

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
(ОСЖД)**

I издание

Разработано совещанием экспертов Комиссии ОСЖД  
по инфраструктуре и подвижному составу  
с 25 по 27 марта 2003 г., в г. Варшава

Утверждена совещанием Комиссии ОСЖД  
по инфраструктуре и подвижному составу  
с 27 по 30 октября 2003 г., в г. Варшава

Дата вступления в силу: 30 октября 2003 г.

**Р  
742/1**

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ЕДИНОЙ МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ  
ЖЕСТКОСТИ И ВЕРТИКАЛЬНОГО МОДУЛЯ УПРУГОСТИ  
ПУТИ И УСТАНОВЛЕНИЯ ИХ РАЦИОНАЛЬНЫХ  
ЗНАЧЕНИЙ**

## РЕКОМЕНДАЦИИ

### по единой методике определения рационального модуля упругости пути и рациональной жесткости элементов крепления

#### 1. Принятые термины и обозначения

$P_{\text{длин}}$  – вертикальная составляющая силы, действующей от колеса на рельс;

$Q_1, Q_2$  – вертикальная сила, передаваемая от рельса на опору, соответственно  $Q_1$  – по одной рельсовой нити,  $Q_2$  – по второй рельсовой нити;

$q_p$  – распределенная по длине рельса вертикальная нагрузка от подвижного состава (сила  $P_{\text{длин}}$  отнесенная к единице длины упругой волны прогиба рельса);

$q_Q$  – распределенная по длине вертикальная сила давления от рельса на подрельсовые опоры (сила  $Q$ , отнесенная к единице длины упругой волны длины рельса);

$q_{Q\text{бo}}$  – распределенная по длине вертикальная сила давления от шпал на балласт (это сила  $Q$ , уменьшенная работой, затраченной на изгиб и сжатие шпал);

$B$  – длина шпалы (или бруса);

$b$  – ширина нижней постели шпалы (или бруса);

$h$  – высота шпалы;

$l$  – расстояние между осями шпал (или брусьев);

$Z_p$  – смещение подошвы рельса в вертикальном направлении;

$Z_{ш-i}$  – смещение подошвы шпалы в вертикальном направлении в  $i$ -ом сечении;

$Z_{ш-p}$  – смещение подошвы шпалы в подрельсовом сечении;

$Z_{ш}$  – смещение подошвы шпалы, средневзвешенное по длине;

$\alpha$  – коэффициент изгиба шпал;

$C_b$  – коэффициент упругого сжатия подшпального основания, называемый «коэффициентом постели» шпалы;

$C_{Z_0}$  – суммарная вертикальная жесткость точечной опоры;

$C_{Z\text{бo}}$  – вертикальная жесткость подшпального основания, включая балластный слой и земляное полотно;

$C_{Z_{ш}}$  – составляющая жесткости точечной опоры, зависящая от сжатия и смятия шпалы;

$C_{Z_{ш}}^{\text{сж}}$  – составляющая жесткости точечной опоры, зависящая от вертикального сжатия шпалы;

$C_{Z_{ш}}^{\text{см}}$  – составляющая жесткости точечной опоры, зависящая от смятия шпалы под подкладкой;

$C_{зск}$  - составляющая жесткости точечной опоры, зависящая от упругих свойств скрепления;

$C_{зр}$  - суммарная вертикальная жесткость пути (по одной рельсовой нити), учитывающая упругую работу всей конструкции пути, включая рельсы, шпалы и скрепления, балласт и земляное полотно;

$U_{зр}$  - суммарный вертикальный модуль упругости пути (модуль упругости 1 уровня); равен суммарной вертикальной жесткости пути, отнесенной к единице длины расстояния между шпалами;

$U_{зо}$  - вертикальный модуль упругости подрельсового основания (модуль упругости 2 уровня); равен суммарной вертикальной жесткости точечной опоры, отнесенной к единице длины расстояния между шпалами;

$U_{зб}$  - вертикальный модуль упругости подшпального основания (модуль упругости 3 уровня); равен вертикальной жесткости подшпального основания, отнесенной к единице длины расстояния между шпалами;

$E$  - модуль упругости рельсовой стали;

$I_i$  - вертикальный момент инерции рельса (относительно центральной горизонтальной оси);

$E_{ш}$  - модуль упругости при изгибе шпалы в вертикальной плоскости;

