

(дефектные структуры с трещинами, порами, раковинами, непроварами, участками плохой тепло- и электроизоляции, неоднородным составом посторонними примесями, зонами термического и усталостного перенапряжения, а также с отклонениями геометрических и теплофизических характеристик от допустимых значений).

Перспективным для обследований мостовых конструкций является анализ полей напряжений в стальных и других элементах мостовых конструкций (по схеме системы *SPATE*). Эта система основана на измерении малых изменений температуры инфракрасного излучения, которые сопровождают изменение напряжения в изменяемом элементе конструкции. С помощью системы *SPATE* могут регистрировать изменения температуры меньшие, чем  $10^{-3}K$ , что позволит выявить конструктивно-технологические дефекты (внутренние дефекты, зарождение и развитие трещин, коррозионные поражения).

УДК 624.012

### **Расчет железобетонных рам с учетом пластического и хрупкого разрушения элементов**

Алявдин П.В.<sup>1</sup>, Буланов Г.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Зеленогурский Университет, г. Зелена Гура, Польша,

<sup>2</sup> РУП Институт БелНИИС

Предложена математическая модель задачи оптимизации для расчета плоских железобетонных рам, содержащих упругопластические и хрупкие элементы. Принято, что нагрузка случайным образом изменяется в заданных пределах. Приведены примеры постановки оптимизационной задачи и расчета напряженно-деформированного состояния рамы вплоть до разрушения с использованием конечно-элементного комплекса. Оптимизационная задача для рам, содержащих упругопластические и хрупкие элементы, формулируется следующим образом. Требуется найти параметр  $F_0$  вектора нагрузок  $F$  и векторы внутренних усилий  $M^e$ ,  $M_{br}^e$ ,  $M_{pl}^r$ ,  $M_{br}^r$  при соблюдении следующих условий:

$$F_0 \rightarrow \max ; \quad (1)$$

$$M_{pl}^e = \omega_{pl} F ; \quad (2)$$

$$M_{br}^e = \omega_{br} F ; \quad (3)$$

$$A_{pl} M_{pl}^r = \mathbf{0} ; \quad (4)$$

$$A_{br} M_{br}^r = \mathbf{0} ; \quad (5)$$

$$-M_{pl}^- \leq M_{pl}^e + M_{pl}^r \leq M_{pl}^+ ; \quad (6)$$

$$-V_{br}^- \leq l^{-1} \Delta (M_{br}^e + M_{br}^r) \leq V_{br}^+; \quad (7)$$

$$M_{br}^r \geq \mathbf{0}; \quad (8)$$

$$-F_0 F \leq F \leq F_0 F^+. \quad (9)$$

где  $\omega_{pl}$ ,  $\omega_{br}$  – соответственно матрицы влияния нагрузок  $F$  на изгибающие моменты в сечениях упруго-пластических и упруго-хрупких элементов в упругой стадии работы;  $A_{pl}$ ,  $A_{br}$  – аналогичные матрицы совместности;  $M_{pl}^e$ ,  $M_{br}^e$ ,  $M_{pl}^r$ ,  $M_{br}^r$  – векторы упругих и остаточных моментов в сечениях упруго-пластических и упруго-хрупких элементов;  $\Delta M_{br}$  – вектор разностей изгибающих моментов на концах элементов с хрупкими связями на сдвиг;  $M_{pl}^-, M_{pl}^+$  – векторы предельных значений для изгибающих моментов;  $V_{br}^-, V_{br}^+$  – векторы предельных значений для поперечных сил;  $l$  – диагональная матрица длин элементов.

УДК624.131.52

### **Определение критической нагрузки на водонасыщенное основание**

Соболевский С.В.

Белорусский национальный технический университет

Задачи оценки несущей способности и консолидации водонасыщенных оснований являются важными в практике проектирования и строительства сооружений. Они основаны на математических моделях напряженного состояния линейно-деформированной или упругопластической среды.

Известны решения Г.В. Колосова для определения напряжений в линейно-деформированном стабилизированном состоянии оснований, сложенных неводонасыщенным грунтом. На основании этих решений Н.П. Пузыревским получены формулы для определения критической нагрузки и нормативного сопротивления грунта от действия полосовой нагрузки с применением модели упругопластической среды. Наряженное состояние основания сооружения рассматривается линейно-деформируемым с допустимым ограничением зон развития предельного состояния в грунте.

Решение задачи для водонасыщенных быстро загружаемых оснований предполагает рассмотрение их напряженного состояния в процессе консолидации. При этом в математическую модель основания необходимо вводить условия на границе загрузки путем применения коэффициентов доли восприятия внешней нагрузки двумя фазами (скелетом грунта и поровой жидкостью).

Для водонасыщенных образцов грунта, доля восприятия внешней нагрузки поровой жидкостью зависит от ее интенсивности, а также их