

где коэффициенты a_i выражаются через геометрические и упругие характеристики материалов слоев.

Из полученной системы уравнений, учитывая граничные условия $w = u_{x,x} = u_{y,y} = w_{,xx} = u_{,yy} = 0$ находим неизвестные перемещения.

Действие локальных нагрузок. Поверхностная нагрузка равномерно распределена по площадке, заключенной между прямыми $x = x_1, x = x_2$ ($x_2 > x_1$); $y = y_1, y = y_2$ ($y_2 > y_1$):

$$q(x, y) = q_0 (H_0(x_2 - x) - H_0(x_1 - x))(H_0(y_2 - y) - H_0(y_1 - y)),$$

где q_0 – постоянная величина, H_0 – функция Хевисайда нулевого порядка.

Сосредоточенная сила P приложена в точке $x = x_p, y = y_p$. Предполагается, что ранее рассмотренная локальная поверхностная нагрузка $q(x, y)$ действует в некой малой окрестности точки (x_p, y_p) с размерами ξ_x, ξ_y . Тогда выражение для нагрузки принимает вид

$$q(x, y) = q_0 (H_0(x_p + \xi_x - x) - H_0(x_p - \xi_x - x))(H_0(y_p + \xi_y - y) - H_0(y_p - \xi_y - y)).$$

Решение получаем предельным переходом при $\xi_x, \xi_y \rightarrow 0$, учитывая, что равнодействующая нагрузки

$$P = 4q_0 \xi_x \xi_y.$$

Далее, используя полученные выражения для $q(x, y)$ при решении системы уравнений (1), находим неизвестные перемещения $w(x, y), u_x(x, y), u_y(x, y), \Psi_x(x, y)$ и $\Psi_y(x, y)$ от действия локальных нагрузок.

Численные результаты. Получены для трёхслойной квадратной ортотропной пластины, пакет которой составлен из следующих материалов: несущие слои – различные материалы (наименования и механические характеристики приведены в таблице 1); заполнитель – политетрафторэтилен. Толщины слоёв приняты: $h_1 = 0,03, h_2 = 0,03, c = 0,1$ м, линейные размеры – $l_x = l_y = 1$ м.

Исследован максимальный прогиб пластины при действии локальных нагрузок с различной интенсивностью и площадью действия, но одинаковой равнодействующей; в таблице 1, для столбцов: 1 – нагрузка с интенсивностью $q_0 = 0,1$ МПа, равномерно распределенная по всей внешней поверхности слоя 1 пластины; 2 – $q_0 = 0,4$ МПа, равномерно распределена по площадке $x \in [0,25; 0,75], y \in [0,25; 0,75]$; 3 – сосредоточенная сила $P = 100$ кН, действующая в середине пластины.

Таблица 1 – Прогибы при различных нагрузках и материалах несущих слоёв

Наименования материалов	Механические характеристики					Прогиб w в центре пластины, мм		
	E_x	E_y	E_{xy}	ν_{xy}	ν_{yx}	1	2	3
	ГПа							
Сплав Д16Т	72	72	26,7	0,35	0,35	0,4361	0,9367	1,3444
Борные волокна в алюминиевой матрице	232	147	49,2	0,21	0,146	0,4183	0,8846	1,2335
Борные волокна на эпоксидном связующем	210,5	21	4,92	0,21	0,02	0,50306	1,1107	1,6947
Высокопрочные углеродные волокна на эпоксидном связующем	126,5	10,5	3,62	0,27	0,02	0,6775	1,5044	2,3807

Как видно из таблицы 1, на прогиб, неизменно увеличивающийся при стягивании площади нагружения к центру, влияет совокупность механических характеристик несущих слоёв как в направлении армирования (параллельном оси ox), так и в направлении, перпендикулярном ему.

УДК 624.21/8:004

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ПАРКА МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

С. Н. СВИРИДОВИЧ, О. С. ШИМАНСКАЯ
Белорусский национальный технический университет

Современные экономические условия требуют скорейшего перехода отрасли транспортных коммуникаций на путь инновационного развития. Для этого активно разрабатываются и внедряются автоматизированные информационные системы. Методологией и программным инструментарием моделирования и хранения

больших объемов данных, а также выполнения операций по актуализации данных и обработке пользовательских запросов являются технологии баз данных. Роль баз данных непрерывно возрастает, они шире используются во всех сферах экономической деятельности, в том числе и в транспортных коммуникациях.

