

УДК 625.1.002

Естеу Назерке Арыстанбекқызы – магистрант (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышбаева)

АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ПУТИ НА ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ

По конструкции и состоянию путь должен быть прочным и устойчивым и обеспечивать плавность движения поездов при наибольших скоростях, а также бесперебойность и безопасность.

Прочность – это способность конструкции выдерживать заданную нагрузку не разрушаясь.

Устойчивость – свойство конструкции сохранять при действии внешних сил заданную форму равновесия.

При расчетах пути на прочность и устойчивость приходится обращаться к большому количеству справочников, учебников, чтобы найти необходимые данные, например коэффициенты и другие исходные.

Целью статьи является объединить эти необходимые данные в одном источнике т.е. все характеристики пути, необходимые для расчета.

В таблица 1 приведены значения характеристик рельсов, применяемых в РК.

Таблица 1 – Значения характеристик рельсов, применяемых в РК

Характеристика	Тип рельсов			
	Р43 (ГОСТ 7173-54)	Р50 (ГОСТ 7174-75)	Р65 (ГОСТ 8161-75)	Р75 (ГОСТ 16210-77)
q - масса 1 м, кг	44,65	51,67	64,72	74,44
F - площадь поперечного сечения, см ²	57,00	65,99	82,65	95,06
Количество металла в элементах рельса, %:				
в головке				
в шейке	42,83	38,12	34,11	37,44
в подошве	21,31	24,46	28,52	26,53
J - момент инерции поперечного сечения, см ⁴ , отдельности:	35,86	37,42	37,37	36,03
горизонтальной оси				
вертикальной оси	1489	2011	3540	4490
W - момент сопротивления, см ³ :	260	375	564	661
по низу подошвы				
по верху головки	217	285	435	509
по боковой грани подошвы	208	247	358	432
$\frac{B}{H}$ отношение ширины В подошвы к высоте Н рельса	45	55	75	88
Н - высота рельса, мм:	0,814	0,868	0,833	0,781
-общая	140	152	180	192
-головки	42	42	45	55,3
-шейки	71	83	105	104,4
-подошвы	27	27	30	32,3
в - ширина головки, мм:				
-по верху	70	70	72,8	71,8
-по низу	70	71,9	75	75
В - ширина подошвы, мм	114	132	150	150
h - толщина шейки(минимальная), мм	14,5	16	18	20

На рисунке 1 приведены размеры рельсов.

