

Тема №1 Основные понятия о сухопутном транспорте леса

Транспортом называется отрасль материального производства, занятая перемещением грузов и пассажиров.

Различают транспорт общего пользования, выполняемый специализированными транспортными предприятиями, находящимися в подчинении министерств и ведомств, ответственных за организацию транспортировки пассажиров и грузов общего назначения, и промышленный транспорт, входящий в состав промышленных предприятий и непосредственно участвующий в промышленном процессе.

Сухопутным транспортом леса

- принято называть перемещение древесины от места ее погрузки на лесовозный подвижной состав до нижнего склада лесозаготовительного предприятия или потребителя (деревообрабатывающего предприятия) по лесовозным дорогам или дорогам общего пользования.

В составе промышленного транспорта различают следующие основные элементы: *путь, тяговые машины и грузовой прицепной состав.* Тяговые машины и грузовой прицепной состав имеют общее название – *подвижной состав.*

Путем называют инженерное сооружение, служащее для перемещения по нему тяговых машин и прицепного состава в процессе транспортировки грузов или пассажиров с расчетными скоростью и интенсивностью движения. В зависимости от местных условий и объема перевозок применяют разнообразные конструкции пути.

Виды тяги можно классифицировать по виду используемой энергии (электрическая, тепловая, живая – лошади и др.), виду ходовой части (колесная, гусеничная и др.), способу перемещения груза или прицепного состава и т.д.

Прицепной состав как правило классифицируют в зависимости от вида ходовой части (колесная, гусеничная, санная).

Основным и наиболее важным элементом промышленного транспорта является путь. Путь дороги наземного типа состоит из следующих основных элементов: земляного полотна, искусственных сооружений, дорожной одежды (на автомобильных дорогах) или верхнего строения пути (на железных дорогах).

Земляным полотном называется естественное или искусственно созданное земляное основание, на котором устраивается дорожная одежда, или верхнее строение пути.

Искусственными (водопускными) сооружениями называются сооружения, служащие для пропуска воды с одной стороны дороги на другую.

Дорожной одеждой называется укрепление проезжей части автомобильной дороги, выполненное в виде одного или нескольких слоев различных дорожно-строительных материалов.

Тема №2 Особенности сухопутного транспорта леса

- Лесозаготовительные предприятия занимаются лесозаготовками на определенной, закрепленной за ними (аренда), территории лесного государственного фонда, называемой *лесосырьевой* или *сырьевой базой*, с запасами леса, обеспечивающими работу предприятия в течение всего предусмотренного проектом срока действия.

Работа лесовозных дорог происходит в специфических условиях.

- Запасы древесины, подлежащей заготовке и вывозке, размещены на значительной территории, как правило, неравномерно при сравнительно низкой их концентрации на единице площади. Например, если при обычном среднем запасе ликвидной древесины $150 \text{ м}^3/\text{га}$ разместить заготовленную древесину на площади лесосеки условным равномерным слоем, то его толщина будет равна всего 1,5 см.

- Требования лесного хозяйства, связанные с преимущественной ориентацией на естественное лесовозобновление, вызывают необходимость установления определенных размеров лесосек и сроков их примыкания друг к другу.
- Рост древесины до товарной спелости происходит в течение длительного срока: 60-80 лет для лиственных пород и 100-200 лет для хвойных. Это обстоятельство значительно препятствует устройству в сырьевой базе густой сети дорог постоянного типа.

- Заготовленная древесина вывозится в настоящее время по лесовозным дорогам в виде хлыстов или деревьев, сортиментного долготья или бревен, т.е. представляет собой штучные длинномерные грузы.
- По мере вырубки ближайших к нижнему складу лесовозной дороги участков леса дальность вывозки древесины из года в год увеличивается.

- Необходимость дорожной сети в лесу сохраняется и после вырубki спелых древостоев для проведения лесовосстановительных работ, для ухода за молодыми насаждениями, для проведения специальных мероприятий (например, борьбы с вредителями леса), для борьбы с лесными пожарами и др. Однако количество перевозимых грузов по дорогам при этом во много раз уменьшается.

- В лесной зоне освоение части лесных массивов из-за их сложных грунтогидрологических условий (заболоченности, слабой несущей способности переувлажненных грунтов и т.п.) практически выгодно и возможно только в зимний период, при помощи зимних лесовозных дорог, которые являются сезонными.

- **Все эти обстоятельства создают специфические особенности работы сухопутного лесотранспорта, важнейшими из которых являются:**
- **- собирательный характер работы лесовозных путей,**
- **- односторонность грузопотоков,**
- **- перевозка длинномерных грузов,**
- **- увеличивающееся с каждым годом расстояние вывозки,**
- **- сезонность части путей в лесном массиве.**
- **Все они в той или иной мере влияют как на конструктивные решения, принимаемые при проектировании и строительстве лесовозных дорог, так и на условия работы их в процессе**

- **Собирательный характер работы лесовозного транспорта, требует строительства в пределах сырьевой базы густой сети путей, имеющих**

