

к.т.н. Емец Е.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ РАМ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПОДАТЛИВОГО ОСНОВАНИЯ

Приведены результаты исследований напряженно-деформированного состояния конструкций каркасных зданий с учетом деформационных воздействий оснований. Определены критические значения продольных усилий для случаев симметричной и несимметричной потери устойчивости для различных ступеней податливости закрепления стоек в основании, при изменении соотношения погонных жесткостей ригеля и стоек.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, каркас здания, деформационные воздействия, жесткость узлов.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В настоящее время весьма актуальным является проблема строительства зданий и сооружений на деформируемом основании.

Проектирование сооружений в сложных грунтовых условиях связано с необходимостью учета распределения усилий от совместного влияния силовых и деформационных воздействий. Величины перемещений оснований фундаментов и усилия в элементах каркаса зависят от жесткости надфундаментных конструкций и их соединений, податливости заземления фундаментов в грунте. Принципиальные положения по данному вопросу приведены в работах С.Н. Клепикова [1], А.А. Козачевского [2], А.С. Трегуб [3] и др.

Целью данной работы является исследование изменения напряженно-деформированного состояния П - образной рамы при различных соотношениях погонных жесткостей ригеля и стоек и при различной податливости соединения элементов между собой и с основанием.

Основная часть. Расчетная схема рамы приведена на рисунке 1.

Отношение погонных жесткостей ригеля и стоек примем

$$i = \frac{E_p \times I_p \times h_p}{E_c \times I_c \times h_c}. \quad (1)$$

Податливость соединения стоек в основании примем

$$0 \leq n_c^H \leq \infty. \quad (2)$$

Податливость соединения стоек с ригелем примем

$$0 \leq n_p \leq \infty. \quad (3)$$

Расчеты выполнялись для различных вариантов податливости соединения стоек с ригелем и с основанием:

1 вариант – абсолютно жесткое соединение элементов между собой и с основанием $n_c^H = 0$; $n_p = 0$;

2 вариант – элементы рамы соединены между собой абсолютно жестко, а с основанием – шарнирно $n_c^H = \infty$; $n_p = 0$;

3 вариант – абсолютно жесткое соединение элементов между собой конечная жесткость соединения с основанием $0 \leq n_c^H \leq \infty$; $n_p = 0$;

4 вариант – жесткое соединение стоек с основанием и соединение ригеля со стойками конечной жесткости $n_c^H = 0$;
 $0 \leq n_p \leq \infty$.

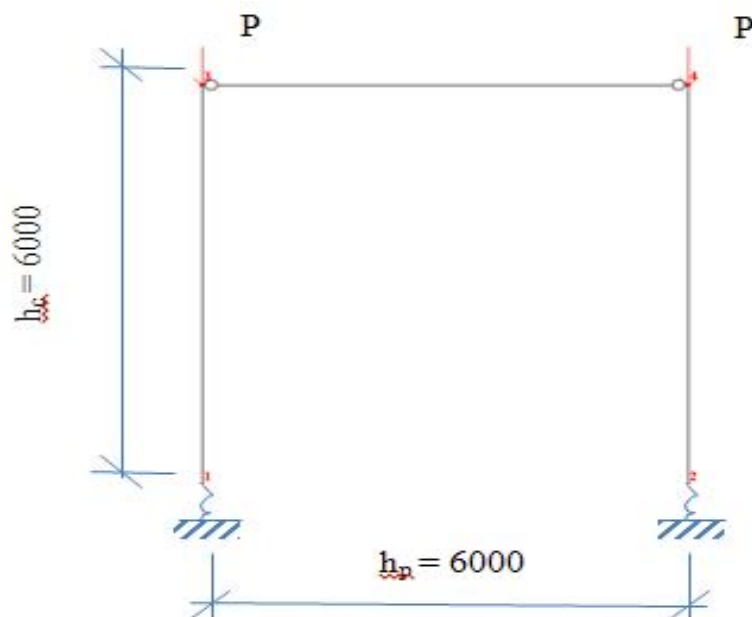


Рисунок 1 – Расчетная схема рамы

Искомые величины:

- поворот узла 3 (φ_3);
- поворот узла 4 (φ_4);
- горизонтальное перемещение узла 3 (Δ_3).

