

УДК 620.178.7

ПОВЕДЕНИЕ Ж/Б ПЛИТ ПРИ УДАРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НАГРУЗОК

М.К. Кудерин

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Как выяснилось из экспериментальных и теоретических исследований, проблема описания поведения плит при ударном воздействии складывается из двух подзадач [1,2]:

- Задачи распространения волн, возникающих при ударе, и
- Задачи о динамическом поведении конструкции в целом.

Во 2-ом случае можно воспользоваться обычными зависимостями теории железобетона, в то время как для 1-ой подзадачи особенности деформирования еще не выяснены. Рассматривается напряжённое состояние плиты, находящейся в условиях импульсного (ударного) нагружения. При такой нагрузке происходит мгновенное возрастание давления до максимума с последующим уменьшением его до нуля за короткий промежуток времени, исчисляемый миллисекундами. При этом предполагается известный закон изменения давления во времени t и по координатам x и y $P=(x, y, t); 0 \leq t \leq t_n$, где t_n – продолжительность нагружения при ударе.

При ударе без внедрения в плите образуются области возмущений, в которых распространяются волны напряжений. Если процесс распространения волн напряжений разделить на 4 периода, то:

1 период соответствует началу нагружения и распространению волн нагрузки и разгрузки по толщине плиты;

2 период соответствует началу отражения волн нагрузки от тыльной поверхности плиты и распространению отражённых волн по толщине плиты;

3 период соответствует распространению волн напряжений вдоль плиты с некоторой конечной скоростью \tilde{N} до момента достижения фронтом волны боковой поверхности плиты;

4 период охватывает явление отражения волны напряжения от боковой поверхности и распространение отражённой волны к центру плиты и т.д. В дальнейшем вся плита находится в напряжённом состоянии и совершает колебательное движение [3]. Описанный процесс показан на рисунке 1.

Материал плиты, в каждом из указанных периодов процесса претерпевает упругое, упругопластическое и пластическое состояния в зависимости от его физико-механических свойств.

Если тело (плита) подвергнуто действию нагрузки, при которой нарушается сплошность среды и интенсивность поля напряжений достигает предельного значения,

то наступает разрушение. И в зависимости от распределения напряжений в теле разрушение бывает двух типов: отрывом (откол) и сдвигом. Разрушение отрывом является хрупким и возникает в результате приложения растягивающих нагрузок. Например, во втором периоде может наблюдаться откольное явление на тыльной поверхности плиты в результате отражения волны нагрузки и достижения напряжения отражённой волны ($\sigma_{b,t}$) предельного сопротивления бетона растяжению

$$\sigma_{b,t} \geq R_{\partial b,t} \quad (1)$$

Поверхность разрушения нормальна к максимальному главному напряжению.

Разрушение сдвигом является вязким, связано с касательными напряжениями и проходит по направлению максимального сдвига, поверхность которого ориентирована под углом 45° к главным напряжениям. На разрушение влияют форма ударника (её носовой части), тип нагрузки, скорость деформации и механические свойства материала плиты. На явление откола больше всего влияют форма волны напряжения и предельное значение напряжения среды [4]

$$\sigma^* = \rho \cdot a \cdot V^*, \quad (2)$$

где ρ – плотность материала плиты;

a – скорость волны;

$V^* = \sigma_b / \rho \cdot a$ – предельная массовая скорость частиц

Для определения вида напряжённого состояния железобетонной плиты при воздействии на неё ударной нагрузки был принят алгоритм динамического расчёта нелинейных конструкций, находящихся в условиях осесимметричной деформации в круглой плите с учётом локального разрушения материала [7].

Методика и алгоритм динамического расчёта строительных конструкций с учётом физической нелинейности и разрушения материала построены на использовании метода конечных элементов и реализованы применительно к задачам плоской и осесимметричной деформации, позволяющем решать указанный класс задач на различные виды нестационарных воздействий на ЭВМ. Для рассматриваемого класса двумерных задач /плоская и осесимметричная деформация/ приведены конечно-элементные зависимости нелинейной динамики и рассмотрены условия прочности Г.А.Гениева и И.К.Писаренко, позволяющие моделировать динамическое разрушение конструкции.

На рисунке 2. показаны разбивка на конечные элементы расчетного сечения железобетонной плиты и процесс нарастания зон разрушения и образование откольной пробки во времени соответственно на 1-ой / $T=2.39786 \cdot 10^{-4}$ с./, 2-ой / $T=4.79572 \cdot 10^{-4}$ с./, 4-ой / $T=9.59143 \cdot 10^{-4}$ с./, 6-ой / $T=1.43871 \cdot 10^{-3}$ с./, 7-ой / $T=1.6785 \cdot 10^{-3}$ с./, 8-ой / $T=1.91829 \cdot 10^{-3}$ с./, 10-ой / $T=2.39786 \cdot 10^{-3}$ с./, 11-ой / $T=2.63764 \cdot 10^{-3}$ с./, 12-ой / $T=2.87743 \cdot 10^{-3}$ с./, 14-ой / $T=3.35700 \cdot 10^{-3}$ с./ и 18-ой / $T=4.31614 \cdot 10^{-3}$ с./ итерациях.

