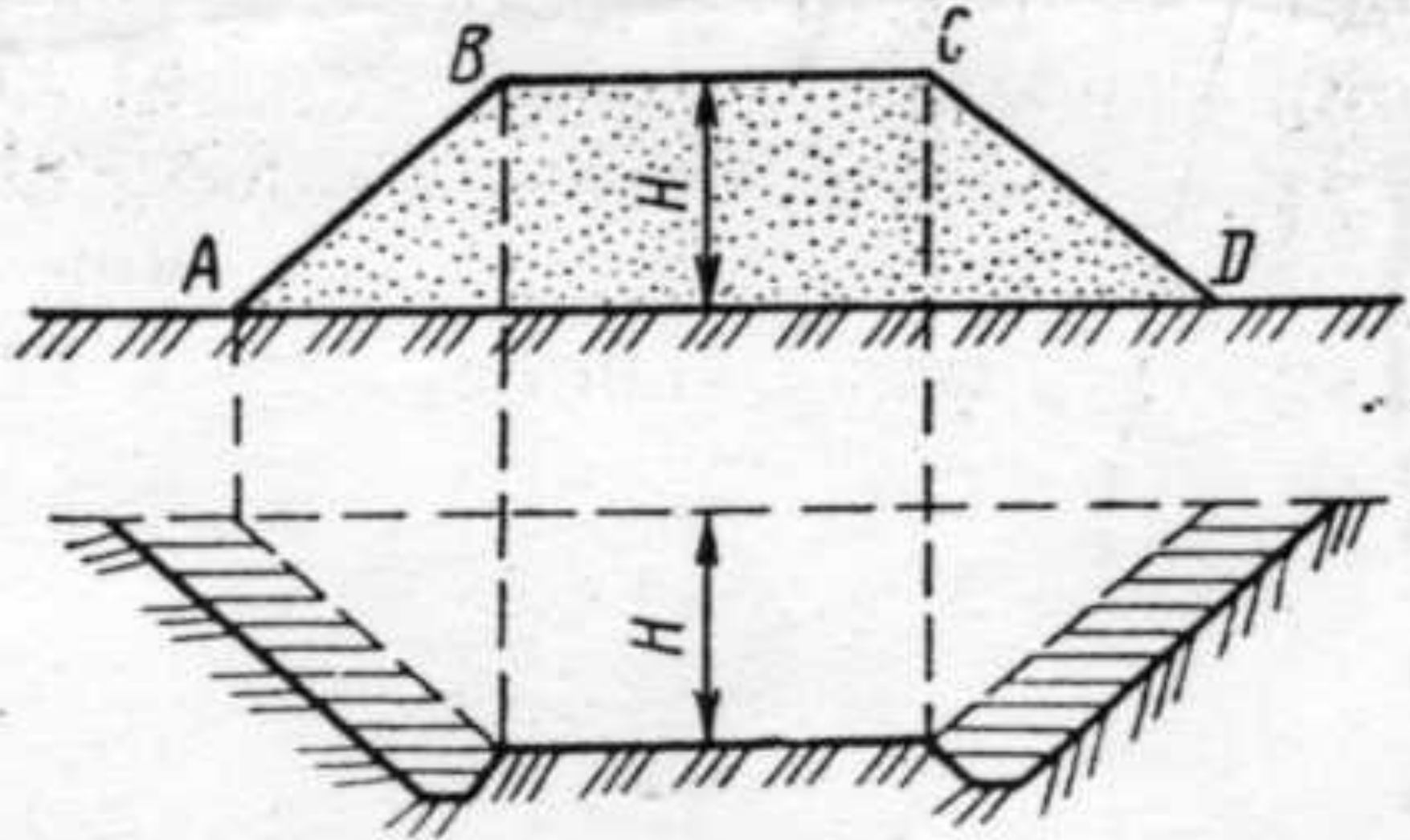
При подсчете объемов **насыпи** вводят **поправку на устройство дорожной одежды с отрицательным знаком**, так как земляные работы уменьшаются на объем, занимаемый дорожной одеждой. **В выемках** поправка на устройство дорожной одежды увеличивает объем земляных работ, поэтому **вводится с положительным знаком.**

$$\Delta V_{ch} = B_{ch} h_{ch} L, \text{ где}$$

B_{ch} - ширина проезжей части, м;

h_{ch} - толщина дорожной одежды, м.

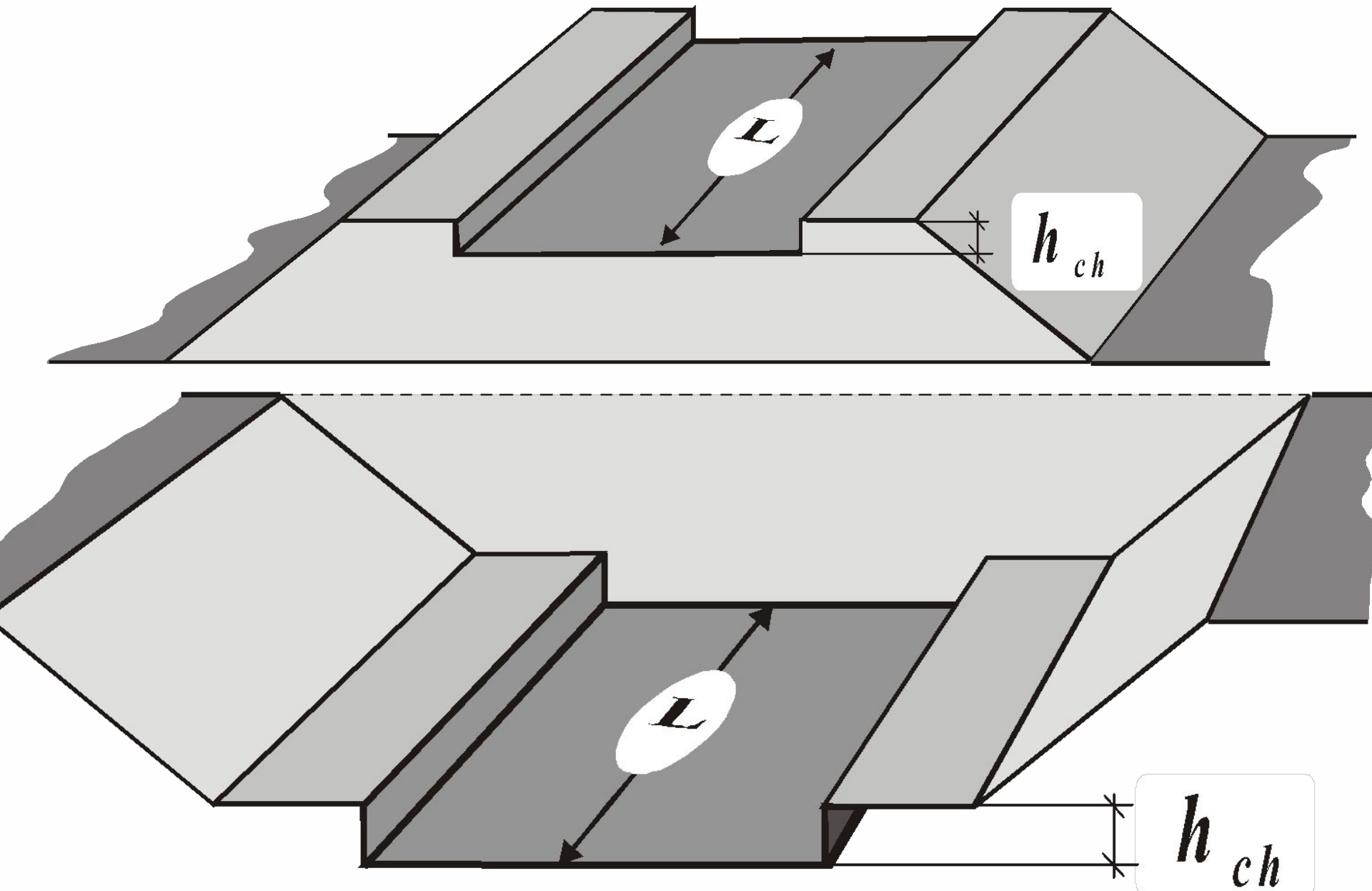
Тема: «Подсчет объемов земляных работ»