Сеть лесотранспортных путей любой лесовозной дороги

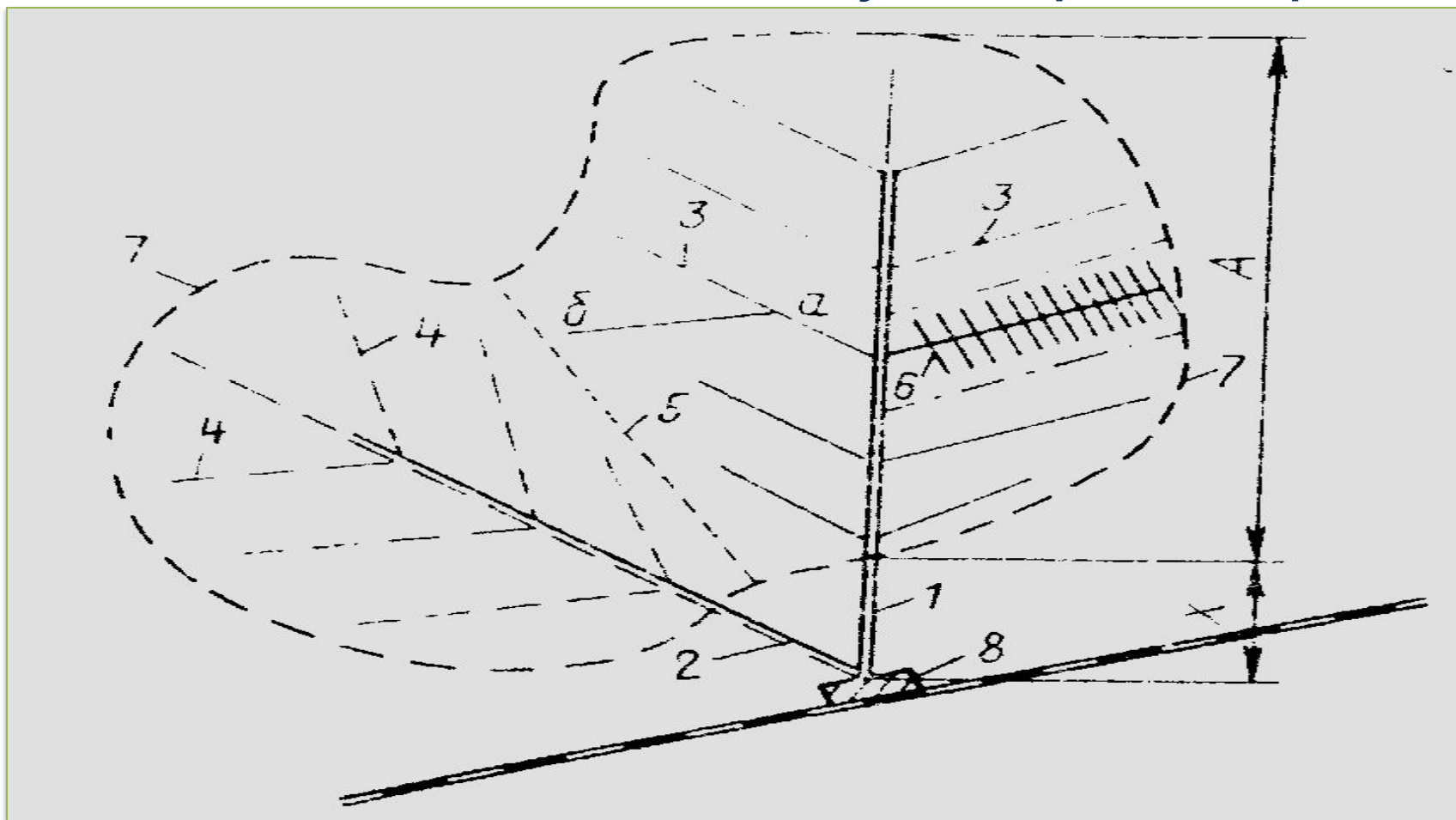
магистрالی – основного, самого капитального пути, действующего в течение всего срока освоения сырьевой базы;

веток – со сроком службы от одного года до 10 лет и более, предназначенных для освоения отдельных участков лесного массива;

усов – путей кратковременного действия, обычно не более одного года, служащих для вывозки леса, заготовленного на определенной лесосеке.

Схема размещения сети лесовозных дорог в сырьевой базе:

1 – основная лесовозная магистраль круглогодочного действия;
2 – зимняя (сезонная) лесовозная магистраль; 3 – ветки летнего действия;
4 – ветки зимнего действия; 5 – граница между зонами зимней и летней вывозки леса; 6 – усы; 7 – граница сырьевой



Тема №3 Измерители работы сухопутного транспорта леса

- К числу основных показателей или, как их часто называют, *лесотранспортных измерителей*, характеризующих работу лесовозного транспорта, относятся:
 - - грузооборот дороги;
 - - грузовая работа;
 - - средневзвешенное (среднее) расстояние вывозки;
 - - эксплуатационная длина дороги;
 - - коэффициент пробега лесных грузов по дороге;
 - - грузонапряженность пути;
 - - интенсивность движения;
- - удельная протяженность или густота транспортной сети.

Грузооборотом дороги

- (Q) называют общее количество древесины, вывезенное по дороге за единицу времени (за год, за месяц за сутки и т. д.). При работе нескольких погрузочных пунктов грузооборот дороги равен сумме количества древесины, отгружаемой с каждого погрузочного пункта:

-

- $$Q = q_1 + q_2 + \dots + q_n, \text{ м}^3,$$

- где q_1, q_2, \dots, q_n – количество древесины, отгружаемое с каждого погрузочного пункта.

-

Расчетный годовой грузооборот

Расчетный годовой грузооборот лесовозной дороги в предприятиях с ограниченным сроком действия определяется с учетом запасов древесины лесосырьевой базы и установленного срока эксплуатации по формуле:

$$O = \frac{M}{n}, \quad \text{м}^3/\text{год},$$

где M – запас ликвидной древесины в сырьевой базе, м^3 ;
 n – срок эксплуатации лесного массива, лет.