$I_{ш}$  - вертикальный момент инерции поперечного сечения шпалы (относительно центральной горизонтальной оси);

$x$  - расстояние от начала координат до места положения рассматриваемого сечения шпалы при решении задачи об изгибе шпалы;

$a_i$  - расстояние от начала координат до точки приложения силы  $Q_i$  при решении задачи об изгибе шпалы;

$p$  - количество вертикальных сил  $Q_i$ ;

$\eta_i$  - ордината линии влияния поперечных сил;

$E_{ш}^{сж}$  - модуль упругости при сжатии шпалы поперек волокон;

$C_{см}$  - коэффициент смятия шпалы под подкладкой (для железобетонных шпал  $C_{см} = \infty$ );

$m$  - отношение напряжения сжатия под подкладкой в подрельсовом сечении к среднему значению этих напряжений по длине подкладки (можно принимать приблизительно  $m=1$ ).

## 2. Постановка задачи и модель пути

При расчетах железнодорожного пути на прочность и проектировании конструкций пути необходимо знать упругие характеристики пути, характеризующие сопротивляемость перемещениям его под действием нагрузок от подвижного состава. Способностью упруго сопротивляться воздействию внешних нагрузок обладает как конструкция пути в целом, так и отдельные элементы этой конструкции (балласт и земляное полотно, шпалы, рельсы).

Идентификация упругих характеристик элементов пути зависит от выбора расчетной модели пути. При разработке единой методики определения упругих характеристик пути нужно пользоваться единой расчетной моделью пути.

На основе принятой в мировой практике расчетов и проектирования пути расчетной схемы рельса, как балки на сплошном упругом основании или на отдельных упругих опорах, и общепринятой конструкции пути в виде рельсошпальной решетки, уложенной на балласте, который размещается на земляном полотне, с целью выработки единых подходов и единой методики определения упругих характеристик пути, принимается следующая расчетная модель пути, показанная на рис. 1.

В соответствии с принятой расчетной моделью (рис. 1) конструкция железнодорожного пути рассматривается как слоистая конструкция («слоеный пирог»), составленная из нескольких слоев, каждый из которых выполнен из собственного материала и обладает собственными упругими свойствами.

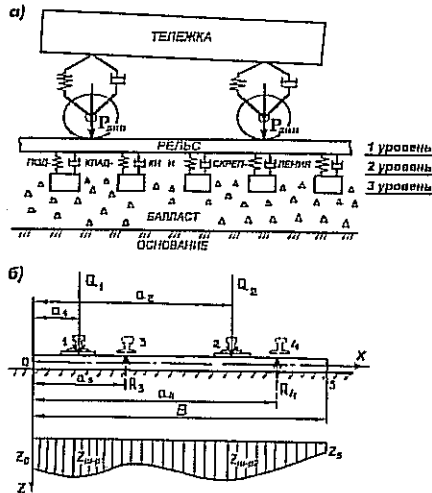


Рис.1

При этом рельс рассматривается как балка бесконечной длины уложенная на дискретных упругих опорах – шпалах (гипотеза Циммермана – Тимошенко), а шпалы рассматриваются как короткие балки на сплошном упругом основании, включающем балластный слой и земляное полотно, и отвечающем гипотезе о линейной зависимости между давлением на единицу площади основания и упругой осадкой этого основания (гипотеза Фусса – Винклера).

Принимается известная модельная схема, в соответствии с которой между отдельными слоями конструкции имеются двусторонние упругие

взаимосвязи. Силы трения между балкой и подстилающим упругим слоем не учитываются.

Упругие взаимосвязи между элементами конструкции характеризуются жесткостью, которая определяется как сила, нормально передаваемая от одного элемента конструкции на другой и вызывающая упругую деформацию последнего на единицу длины.

При использовании принятой расчетной модели необходимо различать жесткости конструкции пути на 3-х уровнях:

1 уровень – суммарная вертикальная жесткость пути  $C_{Zp}$  (по одной рельсовой нити), учитывающая совместную упругую работу всей конструкции пути (рельсы + шпалы и крепления + балласт и земляное полотно);

2 уровень – суммарная вертикальная жесткость точечной опоры  $C_{Zo}$ , учитывающая упругую работу шпал и креплений + балласта и земляного полотна, но без учета работы рельса;

3 уровень – вертикальная жесткость подшпального основания  $C_{ZBo}$ , учитывающая только сжимаемость балластного слоя и земляного полотна при упругом изгибе шпалы.

