

или криволинейной интерполяции. Достаточно плавное сопряжение в узлах дает, в частности, степенная зависимость вида:

$$\kappa_i^0 = \kappa_B - (\kappa_B - \kappa_H) \left(\frac{M_B - M_i}{M_B - M_H} \right)^{0,8},$$

где $M_B, M_H, \kappa_B, \kappa_H$ — координаты смежных (верхнего и нижнего) узлов интерполяции.

При неизменной во всем диапазоне увеличения M сжимающей силе N опорные координаты определяют один раз и расчетная кривая деформирования повторяет опорную. Если на каком-либо этапе загрузки изменяется также и N , находят новые опорные точки κ (M) и по ним определяют приращение кривизны $\Delta\kappa$.

Составлена программа "Сечение" для ЕС ЭВМ, реализующая приведенную выше методику расчета. В качестве примера ее применения на рис. 2 приведены расчетные зависимости для сжато-изогнутого элемента. На рис. 3 сопоставлены опытные и расчетные данные для внецентренно сжатой колонны, в том числе экспериментальная и теоретическая зависимости прогиба середины колонны от нагрузки, найденные по программе "PLG", реализующей расчет стержневых систем методом догружения [3], в которой в качестве подпрограммы использована программа "Сечение".

ЛИТЕРАТУРА

1. М а м е д о в Т.И. Исследование несущей способности и деформации в стадиях, близких к разрушению, изгибаемых элементов с новыми видами стержневой арматуры из бетона прочностью до 1000 кгс/см²: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Баку, 1975. — 25 с. 2. Г а н а г а П.Н., М а и л я н Л.Р. Учет неупругих свойств бетона при определении жесткости железобетонных балок // *Вопр. прочности, деформативности и трещиностойкости железобетона*. — Ростов-на-Дону, 1979. — С. 122—128. 3. С и д о р о в и ч Е.М., К а з а ч е к В.Г., К р ю ч к о в А.А., Ч и с т я к о в Е.А. Принципы расчета физически и геометрически нелинейных железобетонных стержневых систем // *Вопр. стр-ва и архитектуры*. — Мн., 1986. — Вып. 15. — С. 32—36.

УДК 624.04

А.Е.ШИЛОВ

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ ДЛИН ДВУХВЕТВЕВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН БЕЗ РАСПОРОК

В результате исследований, проведенных в БПИ, были составлены алгоритмы, позволяющие в автоматизированном режиме рассчитать на устойчивость первого рода двухветвевую стойку каркаса по заданным геометрическим и жесткостным параметрам с учетом сжимающих продольных сил. Их реализация для упрощенного варианта основной системы осуществлена на программируемых микрокалькуляторах типа "Электроника БЗ-34" (программа "МИКРО") [1].

Выполнен расчет отдельных двухветвевых стоек при различных соотношениях длин их надкрановой и подкрановой частей. Рассматривались два крайних случая — свободная ($c = 0$) и шарнирно опертая ($c = \infty$) верху стойки (рис. 1). Расчет выполнялся как по приближенной методике (программа "МИКРО"), так и по программе "ПУСК-ЕС". Кроме того, были рассмотрены стойки, являющиеся элементом каркаса, т.е. рассчитываемые с учетом поддерживающего влияния сопряженных элементов ($c \neq \infty$).

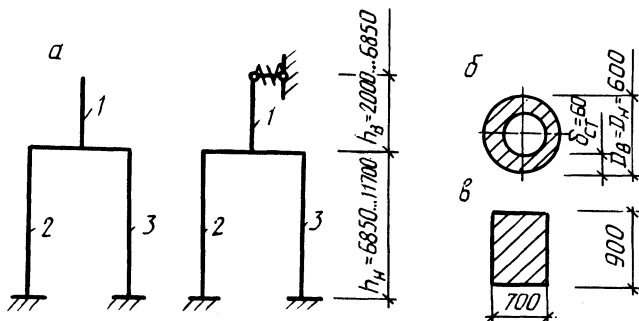


Рис. 1. Двухветвевые колонны: а — расчетные схемы; б — сечение стоек 1-3; в — сечение траверсы

