

УДК 624.012.45

к.т.н. Емец Е. В.,  
 Коняшкина О. А.,  
 Никишина И. А.  
 (ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОДАТЛИВОСТИ ОСНОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ МНОГОЭТАЖНЫХ РАМ

Исследовано напряжённо-деформированное состояние многоэтажных рам при воздействии на них несимметричных и симметричных перемещений грунтового основания при различных значениях его жёсткостных характеристик. Проанализированы факторы влияния внутренних усилий, вызванных вертикальными нагрузками, на напряжённо-деформированное состояние многоэтажных рам.

**Ключевые слова:** перемещение оснований, деформированное основание, напряжённо-деформированное состояние, рамные системы, жёсткость.

Проектирование сооружений в сложных грунтовых условиях связано с необходимостью учёта распределения усилий от совместного влияния силовых и деформационных воздействий. Величины перемещений оснований фундаментов и усилия в элементах каркаса зависят от жёсткости надфундаментных конструкций и их соединений, податливости защемления фундаментов в грунте и величин нагрузок на каркас [1–4].

В данной статье рассматриваются результаты исследования влияния податливости основания на величины расчётных усилий в элементах многоэтажных рам при воздействии на них перемещений основания [5]. Расчёт рам выполнен с использованием ПК «ЛИРА» для следующих вариантов:

- при отсутствии вертикальных нагрузок;
- при каждом виде воздействия основания (вертикальные и горизонтальные перемещения) отдельно.

При этом за основу принимали величины усилий в элементах рамы, полученные при расчёте рам, жёстко защемлённых в основании.

Расчётная схема многоэтажной рамы приведена на рисунке 1. Как показывают результаты расчёта, симметричные и несимметричные горизонтальные перемещения основания вызывают значительные усилия в стойках и ригелях первого этажа.

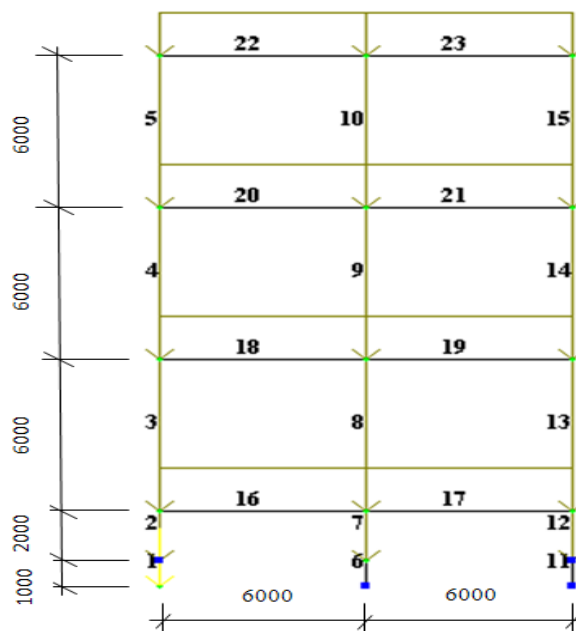


Рисунок 1 Расчётная схема многоэтажной рамы

На рисунках 2 и 3 приведены графики зависимости изменения усилий, возникающих от несимметричных и симметричных перемещений основания при различных значениях жёсткостных характеристик грунтового основания ( $E_{гр}$ ). Установлено, что наибольшие усилия возникают в сечениях стоек, под которыми возникли вынужденные перемещения основания (рис. 2,а и 3,а).

