

и соединительными штырями. Конструкция стыкового замка позволяет создавать два варианта надежного соединения плит: жесткое, необходимое для создания проезжей части колеевого или сплошного типа и ремонтных площадок, и шарнирное при укладке плит для въезда на спуск или подъем.

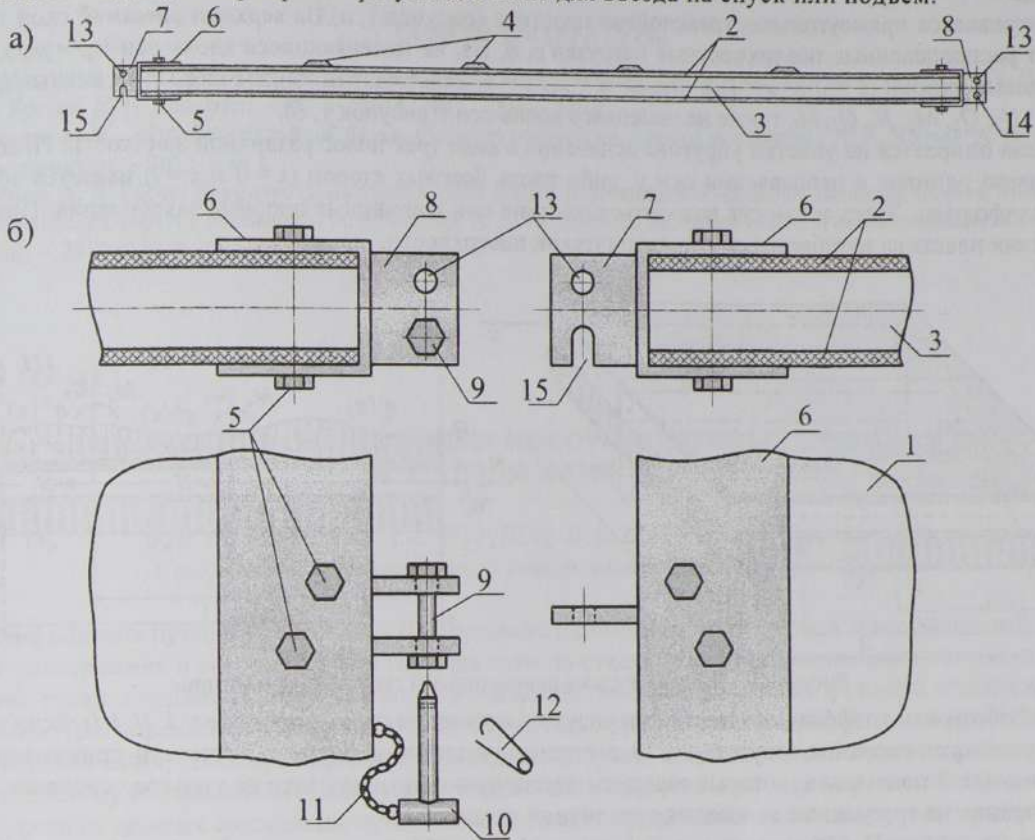


Рисунок 2 – Конструкция сборно-разборной дорожной площадки:

а – конструкция одной плиты площадки, вид сбоку; б – конструкция стыкового замка, вид сбоку и вид сверху; 1 – плита; 2 – наружные несущие листы; 3 – наполнитель; 4 – трапециевидные поперечные ребра противоскольжения; 5 – болты; 6 – П-образные торцевые усиления; 7 – зуб; 8 – вилка; 9 – разборный штырь; 10 – соединительный штырь; 11 – цепочка; 12 – стопорная булавка; 13 – верхнее отверстие; 14 – нижнее отверстие; 15 – нижний вырез

**Вывод.** Проведя модернизацию существующих мостовых конструкций с помощью новых современных конструктивных решений, мы расширяем возможности использования мостов как в военное, так и в мирное время, делая их универсальными. При этом патентуя и изготавливая продукцию в нашей стране, мы производим импортозамещение более качественным и надежным товаром.

УДК 539.3

## РАСЧЕТ ТРЕХСЛОЙНОЙ КОМПОЗИТНОЙ ПАНЕЛИ ПРИ ОБОРУДОВАНИИ МОСТОВОГО ПОЛОТНА ДЛЯ СОВМЕЩЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И АВТОМОБИЛЬНОГО ПРОЕЗДА

А. А. ПОДДУБНЫЙ, А. В. ЯРОВАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Рассматривая балки и плиты, контактирующие с упругим основанием, необходимо обратить внимание, что в процессе их эксплуатации по ряду причин возможно появления зазора между конструкцией и основанием. Меняется расчетная схема конструкции и, как следствие, изменение ее напряженно-деформированного состояния, что в ряде случаев приводит к преждевременному разрушению.

В настоящее время методы расчета балок и плит на упругом основании часто не учитывают неполный контакт конструкции и основания. Поэтому теоретические и экспериментальные исследования, направленные на совершенствование методов расчета элементов конструкций на упругом основании, позволяющие увеличить их долговечность и снизить затраты на содержание и ремонт, являются актуальными.