Приведем результаты расчета рамы при изменении податливости закрепления стоек с основанием для различных соотношений погонных жесткостей ригеля и стоек, т. е. для симметричной и несимметричной потери устойчивости.

Соединения элементов между собой принимаем абсолютно жестким $n_p = 0$.

При несимметричной потере устойчивости выражение для соотношения погонных жесткостей ригеля и стоек примет вид

$$i = \frac{(R_3^c + R_4^c)^2 - R_3^c \times R_4^c}{6R_2^c}, \quad (4)$$

где R_i^c - значения реактивных усилий от неизвестных перемещений.

На рисунке 2, 3 приведены зависимости критических значений функций продольных усилий ($Y_{кр}$) от различных значений податливости соединения стоек с основанием при изменении соотношения погонных жесткостей ригеля и стоек (i) соответственно, при несимметричной и симметричной потере устойчивости.

Для случая симметричной потери устойчивости горизонтальное перемещение $\Delta_3 = 0$, а повороты узлов 3 и 4 $\varphi_3 = -\varphi_4$.

Для различных степеней податливости закрепления стоек в основании, при изменении соотношения погонных жесткостей ригеля и стоек определяем критические значения продольных усилий для случая симметричной потери устойчивости. Результаты вычислений приведены на рисунке 3.

На основании полученных результатов определим влияние податливости узлов закрепления стоек в основании на величины критических вертикальных нагрузок (P) при различных соотношениях погонных жесткостей ригеля и стоек.

Проанализируем степень влияния податливости закрепления стоек с основанием от абсолютно жесткого до шарнирного на величины критических нагрузок.

Сопоставление графиков на рисунках 2 и 3 показало, что критические значения влияния продольного изгиба при несимметричной потере устойчивости для любых значений податливости закрепления стоек в основании меньше соответствующих значений при симметричной потере устойчивости.

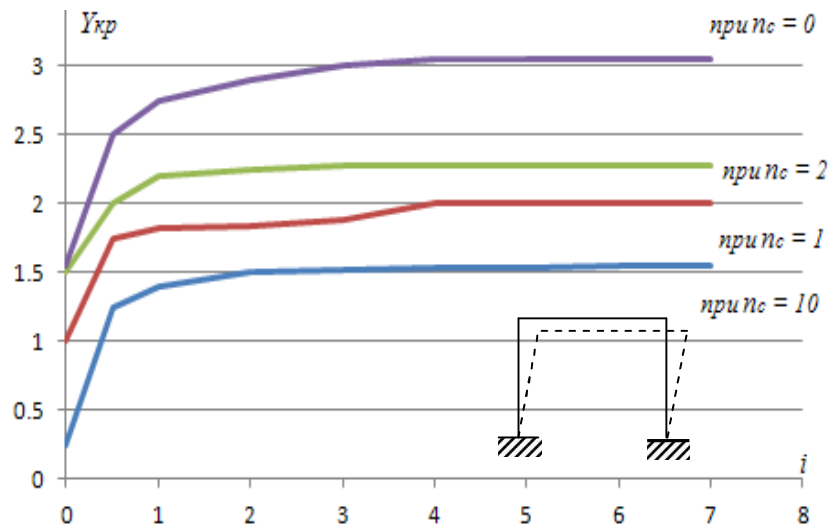


Рисунок 2 – График зависимости жесткости элементов и податливости основания на критические значения продольного изгиба при несимметричной потере устойчивости