В современных условиях возникла необходимость скорейшей полной и всесторонней электронной систематизации данных о состоянии мостовых сооружений на дорогах нашей страны с целью выяснения первоочередности и оптимальности инвестиций в транспортные коммуникации. Для выработки единой методики оценки технико-эксплуатационного состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования была разработана и используется в настоящее время методология системы управления состоянием мостов (СУСМ) «Белмост», действующая на основе технологий базы данных мостовых сооружений Департамента «Белавтодор» Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь. Информация в базе данных хранится централизованно с возможностью множественного доступа, просмотра и изменения данных при использовании в этот момент самой последней версии информации. Для удобства ввода и обработки данных с помощью компьютеров используются классификация и кодирование информации. Коды элементов конструкций и их дефектов проставляются согласно разработанным классификаторам. СУСМ «Белмост» представляет собой комплекс технических, организационных систем и видов деятельности (планирование, ремонт, оценка состояния, развитие) в области мостовых сооружений, которые выполняются с учетом соответствующих методик, правил и нормативов. Основной целью СУСМ «Белмост» является содержание парка мостовых сооружений республики в техническом состоянии, обеспечивающем соответствие эксплуатационных характеристик нормативным требованиям, которые гарантируют безопасный беспрепятственный пропуск грузопассажирских перевозок с учетом оптимальных капиталовложений.

Методология СУСМ «Белмост» представляет собой диагностику мостовых сооружений, включающую в себя все виды работ по определению технико-эксплуатационного состояния мостовых сооружений, а также оценку состояния сооружений, анализ результатов и составление оптимальных планов работ и мероприятий. Материалы диагностики мостовых сооружений используются для планирования работ по осмотрам и ремонтным работам, при разработке проектно-сметной документации и являются определяющими при планировании объемов, сроков осмотров и видов ремонтов сооружений, а также определения объемов денежных средств, необходимых для этих целей.

Основными задачами данной методологии являются:

- сбор информации и оценка транспортно-эксплуатационного состояния мостовых сооружений с определением потребности в ремонте;
- прогнозирование изменения состояния мостовых сооружений;
- оценка качества работы мостовой службы;
- обоснование целесообразности ремонта, реконструкции, осмотров мостовых сооружений;
- определение видов и объемов ремонтных работ, денежных средств, необходимых для ремонта мостовых сооружений;
- оптимальное планирование фондов на управление и содержание парка мостов;
- мониторинг состояния мостовых сооружений;
- управление пропуском тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств по мостовым сооружениям;
- актуализация материалов автоматизированного банка данных.

Научно-исследовательская лаборатория мостов и инженерных сооружений БНТУ в течение 8 лет принимает активное участие в программе диагностики мостовых сооружений. Опыт внедрения и эксплуатации системы «Белмост» выявил в ней некоторые недостатки, устранение которых позволит повысить надежность, эффективность и достоверность методологии. Внедрение и использование диагностики мостовых сооружений по методологии СУСМ «Белмост» является выполнением актуальных задач по разработке инновационных методов практического мониторинга эксплуатируемых мостовых сооружений с учетом их фактического состояния на стадии перехода от требований обеспечения надежности к требованию обеспечения всех потребительских и эксплуатационных качеств сооружений.

Оценки состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования, собранные и систематизированные в электронной базе, позволяют диагностировать состояние сооружений в целом по республике на ближайшую и будущую перспективы. Кроме того, использование СУСМ «Белмост» помогает предотвратить аварийные и предаварийные состояния искусственных сооружений и экономически эффективно распределять инвестиции и внедрение передовых технологий в сфере транспортных коммуникаций.

Применение информационных технологий в сфере транспортных коммуникаций, в частности для введения единой методики оценки технико-эксплуатационного состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования, является реальным воплощением результатов научно-технического прогресса и может рассматриваться как конечный результат инновационной деятельности.