**Расчетная величина грузооборота
дороги не должна превышать
размеров отпуска леса,
установленных
лесохоззяйственными
требованиями в соответствии с
действующим лесным
законодательством.**

Срок эксплуатации лесосырьевой базы и грузооборот лесовозной дороги устанавливаются с учетом ряда факторов:

- санитарного состояния сырьевой базы;
- типов и характера технологии производства по обработке древесины и переработке древесных отходов, намечаемых на нижнем складе дороги;
- типа применяемого лесотранспорта.

Грузовой работой (R) дороги

- называется сумма произведений объемов древесины, отгружаемой с каждого погрузочного пункта лесовозной дороги, на расстояние вывозки от этого пункта до нижнего склада.
-
- $R = q_1 l_1 + q_2 l_2 + \dots + q_n l_n \quad \text{м}^3$,
-
- где q_1, q_2, \dots, q_n – количество древесины, отгружаемое с каждого погрузочного пункта, м^3 ;
- l_1, l_2, \dots, l_n – расстояния вывозки от соответствующих погрузочных пунктов до нижнего склада, км.
- Грузовая работа является весьма важным измерителем, так как от нее зависят количество энергии, затрачиваемой на перевозку древесины, потребность в топливе, количество необходимого тягового и прицепного состава, штата работников дороги и т.д.

Средневзвешенное расстояние вывозки

- леса по лесовозной дороге определяется по формуле
-
- $l_{cp} = R/Q$, км,
- где R – грузовая работа, м³км; α
- Q – грузооборот дороги, м³.

Эксплуатационной длиной

- лесовозной дороги называют общее протяжение ее постоянных путей, находящихся в единовременной эксплуатации в данный (расчетный) период времени.

Коэффициентом пробега ($\alpha_{пр}$)

лесных грузов по лесовозной дороге называют отношение средневзвешенного расстояния вывозки $l_{ср}$ к эксплуатационной длине лесовозной дороги $L_{эк}$:

$$\alpha_{пр} = \frac{l_{ср}}{L_{эк}}.$$

Коэффициент пробега показывает, по какой части общего протяжения путей лесовозной дороги в среднем провозят каждый кубометр древесины.

Годовой, или общей, грузонапряженностью пути (W)

- называют отношение годового или общего (т.е. за весь срок действия) грузооборота данного участка дороги (Q) к его эксплуатационной длине ($L_{эк}$):

-

-

-

$$W = Q / L_{эк}$$

- Этот показатель вычисляют лишь для однотипных участков пути - отдельной магистрали, ветки или уса, а не для общего протяжения дороги. Он служит для общей оценки эффективности затрат на строительство рассматриваемого участка дороги.

- *Интенсивностью движения (N)* на лесовозной дороге называют количество автопоездов и отдельных тяговых единиц, проходящих по данному участку дороги за единицу времени (обычно за сутки) в обоих направлениях. Этот показатель используется, например, при расчете дорожной конструкции на прочность, в эксплуатационных расчетах и др.
- *Удельной протяженностью или густотой транспортной сети* называют частное от деления суммарной длины путей (включая усы) лесосырьевой базы на ее лесозаготовительную площадь.
- Основные измерители – грузооборот, грузовую работу и расстояние вывозки выражают в виде графика лесных грузопотоков. Он наглядно представляет собой схему пути в осях, в произвольном масштабе, на котором изображены грузопотоки по участкам пути.

График грузопотоков масштабно показывает, откуда, куда и сколько кубометров древесины поступает по дороге в принятый отрезок времени (год, сутки). Площадь каждого прямоугольника графика грузопотоков равна грузовой работе каждого из участков сети дорог в лесосырьевой базе.

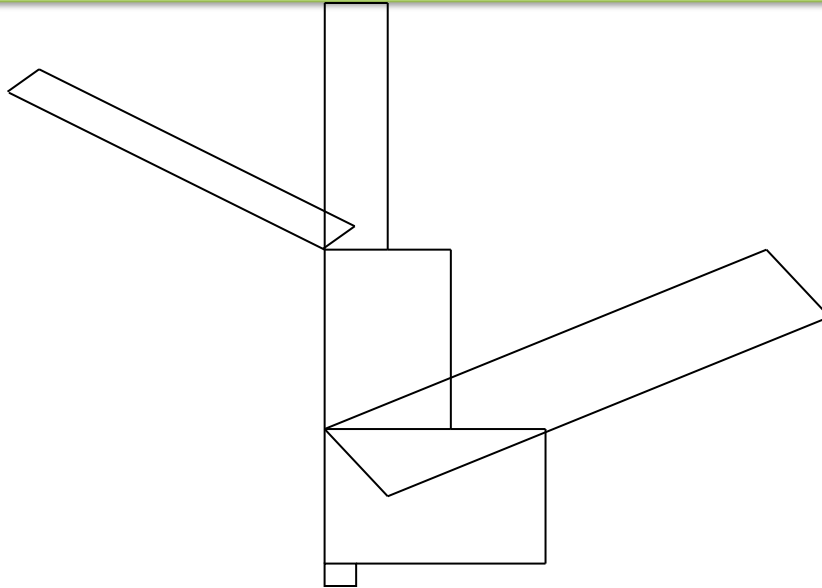


График грузопотоков.

