и психологического состояния пассажира. Таким образом, акустическое качество помещений является функцией всех вышеуказанных физических параметров и субъективных факторов:

$$A = f\left[\; T, ч, L_ч, E_h, E_p, E_d^{1}, E_d^{11}, O, Ф \;\right],$$

где T – время реверберации помещения; ч – координата точки приема; $L_ч$ – уровень полезной части звука, выражающий фактор громкости; E_h – плотность звуковой энергии шума вокзальных помещений, отправляющегося и прибывающего транспорта в точке приема, выражающий шумовой фактор; E_p – плотность звуковой энергии прямого звука в рассматриваемой точке приема; E_d^{1} –плотность звуковой энергии полезных отражений в точке приема; E_d^{11} – плотность звуковой энергии вредных запаздывающих отражений в точке приема; О, Ф – коэффициенты, учитывающие направленность источника и приема звука.

В этой формуле, представленной в самом общем виде, только два последних параметра (О и Ф) не зависят от архитектурного решения, а остальные могут и должны быть предусмотрены проектировщиками на начальном этапе проектирования при выборе размеров и форм пассажирских помещений, в процессе акустического расчета помещений.

Практика эксплуатации железнодорожных вокзалов и проведенные натурные акустические исследования показали, что большинство вокзалов не отвечают даже минимальным требованиям, вызывая справедливые нарекания со стороны пассажиров и работников вокзалов. Анализ полученных результатов позволил найти зависимости уровней шума основных пассажирских помещений от факторов, влияющих на них величину: интенсивности пассажиропотока, архитектурно-планировочного решения вокзала, размеров, отделки и формы помещения. Полученные зависимости и теоретические исследования положены в основу методики расчета ожидаемого уровня шума в помещениях вокзала при различных режимах функционального процесса. Методика позволит еще на стадии проектирования обеспечивать требуемое акустическое благоустройство. Это повысит уровень экологической безопасности перевозочного процесса, культуру обслуживания пассажиров, качество и производительность труда работников транспорта.

УДК 519.6

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МНОГОПРОЛЕТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ПОСРЕДСТВОМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ

В. И. РИЖЕНКОВ, П. Е. РАРОВСКИЙ, Д. С. РОМАНЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта

На основе теории математических методов оптимизации решена задача разработки конструкции сборного многопролетного перекрытия, которое для заданной удельной нагрузки и данной расчетной схемы имеет минимальную массу. По результатам расчетов определен материал, обеспечивающий конструкции оптимальные показатели.

Цель работы – таким образом подобрать число и геометрические размеры элементов конструкции, чтобы заданная несущая способность обеспечивалась при минимальной собственной массе перекрытия. При этом элементы проектируемой конструкции должны иметь простые геометрические формы, способствующие экономичности их изготовления. Расчетная схема перекрытия состоит из работающих на изгиб однопролетных поперечных балок высотой h и шириной b, накрытых продольно расположенными плитами высотой H. Плиты также рассматриваются как работающие на изгиб балки. Длина продольной плиты определяется расстоянием между двумя соседними поперечными балками и, как следствие, числом поперечных балок N. В качестве материала для изготовления последовательно принимались сталь и железобетон. В качестве исходных данных для расчета приняты ширина L = 10 м и длина l = 30 м перекрытия, удельная нагрузка $q = 0{,}1 \cdot 10^5$ Н/м^2, допускаемое напряжение материала перекрытия $[\sigma]$ = 180 МПа для стали и 80 МПа для железобетона.

Данная задача представляет собой типичный пример задачи оптимизации, так как ставится условие определения наименьшего значения одного параметра путем вариации другими с учетом ограничений. Минимизируемый объем перекрытия $V = V_{пл} + V_б = LlH + ah^2LN$ является целевой функцией. Условия прочности балок $\sigma_б = \frac{M_б^{из}}{W_б} = \frac{3qlL^2}{2Nah^3} \le [\sigma_б]$ и плит $\sigma_{пл} = \frac{M_{пл}^{из}}{W_{пл}} = \frac{3ql^2}{2N^2H^2} = [\sigma_б]$ являются вынужденными ограничениями. Целевая функция и вынужденные ограничения описываются нелинейными функциями, имеющими форму полинома. Оптимизационные задачи подобного вида удобнее всего решать, применяя достаточно хорошо разработанную теорию геометрического программирования. В символах задачи геометрического программирования целевая функция и вынужденные ограничения принимают вид:

$$Z_{extr} = V_{min} = c_1x_1^1x_2^0x_3^0 + c_2x_1^0x_2^2x_3^1\,; \tag{1}$$

$$c_3x_1^0x_2^{-3}x_3^{-1} \le 1\,; \tag{2}$$

$$c_4x_1^{-2}x_2^0x_3^{-2} \le 1\,. \tag{3}$$

Переменными величинами в уравнении, соответствующем целевой функции, и неравенствах, соответствующих вынужденным ограничениям, являются следующие параметры: $x_1 = H$ – высота плиты, $x_2 = h$ – высота балки, $x_3 = N$ – число балок в перекрытии. В эти же уравнения и неравенства входят константы: $c_1 = Ll$, $c_2 = La$, $c_3 = \frac{3qlL^2}{2a[\sigma]}$, $c_4 = \frac{3ql^2}{2[\sigma]}$. На основании формул (1) – (3) составляется система линейных уравнений из условия нормировки и условий ортогональности, решение которой определяет величину весовых коэффициентов ($\omega_{01} = 0{,}25$; $\omega_{02} = 0{,}75$; $\omega_{11} = 0{,}5$; $\omega_{21} = 0{,}125$), после чего по полученным значениям двойственных переменных можно определить экстремальное значение целевой функции. Перекрытие минимальной массы из стали имеет следующие параметры: V_{min}= 10,5 м^3, N = 31 шт., h = 0,318 м, b = 80 мм, H = 8,75 мм, из железобетона: V_{min}= 17,44 м^3, N = =28 шт, h = 0,43 м, b = 110 мм, H = 14,7 мм. Результаты расчетов на ЭВМ при вариации количества балок от 3 до 60 штук полностью согласуются с результатами, полученными путем решения задачи оптимизации. Следует отметить, что в качестве материала для изготовления целесообразнее применить не сталь (V_{min} = 10,5 м^3), а железобетон (V_{min} = 17,44 м^3), так как для принятых исходных данных вследствие разницы удельных масс отношение полезной нагрузки к собственной массе в первом случае составляет только 2,7, а во втором – 5,9.

В итоге применения при решении задачи метода геометрического программирования получены формулы, позволяющие наименее трудоемко определять параметры оптимального перекрытия, соответствующего выбранной расчетной схеме.

УДК 624.131.51

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ЗЕМПОЛОТНА НА ДЕФОРМИРУЕМОМ ОСНОВАНИИ

О. А. РУБАН

Днепропетровский государственный технический университет железнодорожного транспорта

Ю. Б. БАЛАШОВА

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

О. А. ВЕРХНЯЦКИЙ

Приднепровская железная дорога

Значительная протяженность железнодорожных путей находится в зоне деформирования оснований, вызванного техногенными причинами, а также изменением гидрогеологического режима. Поэтому задача обеспечения устойчивой работы земполотна на деформируемом основании является актуальной.