

Лекция 4
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

1 Основные сведения о категориях железнодорожных линий

Железная дорога, как объект строительства или переустройства относится к сложным дорогостоящим сооружениям, расположенным в разнообразных природных условиях. Железнодорожные линии сооружаются для освоения новых районов и их природных богатств, разгрузки грузонапряженных направлений, сокращения пути и времени следования пассажиров и грузов.

Строительство и реконструкция железнодорожных линий выполняются по комплексным проектам, разрабатываемым проектными организациями.

В качестве исходных данных проектам предшествуют **изыскания**.

Целью изысканий являются изучение условий строительства и эксплуатации будущей дороги, сбор и подготовка необходимых материалов для проектирования.

Основная задача проектирования заключается в разработке наиболее рационального проекта новой железной дороги, которая бы полностью удовлетворяла потребности в перевозках с учетом их роста в перспективе.

Новые линии могут существенно отличаться по своему значению в работе сети железных дорог, размерам и характеру перевозок. В зависимости от этих факторов технические требования и нормы, которыми руководствуются при разработке проектов железнодорожных линий, дифференцированы.

Строительные нормы и правила, являющиеся основным руководством при проектировании, предусматривают деление новых железных дорог и подъездных путей колеи 1520 мм на несколько категорий. От категории линии зависят основные параметры и технические условия ее проектирования, мощность всех устройств линии.

В соответствии **СП 119.13330.2012 «Железные дороги колеи 1520 мм»** при проектировании предусматривается деление железнодорожных линий, в зависимости от характера и размера перевозок, на несколько категорий:

Скоростные магистрали – железнодорожные магистральные линии для движения пассажирских поездов со скоростью свыше 160 до 200 км/ч;

Магистрали с преимущественно пассажирским движением – магистральные линии для движения пассажирских поездов со скоростью до 160 км/ч;

Особогрузонапряженные магистрали – магистральные линии для большого объема грузовых перевозок (грузонапряженность свыше 50 млн ткм/км в год);

I категории относятся магистрали, обеспечивающие общегосударственные связи внутри страны или в сообщениях с другими странами, с приведенной грузонапряженностью от 30 до 50 млн ткм/км с долей пассажирских поездов более 20%;

II категории – магистрали, обеспечивающие межрайонные перевозки внутри страны или в сообщениях с другими странами, с грузонапряженностью от 15 до 30 млн ткм/км с долей пассажирских поездов от 10 до 20%;

III категории – линии, обеспечивающие перевозки регионального значения, осуществляющие внутри- и межобластные связи с грузонапряженностью от 8 до 15 млн ткм/км с долей пассажирских поездов от 10 до 15%;

IV категории – линии местного значения включения в общую сеть, расчетной годовой приведенной грузонапряженностью до 8 млн ткм/км и долей пассажирских поездов до 10%;

V категории – подъездные пути с организованным пассажирским движением и долей пассажирских поездов до 4%.

К IV категории и V категории относятся *малодеятельные* железнодорожные линии и участки. Малодеятельные убыточные линии делятся, в свою очередь, на четыре основных типа:

- 1) тупиковые линии с выходами на сеть с преобладанием местных перевозок немассовых грузов, отправляемых или получаемых многими грузоотправителями и грузополучателями;
- 2) тупиковые линии с преобладанием перевозок грузов, отправляемых или получаемых одним грузовладельцем или небольшой группой грузовладельцев;
- 3) линии с преобладанием пассажирского движения;
- 4) тупиковые линии нормальной колеи, построенные для вывоза природных ресурсов и утратившие свое значение в связи с исчерпанием этих ресурсов.

2 Трасса, план и продольный профиль ж.д. линии

Трасса железнодорожной линии характеризует положение в пространстве продольной оси пути на уровне бровок земляного полотна.

Проекция трассы на горизонтальную плоскость называется **планом**, а развертка трассы на вертикальную плоскость – **продольным профилем линии**.

Полоса земли вдоль трассы, отведенная для размещения железнодорожного пути и других устройств железной дороги, а также железнодорожных поселков и лесонасаждений, носит название **полосы отвода**.

Процесс прокладки трассы в ходе проектирования называется **трассированием линии**.

Постройке железных дорог предшествуют **изыскания и проектирование** их.