Условные обозначения: н.с. – нижний склад;

$q_1 \dots q_3$ – количество древесины вывозимой с 1...3 погрузочных пунктов; $l_1 \dots$

l_3 – расстояние вывозки с соответствующего пункта.

- 1. Что называют транспортом, транспортом общего назначения, промышленным транспортом, транспортом леса?
- 2. Каковы разновидности транспорта леса и его основные элементы?
- 3. Что называют дорогой (путем) и какие основные элементы лесной дороги?
- 4. Какие особенности лесотранспорта вы знаете?
- 5. Перечислите и охарактеризуйте разновидности транспортно-технологических схем сухопутного транспорта леса.
- 6. Какие природные условия влияют на организацию вывозки леса?
-

Решение задачи №1

• **Вариант** 1 2 3 4 5 6

• Объем вывозки

С погрузочного пункта

	Т.МЗ	1	2	3	4	5	6
1		10	15	5	8	20	40
2		30	6	20	15	9	10
3		5	12	16	10	32	8
4		6	22	34	21	12	13

Расстояние с погруз.

Пункта

км

1	10	12	21	18	23	15
2	12	14	18	16	21	20
3	8	20	9	11	17	16
4	20	10	7	8	6	10

- **Рассчитать - грузооборот дороги; грузовую работу; средневзвешенное (среднее) расстояние вывозки; эксплуатационная длина дороги; коэффициент пробега лесных грузов по дороге; грузонапряженность пути; интенсивность движения; удельная протяженность или густота транспортной сети Вычертить график грузопотоков масштабно**

Тема №5 План дороги. Продольный профиль. Поперечный профиль автомобильной дороги.

План дороги.

Путь, как инженерное сооружение, характеризуется тремя проекциями: на горизонтальную плоскость – это **план дороги**, на вертикальную плоскость вдоль оси дороги – **продольный профиль** и на вертикальную плоскость перпендикулярную оси дороги – **поперечный профиль**.

- **Осью дороги** называется воображаемая линия, проходящая вдоль пути по середине поверхности земляного полотна.
- Ось дороги, расположенная в пространстве, **называется трассой** дороги. Трасса дороги имеет повороты в плане и уклоны в продольном направлении. При помощи поворотов и уклонов трассу

- **Процесс размещения трассы на местности (или на карте) с закреплением ее направления **называется трассированием,** которое выполняется по определенным правилам.**

- Ось дороги в плане представляет сочетание прямых и кривых участков. Прямые участки характеризуются длиной и направлением, определяемым румбами. Румб – это угол между направлением прямого участка трассы дороги и ближайшим концом магнитной стрелки компаса (буссоли). Кривые участки разбиваются по правилам, изучаемым в курсе геодезии с определением длины основных элементов круговых кривых: **дорожного тангенса, длины кривой, биссектрисы и домера**

Величина дорожного тангенса T , длина кривой K , биссектриса угла поворота B и домер D зависят от радиуса R , угла поворота. Их вычисляют по специальным таблицам или рассчитывают по формулам:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \text{ м}$$