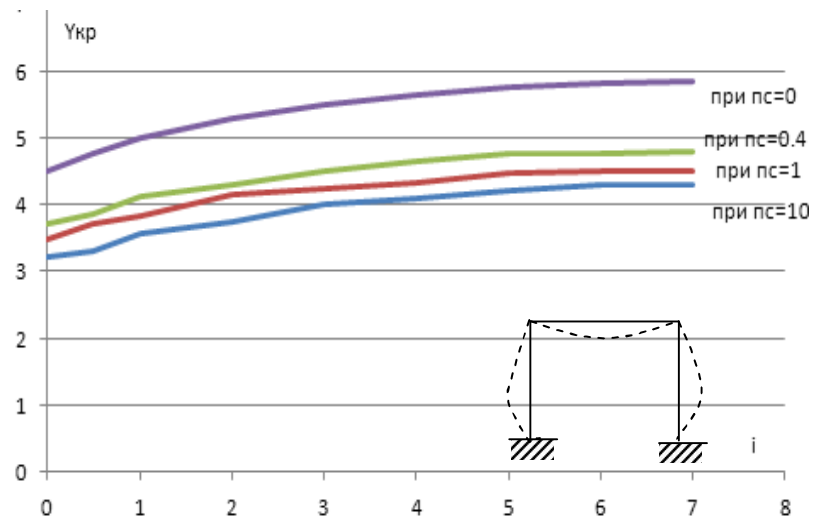


Рисунок 3 – График зависимости жесткости элементов и податливости основания на критические значения продольного изгиба при симметричной потере устойчивости

Таким образом, несимметричная потеря устойчивости может быть вызвана меньшими вертикальными нагрузками и, следовательно, является более опасной. На рисунке 4 приведены графики зависимости податливости закрепления стоек в основании на величину изменения критической нагрузки при симметричной и несимметричной потере устойчивости. Результаты вычислений показывают, что учет податливости закрепления стоек с основанием существенно снижает предельные значения продольного изгиба и нагрузок как при симметричной, так и при несимметричной потере устойчивости.

Рост податливости основания сопровождается существенным снижением критических значений нагрузок.

График зависимости податливости основания на величины критических нагрузок при различных соотношениях погонных жесткостей ригелей и стоек показывает, что учет податливости закрепления стоек в основании оказывает более существенное влияние на величины критических нагрузок при несимметричной потере устойчивости, чем при симметричной.

В случае несимметричной потери устойчивости величины критических нагрузок снижаются:

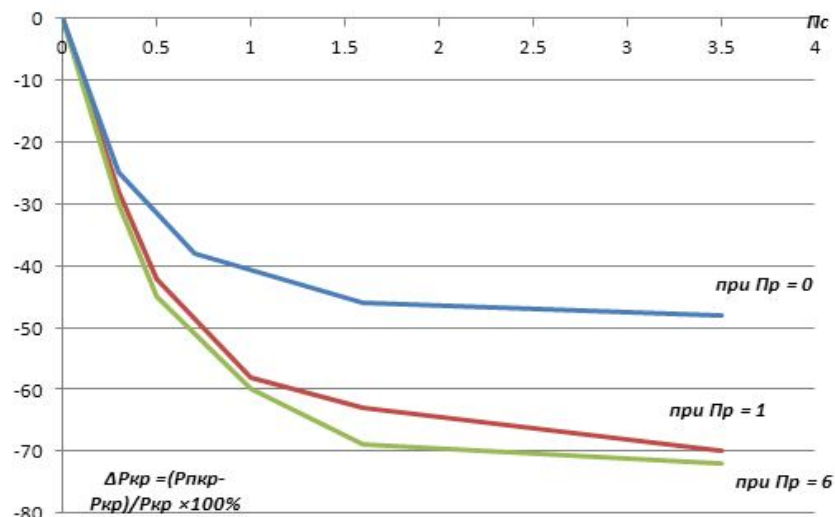


Рисунок 4 – График зависимости податливости основания на величины критических нагрузок при различных соотношениях погонных жесткостей ригелей и стоек

- на 30 % - при относительной податливости закрепления стоек в основании 0,2;
- на 40 % - при относительной податливости закрепления стоек в основании 0,4;
- более, чем на 60 % - при относительной податливости закрепления стоек в основании более 1.