Перечисленным трем уровням соответствуют вертикальные модули упругости:

1 уровень – суммарный вертикальный модуль упругости пути,  $U_{Zp}$

2 уровень – модуль упругости подрельсового основания  $U_{Zo}$

3 уровень – модуль упругости подшпального основания  $U_{ZBo}$ .

Физически модули упругости характеризуются отношением соответствующей распределенной по длине нагрузки (для рассматриваемой балки на упругом основании) к величине смещения, вызываемого действием этой нагрузки. Соответственно:

$$\begin{aligned} U_{Zp} &= \frac{q_p}{z_p}; \\ U_{Zo} &= \frac{q_o}{z_u}; \\ U_{ZBo} &= \frac{q_{oBo}}{z_B}; \quad (z_B = z_u) \end{aligned} \quad (1)$$

Модули упругости имеют такие же размерности как модули упругости строительных материалов (МПа).

### 3. Расчетный метод определения вертикальной жесткости пути и вертикального модуля упругости пути

3.1 Для принятой модели пути (рис. 1) суммарная вертикальная жесткость точечной опоры  $C_{Zo}$ , лежащей на слоистом упругом основании (без учета рельса) определяется из выражения (2)

$$\frac{1}{C_{Zo}} = \sum \frac{1}{C_{zi}} = \frac{1}{C_{ZBo}} + \frac{1}{C_{Zui}} + \frac{1}{C_{Zci}} \quad (2)$$

Вертикальный модуль упругости подрельсового основания, учитывающий работу шпал, балласта и земляного полотна (но без учета рельса) определяется из выражения (3)

$$U_{z_0} = \frac{C_{z_0}}{l} \quad (3)$$

В выражении (2) составляющая жесткости  $C_{z_{\text{бс}}}$ , учитывающая изгиб шпалы под нагрузкой и зависящая от упругой осадки балластного слоя и земляного полотна, определяется по формуле (4)

$$C_{z_{\text{бс}}} = \frac{C_{\text{в}} \cdot \alpha \cdot B \cdot \text{в}}{2} \quad (4)$$

где:  $B$  – длина шпалы (или бруса),  $\text{в}$  – ширина нижней постели шпалы (или бруса).

Составляющая жесткости  $C_{z_{\text{ш}}}$  в выражении (2), зависящая от шпалы (или бруса) и учитывающая деформацию сжатия шпалы поперек волокон и деформацию смятия древесины под подкладкой, определяется из выражения (5)

$$\frac{1}{C_{z_{\text{ш}}}} = \frac{1}{C_{z_{\text{ш}}^{\text{ск}}}} + \frac{1}{C_{z_{\text{ш}}^{\text{см}}}} \quad (5)$$

Составляющие  $C_{z_{\text{ш}}^{\text{ск}}}$  и  $C_{z_{\text{ш}}^{\text{см}}}$  определяются по формулам (6)

$$\left. \begin{aligned} C_{z_{\text{ш}}^{\text{ск}}} &= \frac{2E_{\text{ш}}^{\text{ск}}}{h \left( \frac{m}{\omega_{\text{ш}}} + \frac{2}{\alpha \cdot B \cdot \text{в}} \right)} \\ C_{z_{\text{ш}}^{\text{см}}} &= \frac{\omega_{\text{ш}} \cdot C_{\text{см}}}{m} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Коэффициент смятия шпалы под подкладкой  $C_{\text{см}}$  принимается: для железобетонных шпал  $C_{\text{см}}=0$ ; для деревянных шпал – по справочным данным.

При расчете безподкладочных креплений в формулах (6) следует принимать:  $\frac{m}{\omega_{\text{ш}}}=0$ ;  $C_{z_{\text{ш}}^{\text{см}}}=0$ .

Составляющая жесткость  $C_{z_{\text{ск}}}$  в выражении (2) определяется по справочным данным, в зависимости от крепления.