$$= \frac{\pi R}{180} \alpha, \text{ м}$$

$$B = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right), \text{ м}$$

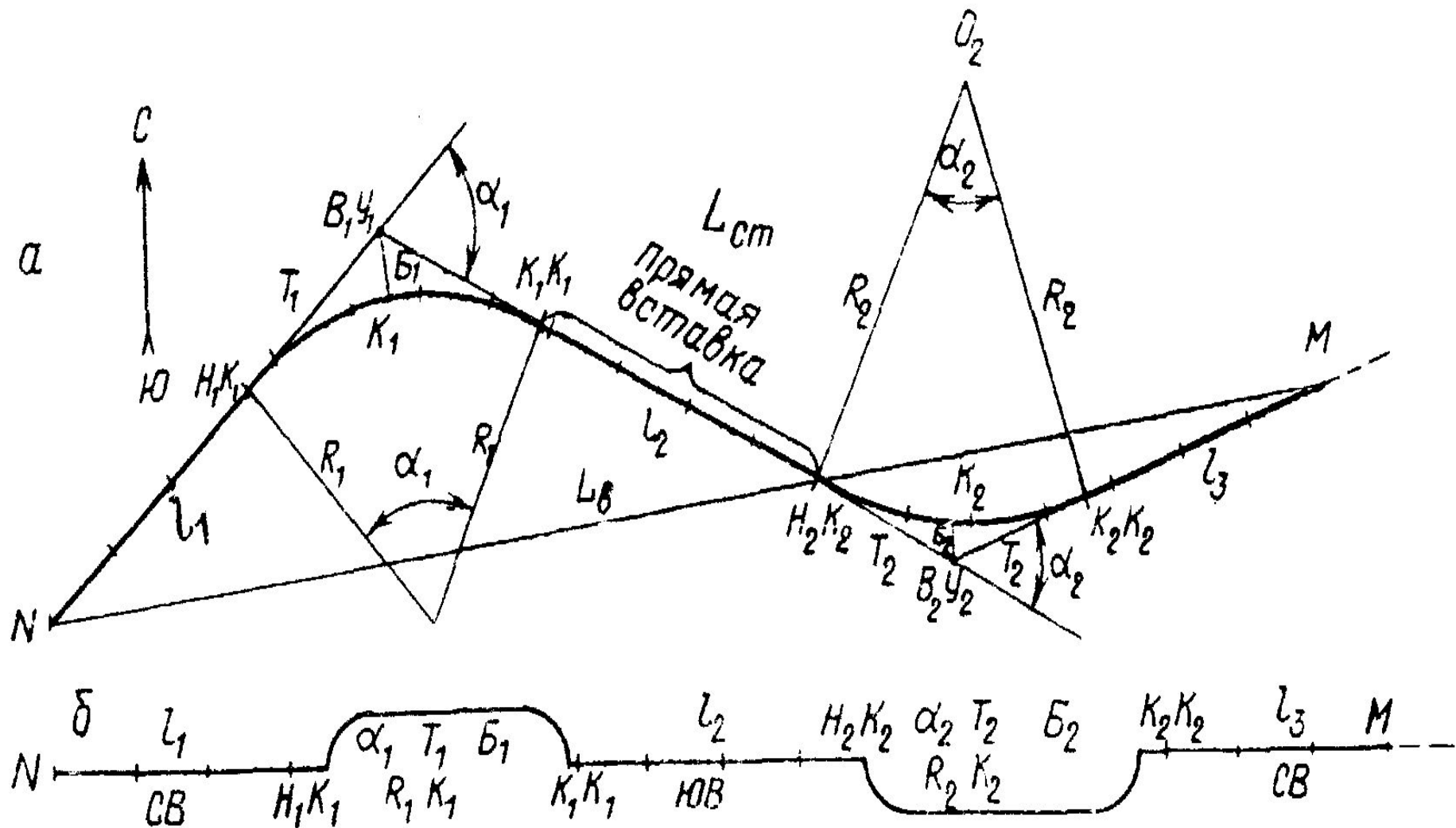
$$D = 2T - K, \text{ м.}$$

- Основными характеристиками плана дороги являются:
- - длина дороги (L), м;
- - суммарная длина прямых участков ($L_{\text{пр}}$), м;
- - суммарная длина кривых участков (K), м;
- - отношение длины всех кривых к общей длине (k/L);
- - нормальный радиус кривых ($R_{\text{н}}$);
- - минимальный радиус кривых ($R_{\text{мин}}$);
- - коэффициент развития трассы ($K_{\text{р}}$)

$$K_p = \frac{L}{L_e},$$

- где L_B – длина дороги по воздушному направлению

- Коэффициент развития трассы в основном зависит от рельефа местности и определяется отдельно для магистрали, веток и усов. Как правило, его величина для усов и веток больше, чем для магистрали. Среднее значение коэффициента развития для магистрали составляет в равнинной местности - 1,03.....1,1 , в холмистой - 1,1.....1,2 и в горной - 1,8.....2,0.
- Нормальный и минимальный радиусы круговой кривой принимаются по нормам проектирования лесовозных дорог. Минимальный радиус назначается по условиям трассирования дороги лишь на трудных участках местности с обоснованием его величины технико-экономическими расчетами (сравнением конкурентоспособных вариантов).



План участка дороги:

а – развернутый; б – условный (применяется на продольном профиле).

Задача №2

- 1.в. Св30гр.вставка300м,лев.
поворот45гр.R-150м,вставка400м пр.
пов.25гр R-70м вст.500м.
- 2.в . юв35гр.,вставка400м,лев.
поворот35гр.R-100м,вставка300м пр.
пов.22гр R-170м вст.600м.

Тема №6 Продольный профиль дороги.

- Продольный профиль – это комплексный документ, наиболее полно характеризующий путь, он является самым важным техническим документом при проектировании, строительстве и эксплуатации лесовозной дороги. При изображении продольного профиля горизонтальный масштаб принимается в десять раз больше вертикального. На автомобильных дорогах горизонтальный масштаб принимают 1 : 5000 (т.е. в 1 см – 50м), вертикальный 1 : 500 (в 1 см – 5м). Такая разница в масштабах придает большую выразительную наглядность чертежу. Масштаб геологического (грунтового) профиля принимается равным 1 : 50 (в 1 см – 0,5м).

- В продольном профиле длина дороги принимается равной ее горизонтальной проекции и для удобства работы с ней разбита на стометровые участки - *пикеты*. Кроме пикетов, на продольном профиле отмечают промежуточные точки (характерные точки местности, точки начала и конца кривых и др.) – это *плюсовые точки*.

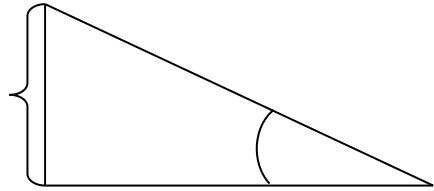
- Отметка бровки земляного полотна называется *проектной* или *красной отметкой*.

Отметка земли по оси дороги (т. е. отметка поверхности земли) называется ***черной отметкой***.

Разница между проектной и черной отметками называется *рабочей отметкой*.

- Продольный профиль состоит из отдельных элементов (участков), отличающихся друг от друга длиной и продольным уклоном i . Численно уклоны выражаются отношением разницы отметок в начале и конце участка к горизонтальной проекции линии, соединяющей эти точки. Уклон зависит от угла наклона линии к горизонту, но не измеряется в градусах или радианах. Математически уклон численно равен тангенсу угла наклона участка к горизонту. Величина уклона выражается в целых тысячных или промилле (‰), в процентах (%) как, например, на предупреждающих дорожных знаках «Крутой подъем» и «Крутой спуск», и в долях единицы (запись обычной десятичной дробью).

