

Напряженно-деформированное состояние и области зарождения трещин в композиционных материалах различной дисперсности

Гусев Б. В. - член-корр. РАН, Президент Российской инженерной академии

В мировой практике широко используются материалы типа бетонов на основе цементных, полимерных и других видов вяжущих. Такие материалы состоят из заполнителей (наполнителей) различной дисперсности и прослоек вяжущих. Наполнители и вяжущие имеют различные величины деформационных характеристик, что приводит, даже при действии внешних сжимающих нагрузок, к возникновению в отдельных областях композиционных материалов растягивающих напряжений.

Под руководством автора изучались вопросы напряженно-деформированного состояния композиционных материалов при испытании различных образцов под действием сжимающих нагрузок от жестких плит прессов; в условиях замерзания воды в порах материала, а также целый ряд задач по определению областей зарождения трещин при неоднородности структуры материалов.

На примере тяжелых и легких конструкционных бетонов, в которых тяжелый и легкий заполнитель размерами 5—20 мм составляет 60%—70% объема, мелкий заполнитель 0.2—2 мм—20%—30%, цементное или полимерное связующее—10%—15%, изучено напряженно-деформированное состояние композиционных материалов различной дисперсности.

Для тяжелых бетонов крупным заполнителем является гранитный щебень, мелким-кварцевый песок; для легких бетонов крупным заполнителем служат керамзитовые гранулы, мелким-песок, а связующим-цементный камень. В качестве модели принято распределение крупных частиц-включений в растворную часть-матрицу (смесь песка и цементного камня). Соотношение модулей деформации между включением (E_v) и матрицей (E_m) для тяжелого бетона принято $E_v/E_m=2-4$, для легкого- $E_v/E_m=0.5-0.9$. Форма включения для плоской модели принята круглой, прямоугольной и восьмиугольной. Задача решалась методом конечных элементов в упруго-пластической постановке. На модель действовала распределенная сжимающая нагрузка $q=10$ МПа.

Были изучены вертикальные и горизонтальные напряжения и представлены изолинии сжимающих и растягивающих напряжений по всему полю модели. Особый интерес представляет концентрация растягивающих напряжений, которые представлены отношением их величин к сжимающей нагрузке, и названы коэффициентом концентрации (η). Величины η находятся для тяжелых бетонов в указанных соотношениях модулей упругости в пределах 0.12—0.17, а для легких бетонов-0.33—0.18. Показаны области возможного зарождения трещин для указанных материалов.

Метод изучения напряженно-деформированного состояния позволяет выявить и показать области возможных зарождений трещин для различных материалов в условиях неоднородности их структуры.