Идеальной была бы трасса, представляющая собой прямую в плане. Однако это не всегда возможно из-за необходимости подхода к населенным пунктам, обхода естественных препятствий (горы, озера, болота и т. п.), наличия неровностей земной поверхности и стремления удешевить строительство линии. Поэтому план железнодорожной линии проектируют в виде сочетания прямолинейных участков и кривых (рисунок 1), а продольный профиль – в виде горизонтальных участков, называемых **площадками**, и наклонных, именуемых элементами с уклонами (спуски и подъемы).

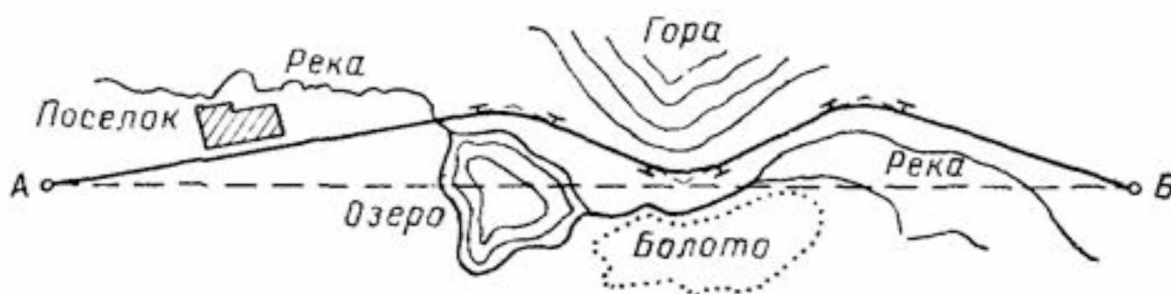


Рисунок 1 - План железнодорожной линии

2.1 План железнодорожной линии

К **элементам плана железнодорожной линии** относят:

- Прямые участки железнодорожной линии;
- Кривые участки железнодорожной линии, состоящие из круговых кривых (КК) и переходных кривых (ПК).

Основными **параметрами элементов плана железнодорожной линии** являются:

- Для прямых участков: длина;
- Для кривых участков:
 - угол поворота φ , зависящий от условий местности;
 - радиус кривой R , обусловленный категорией линии;
 - длина кривой K , $K = \pi R \varphi / 180$
 - тангенс кривой T , $T = R \cdot \operatorname{tg}(\varphi / 2)$
 - длина переходной кривой ln (определяется в зависимости от категории и R).

Кривые малого радиуса вызывают необходимость снижения скорости движения и удлинения линии, повышают сопротивление движению, боковой износ рельсов и колес подвижного состава, ухудшают видимость. Плохая видимость в кривых малого радиуса затрудняет ведение поездов машинистами локомотивов, требует привлечения дополнительного числа сигнальщиков для обеспечения безопасности при выполнении работ по содержанию и ремонту пути и контактной сети. Поэтому при проектировании новых железных дорог, в зависимости от категории линии и местных условий, выбирают радиусы кривых, соответствующие будущей категории железнодорожной линии.

2.2 Продольный профиль железнодорожной линии

К элементам продольного профиля железнодорожной линии относят:

