

– нижняя треугольная матрица, искомые элементы которой являются величинами реакций “лишних” связей рам “пакета”, при действии соответствующих нагрузок (Рис. 1):

$$A := \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} \end{bmatrix}, B^+ := - \begin{bmatrix} \Delta_{12} & 0 & 0 \\ \Delta_{21} & \Delta_{22} & 0 \\ \Delta_{31} & \Delta_{32} & \Delta_{33} \end{bmatrix}, B := - \begin{bmatrix} 0 & \Delta'_{12} & \Delta'_{13} \\ 0 & 0 & \Delta'_{23} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, X^+ := \begin{bmatrix} x_{11} & 0 & 0 \\ x_{21} & x_{22} & 0 \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix}. \quad (16)$$

При выполнении условий теоремы, искомое решение единственно и получается по формулам (14), (11), (12), (16), где положено: $X_- := (0)$; $S^0 := (S_1^0)^{-1}$, $R^+ := (R_1^+)^{-1}$, $T^- := (T_1^-)^{-1}$; $A = T_1^- S_1^0 R_1^+$; – T_1^- – верхняя треугольная, S_1^0 – диагональная, R_1^+ – нижняя треугольная матрицы из $R_{3 \times 3}$. Причём на главных диагоналях T_1^- , R_1^+ расположены только единицы.

Литература. 1. Полетаев Г.С. О постановках, матричных моделях некоторых обратных задач механики балок и представлениях факторизованных матриц влияния // Математическое моделирование в образовании, науке и промышленности. – С. – Пб. – 2000. – С. 146 – 148. 2. Полетаев Г.С., Солдатов Л.И. О построении факторизационной матрицы влияния “пакета” балок и рам // Там же, С. 142 – 145. 3. Полетаев Г.С., Солдатов Л.И. Об одном классе обратных задач статики. I международная конференция “Экологическое моделирование и оптимизация в условиях техногенеза”. – Солигорск, Беларусь, – 1996. – С. 149 – 150. 4. McNabb A., Schumitzky A. Factorization of Operators I: Algebraic Theory and Examples // J. Funct. Anal. – 1972. – 9, No3. – P. 262 – 295. 5. Крейн М.Г. Интегральные уравнения на полупрямой с ядрами, зависящими от разности аргументов. // Успехи мат. наук. – 1958. – 13, вып. 5. – С. 3 – 120. 6. Полетаев Г.С. Об уравнениях и системах одного типа в кольцах с факторизационными парами. – Киев, 1988, – 20 с. – (Препринт/ АН УССР, Институт математики: 88. 31). 7. Полетаев Г.С. Абстрактный аналог парного уравнения типа свертки в кольце с факторизационной парой // Укр. матем. журн. – 1991. – 43, №9. – С. 1201 – 1213. 8. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука, 1988. – 549 с. 9. Воеводин В.В. Вычислительные основы линейной алгебры. – М.: Наука, 1977. – 304 с. 10. Полетаев Г.С. Об однопроекторных второго порядка уравнениях с правильно факторизуемыми коэффициентами в кольце с факторизационной парой // Вестник Херсонского гос. техн. ун-та – 2000. – №2 (8). – С. 191 – 195.

УДК 624.046:62-752

Э.И. Астахов, В.В. Кудин, А.С. Стаценко, В.М. Сидорович

РАСЧЕТ ВИБРОАКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРОАКТИВНЫХ МАШИН

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Современные промышленные предприятия имеют разнообразное механическое оборудование, создающее при работе повышенные уровни вибраций и шума, передающиеся как на соседние здания и сооружения, так и работающих там людей. Повышенные вибрации зданий и сооружений могут привести к снижению прочности и потере устойчивости их конструктивных элементов и даже, в некоторых случаях к авариям и разрушениям, а также к нарушению технических характеристик соседнего оборудо-

вания (прецизионной аппаратуры, ЭВМ и др.). Воздействие же повышенных вибраций и шума на человека вредно как с точки зрения снижения производительности труда и качества выполнения технологических операций, так с точки зрения ухудшения здоровья человека.

Очень важно определить возможные вибрации зданий или сооружений на стадии проектирования, чтобы в создаваемую конструкцию заложить такие конструктивные элементы или параметры конструкций, минимизирующие вибрации до допустимого уровня. Методика расчета виброактивности показана на примере запроектированного административно-бытового здания (АБК) на стройплощадке солеобогатительной фабрики 2-го рудоуправления "Беларуськалий".

Предварительно необходимо определить величины и спектральную характеристику действующих вибраций в точках фундамента запроектированного объекта. С этой целью нужно провести экспериментальные измерения на соответствующей аппаратуре. В данном случае результаты измерений на площадке запланированного АБК показали, что действующие вибрации являются полигармоническими со случайными выбросами, обусловленными работой шаровых мельниц солеобогатительной фабрики. Преобладающими являются вибрации в диапазоне низких частот от 2 Гц до 63 Гц. По результатам измерений определены максимальные амплитуды виброперемещений в октавных полосах частот 2, 4, 8, 16, 31 и 63, 125 Гц в точках крепления колонн сборно-каркасного здания АБК.

Для прогнозирования вибраций сборного железобетонного каркаса здания АБК была выбрана динамическая модель здания имеющая 140 узлов, 112 из которых подвижны и имеющие 336 степеней свободы, т.е. принята шарнирно-стержневая система, геометрическая неизменяемость которой обеспечена плоскими формами с крестовой решеткой. Распределенные массы колонн, ригелей, плит перекрытия, диафрагм жесткости и полезной (временной) нагрузки приведены к сосредоточенным узлам, обладающих тремя степенями свободы каждая (рис. 1).