Одна из стоящих задач – это провести правильный и точный расчет инвентарного настила из современных материалов для того, чтобы оборудовать мостовой брус подсовмещенный железнодорожный и автомобильный проезд.

Рассматривается прямоугольная трехслойная пластина (рисунок 1, а). На верхний внешний слой пластины действуют распределенные поверхностные нагрузки  $p, q, Pa$ , не изменяющиеся вдоль оси  $y: p = p(x), q = q(x)$ . Вдоль боковых сторон ( $x = 0$  и  $x = l$ ) и линий  $x = x_1, x = x_2$  действуют погонные силы и моменты  $N_0, Q_0, M_0; N_1, Q_1, M_1; N_2, Q_2, M_2; N_l, Q_l, M_l$ , также не изменяясь вдоль оси  $y$  (рисунок 1, б).

Пластина опирается на участки упругого основания в виде трех полос различной жесткости. Пластина либо достаточно длинная в направлении оси  $y$ , либо вдоль боковых сторон ( $x = 0$  и  $x = l$ ) имеются абсолютно жесткие диафрагмы. Здесь же могут находиться жесткие или шарнирные опорные крепления. При указанных условиях пластина изгибается по цилиндрической поверхности.

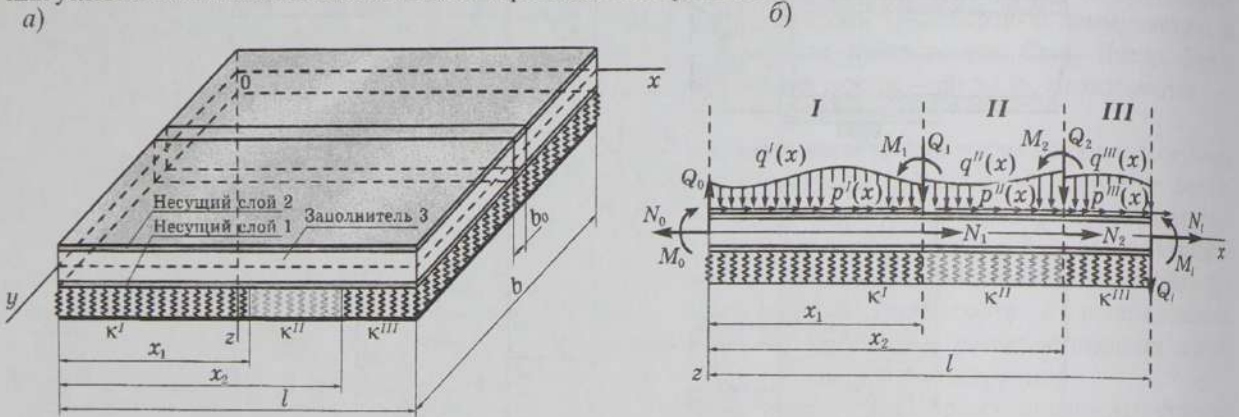


Рисунок 1 – Расчетная схема прямоугольной трехслойной пластины

Через  $k^n$  обозначен коэффициент жесткости упругого основания на  $n$ -м участке ( $n = I, II, III$ ). Если на одном или двух участках основание отсутствует, то соответствующий коэффициент жесткости принимается нулевым. На рисунке 2 показаны некоторые варианты частичного опирания балки на упругое основание, а также полное опирание на три участка основания с различной жесткостью.

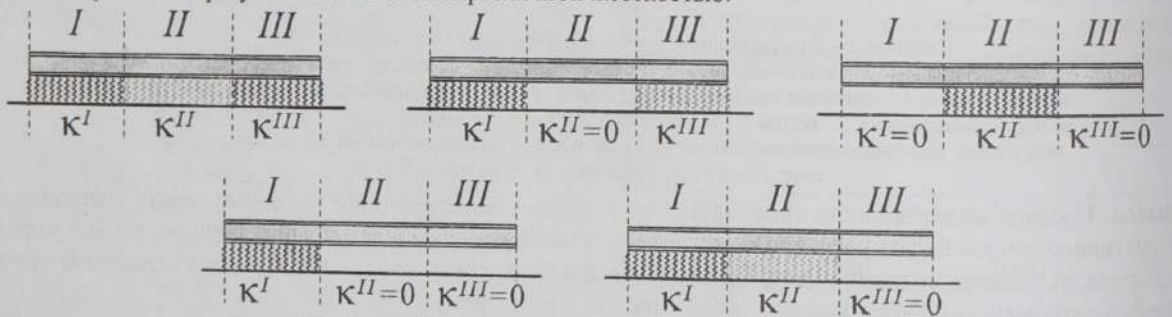


Рисунок 2 – Варианты опирания балки на упругое основание

Искомыми являются прогиб  $w^n(x)$  и продольное перемещение  $u^n(x)$  срединной плоскости заполнителя на  $n$ -м участке, а также  $\psi^n(x)$  – дополнительный угол поворота нормали в заполнителе, возникающий из-за его работы на сдвиг.

С помощью принципа возможных перемещений Лагранжана каждым из трех участков ( $n = I, II, III$ ) выводится своя система дифференциальных уравнений равновесия относительно искомых перемещений, вид которой зависит от наличия или отсутствия упругого основания.

