

2015

ЛЕКЦИЯ №8



01.02.2015

ЛЕКЦИЯ №8

«Проектирование реконструкции продольного профиля. Нанесение проектной линии»

Содержание лекции:

1. Определение зоны прохождения проектной головки рельса
2. Проектирование проектной головки рельса

Литература

1. Определение зоны прохождения проектной головки рельса

Роль проектной линии выполняет проектная головка рельса (ПГР). Для лучшей ориентировки при нанесении проектной линии на утрированный продольный профиль наносят расчетный уровень головки рельса (РГР). РГР определяет необходимое изменение уровня СГР в связи с реконструкцией железнодорожной линии.

В практике проектирования применяется следующее неравенство, которому должна отвечать проектная линия

$$РГР_{\max} \geq ПГР \geq РГР, \quad (1)$$

где $РГР_{\max}$ - максимальный уровень расчетной головки рельса, обеспечивающий размещение проектной балластной призмы на существующем земляном полотне

$$РГР_{\max} = НБС + h_{\max} + 0.05 + h_p + h_{\text{под}} + h_{\text{пр}} \quad (2)$$

где h_{\max} - максимально допустимая величина балластной призмы из условия ее размещения на существующем земляном полотне

$$h_{\max} = \frac{B_c - a_{\text{бп(н)}} - 2b_{\min}}{2 \times m}, \quad (3)$$

где B_c - ширина существующего земляного полотна;

$a_{бн(н)}$ – ширина новой (проектной) балластной призмы;

b_{min} – минимальная ширина обочины ($b_{min} = 0,5$ м);

m - заложение откоса.

Таким образом, «коридор», в котором целесообразно располагать проектную головку рельса, позволяет избежать подрезок земляного полотна и располагать проектную балластную призму на существующем земляном полотне, без дополнительных работ по его уширению (рис.1).

В качестве основного параметра, ограничивающего уровень $РГР_{max}$, может быть принята ширина основной площадки существующего земляного полотна, а на электрифицированных линиях на уровень $РГР_{max}$ может оказывать влияние и высота подвески контактного провода. В этом случае, уровень $РГР_{max}$ определится с учетом минимально допустимой высоты подвески контактного провода.

Высота подвески контактного провода над уровнем верха головки рельса должна быть на перегонах и станциях не ниже 5750 мм, а на переездах не ниже 6000 мм.

В исключительных случаях на существующих линиях это расстояние в пределах искусственных сооружений, расположенных на путях станций, на которых не предусматривается стоянка подвижного состава, а также на перегонах с разрешения МПС России может быть уменьшено до 5675 мм при электрификации линии на переменном токе и до 5550 мм — на постоянном токе.

Высота подвески контактного провода не должна превышать 6800 мм.

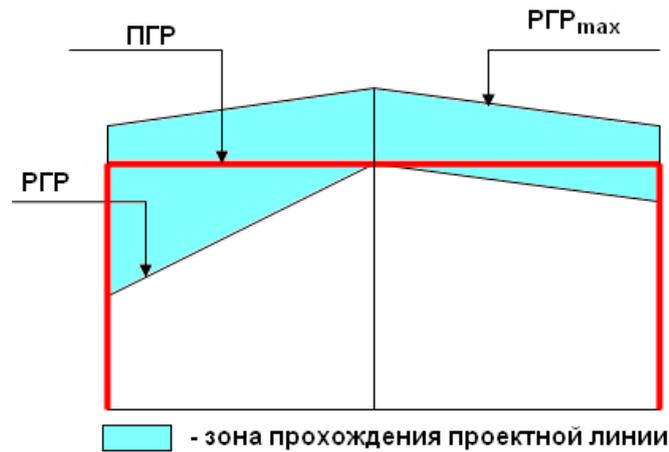


Рис.1. Схема расположения проектной головки рельса

В результате реконструкции СГР занимает новое положение, которое и называется ПГР. Такие изменения достигаются путем подъёмки пути на балласт, либо срезки существующего балласта при достаточной его мощности или подъёмки и срезки существующего земляного полотна, а так же за счет изменения высоты рельсошпальной решетки.