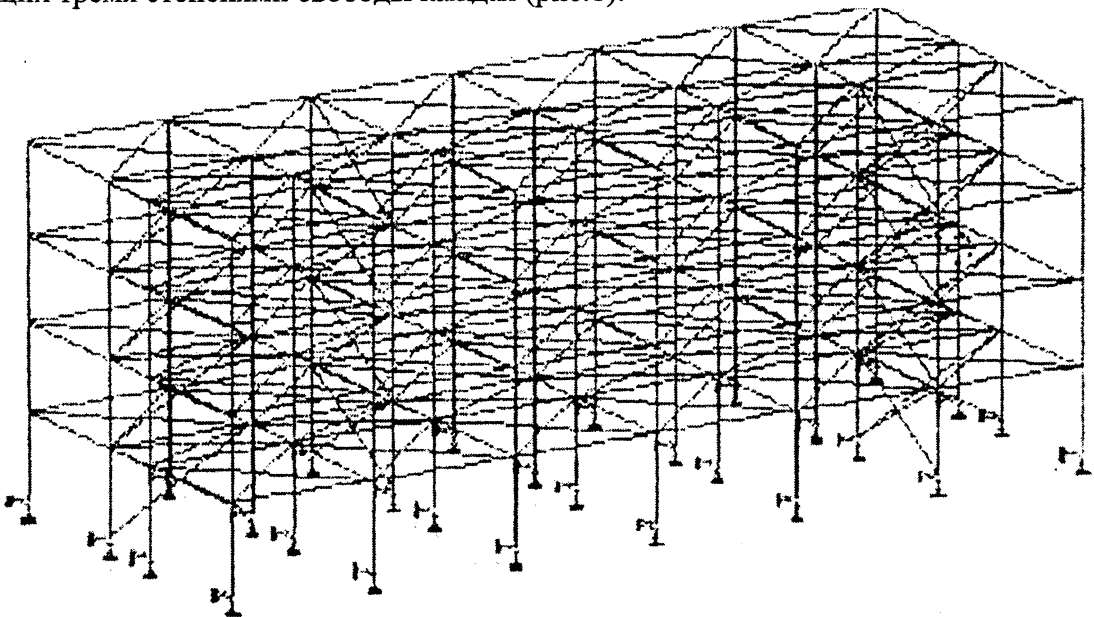


Рис. 1. Расчетная модель каркаса здания АБК.

Динамические воздействия представлены в виде полигармонических вертикальных перемещений основания под фундамент, которые определены экспериментально.

Для определения уровней вибраций узлов каркаса применен метод разложения внешних воздействий и искомых перемещений по собственным формам свободных колебаний с учетом частотно-независимого упруго-вязкого сопротивления при коэффициенте потерь для железобетонных конструкций $\gamma=0,05$. Жесткостные параметры эле-

ментов каркаса вычислены для сплошного бетонного сечения без учета арматуры. Динамический модуль упругости бетона принят равным нормативному значению $E_G = 2.05 \cdot 10^7$ КН/м². Узловые приведенные массы, вычислялись без учета и с учетом полезной нагрузки. В результате решения первой задачи динамики вычислены собственные частоты и собственные формы свободных колебания каркаса. Парциальные частоты собственных колебаний балок и плит перекрытия вычислялись как для шарнирно открытых однопролетных балок с равномерно распределенной массой. Было установлено, что упругое опирание имеет и балок на элементы каркаса ведет к снижению собственных частот колебаний. Однако уровни вибраций не снижаются, т.к. наблюдается резонанс по всем собственным формам в частотном диапазоне до 80 Гц. Спектр собственных частот каркаса имеет сгущенный характер, что связано с горизонтально-крутильными формами колебаний. В первом приближении можно сказать, что все частоты возмущения можно считать резонансными. Каркас АБК исследовался на вибрационное кинематическое возмущение. При этом суммарное перемещение масс сооружения состоит из переносного и относительного движений, дифференциальное уравнение которого в матричной форме

$$M \cdot \frac{d^2}{dt^2} [w(t) + y(t)] + k[w(t) + y(t)] + R(t) = 0,$$

где $R(t)$ - матрица реакций от смещений опор,
 $w(t)$ - матрица переносной составляющей перемещения,
 $y(t)$ - матрица относительной составляющей перемещения,
 M - матрица масс.

В результате решения дифференциального уравнения для каждой гармонике возбуждения получены значения амплитуд относительных и суммарных узловых перемещений каркаса АБК. Получены собственные частоты и амплитудные значения перемещений плит перекрытия, анализ которых показал, что уровень виброперемещений панелей перекрытий остается высоким из-за наличия резонансных колебаний.

Литература. 1. Динамический расчет зданий и сооружений. Справочник проектировщика./ Под ред. Б.Г. Коренева, И.М. Рабиновича. - М.: Стройиздат, 1984. - 303 с. 2. Инструкция по расчету несущих конструкций промышленных зданий и сооружений на динамические нагрузки. - М.: Стройиздат, 1970. - 188 с. 3. Вибрации в технике. Справочник. т.1/ под ред. В.В. Болотина. - М.: Машиностроение, 1978 - 352 с.

УДК 621.891:539.621

П.Н. Богданович, Д.В. Ткачук

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ГЛУБИНЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПАРЫ ТРЕНИЯ СТЕКЛО – ТИТАН

*Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого
НАН Беларуси, Гомель, Беларусь*

Введение. Для правильного понимания природы изнашивания тел при высокоскоростном трении необходимы сведения о температурных полях, развивающихся в тонких поверхностных слоях контактирующих материалов. В частности, важно выяснить, где находится источник теплоты трения – на математической границе раздела тел или под этой границей, в материале одного из них. В теоретических исследованиях