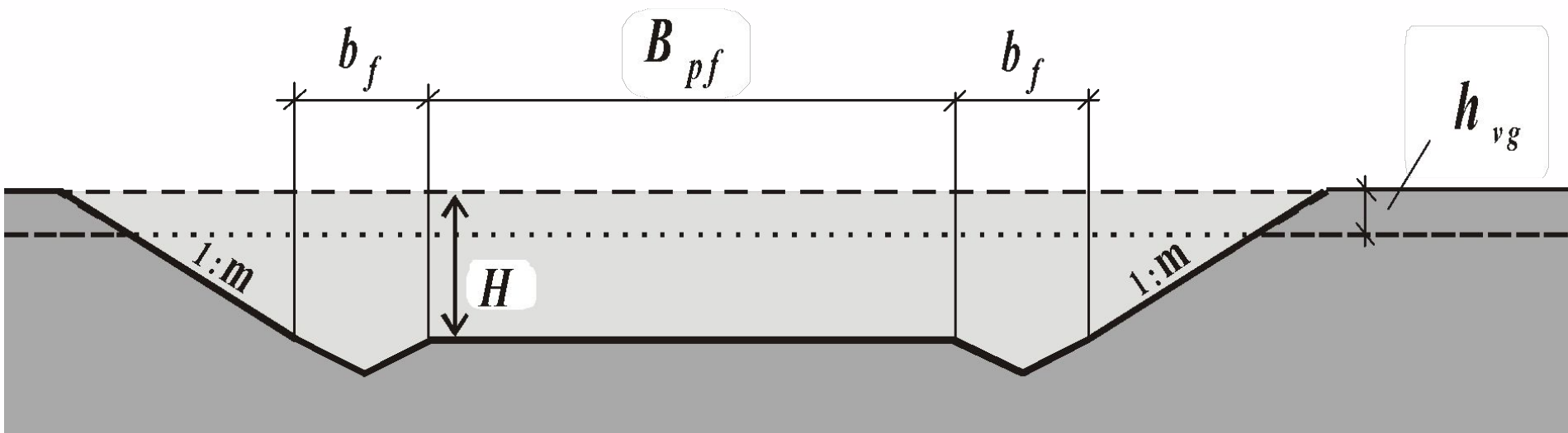
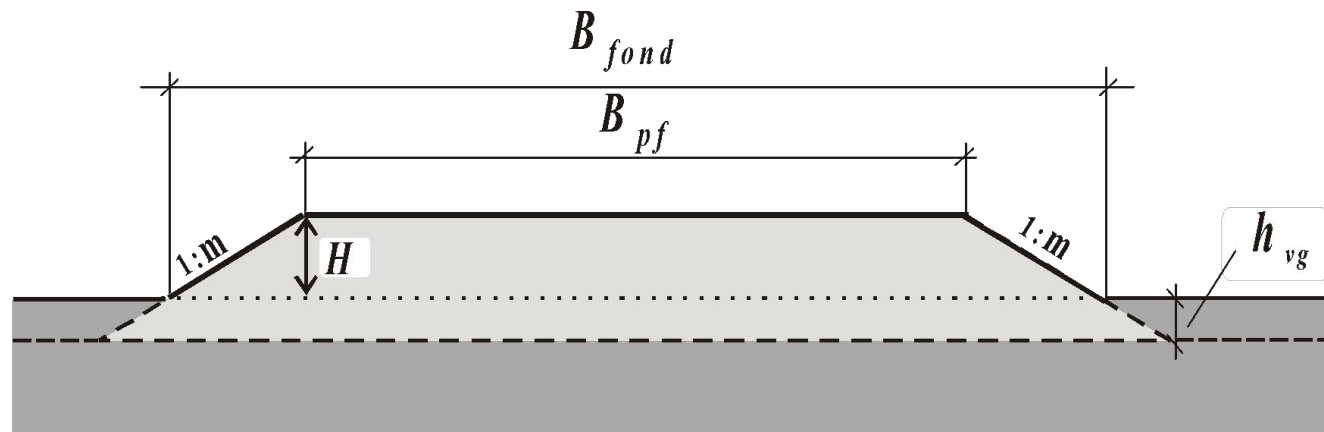
Различие в объемах насыпей и выемок при одинаковых рабочих отметках

Тема: «Подсчет объемов земляных работ»

Поправка, учитывающая объем дорожной одежды



Поправка, учитывающая мощность грунта растительного слоя



Тема: «Подсчет объемов земляных работ»

$$\Delta V_{vg} = F_{vg} \times L$$

$$F_{vg} = (B_{pf} + 2mH_m)h_{vg} \quad , \text{ где}$$

ΔV_{vg} - объем грунта растительного слоя, м³;

F_{vg} - площадь поверхности растительного слоя, м²;

B_{pf} - ширина земляного полотна, м;

B_{fond} - ширина основания насыпи или выемки на поверхности земли м;

h_{vg} - толщина слоя растительного грунта, м;

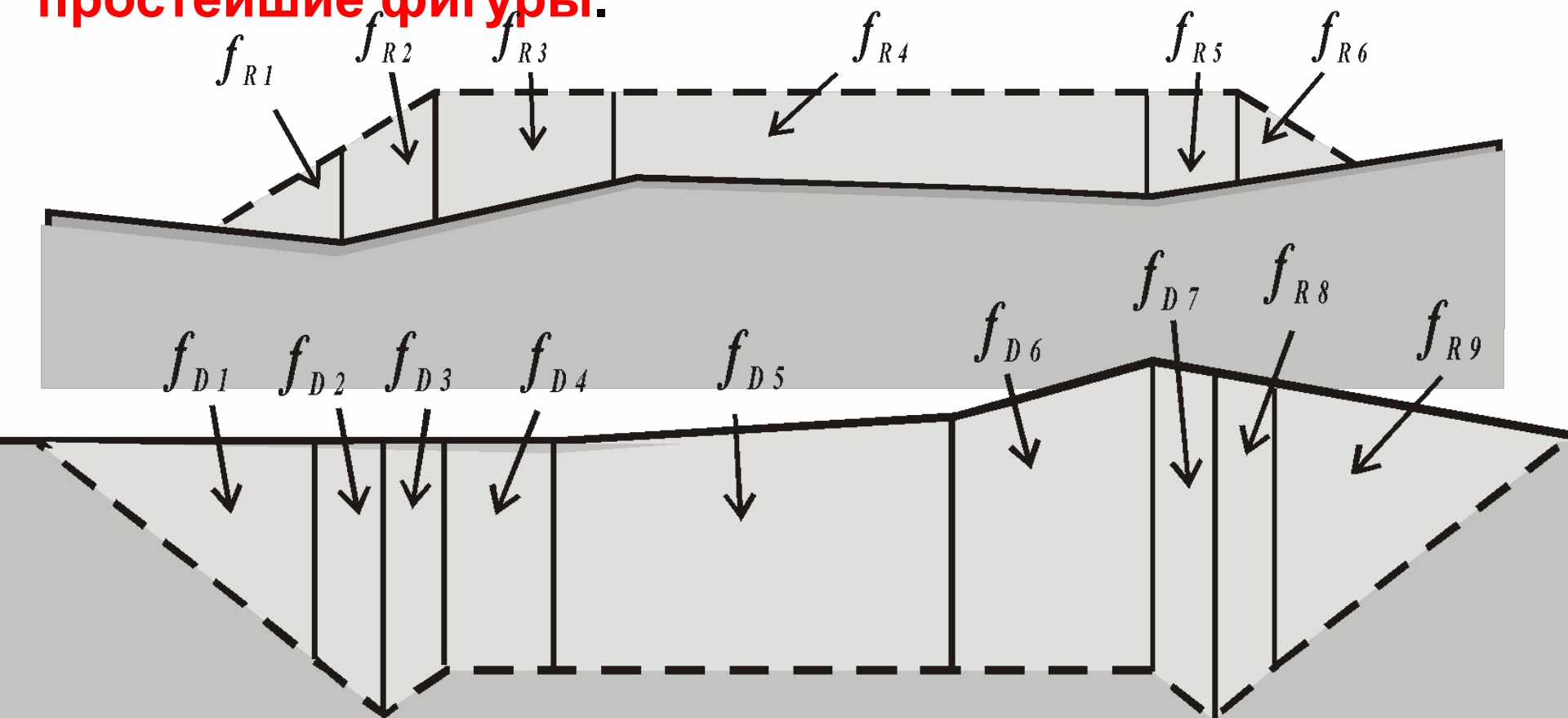
H_1, H_2 - рабочие отметки, м;