Пример: отметка в начале участка $H_1 = 50$ м,
отметка в конце участка $H_2 = 90$ м,
горизонтальная проекция участка - 1000 м.
Уклон будет равен:



$$i = \operatorname{tg} \alpha \frac{H_2 - H_1}{l} = 40\%_0 = 4\% = 0.04.$$

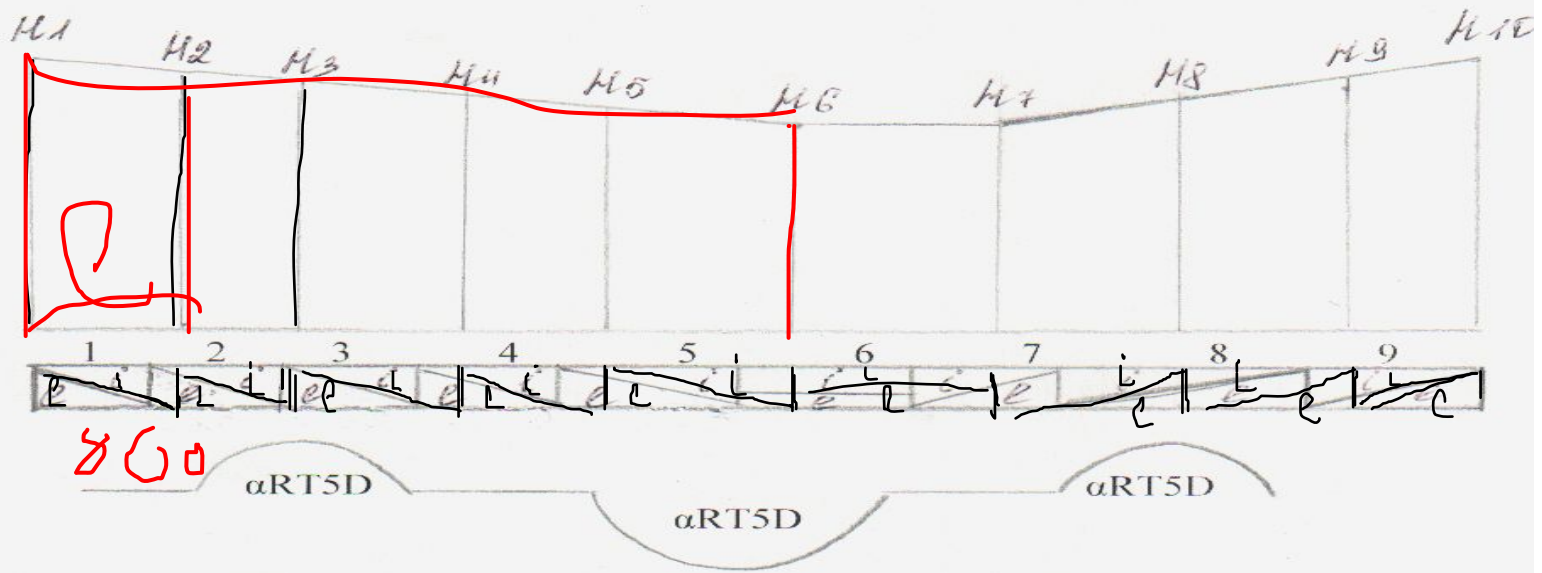
Это означает, что пройдя от точки 1 до точки 2 мы поднимемся на 40м. Если отметка H_1 была бы больше H_2 , при тех же значениях, мы спустились бы на 40м.

- *Руководящий подъём $i_{рук.}$* – подъём в грузовом направлении на прямом участке пути длиной более длины автопоезда, по которому определяется расчётная масса автопоезда при одиночной тяге и движении с равномерной скоростью.
- *Руководящий подъём* – это наибольший подъём в грузовом направлении для данной дороги. Он зависит от категории дороги и рельефа местности. Определяется $i_{рук.}$ действующими нормами проектирования автомобильных лесовозных дорог.
- *Максимальный спуск $i_{сп}$* устанавливается из соображений безопасности движения, для соблюдения условий полной остановки при торможении груженого автопоезда и доставки его в лес одиночной тягой. Обычно он на 20% больше руководящего подъема.
- *Вредные спуски $i_{вр}$* – спуски, на которых необходимо тормозить автопоезд, чтобы избежать недопустимого разгона автопоезда и излишне высоких, по условиям безопасности движения скоростей.
- *Безвредные спуски $i_б$* – спуски, на которых не требуется торможение.
- При движении автопоезда по кривой появляется дополнительное сопротивление движению. Удельное сопротивление от кривой принято выражать *эквивалентным уклоном $i_{эк.}$* Величина эквивалентного уклона определяется по эмпирическим (полученным опытным путем) формулам.

- При проектировании дороги на кривых руководящий и близкие к нему по величине уклоны уменьшают на величину эквивалентного уклона.
- Продольный профиль, совмещенный с условным планом дороги и нанесённым на нем геологическим разрезом, дает наглядную характеристику
- дороги, его используют при строительстве и эксплуатации дороги.
- Основными характеристиками продольного профиля являются:
 - - длина дороги,
 - - величина руководящего подъёма и максимального спуска,
 - - протяженность горизонтальных участков (площадок), подъёмов и спусков.
 - - *шаг проектирования* (минимальное расстояние между соседними переломами проектной линии продольного профиля),
 - - профильный объём земляных работ на 1км дороги.