Следует отметить, что качественно полученные результаты в случае использования условия прочности Гениева Г.А. достаточно удовлетворительно совпали с данными, полученными экспериментальным путем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кудерин М.К. Методика экспериментального исследования железобетонных плит, опертых по контуру, на действие ударных нагрузок. // 1988, № 9303 Москва, деп. во ВНИИИС Госстроя СССР -7с.

2. Кудерин М.К. Сравнение результатов экспериментального исследования железобетонных плит, опертых по контуру, с использованием существующих эмпирических формул// 1988, № 9304 Москва, деп. во ВНИИИС Госстроя СССР – 7с.

3. Ионов В.Н., Огибалов П.М. Прочность пространственных элементов конструкций. Динамика и волны напряжений. М., В.Ш. 1980.

4. Ржаницын А.Р. К вопросу о движении упругопластических балок и пластинок, нагруженных за пределом их несущей способности. Сб. Исследования по вопросам теории пластичности и прочности строительных конструкций. М., Госстройиздат, 1958, С.62-71.

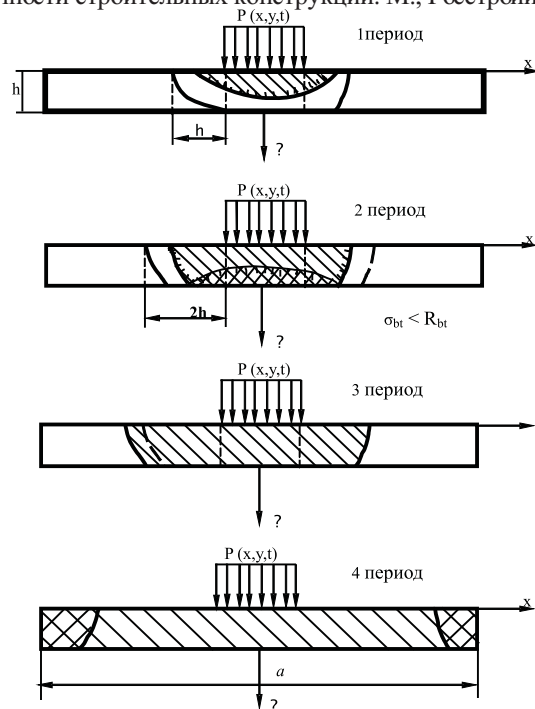
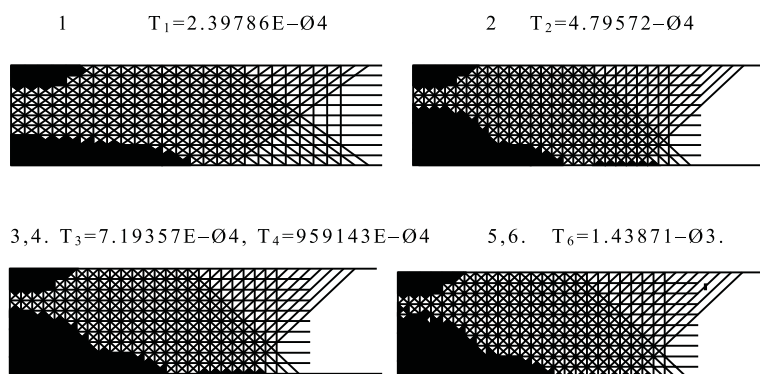


Рисунок 1 – Процесс распространения волн напряжения



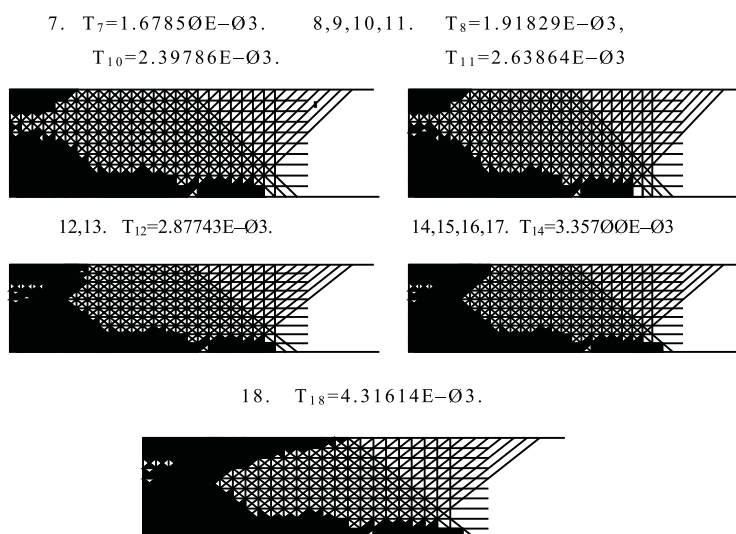


Рисунок 2 – Процесс нарастания зон разрушения и образование откольной пробки во времени ($V_0 = 6.89$ м/с, $M_{уд.} = 8.1$ кг, $h = 5$ см, $d = 5$ см)

Түйіндеме

Бұл мақалада сырышқы соққы лебінің жаппада кернеу толқының таратылу қашынығы қаралған.

Resume

The given paper considers non penetration impact when flagstone undergoes only perturbed areas that spread the stress waves