H_m - средняя рабочая отметка, м. $\left(H_m = \frac{H_1 + H_2}{2} \right)$

Тема: «Подсчет объемов земляных работ»

Поперечный уклон местности **менее 100‰** в подсчете **не принимается во внимание.**

На косогорных участках площади выемок и насыпей определяют путем **разбивки** сложного сечения на **простейшие фигуры.**

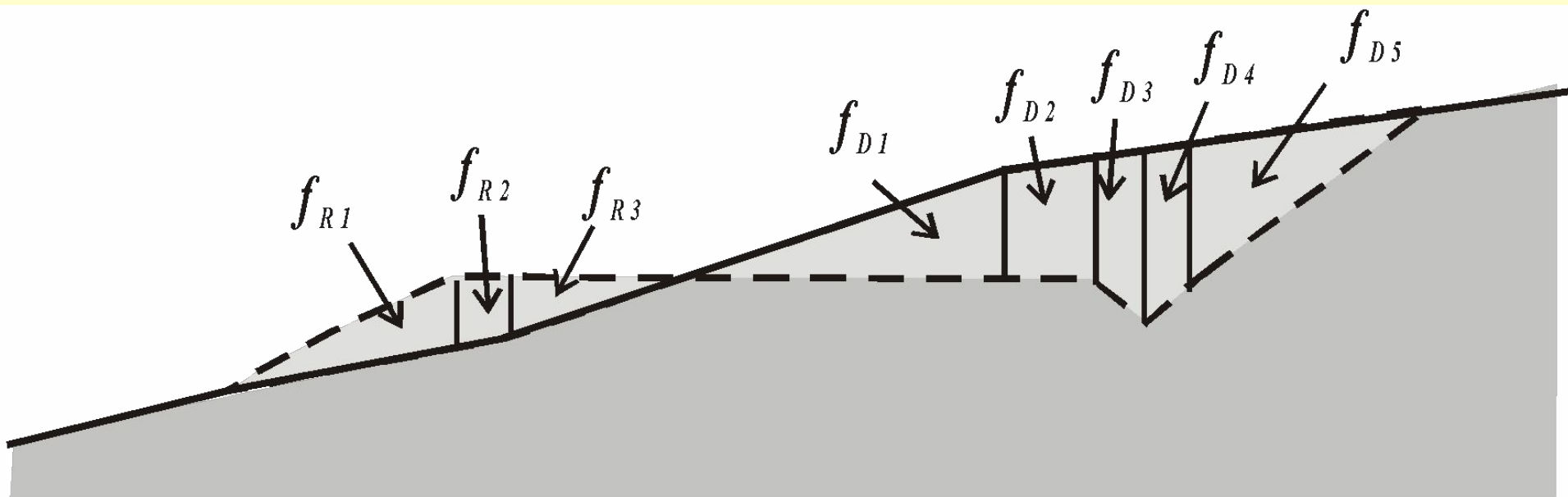


Методы расчета объемов насыпей и выемок

1. Расчет по поперечникам.
2. Расчет по таблицам.
3. Расчет по номограммам.
4. **Расчет на ЭВМ.**

В настоящее время подсчет объемов земляных работ в проектных организациях ведут **на ЭВМ**, дающих возможность ускорить расчеты и избежать ошибок.

Тема: «Подсчет объемов земляных работ»



$$V = F \times L$$

, где:

V (F)- объем (площадь) выемки или насыпи, м^3 ;

L - расстояние между соседними поперечниками, м.

$$F_{\text{в}} = \sum f_{Di}, \quad F_{\text{н}} = \sum f_{Ri}, \quad \text{где}$$

f_{Di}, f_{Ri} - площади элементарных фигур, м^2 ;

$F_{\text{в}}, F_{\text{н}}$ - суммарные площади (выемки или насыпи) м^2 .

В состав автомобильных дорог входят:

- земляное полотно,**
- дорожная одежда,**
- мосты, трубы и другие искусственные сооружения,**
 - обустройство дорог и защитные дорожные сооружения,**
 - здания и сооружения дорожных и автотранспортных служб.**

Автомобильная дорога, проходя по местности, пересекает различные препятствия: ручьи, овраги, реки, суходолы, горные хребты и ущелья, автомобильные и железные дороги. Чтобы провести дорогу через эти препятствия, устраивают трубы, мосты, тоннели и другие искусственные сооружения.

**Малые искусственные сооружения
автомобильных дорог**

Водопропускные искусственные сооружения

Малые

Большие

• мосты длиной до 25,0 м;
• трубы



Средние

Мосты
длиной до
100,0 м



Мосты
длиной
свыше
100,0 м

Трубы представляют собой простейшие искусственные сооружения, укладываемые в тело насыпи так, что дорога над ними не прерывается и проезжающие автомобили не испытывают никаких изменений в условиях движения. Трубы позволяют пропускать небольшие объемы воды, и их устраивают при пересечении дорогой мелких ручьев или временных водотоков .

Мосты служат для пересечения крупных и мелких рек, ущелий и других дорог.

Малые водопропускные сооружения

Труба – инженерное сооружение, укладываемое в теле насыпи автомобильной (ж/д) дороги для пропуска водного потока, дороги или скотопргона.

Водопропускные трубы подразделяются:

по материалу – бетонные;

железобетонные; металлические гофрированные;

по форме сечения –

- круглые (отверстия от 0,75 до 2,0 м с шагом 0,25 м);
- прямоугольные (отверстия от 1,0 м до 6, м);
- овоидальные.



Малые водопропускные сооружения

- Раньше применялись трубы:
- деревянные треугольного и прямоугольного сечения,
 - из бутового камня арочного сечения