- Продольный профиль (по эталону Гипролестранса). Подпрофильные обозначения (сетка продольного профиля):
 - 1 – ситуация; 2 – тип и толщина покрытия дорожной одежды;
 - 3 – грунт земляного полотна и его модуль деформации;
 - 4 – тип поперечного профиля земляного полотна;
 - 5 и 6 – уклоны и отметки левой канавы или резерва;
 - 7 и 8 – то же для правой канавы или резерва;
 - 9 – уклоны проектной линии;
 - 10 – отметки проектной линии (красные отметки);
 - 11 – отметки поверхности земли по оси дороги (черные отметки);
 - 12 – условный план дороги.

Спрямление продольного профиля дороги.



Крутизна спрямляемого элемента 2-3-4-5

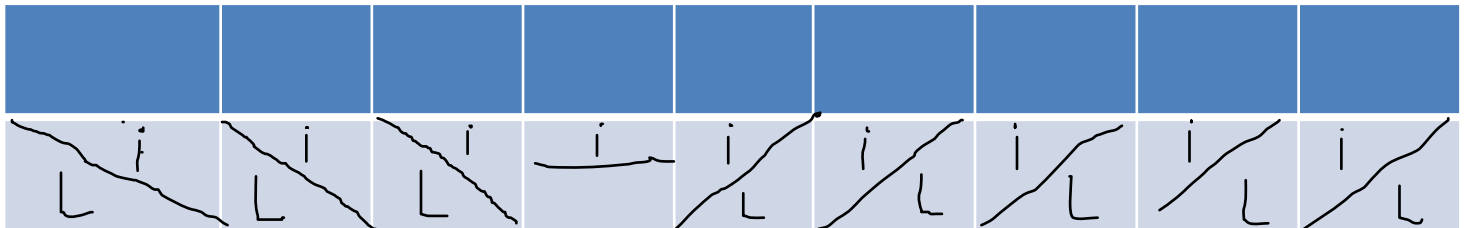
$$i_{\text{сп}} = \frac{H_1 - H_5}{S_{\text{сп}}} = \frac{110,07 - 98,47}{800 + 1200 + 1100 + 800} \cdot 1000 = \frac{11,6}{4000} \cdot 1000 = 2,9\%$$

Возможность спрямления элемента проводится формулой:

$$S_{\Sigma} \leq \frac{2000}{i_1 - i_2} (\Delta i)$$

Задача №3

- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
- H 92 91 91,5 90 90 90,5 91 91,5 92 92
- L 500 700 200 1000 600 500 400 500 1000