Для **первого расчетного случая** при соблюдении условия (формула 1) величина срезки или досыпки определится:

1) Если $ПГР \geq РГР$

при $h_{сб} \geq 0,20$ м, то исправление профиля осуществляется за счет досыпки песчаного балласта

$$h_{досыпки} = ПГР - РГР, \quad (4)13$$

при $h_{сб} < 0,20$ м, то

$$h_{досыпки} = ПГР - РГР + 0,2 - h_{сб}, \quad (5)$$

2) Если $ПГР < РГР$

при $h_{сб} \geq 0,20$ м, делается срезка существующего песчаного балласта, если она не превышает излишнего балласта нормативной песчаной подушки и срезка песчаного балласта и земляного полотна, если она превышает толщину излишнего балласта

$$h_{\text{срезки}} = \text{РГР} - \text{ПГР} \quad (6)$$

Например:

А) $h_{\text{сб}} = 0,35\text{м}$; $\text{ПГР} = 123,45\text{м}$; $\text{РГР} = 123,50\text{м}$.

Решение: $h_{\text{срезки}} = 123,50 - 123,45 = 0,05(\text{м})$.

Излишняя толщина песчаной подушки = $0,35 - 0,20 = 0,15\text{м}$.

Срезка может осуществляться за счет излишнего балласта.

Ответ: срезка песчаного балласта $0,05\text{ м}$.

Б) $h_{\text{сб}} = 0,21\text{м}$; $\text{ПГР} = 123,40\text{м}$; $\text{РГР} = 123,60\text{м}$.

Решение: $h_{\text{срезки}} = 123,60 - 123,40 = 0,20(\text{м})$.

Излишняя толщина песчаной подушки = $0,21 - 0,20 = 0,01\text{м}$.

Срезка может осуществляться за счет излишнего балласта и земляного полотна.

Ответ: срезка песчаного балласта $0,01\text{ м}$ + срезка основной площадки земляного полотна $0,19\text{ м}$.

при $h_{\text{сб}} < 0,20\text{м}$ величина срезки определяется по формуле (6) и осуществляется за счет основной площадки земляного полотна.

Для **второго расчетного случая** при соблюдении условия (формула 1) величина срезки или досыпки определится:

при $h_{\text{щ}} \geq h_{\text{щ(норм)}}$

1) Если $\text{ПГР} \geq \text{РГР}$, то исправление профиля осуществляется за счет досыпки щебеночного балласта и определяется по формуле (4) - $h_{\text{досыпки}} = \text{ПГР} - \text{РГР}$,

2) При $\text{ПГР} < \text{РГР}$, делается срезка существующего щебеночного балласта, если она не превышает излишней толщины щебеночного балласта и срезка щебеночного балласта и земляного полотна, если она превышает толщину излишнего слоя щебеночного балласта. Величина срезки определяется по формуле (6) - $h_{\text{срезки}} = \text{РГР} - \text{ПГР}$

при $h_{щ} < h_{щ(норм)}$,

1) Если $ПГР \geq РГР$, то исправление профиля осуществляется за счет досыпки щебеночного балласта и определяется по формуле (4) -

$$h_{досыпки} = ПГР - РГР + h_{щ}^{np} - h_{щ}^c$$

2) При $ПГР < РГР$, величина срезки, определенная по формуле (6) $h_{срезки} = РГР - ПГР$ может быть осуществлена только за счет основной площадки земляного полотна.

Следует помнить, что срезки основной площадки земляного полотна не желательны и их следует избегать, так как это приводит к потере существующего балласта. Исключение могут составлять участки, требующие полной замены существующего загрязненного балласта или участки подхода к существующим мостам с безбалластной проезжей частью, на которых $ПГР = СГР$ (рис.2).

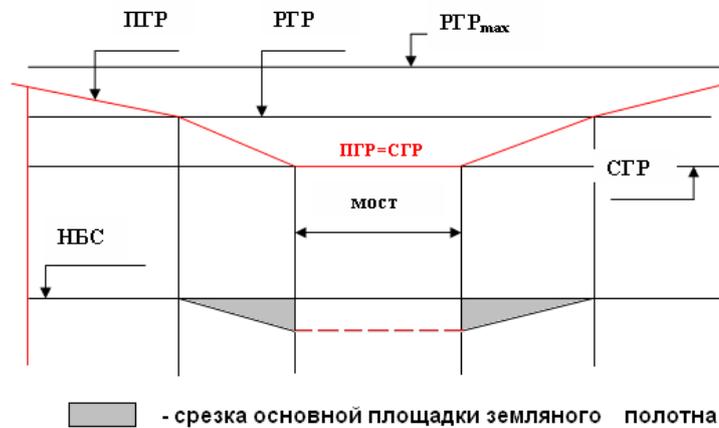


Рис.2. Схема расположения ПГР на подходе к мосту

2 Проектирование проектной головки рельса

На утрированный профиль наносятся линии земли (ОЗ), низа балластного слоя (НБС), существующей головки рельса (СГР), расчетной головки рельса (РГР) и проектной головки рельса (ПГР).