Водопропускная труба на старой насыпи перегона Ожерелье - Пчеловодное



Ручей в деревянной трубе на участке Захонье-Добручи

Деревянная труба прямоугольного сечения

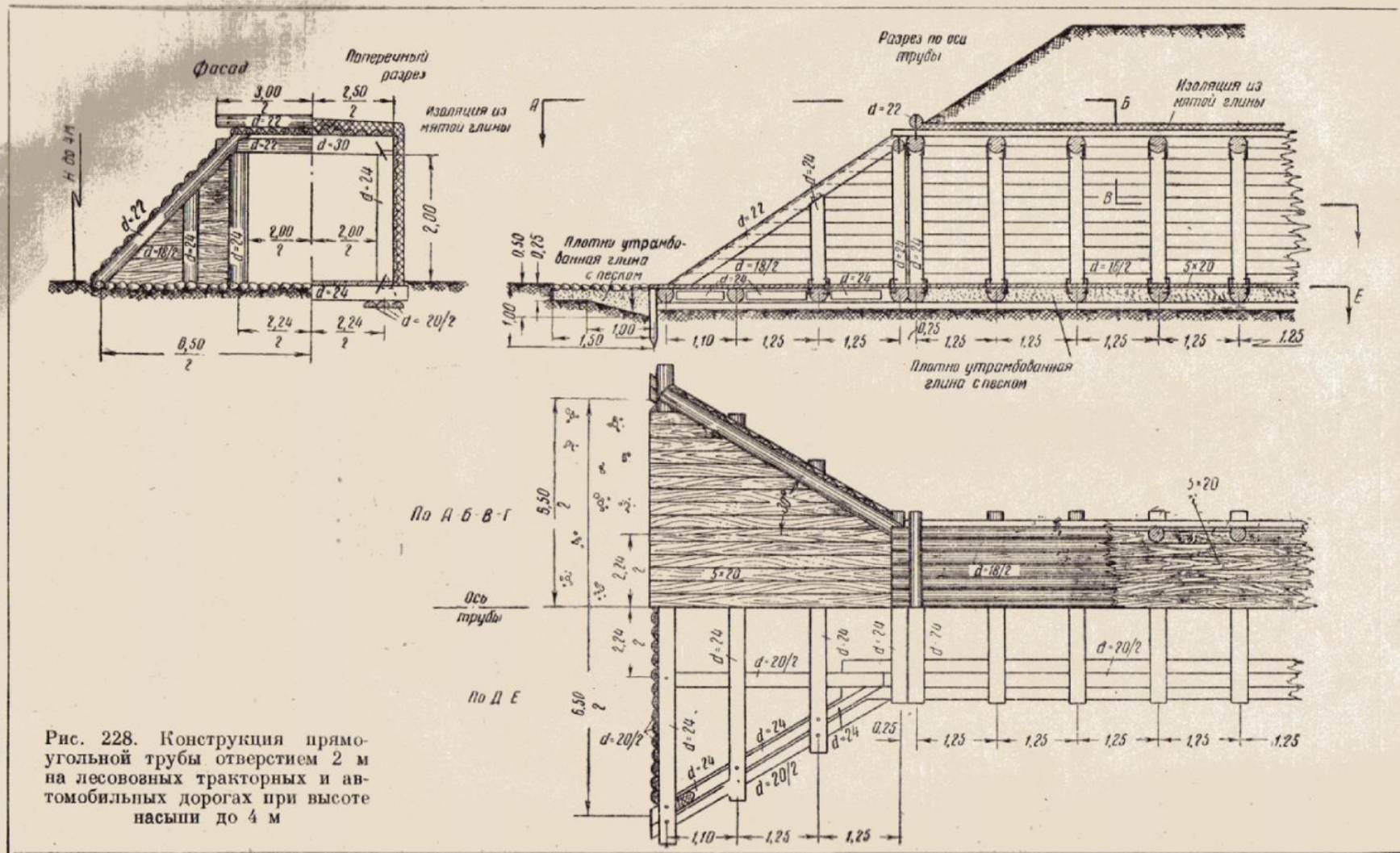


Рис. 228. Конструкция прямоугольной трубы отверстием 2 м на лесовозных тракторных и автомобильных дорогах при высоте насыпи до 4 м

Деревянная труба треугольного сечения

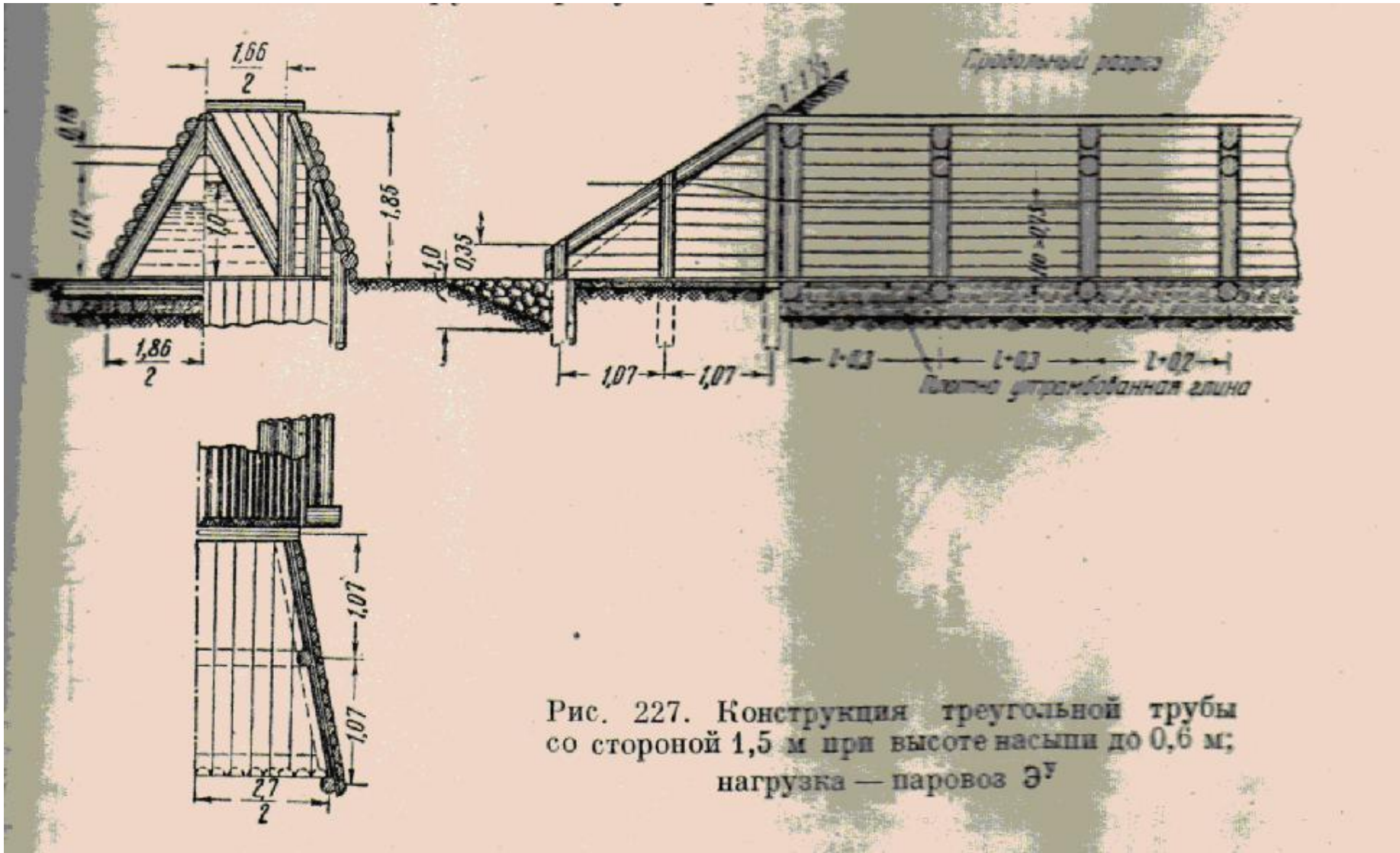
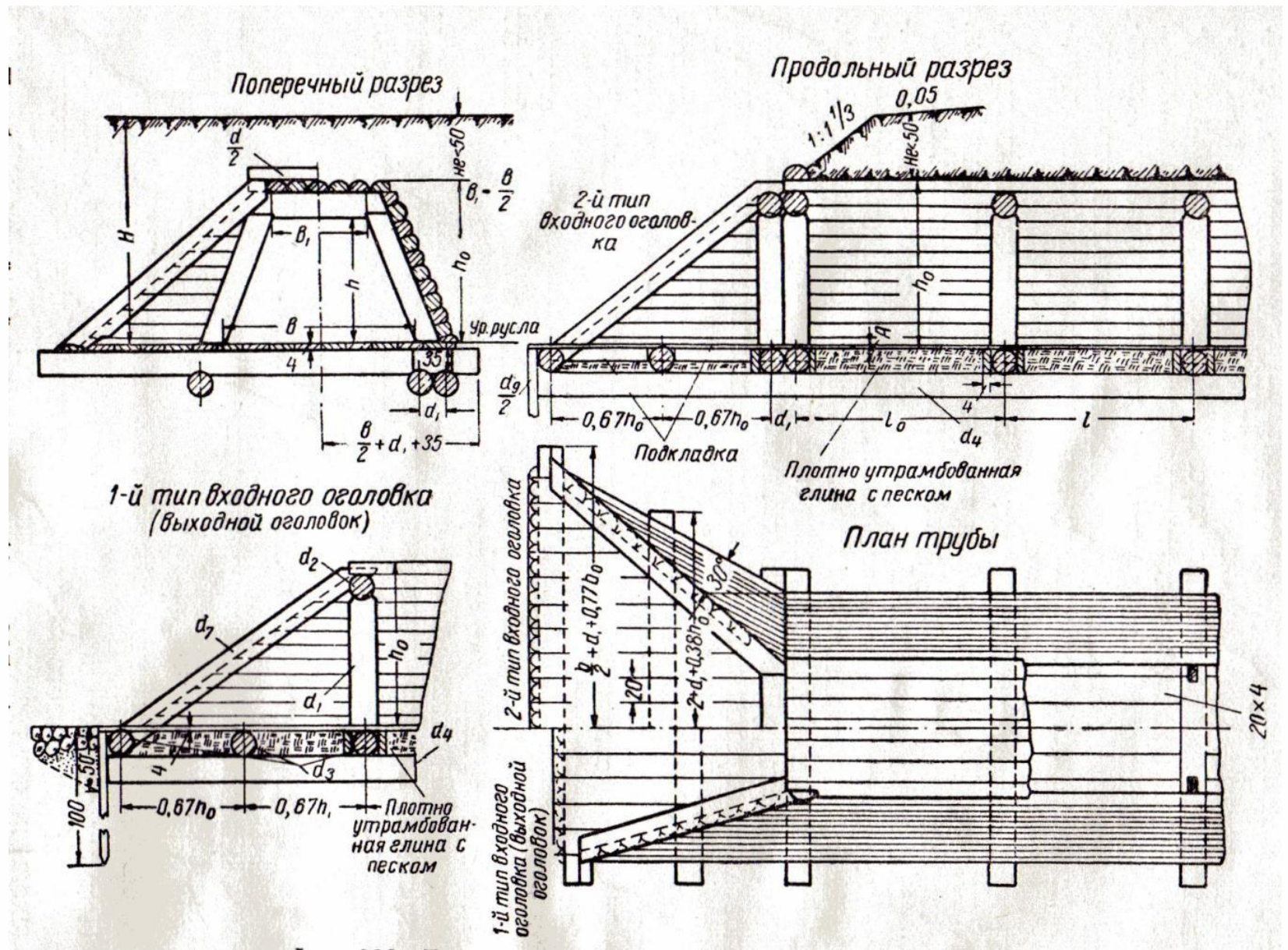


