

С.А. ВАРЕЧКИН, О.В. ЕВДОКИМЦЕВ, В.В.ЛЕДЕНЕВ

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ П-ОБРАЗНОЙ СТАЛЬНОЙ РАМЫ НА ДЕФОРМИРУЕМОМ ОСНОВАНИИ

Основные результаты исследования напряженно-деформируемого состояния (НДС) П-образной стальной рамы приведены в [1 – 3]. Характерное распределение фибровых деформаций по внешнему контуру рамы показаны на рис. 1, 2.

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

- **С РОСТОМ НАГРУЗКИ ДЕФОРМАЦИИ И НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕМЕНТАХ РАМЫ РАСТУТ ПЛАВНО, БЕЗ СКАЧКОВ (РИС. 1, 2);**
- **МАКСИМАЛЬНЫЕ ИХ ВЕЛИЧИНЫ ОТМЕЧЕНЫ В РИГЕЛЕ В МЕСТЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НАГРУЗКИ, В КОЛОННЕ ВБЛИЗИ ОПОР И В МЕСТЕ СОПРЯЖЕНИЯ РИГЕЛЯ С КОЛОННОЙ;**

– С УВЕЛИЧЕНИЕМ ЖЕСТКОСТИ ВЕРХНИХ УЗЛОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В РИГЕЛЕ УМЕНЬШАЮТСЯ, В КОЛОННЕ, НАОБОРОТ, УВЕЛИЧИВАЮТСЯ (РИС. 1, 2).

– РАБОТА РАМЫ НА ЖЕСТКОМ ОСНОВАНИИ ДАЕТ БОЛЕЕ ПРИБЛИЖЕННЫЕ К ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РЕЗУЛЬТАТЫ, ЧЕМ НА ПЕСЧАНОМ (ХОТЯ НЕСООТВЕТСТВИЕ ДОСТАТОЧНО ВЕЛИКО). ОТСЮДА СЛЕДУЕТ, ЧТО ПРИМЕНИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ ВОЗМОЖНА ПРИ ДОСТАТОЧНО НЕСЖИМАЕМОМ ОСНОВАНИИ ИЛИ УВЕЛИЧЕННОМ РАЗМЕРЕ ФУНДАМЕНТОВ;

– идеализация узлов является одной из наиболее важных характеристик, которая влияет на работу всей конструкции, поэтому необходима точность в ее определении. Существующие на данный момент упрощения конструкции могут быть использованы лишь с ограниченным количеством видов узловых соединений;

– все значения перемещений, посчитанные теоретически значительно отличаются от экспериментальных в большую сторону, минимум на 42 %, что говорит о несовершенстве методов расчета и ведет к неправильной оценке реальной работы конструкции, перерасходу материалов и затрат на подготовку и монтаж.

НДС ЭЛЕМЕНТОВ РАМЫ НА ДЕФОРМИРУЕМОМ ОСНОВАНИИ ЗАВИСИТ ОТ ТИПА СОПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ, СООТНОШЕНИЯ ЖЕСТКОСТЕЙ РИГЕЛЯ И СТОЕК, ПОДАТЛИВОСТИ ОСНОВАНИЯ И Т.Д.

$$\Sigma = F(C, I_K, I_P, H, L, E_0, \dots);$$

ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭМПИРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НДС НАТУРНОЙ КОНСТРУКЦИИ, ИСПОЛЬЗОВАЛИ ТЕОРИЮ ПОДОБИЯ.

ПОСЛЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ВЫВЕДЕНЫ ОСНОВНЫЕ «КРИТЕРИИ ПОДОБИЯ» ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ИСПЫТУЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ.

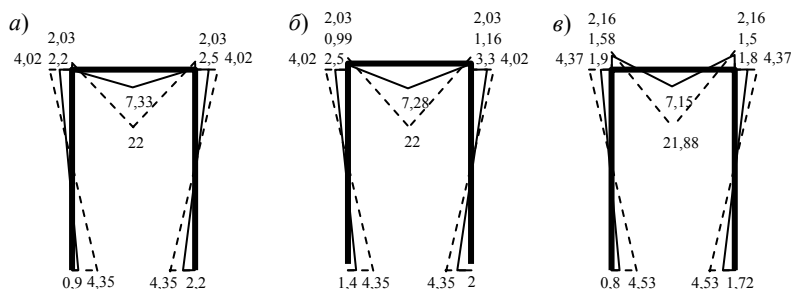


Рис. 1 Эпюры напряжений в стальной раме на жестком основании $[\sigma, \text{кН/см}^2]$, при $e_0 = 0$ (а, б, в); $F = 30 \text{ кН}$. Сопряжение в верхних узлах шарнирное (а); податливое (б); жесткое (в):
 — экспериментальное; ----- теоретическое