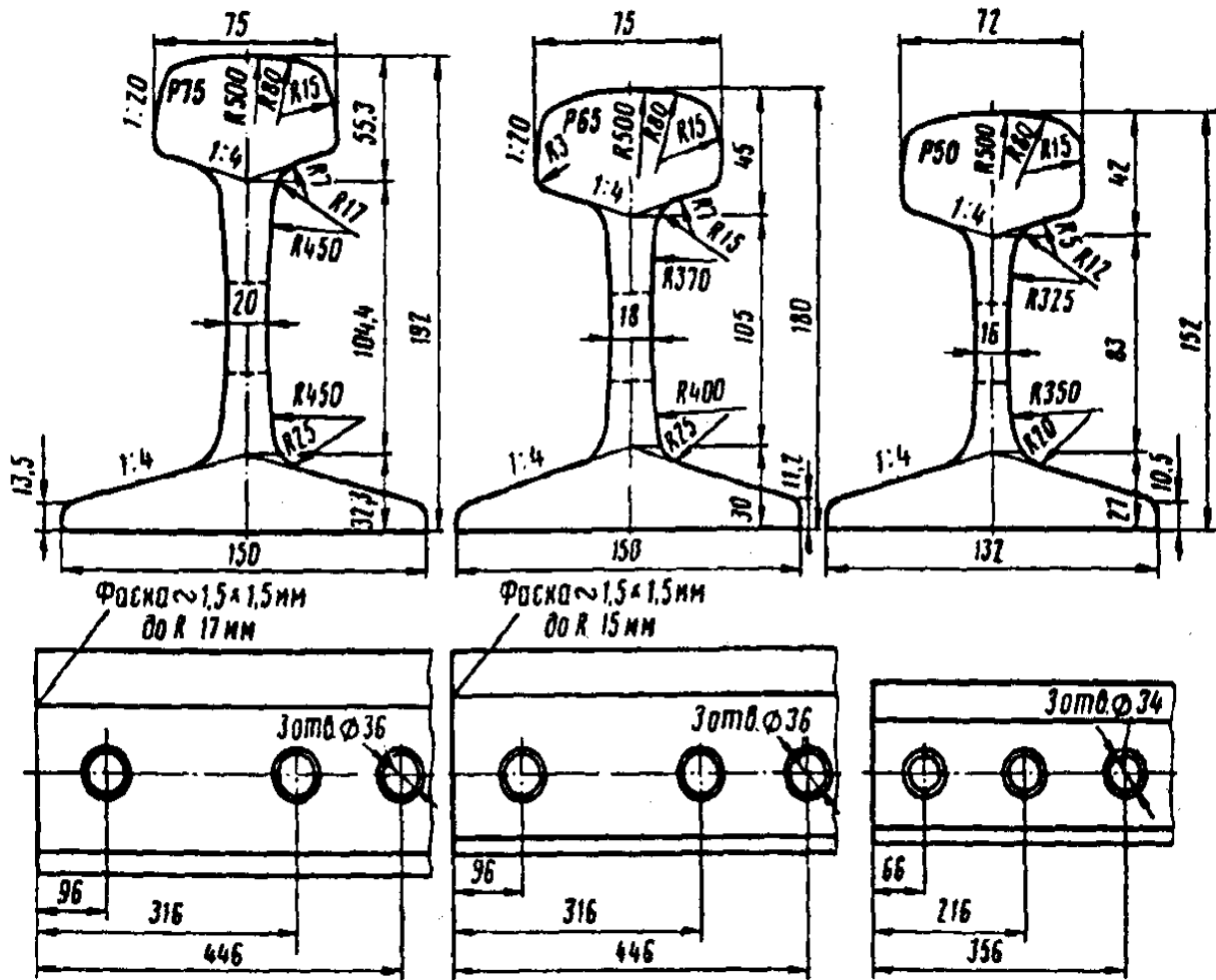


Рисунок 1 – Рельсы типа P75, P65, P50

Модуль упругости рельсовой стали $E=2,1 \cdot 10^5$ Мпа

α - коэффициент линейного расширения равный 0,0000118 на 1°C

ϕ - коэффициент трения стали по стали $\phi=0,200$

0,00118 – величина удлинения 1 пог.м рельса в мм при увеличении температуры на 1°C

r_1 – радиус кривой сопряжения поверхности катания с боковыми гранями головки :

$$r_1 = 13 \text{ мм} - \text{для } P75, 65, 50 \quad (1)$$

r_2 – радиус кривой сопряжения боковых граней головки рельса с нижними гранями головки рельса:

$$\begin{aligned} r_2 &= 2,5 \text{ мм} - \text{для } P75, 65, 50 \\ r_2 &= 2,0 \text{ мм} - \text{для } P43 \end{aligned} \quad (2)$$

r_3 – радиус кривой сопряжения нижних граней головки с шейкой:

$$\begin{aligned}
 r_3 &= 7\text{мм}, r_3^1 = 17\text{мм} - \text{для } P75 \\
 r_3 &= 7\text{мм}, r_3^1 = 15\text{мм} - \text{для } P65 \\
 r_3 &= 5\text{мм}, r_3^1 = 12\text{мм} - \text{для } P50
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$R_{ш}$ - радиус криволинейной грани шейки рельсов:

$$\begin{aligned}
 R_{ш} &= 450\text{мм} - \text{для } P75 \\
 R_{ш} &= 400\text{мм} - \text{для } P65 \\
 R_{ш} &= 350\text{мм} - \text{для } P50
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

r_4 - радиус сопряжения шейки с подошвой:

$$\begin{aligned}
 r_4 &= 25\text{мм} - \text{для } P75,65 \\
 r_4 &= 20\text{мм} - \text{для } P50
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

α - угол наклона нижней грани головки и верхней грани подошвы рельса к горизонту. Наклон:

$$\begin{aligned}
 1:n &= \text{tg}\alpha \\
 1:n &= 1:4 - \text{для } P75,65,50 \\
 1:n &= 1:3 - \text{для } P43
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

r_5, r_6 - радиус сопряжения верхней и нижней поверхностей с вертикальными гранями подошвы. Для всех рельсов $r_5 = 4\text{мм}, r_6 = 2\text{мм}$