Рис. 227. Конструкция треугольной трубы со стороной 1,5 м при высоте насыпи до 0,6 м; нагрузка — паровоз Э^У

Деревянная труба трапециoidalного сечения



Тело трубы – основная часть трубы между входным и выходным оголовками, находящаяся в грунте насыпи, имеющая замкнутую форму поперечного сечения, по которому осуществляется сток воды.

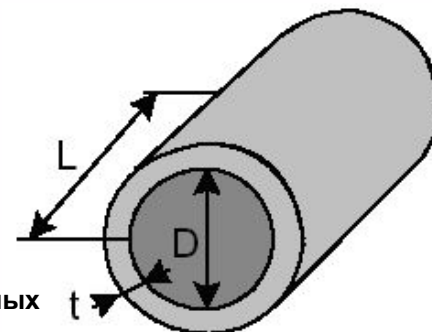
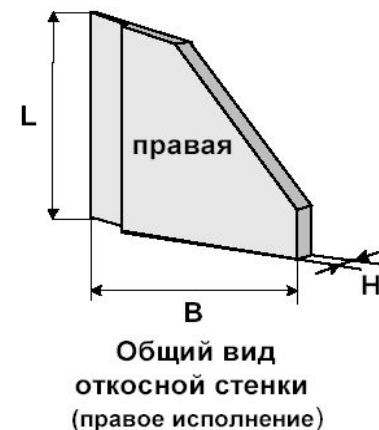
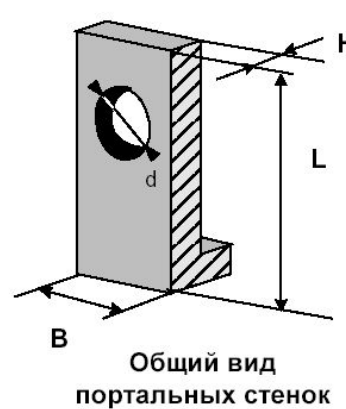
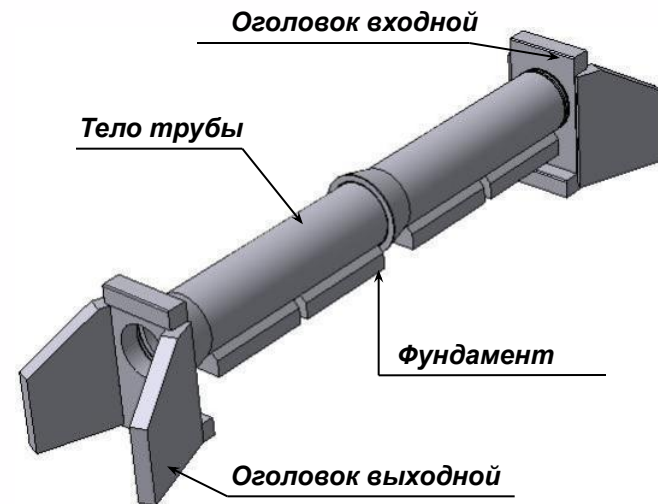
Трубы обычно имеют входные и выходные оголовки, обеспечивающие более благоприятные гидравлические условия. Однако благодаря простоте устройства и монтажа металлические трубы в большинстве случаев применяют без оголовков. При малых расходах воды рационально применение всех типов труб без оголовков.

Оголовок трубы - крайний, конструктивно замыкающий тело трубы элемент, удерживающий откос насыпи по концам трубы и выхода из нее.

Оголовок входной – оголовок трубы с верховой стороны насыпи.

Оголовок выходной – оголовок трубы с низовой стороны насыпи.

Лоток трубы – нижняя часть поперечного сечения трубы или специально выполненная подготовка в трубе для обеспечения беспрепятственного стока воды