В выражении (4) и (6) коэффициент изгиба шпалы  $\alpha$  определяется по формуле (7)

$$\alpha = \frac{\bar{\varepsilon}_{\text{ш}}}{z_{\text{ш}-\text{р}}} \quad (7)$$

3.2. Максимальные значения упругих прогибов шпалы (или бруса) в конкретном рассматриваемом подрельсовом сечении  $z_{\text{ш}}^{\text{р}}$  (в сечениях 1 или 2 на рис. 1), а также в смежных сечениях по всей длине шпалы (или бруса)  $z_{\text{ш}}$  (в сечениях 0, 3, 4, 5) паходятся из решения дифференциального уравнения (8) изгиба шпалы (или бруса), рассматриваемой как короткий брус, лежащий на упругом основании, при заданных значениях

характеристик бруса ( $E_m, I_m$ ) и характеристик подпального основания ( $C_B$ ). Средневзвешенные значения эпюры прогибов  $\bar{z}_m$  по всей длине шпалы приближенно можно принимать как средние арифметические значения прогибов в сечениях 0-1-3-2-4-5 (рис. 1).

$$E_m \cdot I_m \frac{d^4 z_m}{dx^4} + U_{zBo} \cdot z_m = \sum_1^n Q_i \cdot \eta_i(x - a_i) \quad (8)$$

Решение дифференциального уравнения (8) изгиба балки на упругом основании выполняется на ЭВМ по стандартной программе при значениях вертикальных сил  $Q_1$  и  $Q_2$ , равных силам, передаваемым от рельса на опору (шпалу или брус). Значения  $x$  соответствуют расстоянию от начала координат до места положения рассматриваемого сечения,  $a_i$  — расстояние от начала координат до точки приложения силы,  $n$  — количество вертикальных сил,  $\eta_i$  — ординаты линии влияния поперечных сил.

Программа решения задачи по уравнению (8) одинаково хорошо применима, как для обычной конструкции 2-х рельсового пути, так и для многорельсовых путей при любом количестве вертикальных сил  $n$ . В том числе программа применима для расчета изгиба брусьев на стрелочных переводах и пересечениях путей, при этом рассматривается и учитывается влияние незагруженных рельсовых нитей на прогибы в загружаемом сечении (программа ЭВМ Укрзализныци).

В уравнении (7) модуль упругости подпального основания (без учета шпал и рельса) принимается равным:

$$U_{zBo} = C_B \cdot v \quad (9)$$

где  $v$  — ширина нижней постели шпалы (или бруса);

$C_B$  — коэффициент упругого сжатия подпального основания, называемый «коэффициентом постели» шпалы, и численно равный давлению, нормально приложенному к единице площади шпалы (или бруса), которое вызывает осадку шпалы равную единице длины. Эта характеристика зависит от материала и свойств балластного слоя и определяется по справочным данным или из эксперимента.

3.3. Суммарная вертикальная жесткость пути  $C_{Zp}$  (по одной рельсовой нити), учитывающая совместную упругую работу всей конструкции пути, включая рельсы, шпалы, балласт и земляное полотно определяется из выражения (10)

$$C_{Zp} = (64EI_i)^{3/4} \cdot \left( \frac{C_{ZB}}{l} \right)^{3/4} \quad (10)$$

где  $E$  — модуль упругости рельсовой стали;

$I_i$  — момент инерции рельса относительно центральной горизонтальной оси.

Для многорельсовых путей и стрелочных переводов принимается приведенный момент инерции рельсовой нити  $I_{i(пр)}$ , учитывающий влияние остальных незагруженных рельсовых нитей на работу загруженной рельсовой нити.

Суммарный вертикальный модуль упругости пути  $U_{zp}$ , учитывающий совместную упругую работу всей конструкции пути, включая рельсы, шпалы, балласт и земляное полотно, определяется по формуле (11)

$$U_{zp} = \frac{C_{zp}}{l} \quad (11)$$

3.4. Соотношение между жесткостью пути  $C_{zp}$  и жесткостью точечной опоры  $C_{z0}$  видно из выражения (10). Соотношение между модулем упругости пути  $U_{zp}$  и модулем упругости подрельсового основания  $U_{z0}$  видно из выражения (12)

$$U_{zp} = \frac{(64EI_1)^{1/4} \cdot (U_{z0})^{3/4}}{l} \quad (12)$$

3.5. Динамический прогиб в любом сечении любой рельсовой нити определяется по формуле (13)

$$z_{pi}^{дин} = \left( \frac{P_{дин}}{C_{zp}} \right) l \quad (13)$$

*Рациональную (требуемую) жесткость пути для каждой конкретной конструкции можно определить из выражения (13), устанавливая требуемые (или допускаемые) значения динамической силы  $P_{дин}$  или динамического прогиба рельсовой нити  $z_p^{дин}$ , или устанавливая их требуемое соотношение.*

$$(C_{zp})_{расс} = \left[ \frac{P_{дин}}{z_p^{дин}} \right]_{доп} \quad (14)$$

Допускаемые значения динамической силы  $[P_{дин}]_{доп}$  для каждого типа рельса и типа конструкции пути устанавливаются из прочностных расчетов (или экспериментально) по условию обеспечения длительной прочности конструкции пути.