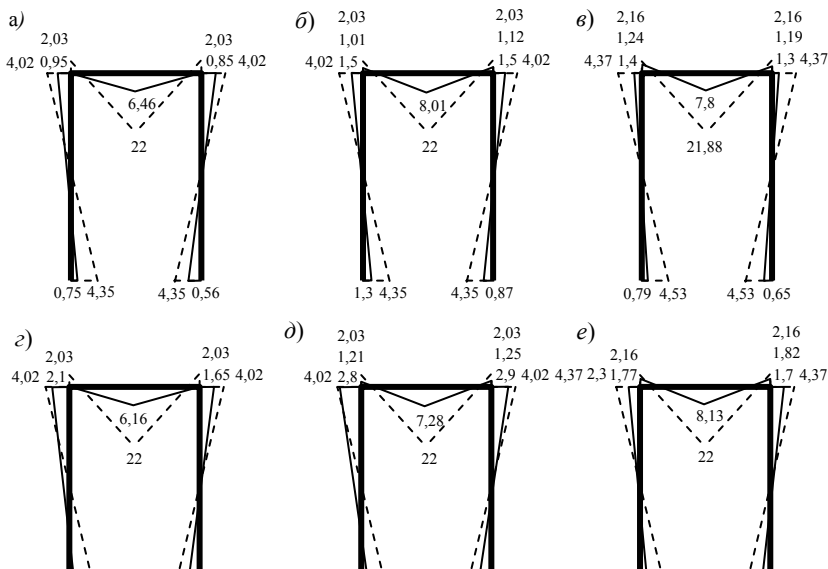


Рис. 2 Эпюры напряжений в стальной раме на «песчаном основании» $[\sigma, \text{кН/см}^2]$, при $e = 0, F = 30 \text{ кН}, \lambda = 1, \rho, \text{г/см}^3: 1,57$ (а, б, в) и $1,61$ (г, д, е). Сопряжение в верхних узлах шарнирное (а, г); податливое (б, д) и жесткое (в, е):
 — экспериментальное; ----- теоретическое

$$\Pi_3 = F(\Pi_1, \Pi_2); \quad \Pi_1 = N / 2F_U; \quad \Pi_2 = X / H; \quad \Pi_3 = \Sigma / \Sigma_{CR},$$

ГДЕ N – НОРМАЛЬНАЯ СИЛА ДЕЙСТВУЮЩАЯ НА РАМУ; F_U – НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ОСНОВАНИЯ; X – КООРДИНАТА СЕЧЕНИЯ СТОЕК; H – ОБЩАЯ ВЫСОТА РАМЫ; Σ , Σ_{CR} – НОРМАЛЬНОЕ И КРИТИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ В СЕЧЕНИИ СООТВЕТСТВЕННО.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью программного пакета STADIA 6.2. Используемые статистические методы: множественная линейная регрессия; общая (нелинейная) регрессия. Первый вычисляет для исходных данных модель вида:

$$X[3] = a[0] + a[1] X [1] + a[2] X [2] + \dots + a[m] X [m],$$

по методу наименьших квадратов, второй строит произвольную регрессионную модель задаваемую алгебраической формулой:

$$X[3] = a[0] + a[1] X [1] + a[2] X [2] + a[3] X [1] X [2] + \\ + a[4] X [1]^2 + a[5] X [2]^2,$$

КОТОРАЯ МОЖЕТ БЫТЬ НЕЛИНЕЙНОЙ КАК ПО ПЕРЕМЕННЫМ, ТАК И ПО ПАРАМЕТРАМ.

Получены коэффициенты регрессии в зависимости от влияющих параметров. На рис. 3 представлено графическое отображение функциональных зависимостей: $\pi_1 = X$; $\pi_2 = Y$; $\pi_3 = Z$;

С помощью полученных уравнений можно определить НДС стоек рам натуральных конструкций с учетом жесткости узлов и податливости основания.

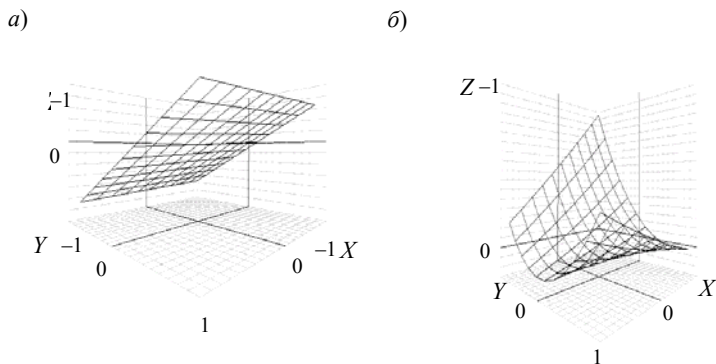


Рис. 3 Множественная линейная регрессия (а); общая (нелинейная)

регрессия (б)