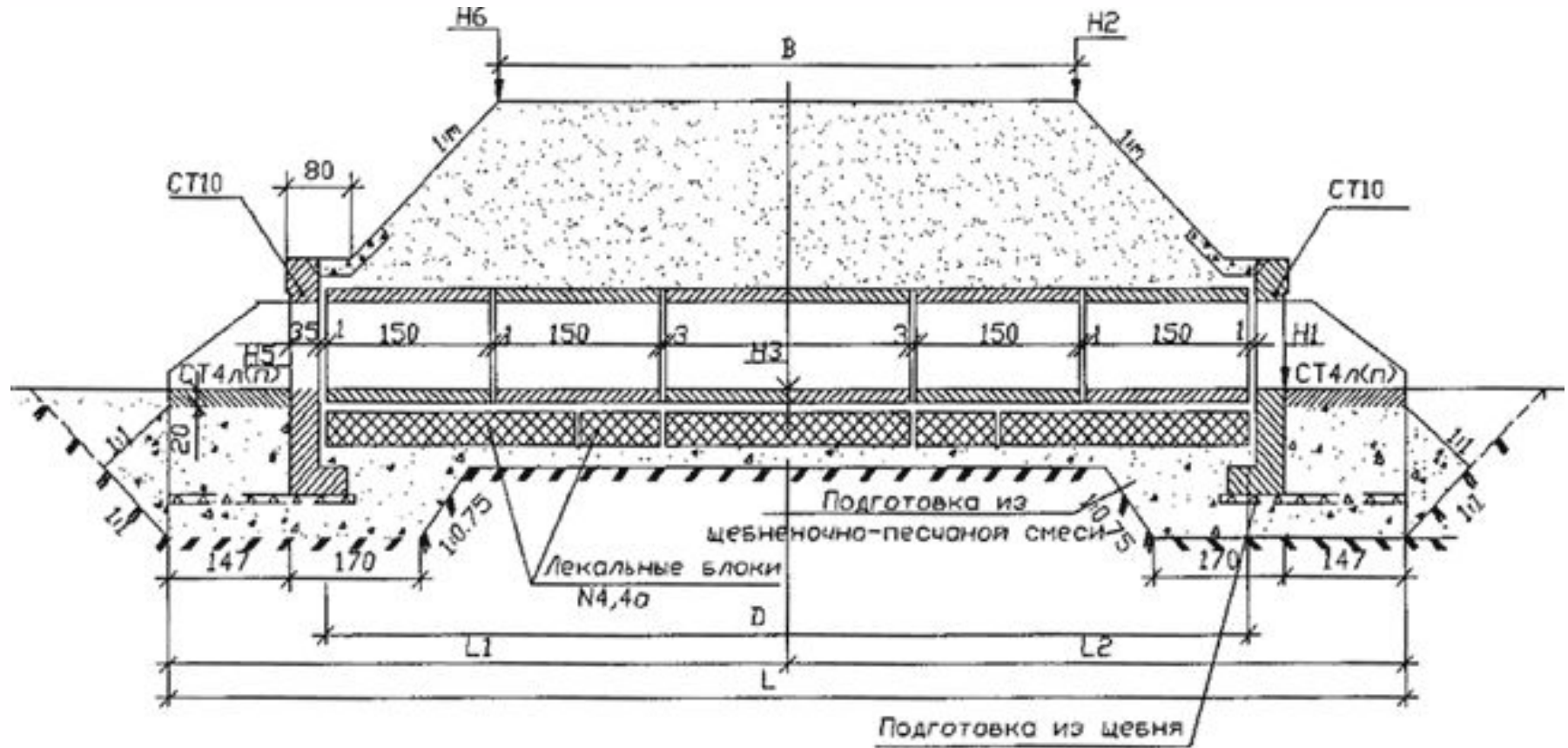


Звенья железобетонные круглых водопропускных труб для автомобильных дорог

Блоки железобетонные водопропускных труб

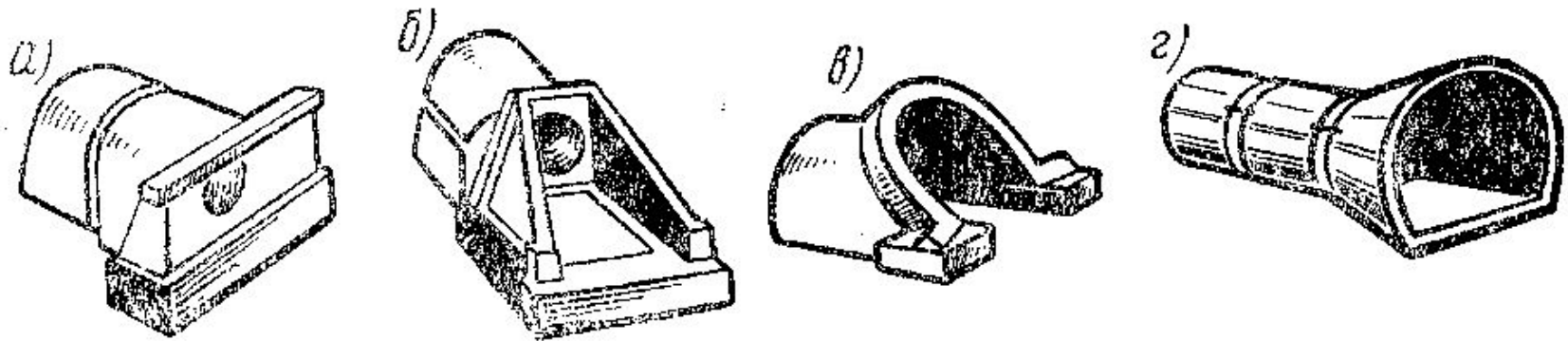


Продольный разрез по оси трубы



Трубы располагают в теле насыпи так, чтобы над ее верхом высота засыпки h была не менее 0,5 м. Этот слой распределяет давления от проезжающих автомобилей и смягчает их динамическое воздействие.

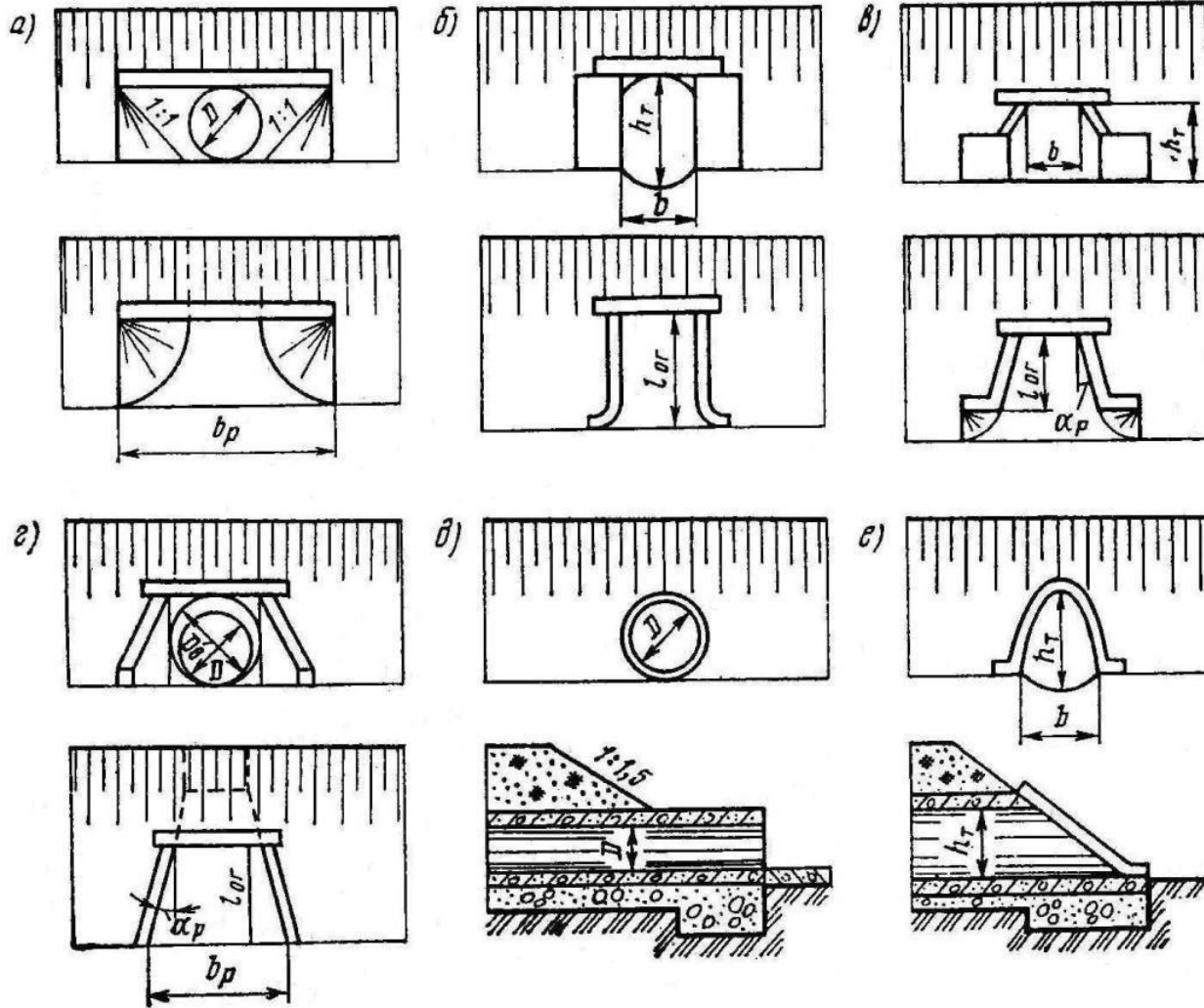
Типы оголовков труб



Типы входных и выходных оголовков труб зависят от гидравлического режима ее работы. В напорных и полупапорных трубах устройство оголовков обязательно. Различают:

необтекаемые оголовки – порталные (рис. а),
раструбные (рис. б), воротниковые (рис. в)
и **обтекаемые** (рис. г).

Формы и типы оголовков водопропускных труб



а – круглой с порталным оголовком;

б – с вертикальными стенками и коридорным оголовком;

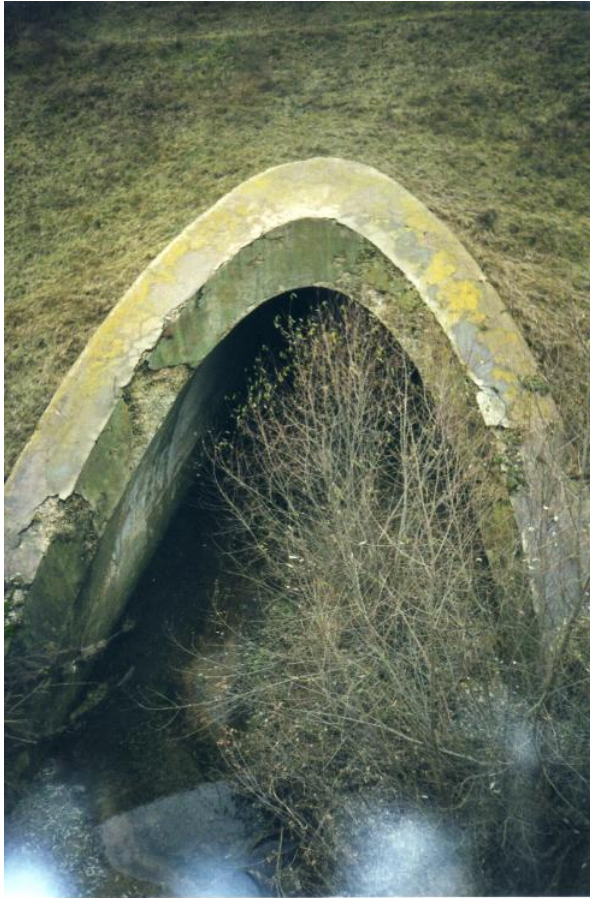
в – прямоугольной с раструбным оголовком и обратными стенками;

г – круглой с коническим звеном и раструбным оголовком;

д – круглой безголовочной;

е – овоидальной с воротниковым оголовком.