Верхняя поверхность подошвы рельса с наклоном:

$$\begin{aligned}
 1:K & \\
 1:K &= 1:4 - \text{для } P75,65 \\
 1:K &= 1:3 - \text{для } P43
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

U - модуль упругости под рельсового основания:

$$\begin{aligned}
 U_{\text{дер., лето}} &= 15 - 50\text{МПа} \quad (\text{обычно} \quad 25 - 27\text{МПа}) \\
 U_{\text{дер., зима}} &= 100 - 200\text{МПа}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

U - это погонный упругий отпор основания, отнесенный к единице прогиба.

$E * J$ - это физико-геометрический фактор жесткости.

- Объемный вес рельсовой стали $= 7,83 \text{ Т/м}^3$

- Предел прочности при растяжении рельсов для Р65, Р50, Р43 первого сорта не менее 80 кг с/мм^2 . Второго сорта не менее 70 кг с/мм^2

Различает при линии (оси):

1) Нейтральная ось

2) Линия центра

3) Ось болтового отверстия

Жесткость пути $Жл = 50 - 200 \text{ кН/мм} (500 - 2000 \text{ кН/см})$

Зимой $Жл$ в 2-4 раза больше.

Одним из важных параметров при выборе модели является жесткость пути. Она существенно влияет на силы взаимодействия пути и подвижного состава и далее на интенсивность накопления остаточных деформации. Жесткость пути зависит от модуля упругости подрельсового основания и различна для зимних и летних условий.

Однако жесткость стрелочных переводов несколько отличается от жесткости пути на перегонах. Так, профессор В.Ф. Яковлев рекомендует вертикальную жесткость стрелочных переводов примерно в два раза больше, чем жесткость обычного пути. Согласно его исследованиям, жесткость стрелочных переводов находится в пределах 27388 - 57800 кгс/см. Предложенная им приведенная жесткость стрелочного перевода определяется по формуле:

$$I_0 = I_1 + k_0 I_2 \quad (9)$$

где I_1, I_2 – соответственно моменты инерции нагруженных и ненагруженных рельсов на данном бруске; k_0 - коэффициент, учитывающий долю сопротивления изгибу ненагруженного рельса при изгибе нагруженного. Этот коэффициент определяется приближенно как отношение прогиба нагруженного рельса к прогибу ближайшего к нему нагруженного рельса при прогибе стрелочного прогиба.

При установлении допусков устройства и содержания рельсовой колеи стрелочных переводов следует обеспечить прочность и устойчивость элементов стрелочного перевода и, конечно, безопасность движения поездов с установленными скоростями.

Основные особенности, влияющих на взаимодействия стрелочных переводов и подвижного состава: повышенная неравноупругость подрельсового основания, интенсивное накопления остаточных деформаций земляного полотна и балластного слоя, наличие значительных геометрических и силовых неровностей в пределах стрелочного перевода.

J_u – момент инерции поперечного сечения шпалы, см⁴:

$$J_u = \frac{b * h^3}{12} \quad (10)$$

где b – ширина постели шпалы

h – толщина шпалы

f_1 - коэффициент трения деревянной шпалы о балласт (для щебня – 0.45).

Выводы. Расчеты пути, находящегося под воздействием, многочисленных факторов, требуют предварительного изучения этих воздействий. Поэтому сначала рассматривается воздействия подвижного состава, природно-климатические факторы и собственные воздействия, затем характеристики пути, необходимые для расчета, после этого – методы расчета пути на прочность, устойчивость и долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Железнодорожный путь: Учебник для вузов ж.-д. трансп. – 3-е изд., перераб. и доп. Г.М.Шахунянц. – М.: Транспорт, 1987.-479 с.
2. Железнодорожный путь: учеб. / Т. Г. Яковлева [и др.]; под ред. Т. Г. Яковлевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 407 с.
3. Путь и путевое хозяйство железных дорог США. Справочник: Пер. с англ./ Под ред. С.И.Финицкого, И.А.Недорезова, М. : Транспорт, 1987, – 216 с.
4. Железнодорожный путь: учебник/ Е.С.Ашпиз, А.И.Гасанов, Б.Э.Глюзберг и др.; под ред. Е.С.Ашпиза.-М.:ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013.-544 с.