- подъемы;
- площадки;
- спуски;
- вертикальные кривые

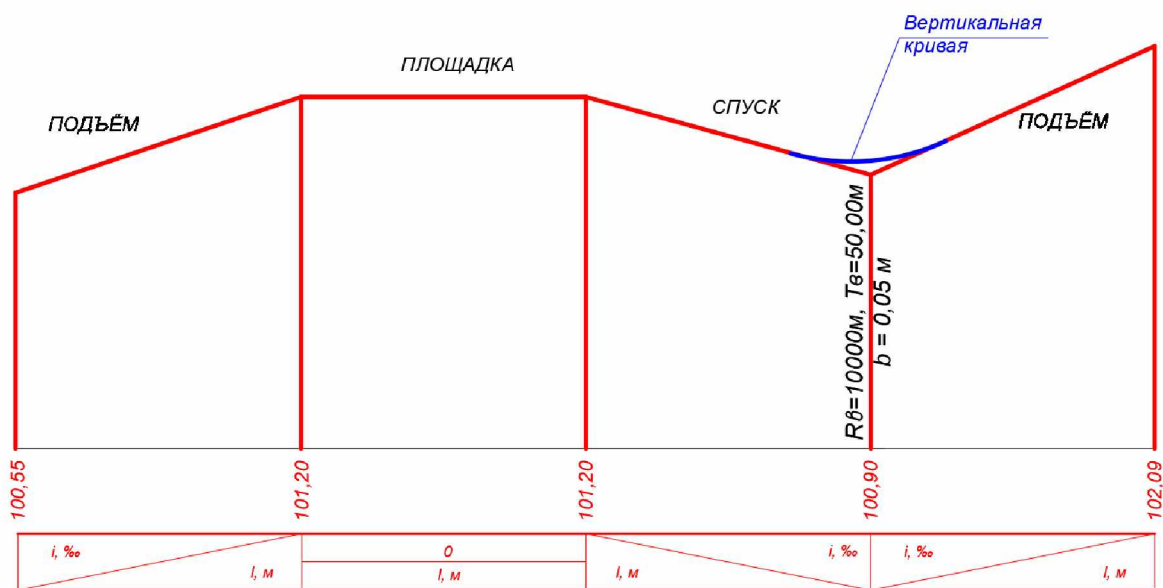


Рисунок 2 – Элементы продольного профиля и их параметры

Основными параметрами элементов продольного профиля железнодорожной линии являются:

- Крутизна уклона, i %;
- Длина элемента, l м;
- Радиус вертикальной кривой R_v , обусловленный категорией линии;
- Тангенс вертикальной кривой T_v , $T_v = R \cdot \Delta i / 2$.

Продольный профиль линии характеризуется крутизной уклонов его элементов и их длиной. Крутизна i , измеряемая в тысячных долях, представляет собой частное от деления разности h отметок конечных точек элемента профиля на его длину l (рисунок 2).

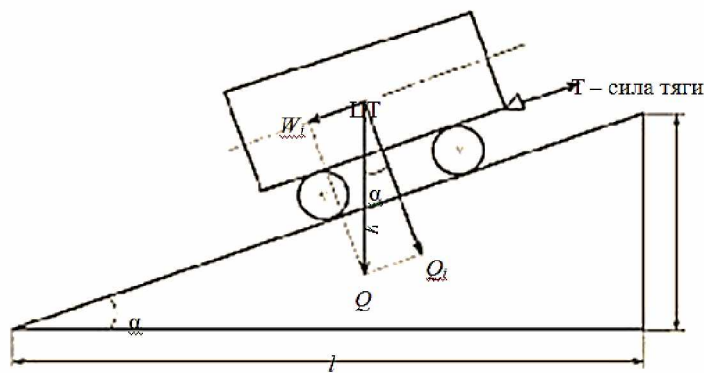


Рисунок 3 – Расчетная схема для определения крутизны уклона

На рисунке 3:

α – угол наклона элемента профиля к горизонту;

l – длина элемента профиля;

h – разность отметок конечных точек элемента профиля;

Q – масса поезда;

Q_i и W_i – составляющие Q .

Так, если $h = 5$ м, а $l = 5000$ м, то $i = 5/5000 = 0,001 = 1 \text{ ‰}$ или одна тысячная. От каждой единицы промилле дополнительное сопротивление движению равно 1 кгс/т. Из рисунка 2 видно, что уклон создает дополнительное сопротивление движению поезда на подъеме:

$$W = Q \sin \alpha \approx Q \operatorname{tg} \alpha \approx Q i \cdot 10^{-3},$$

где Q – масса поезда; i – крутизна уклона.

От крутизны уклона зависит масса поезда, поэтому при проектировании железных дорог стремятся обеспечить возможно меньшее ее значение. Одним из основных параметров железнодорожной линии является ее *руководящий уклон*, представляющий собой наибольший затяжной подъем, по величине которого устанавливают норму массы поезда при одиночной тяге и минимальной расчетной скорости движения. В сложных топографических условиях, когда на протяжении не менее перегона уклон местности значительно превышает руководящий, применяют так называемый *уклон кратной тяги*, который поезд расчетной массы проходит с несколькими локомотивами.

- Вопросы для самоконтроля к лекции 4
 1. По каким признакам определяются категории железных дорог?
 2. Что такое план и профиль железнодорожного транспорта?
 3. Что такое трасса?
 4. Нарисовать план и профиль железнодорожной линии