Допускаемые значения динамического прогиба рельсов  $[z_p^{дин}]_{доп}$  устанавливаются по условиям: а) неперевышения допускаемых изгибных напряжений в рельсах; б) неперевышения допускаемых параметров динамической неровности (глубины и уклонов), определяемых по расчетам допускаемых скоростей движения.

*Рациональное значение модуля упругости  $(U_{zp})_{расс}$  можно определить по формуле (11), подставляя в правой части рациональное значение жесткости пути  $(C_{zp})_{расс}$ .*

#### 4. Экспериментальные методы исследований при определении жесткости и модуля упругости пути

Экспериментальные исследования могут применяться для решения 2 видов задач: 1 – определение, необходимых (неизвестных) параметров для теоретического решения задачи по определению модуля упругости пути; 2 – экспериментальное определение жесткости и модуля упругости пути.



#### 4.1. Определение необходимых (неизвестных) параметров для теоретического решения задачи по определению модуля упругости пути

При теоретическом решении задачи по определению модуля упругости пути, при отсутствии достаточного числа опытных данных по упругим характеристикам железнодорожного пути могут оказаться неизвестными некоторые параметры. В таком случае эти параметры могут быть определены экспериментальными методами.

1. Коэффициент упругого сжатия подшпального основания  $C_6$  (известный как «коэффициент постели» шпалы) может быть определен в эксплуатируемом ж.д. пути или в лабораторных условиях посредством загрузки свободно лежащей шпалы (освобожденной от креплений с рельсом) равномерным давлением по всей площади шпалы и определения осадки основания шпалы, вызванной этим давлением. Коэффициент  $C_6$  может быть получен из уравнения (14)

$$C_6 = \frac{\sigma_E}{Z_E} = \frac{\sigma_{ш}}{Z_{ш}} \quad (15)$$

где:  $\sigma_{ш} = \sigma_E$  – давление, нормально приложенное к площадке нижней постели шпалы, равное давлению, передаваемому на балласт;

$Z_{ш} = Z_6$  – равномерная вертикальная просадка шпалы, равная вертикальной просадке основания.

Давление  $\sigma_{ш} = \sigma_E$  определяется из выражения:

$$\sigma_{ш} = \frac{P_{шш}}{S_{ш}} \quad (16)$$

где величину суммарного усилия, передаваемого на шпалу  $P_{шш} = \sigma_{ш} \cdot S_{ш}$  целесообразно принимать не менее  $P_{шш}^{min} = 160$  кН, что соответствует нагрузке от каждой рельсовой нити  $P_{мин} = 80$  кН.  $S_{ш}$  – есть площадь шпалы по нижней постели.

Смещение шпалы  $Z_{ш}$  следует определять относительно базового репера, который не зависит от деформаций пути в зоне измерений. При измерениях в эксплуатационном пути эта точка (репер) должна находиться за пределами основной площадки земляного полотна и за пределами распространения деформаций в грунте земляного полотна при действии вертикальной нагрузки.

При лабораторных исследованиях конструкция пути должна полностью соответствовать таковой в эксплуатируемом пути. Характеристики уплотнения балласта и основной площадки земляного полотна должны быть одинаковыми с эксплуатируемым путем. Если этого достигнуть не представляется возможным, необходимо вводить корректировочные коэффициенты на соответствие характеристик сжимаемости лабораторной конструкции пути и реального ж.д. эксплуатируемого пути.

#### 4.2. Экспериментальное определение суммарной жесткости пути в вертикальной плоскости и суммарного вертикального модуля упругости пути

Суммарная вертикальная жесткость пути  $C_{zp}$  может быть определена в эксплуатируемом пути посредством приложения статической вертикальной нагрузки  $P$  к рельсу и определения упругого прогиба рельса в сечении под нагрузкой. Жесткость пути определяется из выражения (17)

$$C_{zp} = \frac{P}{Z_p} = \frac{P_2 - P_1}{Z_2 - Z_1} \quad (17)$$

Упругий прогиб рельса измеряется при условии плотного прижатия подошвы рельсы к опоре и опоры к балласту, т.е. после выборки зазоров между элементами пути и включения в работу на изгиб всех элементов верхнего строения пути. (Рекомендуется измерять упругий прогиб  $Z_2 - Z_1$  при нарастании силы, приложенной к головке рельса, от  $P_1 = 40$  кН до  $P_2 = 80$  кН).