Виды оголовков



Воротниковый оголовок – срез круглой трубы параллельно откосу насыпи, окаймленный по контуру выступающей из насыпи частью – «воротником».



Коридорные оголовки с вертикальными стенками применялись до 1946 г.

Малые водопропускные сооружения

Круглые железобетонные трубы



Оголовок раструбный (с откосными крыльями) – оголовок трубы, состоящий из стенки, нормальной к продольной оси трубы, и двух стенок переменной высоты, расположенной под углом и удерживающих откос насыпи.

Круглые железобетонные трубы



Двухочковая труба

Раструбный оголовок

Пятиочковая труба

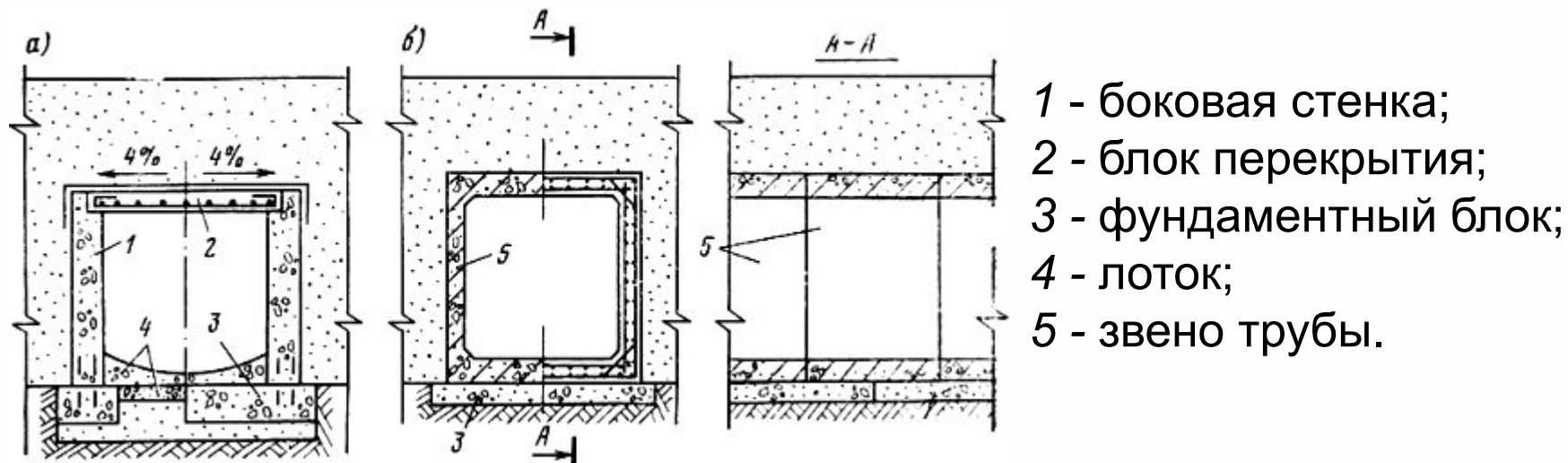
Количество отверстий -
1,2,3,4,5.



А/д Казань – Пермь, км 8 +110, 5×D=1,0 м.

Прямоугольные железобетонные трубы

Конструкция железобетонных прямоугольных труб



Встречаются также трубы со сборным железобетонным перекрытием и бетонными монолитными стенками. В зависимости от качества грунта в основании фундаменты таких труб делают раздельными (см. левую часть рис.) или общими под обеими стенками (см. правую часть рис.). Перекрытие трубы из готовых блоков служит распоркой для боковых стенок. Нижней распоркой служит лоток или общий фундамент. Стенки трубы по ее длине делят швами на секции длиной 3-6 м. Полностью сборные трубы прямоугольного сечения монтируют из отдельных стеновых блоков и блоков перекрытия или же из целых четырехугольных звеньев. Фундамент трубы может быть возведен из готовых блоков. При сухих или хорошо дренирующих грунтах фундамент укладывают непосредственно на грунт. При влажных грунтах, деформирующихся при замерзании, под фундаментом укладывают подушку из крупного песка, щебня или гравия.

В прямоугольных трубах распространение получили повышенные звенья на входе в трубу, расширяющие диапазон работы труб в безнапорном режиме и уменьшающие степень заполнения трубы при безнапорном режим работы.

Малые водопропускные сооружения

Прямоугольные железобетонные трубы



Сигнальные столбики устанавливаются у водопропускных труб по одному столбику с каждой стороны дороги по оси трубы, у мостов и путепроводов по три столбика до и после сооружения с двух сторон дороги через 10,0 м.



Прямоугольная труба с повышенным звеном на входе в трубу и с раструбным оголовком





Раструбный оголовок

Барьерное ограждение

А/ д Казань – Оренбург, км 308+262, 2,5x2,5 м.

Круглые железобетонные трубы



Оголовок порталный – оголовок трубы, представляющий собой вертикальную подпорную стену, удерживающую откос насыпи.

Водопрпускные дорожные трубы из полуколец



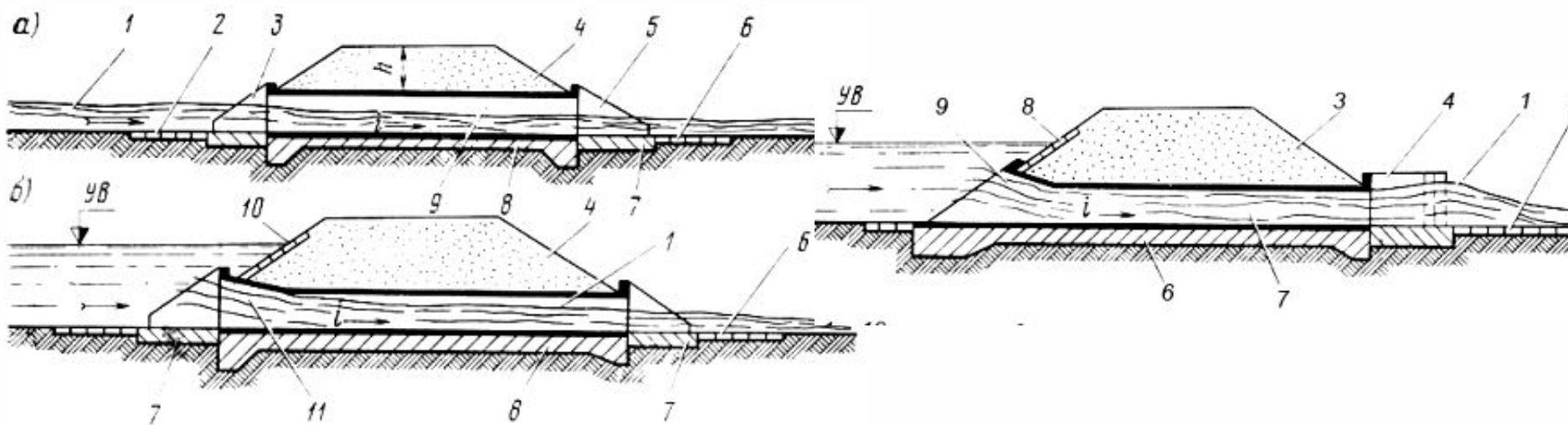
Пример завала верхнего бьефа дорожной трубы плавающим мусором (Украина)



Пример конструкции защиты входного оголовка дорожной трубы от плавающего мусора (Украина)



Режимы работы труб



Пропускная способность труб зависит от режимов протекания.

Существует три основных режима протекания:

- безнапорный**, когда входное сечение не затоплено на всём протяжении трубы поток имеет свободную поверхность (рис. а);
- полунапорный**, когда входное сечение затоплено, т.е. на входе труба работает полным сечением, а на всём остальном протяжении поток имеет свободную поверхность(рис.б);
- напорный**, когда входное сечение трубы затоплено и на большей своей части труба работает полным сечением (рис. в).