Уклоны элементов и их длина сначала подбираются применительно к условию $РГР_{\max} \geq ПГР \geq РГР$, а затем уточняется положение переломов и значение уклонов, которые округляются до 0,1‰. Проектные отметки подсчитываются на каждом пикете и на плюсовых точках. Проектирование продольного профиля ведется из условия обеспечения плавности, безопасности и бесперебойности движения, в соответствии с действующими нормами [1].

Отличительной особенностью нанесения проектной линии при реконструкции железной дороги, является возможность применения менее жестких нормативов, которые применяются при проектировании новых железных дорог. Такие смягченные нормы позволяют сократить объемы реконструктивных работ и, как правило, оговариваются в примечаниях к нормам [1]. Следует помнить, что при реконструкции роль проектной линии играет не бровка земляного полотна, а проектная головка рельса.

При нанесении проектной линии на средних и больших мостах (с безбалластной проезжей частью) отметки существующей головки рельса (СГР) должны быть сохранены или увеличены на разность высоты существующего и проектного рельса:

$$ПГР = СГР + \Delta h_p \quad (7)$$

где Δh_p – разность высот проектного и существующего рельсов.

На малых мостах, где путь уложен на балласте, можно допустить подъемки на 10–15 см за счет увеличения толщины балласта,

$$\text{ПГР}=\text{СГР}+(0,10 - 0,15)\text{м}$$

При оптимальной толщине балластного слоя под шпальной подошвой 25 см, в необходимых случаях допускается толщина 20 см. Нежелательно устройство слоя толщиной более 30 см, так как это приводит к значительному увеличению постоянной нагрузки на мостовое сооружение.

На мостах с безбалластной проезжей частью подъемка на 10–15 см может осуществляться и за счет поднятия пролетного строения.

Водопропускные трубы, как правило, допускают подъемку до 1 м и более, если только проектная балластная призма сможет быть размещена на основной площадке существующего земляного полотна. При исправлении продольного профиля за счет земляного полотна в этом случае может потребоваться удлинение водопропускных труб.

Как и при проектировании продольного профиля новых железных дорог, проектировщик должен контролировать условие размещения вертикальных кривых вне переходных кривых и вне зоны пролетных строений путепроводов и мостов с безбалластной проезжей частью.

Так как при вычислении отметок головки рельса (ПГР) имеет значение каждый сантиметр, необходимо внести поправку на сопрягающую вертикальную кривую.

Для этого на продольном утрированном профиле фиксируются начало и конец вертикальной кривой по значению тангенса вертикальной кривой, T_B

$$T_B = \frac{R_B \cdot \Delta i}{2000}, \quad (8)$$

где R_B - радиус вертикальной кривой, м (принимается по нормам [1] в зависимости от категории железной дороги);

Δi - алгебраическая разность сопрягаемых уклонов в рассматриваемом переломе продольного профиля, ‰.

Поправка на вертикальную кривую согласно [1] вводится при разнице уклонов смежных элементов:

$\Delta i \geq 2.3\text{‰}$ на дорогах I и II категории (при $R_B = 15000\text{м}$);

$\Delta i \geq 2.8\text{‰}$ на дорогах III категории (при $R_B = 10000\text{м}$);

$\Delta i \geq 4,0\text{‰}$ на дорогах IV категории (при $R_B = 5000\text{м}$).

Поправка к пикетам и плюсовым точкам Y , м расположенным в пределах вертикальной кривой определится по формуле

$$Y = \frac{X^2}{2R_B}, \quad (9)$$

где X - расстояние от начала или конца вертикальной кривой до рассматриваемой точки, в которой определяется поправка, м.

Например: Расчет поправок на вертикальные кривые на дороге I категории при $R_B = 15000\text{м}$.

$$\text{ПКЗ} \quad \Delta i = 5,9\text{‰} \quad T_B = \frac{15000 \cdot 5,9}{2000} = 44,25\text{м}.$$

Поправка в точке перелома продольного профиля

$$y = \frac{44,25^2}{2 \cdot 15000} = 0,065 \text{ м.}$$

ПК34 $\Delta i = 6,4 \text{ ‰}$ $T_B = \frac{15000 \cdot 6,4}{2000} = 48 \text{ м.}$

Поправка в точке перелома продольного профиля

$$y = \frac{48^2}{2 \cdot 15000} = 0,077 \text{ м.}$$

Полученная поправка прибавляется к ранее подсчитанной проектной отметке (без учета постановки вертикальных кривых), если перелом профиля вогнутый, и вычитается из ранее подсчитанной отметки, если перелом выпуклый.