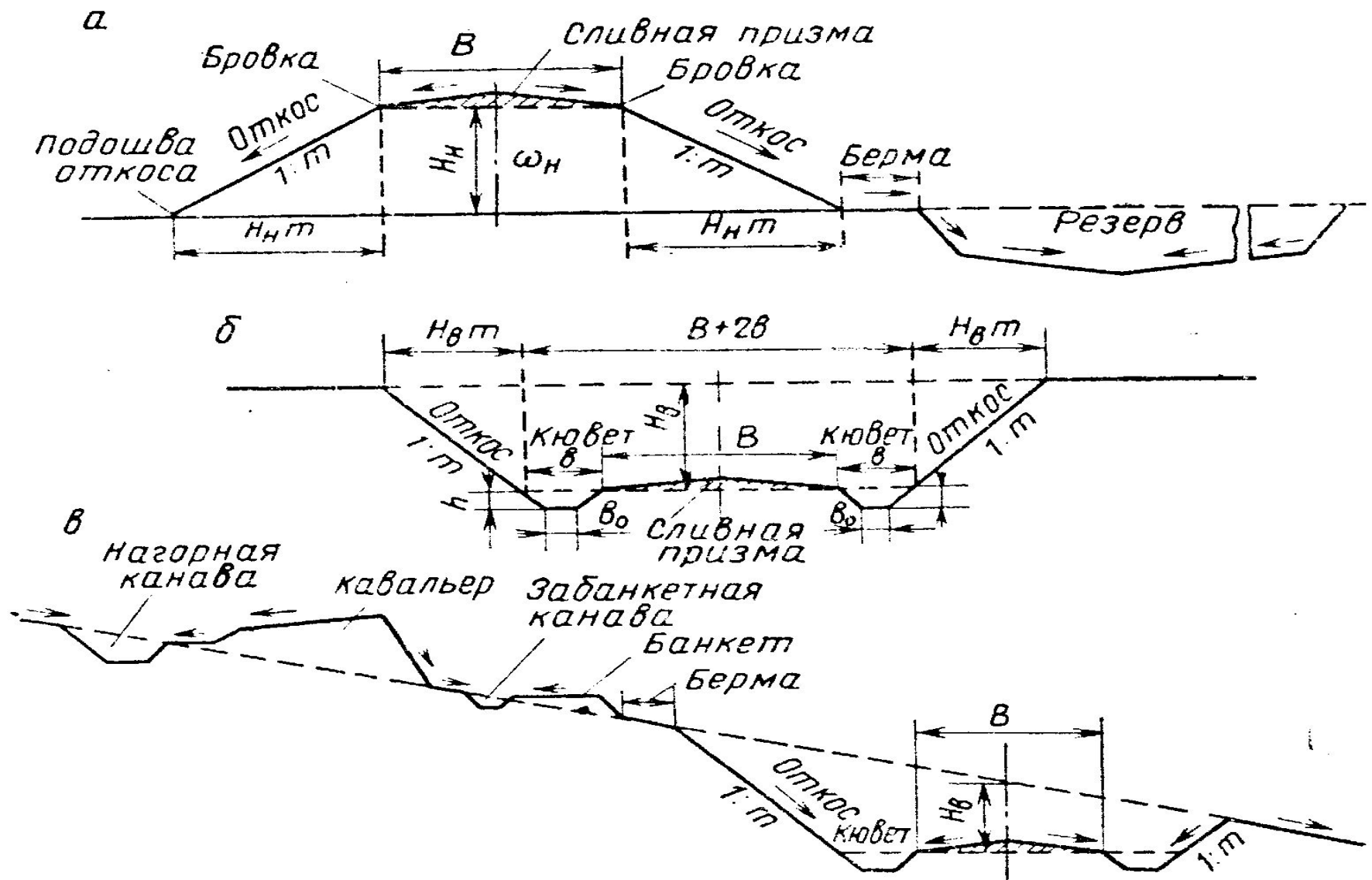


Поперечный профиль земляного полотна

- Поперечный профиль земляного полотна дает представление о конструкции и основных размерах земляного полотна. Основными формами земляного полотна являются насыпи, т.е. земляные сооружения, искусственно поднятые над уровнем местности, и выемки – искусственные понижения дороги по отношению к уровню местности. На косогорах применяют полунасыпи – полувыемки.

- На участках дороги, где по условиям рельефа местности и принятой величины руководящего подъема нет необходимости поднимать или опускать ось дороги, обычно назначают невысокую насыпь (0,5.....1,0 м) для улучшения водно-теплого режима дорожной конструкции и во избежание заноса ее снегом.

- Точки перехода насыпей в выемки называются *нулевыми*. В этих точках проектная отметка дороги равна отметке поверхности земли, а рабочая отметка равна нулю.



Поперечные профили земляного полотна:

а – насыпь; б – выемка; в – выемка на косогоре.

- На рисунке *а* представлена насыпь, а на рисунке *б* и *в* – выемки.
- *Ширина земляного полотна B* измеряется между бровками земляного полотна.
- *Высота насыпи H_n* или *глубина выемки H_v* измеряется по вертикали от поверхности земли на оси пути до линии, соединяющей бровки. Этот размер соответствует рабочей отметке.
- *Сливная призма* – часть земляного полотна, расположенная выше уровня бровок. Она предназначена для отвода воды с поверхности земляного полотна. На лесовозных автомобильных дорогах сливная призма имеет форму треугольника. На зимних лесовозных дорогах сливная призма не устраивается.
- *Откосами* называются боковые наклонные плоскости насыпей или выемок. Крутизна откоса

- К другим элементам земляного полотна относятся резервы, бермы, кюветы, кавальеры, banquetты, забанкетные канавы и др.
- **Резерв** – выемка, устраиваемая вдоль земляного полотна, откуда берется грунт для сооружения насыпи; резервы могут быть односторонние и двусторонние, т.е. устраиваться с одной или двух сторон земляного полотна. Придавая резервам определенный профиль, особенно их дну, чтобы исключить застой воды, их используют как водоотводные сооружения

- ***Берма*** – полоса поверхности земли между подошвой насыпи и откосом резерва, нужна для устойчивости дорожной конструкции.
- ***Кювет*** – боковая канава между откосом и земляным полотном выемки, предназначен для отвода воды от дорожной конструкции.
- ***Кавальер*** – насыпь из грунта, вынутого из выемки, поверхности которой придается поперечный уклон в нагорную сторону для стока воды; кавальер обычно располагается с нагорной стороны, предназначен для перехвата воды, поступающей со склона, при его устройстве также решается вопрос об использовании грунта выемки.
- ***Банкет*** – небольшая насыпь между бровкой выемки и кавальером с нагорной стороны с поперечным уклоном от выемки, также служит дополнительной защитой выемки от воды.
- ***Забанкетная канава*** – продольная канава для отвода воды, поступающей от банкета и частично от кавальера.

Площадь поперечного сечения насыпи (рис. а) может быть определена по формуле:

$$\omega_n = a + BH_n + mH_n^2,$$

где a – площадь сливной призмы, м²;

B – ширина земляного полотна, м;

H_n – высота насыпи, м;

m – коэффициент крутизны откоса.

Площадь сливной призмы на автомобильных дорогах определяется по формуле

$$a = \frac{iB^2}{4} \text{ м}^2,$$

где i – поперечный уклон поверхности земляного полотна, в долях единицы ($i = 0,01 \dots 0,03$).

Соответственно площадь выемки

$$\omega_{\text{в}} = 2k - a + (B + 2b)H_{\text{в}} + mH_{\text{в}}^2$$

м²,

где k – площадь поперечного сечения кювета, м²;
 b – ширина кювета поверху, м.

Определение объемов дорожных земляных работ

- К основным видам дорожных земляных работ относят:
 - - сооружение насыпей;
 - - разработку выемок;
 - - устройство водоотводных канав, дренажей и других водоотводных сооружений;
 - - планировку площадей для размещения остановочных пунктов и складов.

Объем земляных работ по формуле инженера Мурзо при $m=1,5$:

$$V = (B * H_{ср} + 1,625 H_{ср}^2) \alpha$$

где m – коэффициент крутизны откоса;

B – ширина земляного полотна;

H – рабочая отметка (высота насыпи или глубина выемки);

A – длина полотна дороги;

Ключевые слова

- Ширина дороги
- Длина дороги
- Продольный профиль
- Вираж
- Вертикальные кривые
- Дорожные одежды
- Колейные покрытия