Анализ результатов расчета показал, что для всех ситуаций, кроме случаев с нереально длинными надкрановыми частями ($h_B/h_H = 1$), результаты расчета по программе "МИКРО" хорошо совпадают с "точными". В возможных пределах изменения параметров двухветвевых колонн при определении коэффициентов расчетной длины элементов надкрановой и подкрановой частей траверсу упрощенно можно принимать бесконечно жесткой и не учитывать продольные деформации ветвей. Влияние условий закрепления верхней части колонны на расчетные длины существенно при очень короткой или, наоборот, длинной надкрановой части. В середине диапазона h_B/h_H превышение l_0 для стоек со свободным концом ($c = 0$) по сравнению с шарнирно опертой не столь существенно (до 20%). Установлено также, что в большинстве случаев 1-3 поддерживающие стойки создают практически несмещаемую опору в уровне оголовка (при определении расчетной длины элементов рассматриваемой колонны).

Учитывая при этом слабое влияние условий опирания верха стойки на результаты расчета l_0 элементов рамной колонны (в реально возможной области изменения соотношения длин надкрановой и подкрановой частей), можно рекомендовать, рассчитывая каркас как плоскую раму, определять расчетные моменты в сечениях двухветвевых колонн традиционным путем без разделения воздействий, как это в общем случае предлагается в [2].

Статический расчет рамы выполняется в целом для рассматриваемой комбинации нагрузок. По продольным усилиям вычисляют коэффициенты μ и η для ветвей, рассматривая стойку как шарнирно опертую в верхней части. При этом в любом случае принимают $\mu \leq 3$.

Расчетный момент в сечении

$$M = \eta \sum_{i=1}^i M_i .$$

Такой расчет приходится выполнять отдельно для каждой опасной комбинации нагрузок.

Были проведены многочисленные варианты расчеты как для реальных проектных ситуаций, так и абстрактных. Линейный статический расчет рам выполнялся по программе "ЛИРА", расчетные длины ветвей и коэффициенты η определялись по программе "МИКРО". По l_0 , а также усилиям в ветвях подбирали площадь арматуры A_s по программе "РЕКС". Сопоставление результатов расчета для двухветвевых колонн с параметрами, указанными на рис. 1, по казало следующее.

1. Требуемая площадь арматуры в более сжатой ветви (A_{s2}) не всегда больше, чем в менее сжатой (A_{s3}), т.е. площадь арматуры в любой из двух подкрановых ветвей не всегда определяется расчетом на комбинацию нагрузок, дающую N_{\max} .

2. Ни в одном из рассмотренных случаев стоимость преднапряженных колонн не оказалась ниже, чем колонн с обычной арматурой. Расход стали также практически не уменьшился. Преднапряжение ветвей может быть эффективно для высоких двухветвевых колонн при их перевозке и монтаже.

Разработаны практические рекомендации по определению расчетных длин двухветвевых колонн применительно к использованию их в сочетании с результатами статического расчета рам по стандартным программам, в которых на печать не выдаются номера загружений, вошедших в рассматриваемую комбинацию. При этом также рассматривается более сжатая ветвь. Расчетная длина назначается таким образом, чтобы полностью исключить ситуации, когда при какой-то комбинации менее сжатая ветвь окажется определяющей по площади арматуры.

На основе вышеизложенного

$$\mu_2 = 0,25 + 1,55 \frac{h_B}{h_H} \frac{D_H}{D_B} .$$

Для проектирования примем $\mu_{\min} \leq \mu_2 \leq \mu_{\max}$, где $\mu_{\max} = 1,15 (D_H / D_B)$;
 $\mu_{\min} = 0,7$.

Для однопролетных зданий значение μ_2 увеличивают до 20 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидорович Е.М., Шолов А.Е. Способ определения расчетных длин двухветвевых сборно-монолитных центрифугированных колонн одноэтажных производственных зданий: Обзор. информ. /БелНИИНТИ Госплана БССР. — Мн., 1985. — 3 с.
2. Шер М.О., Герашенко Г.А., Шолов А.Е. Совершенствование методики расчета каркасов одноэтажных производственных зданий, оборудованных мостовыми кранами // Вопр. стр-ва и архитектуры. — Мн., 1986. — Вып. 15. — С. 74—79.