История развития металлических гофрированных конструкций (МГК)



- Использование металлических гофрированных конструкций в строительстве насчитывает 130 лет.
- Первые водопропускные гофрированные трубы появились в России в 1875 году. К 1888 году на Закаспийской железной дороге было уложено 1800 погонных метров оцинкованных водопропускных труб.
- За рубежом первая водопропускная гофрированная труба была сооружена в 1896 году в США. Однако к настоящему времени развитые западные страны значительно опередили Россию в использовании гофросистем.

Виды сечений металлических гофрированных конструкций

Профиль	Пролет	Применение
Круглый	1,5 - 7,0 м	- водопропускные трубы
Вертикальный эллипс	1,5 - 6,5 м	- водопропускные трубы - коммуникационные тоннели
Труба пониженной высоты	1,5 - 12,0 м	- а/д тоннели - ж/д тоннели - водопропускные трубы - пешеходные переходы
Труба с плоским дном	1,9 - 8,0 м	- пешеходные переходы
Арка	2,0 - 13,0 м	- малые мосты - а/д тоннели - ж/д тоннели
Горизонтальный эллипс	2,6 - 9,0 м	- водопропускные трубы
Грушевидный	1,5 - 8,0 м	- водопропускные трубы - тоннели
Арка с высоким профилем	6,0 - 15,0 м	- малые мосты - а/д тоннели - ж/д тоннели
Арка с низким профилем	6,0 - 15,0 м	- малые мосты - а/д тоннели
Квадратный	3,0 - 8,0 м	- водопропускные трубы - тоннели

- Форма сечения конструкций: круговая, эллиптическая, арочная, полицентрическая, коробчатая..

- Большое разнообразие параметров металлических гофрированных труб позволяет применять их для сооружения:

- водотоков под полотном дорог;
- малых и средних мостов;
- путепроводов и переходов;
- лавинозащитных галерей;
- быстровозводимых производственных помещений
- Т.д.





Преимущества металлических гофрированных конструкций по сравнению с бетонными конструкциями

- оптимальное соотношение веса и несущей способности;
- повышенная сейсмостойкость и сопротивление разрушению;
- устойчивость к значительным перепадам температур;
- высокая приспособляемость к изменяющимся грунтовым условиям;
- высокая транспортабельность (в ж/д вагон загружается до 350 погонных метров трубы диаметром 1.5 м);
- снижение совокупных затрат на 30 – 60%;
- высокая скорость монтажа сооружений и т.д.



Металлические гофрированные трубы



Без оголовка со срезом перпендикулярно оси трубы

Габионы и гофрированные трубы – в единой конструкции



Монтаж МГК круглого сечения: Сколковское шоссе



Монтаж МГК круглого сечения: Сколковское шоссе



А/д Павлово-Сосновское-Лесуново-Мухтолово-Саконы, км13+360 (Нижегородская область)

Сборка металлической гофрированной трубы



При выполнении работ по правильной сборке и

уплотнения грунта, вокруг МГТ образуется устойчивая связь "грунт-труба", что позволяет работать конструкции в системе переменных нагрузок и быть устойчивой к значительным деформациям.

Примером удачного применения металлических гофрированных труб является строительство в 2002г. искусственного сооружения на а/д Павлово-Сосновское-Лесуново-Мухтолово-

Саконы, км13+360.

Конструкция трубы была принята применительно к типовому проекту серии 3.501.3-183.01 "Трубы водопропускные из гофрированного металла для железных и автомобильных дорог", разработанной ОАО "Трансмост". Диаметр трубы - 2,5 м; длина трубы - 28 м, толщина стенки - 2,5 мм. Расчетное давление под подошвой сооружения - менее 10 тс/ м2. Срок строительства гофрированной трубы составил - 1 месяц.

Послойное уплотнение пазух с помощью вибротрамбовки



Входной оголовок из монолитного железобетона



Применение гофрированных труб в Чистопольском районе Татарстана

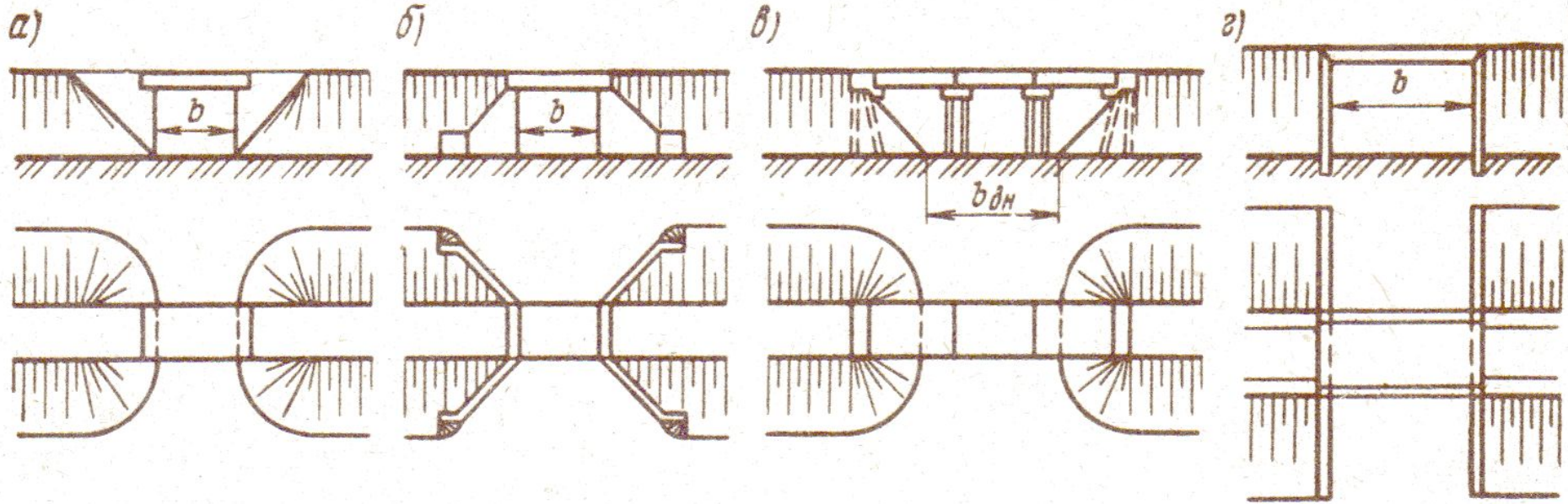


Тат. Талкиш

Разрушение земляного полотна



Типы малых мостов (длина до 25,0 м)



а) с обратными стенками и конусами;

б) с откосными крыльями;

в) эстакадные с конусами;

г) с заборными стенками

Элементы (блоки) сборных конструкций **малых сооружений** обычно изготавливают на ближайших постоянно действующих заводах или на полигонах и мостовых базах, действующих ограниченный срок. Строят **малые мосты и трубы** только **типовыми** с обязательным использованием технологических правил, силами специализированных подвижных организаций, снабженных необходимыми самоходными монтажными кранами, транспортными средствами для доставки элементов сборных конструкций, различным инвентарем и оборудованием. Продолжительность постройки каждого сборного сооружения, как правило, ограничивается несколькими днями.

К средним сооружениям относят мосты и путепроводы длиной до 100 м при отдельных пролетах в свету не более 42 м. В зависимости от рельефа местности на каждые 1000 км дороги приходится от 20 до 40 сооружений. Такие мосты строят, как правило, специализированные организации; используют **типовые проекты унифицированных конструкций** и обязательные технологические правила их возведения. Строительных площадок, связанных с постройкой временных вспомогательных сооружений, обычно не создают, ограничиваясь устройством подъездов и небольших складов. Продолжительность строительства, как правило, не превышает 2—3 месяцев.

К большим сооружениям относят мосты длиной свыше 100 м или с отдельными пролетами в свету больше 40 м. К **внеклассным** — мосты длиной больше 500 м или с пролетами в свету больше 120 м. **Большие и внеклассные мосты** обычно возводят на пересечении судоходных рек. При строительстве новых автомобильных дорог число больших и внеклассных мостов составляет от двух до шести на 1000 км. Большой объем работ, значительные размеры и масса отдельных элементов, влияние местных условий на выбор системы и конструкции моста часто приводят к индивидуальным решениям.

Гидравлика верхнего бьефа,п.г.т.Верховина



Забивка пролетного строения, п.г.т. Верховина



Нижний бьеф моста, п.г.т. Верховина



Полное разрушение моста, п.г.т.Верховина



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



**Волгодонск
Путепровод, соединяющий новую и старую части города**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