Если существующий песчаный балласт загрязнен, то его можно использовать в пути в качестве подушки под щебень при загрязненности не более 15% (при ракушечном балласте — предельная загрязненность -20%). Существующий щебень может использоваться в пути при загрязненности до 40% (иначе очистка не окупится).

При нанесении проектной линии на загрязненном балласте уровень РГР считаем по правилам, изложенным выше. Процесс очистки с потерей существующего балласта и с дополнением его до существующего или проектного уровня отразится в стоимости работ и в расходе балластного материала.

При нанесении проектной линии по первому расчетному случаю можно срезать излишний песчаный балласт (то есть все, что более 20 см). Это позволит позднее при очередных ремонтах иметь возможность делать небольшие подъемки.

При проектировании продольного профиля не желательно повсеместно занижать длину элемента продольного профиля до 200 м.

На участках, где значительные подъемки требуют уширения земляного полотна, целесообразно рассмотреть вопрос срезки на предшествующих участках.

При проектировании продольного профиля на некоторых элементах во избежание больших подъемок и подрезок за счет земляного полотна, целесообразно рассмотреть вопрос проектирования инерционных уклонов (уклонов круче руководящего). Возможность применения таких уклонов

должна подтверждаться тяговыми расчетами с построением кривой скорости и проверкой возможности преодоления крутых уклонов поездами с заданной весовой нормой.

Процесс нанесения проектной линии завершается определением толщины дренирующего слоя. Такой расчет необходим при переустройстве однопутной линии в двухпутную. Применение дренирующего слоя d , м под строящимся вторым путем позволяет сократить объем потребного балластного материала, путем его замены на дренирующий грунт (рис.6).

Ниже приведена формула подсчета толщины дренирующего слоя для **первого расчетного случая**

$$d = h_{сб} \pm h_{дос,ср} - 0,20, \quad (10)$$

где $h_{дос,ср}$ - величина досыпки или срезки существующего песчаного балласта, м;

0.20 – толщина нормативной песчаной подушки, м.

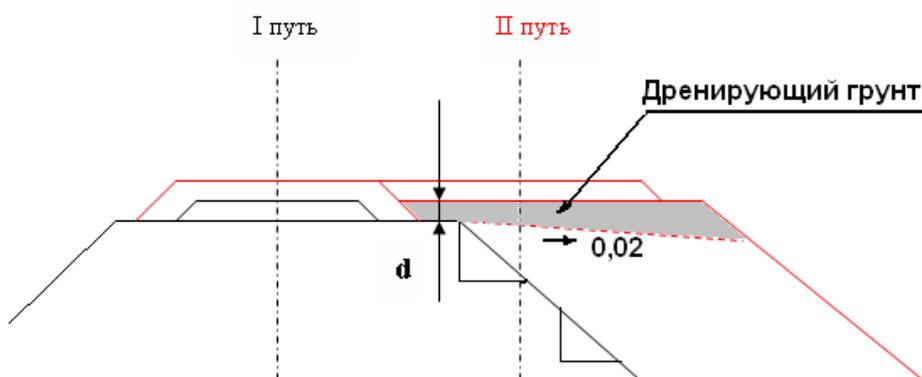


Рис.6. Схема сооружения второго пути с дренирующим верхним слоем

Расчет основных отметок (РГР, ПГР), срезок и досыпок для исправления продольного профиля отражается в графических материалах на утрированном продольном профиле.

Утрированный продольный профиль является рабочим документом. Окончательное решение по проектированию продольного профиля выдается на подробном профиле.

Список литературы

1. СП 237.1326000.2015 Инфраструктура железнодорожного транспорта. Общие требования.
2. СП 119.13320.2017 Железные дороги колеи 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 32-01-95
3. Распоряжение ОАО «РЖД» от «18» 01 2013 г. № 75р «Технические условия на работы по реконструкции (модернизации) и ремонту железнодорожного пути»- Москва, 2013. 124с.
3. Миронов В.С., Гороховцев Б.И., Турбин И.В. Проектирование реконструкции железной дороги: Методические указания к курсовому проектированию / Под редакцией В.С. Миронова. – М.: МИИТ, 2007. – 99 с.
3. Изыскания и проектирование железных дорог: Учебник для вузов /Под ред. И.В.Турбина. – М.: Транспорт, 1989. 479 с.