Упругий прогиб рельса следует измерять относительно базового репера, который должен находиться за пределами основной площадки земляного полотна и за пределами распространения деформаций в грунте земляного полотна при воздействии вертикальной нагрузки.

Суммарный вертикальный модуль упругости пути  $U_{zp}$  определяется из выражения (11), посредством деления жесткости  $C_{zp}$  на расстояние между осями шпал  $l$ .

$$U_{zp} = \frac{C_{zp}}{l} \quad (11')$$

#### 4.3. Экспериментальное определение вертикального модуля упругости подрельсового основания

Вертикальный модуль упругости подрельсового основания  $U_{zo}$  может быть определен на основе результатов экспериментального определения жесткости пути по п.4.2, и с использованием соотношения (10), переписанного относительно  $U_{zo}$ .

$$U_{zo} = \frac{(C_{zp})^{4/3}}{(64EI_1)^{1/3}} \quad (18)$$

### 5. Справочные данные к методике определения жесткости и модуля упругости пути

$E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа – модуль упругости рельсовой стали;

$E_m^{сж} = 1,24 \cdot 10^2 - 0,66 \cdot 10^2$  МПа – модуль упругости при сжатии деревянных сосновых шпал поперек волокон (первая цифра соответствует новым шпалам, вторая – изношенным); для средних условий  $E_m^{сж} = 0,8 \cdot 10^2$  МПа;

$E_w^{ст} = (3,8 - 4,1) \cdot 10^4$  МПа – модуль упругости при сжатии железобетонных шпал из бетона марки 500;

$C_{см} = (4000-1000)$  Н/см<sup>3</sup> для деревянных сосновых шпал при смятии поперек волокон (первая цифра соответствует новым шпалам, вторая – изношенным);

$C_{см} = \infty$  для железобетонных шпал.

$C_{Z-ск} = 830-870$  кН/см – при жестком клеммном подкладочном скреплении типа КБ;

$C_{Z-ск} = 620$  кН/см – при упругом безподкладочном скреплении с клеммами Pandrol или SKL-14 (Vossloh) с резиновыми подрельсовыми подкладками толщиной 10 мм;

$C_{Z-ск} = 1130$  кН/см – при безподкладочном скреплении типа СБ-3 с полиэтиленовыми подрельсовыми подкладками толщиной 6 мм;

$C_B = 40-60$  Н/см<sup>3</sup> – коэффициент постели для пути на деревянных шпалах на песчаном или мелкогравийном балласте в летний период;

$C_B = 60-120$  Н/см<sup>3</sup> – то же на деревянных шпалах при щебеночном балласте в летний период (зависит от степени уплотнения);

$C_B = 120-160$  Н/см<sup>3</sup> – коэффициент постели для пути на железобетонных шпалах при щебеночном балласте в летний период (зависит от степени уплотнения балласта, размеров и формы шпалы);

$C_B = 150-250$  Н/см<sup>3</sup> – то же для пути в зоне стрелочного перевода на железобетонных брусьях при щебеночном балласте (зависит от размеров брусьев).

$C_B = 900-1000$  Н/см<sup>3</sup> – то же для пѐути на железобетонных плитах при песчаном подстилочном слое;

$C_B = 1200-1500$  Н/см<sup>3</sup> – то же на железобетонных плитах при щебеночном подстилочном слое.

В зимний период коэффициент  $C_B$  для деревянных шпал на щебеночном балласте может увеличиваться в 1,5-2,0 раза, а для железобетонных шпал на щебеночном балласте примерно в 1,5 раза, а для деревянных шпал на песчано-гравийном балласте в 3-4 раза.

В предлагаемом проекте методики приведены только некоторые справочные данные применительно к конструкциям пути железных дорог СНГ и Украины. Предусматривается, что при использовании настоящей памятки для определения жесткости и модуля упругости пути, железные дороги – члены ОСЖД могут использовать собственные справочные данные.