Соответственно, для симметричной потери устойчивости снижение критических нагрузок составляет:

- 25 % - при относительной податливости закрепления стоек в основании 0,2;
- 35 % - при относительной податливости закрепления стоек в основании 0,4;
- менее 50 % - при относительной податливости закрепления стоек в основании более 1.

Существенное влияние на величину критической нагрузки оказывает не столько соотношение погонных жесткостей ригеля и стоек, сколько относительная податливость закрепления стоек в основании. Установлено, что при изменении соотношения погонных жесткостей (i) в диапазоне от 1 до 6 изменение критической нагрузки при любой степени податливости не превышает 4-5 %. При увеличении степени податливости (n_c^H) в диапазоне от 0 до 0,2 при любых соотношениях погонных жесткостей ригеля и стоек значения критических нагрузок при симметричной и

несимметричной потере устойчивости снижаются на 25-30 %.

Выводы

1. Учет податливости закрепления стоек в основании при различных соотношениях погонных жесткостей ригелей и стоек оказывает более существенное влияние на величины критических нагрузок при несимметричной, чем при симметричной потере устойчивости. При несимметричной потере устойчивости и относительной податливости закрепления стоек в основании величины критических нагрузок снижаются на 30 - 60 %. При симметричной потере устойчивости снижения критических нагрузок составляет 25 - 50 %.

2. Существенное влияние на величину критической нагрузки оказывает не столько соотношение погонных жесткостей ригеля и стоек, сколько относительная податливость закрепления стоек в основании. При изменении соотношения погонных жесткостей (i) в диапазоне от 1 до 6 изменение критической нагрузки при любой степени податливости не превышает 4-5 %. При увеличении степени податливости (n_c^H) в диапазоне от 0 до 0,2 при любых соотношениях погонных жесткостей ригеля и стоек значения критических нагрузок при симметричной и несимметричной потере устойчивости снижаются на 25-30 %.

Библиографический список

1. Клепков С.Н. Расчет сооружений на деформируемом основании / С. Н. Клепков. - К.:НИИСК, 1996. – 204 с.
2. Козачевский А.И. К расчету сложных инженерных сооружений на ЕС ЭВМ / А. И. Козачевский // Строительная механика и расчет сооружений. – 1981. - № 4. – С. 57-58.
3. Трегуб А.С. Варіаційний метод розв'язання нелінійних контактних задач при деформаціях основ і споруд / А. С. Трегуб // Механіка ґрунтів та фундаментобудування: Матеріали 4-укр. наук.-практ. конф // Будівельні конструкції. – К., 2000. – №. 53, кн. 2. – С. 247-251.
4. Гольшиев А.Б. Железобетонные конструкции / А.Б. Гольшиев, В.П. Полищук, В.Я. Бачинский; под ред. А.Б. Гольшева. - К.: Логос, 2001. – 420 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Должиковым П.Н.

Статья поступила в редакцию 28.05.2013.

к.т.н. Емец Е.В. (ДонГТУ, м. Алчевськ, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ РАМ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ ВПЛИВІ НА НИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ПОДАТЛИВОЇ ОСНОВИ

Наведені результати теоретичних досліджень напружено-деформованого стану конструкцій каркасних будівель, на які впливає деформація основ. Визначені критичні значення продольних зусиль для випадків симетричної та несиметричної втрати стійкості для різних ступенів податливості закріплення стоек в основі, при зміні погонної жорсткості ригеля та стійки.

Ключові слова: напружено-деформований стан, каркасна будівля, деформаційний вплив, жорсткість вузлів.

Emets E.V. (DonSTU, Alchevsk, Ukraine)

RESEARCH OF INTENSE-DEFORMED CONDITION OF BUILDING ON INTERACTING WITH NON-UNIFORMED BASIS

Results of research intense-deformed condition building on interacting into account non-uniformed deformations of basis.

Key words: building on interacting with non-uniformed of basis, rigid of basis, non-uniformed deformations of basis.