Для участков, связанных с упругим основанием, система уравнений равновесия сводится к одному дифференциальному уравнению шестого порядка относительно прогиба  $w^n(x)$  с дискриминантом  $D^n[1]$ . Вид аналитического решения данного уравнения, а следовательно, и всей системы, будет различным при основании малой и высокой жесткости ( $D^n < 0$ ) и при основании средней жесткости ( $D^n > 0$ ). Для участков, не связанных с упругим основанием, коэффициент  $k^n$  равен нулю, и система уравнений равновесия принимает более простой вид. Находится ее аналитическое решение.

Из условий сопряжения решений на границах участков, где должны соблюдаться условия непрерывности перемещений и внутренних усилий, и граничных условий, соответствующих шарнирному креплению торцов плиты, определяются константы интегрирования. Далее определяются перемещения, по ним – деформации, внутренние усилия и напряжения.

Таким образом, разработанная методика позволяет проводить расчеты конструкций, схемы которых приняты в виде трехслойной балки [2] или прямоугольной трехслойной плиты [3], работающей в условиях цилиндрического изгиба, при их полном и частичном опирании на упругое основание.



По полученным формулам определяются прогибы и напряжения в панели из современных полимерных и композиционных материалов, предлагаемой при оборудовании мостового полотна для совмещенного железнодорожного и автомобильного проезда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Старовойтов, Э. И. Деформирование трехслойных элементов конструкций на упругом основании / Э. И. Старовойтов, А. В. Яровая, Д. В. Леоненко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 560 с.
- 2 Яровая, А. В. Изгиб трехслойной балки, частично опертой на упругое основание / А. В. Яровая, А. А. Поддубный // Наука и транспорт. – 2011. – № 1.
- 3 Яровая, А. В. Расчет прямоугольной трехслойной плиты, работающей в условиях цилиндрического изгиба при частичноопирании на упругое основание / А. В. Яровая, А. А. Поддубный // Строительство и восстановление искусственных сооружений. – 2012. – № 1.

УДК 625.143.482

### ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПУТЕВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*В. В. РОМАНЕНКО, А. С. КУРДЮК, О. А. МАРКОВЕЦ, С. С. МАГЕР*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Система ведения путевого хозяйства – совокупность взаимосвязанных средств и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества пути на стадии эксплуатации, а также документации определяющей: организационную структуру управления хозяйством; распределение функций и задач организационной структуры управления между различными уровнями управления и подразделениями; методы решения управленческих задач; классификацию железнодорожных путей; классификацию путевых работ и конструкций пути; систему контроля состояния пути и сооружений; межремонтные нормы ремонтов пути; нормы расхода ресурсов на текущее содержание пути; технологические процессы выполнения путевых работ и др.

При формировании системы управления важно определить объект управления. Перечень объектов управления в путевом хозяйстве, как и в любой сложной системе, практически неограничен, поэтому для создания эффективного управления должна быть определена иерархия объектов.

Из определения путевого хозяйства следует, что в управлении им необходимо рассматривать два основных объекта: железнодорожный путь (рельсовая колея, план, профиль, верхнее строение, земляное полотно, искусственные сооружения, обустройства) и предприятия путевого хозяйства. Техническое состояние железнодорожного пути оценивается в соответствии с установленными нормами и допусками его содержания, которые тесно связаны с условиями эксплуатации. Показатели технического состояния, технической оснащенности пути и их соответствия условиям эксплуатации являются основными показателями этого объекта.

В связи с этим, можно выделить две тесно взаимосвязанные подсистемы управления: подсистема управления техническим состоянием железнодорожного пути (совокупность систем его диагностирования, технического обслуживания и ремонтов) и подсистема управления организацией работы предприятий и подразделений хозяйства.

Основной задачей теории технической эксплуатации пути и сооружений является разработка методов оптимизации каждого этапа выработки управляющих решений для достижения главной цели в конкретных условиях эксплуатации с учетом действующих ограничений. Главной целью управления техническим состоянием пути является обеспечение наибольшей работоспособности пути при ограниченных ремонтных ресурсах или обеспечение заданных показателей его работоспособности при минимизации затрат на техническую эксплуатацию пути.

Программа информатизации путевого хозяйства должна включать: задачи учета технической оснащенности собственно пути и ее соответствия условиям эксплуатации; задачи автоматизации средств контроля и объединение их в автоматизированную систему мониторинга пути; задачи планирования текущего содержания и ремонтов с прогнозированием технического состояния пути на конкретных участках; задачи управления путеремонтным производством.

В настоящее время в условиях реформирования железнодорожного транспорта становится актуальным переход на новую систему комплексной диагностики инфраструктуры, позволяющей осуществлять содержание ее объектов с учетом их фактического состояния.

Во многих странах объекты инфраструктуры выделяются в отдельную группу (путь, контактная сеть, средства СЦБ и связи и т.п.), а вопросы их диагностики решаются совместно. Зарубежный опыт показывает: рациональное расходование средств на содержание объектов инфраструктуры возможно только при условии