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

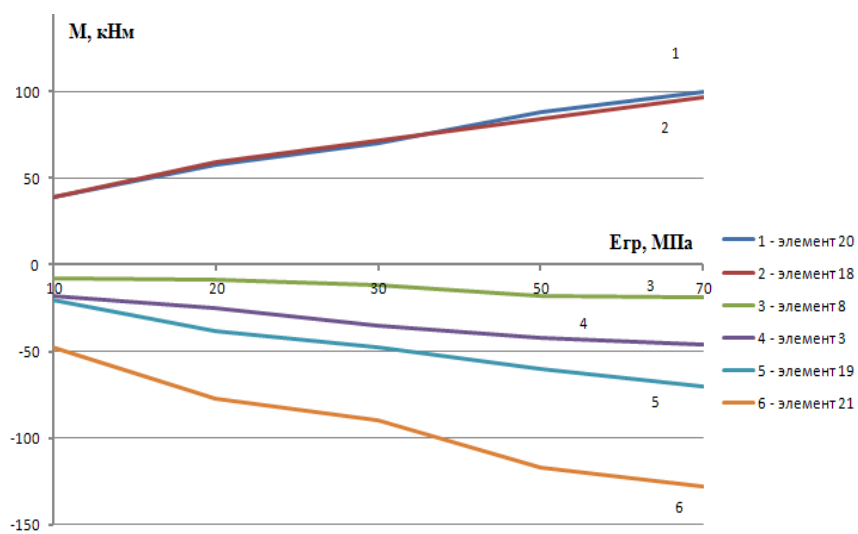
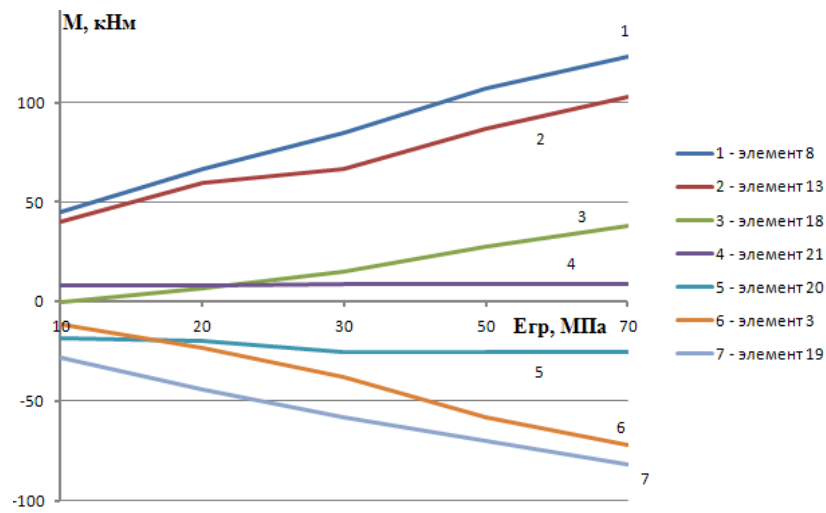
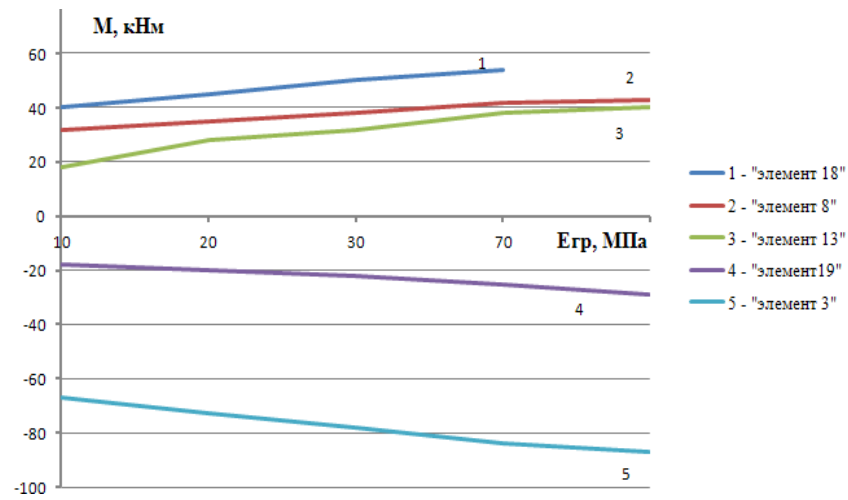


Рисунок 2 Графики изменения усилий от несимметричных перемещений основания

При несимметричных горизонтальных перемещениях основания учёт его податливости может привести к снижению величин наибольших расчётных усилий в ригелях первого этажа на 40–50 %, в сечениях стоек снизу — на 65–75 %, в сечениях стоек вверху — на 40–45 % (рис. 2, а).

При симметричных горизонтальных перемещениях основания учёт податливости основания приводит к снижению величин расчётных усилий в ригелях первого этажа на 50–55 %, в сечениях стоек снизу — на 75–80 %, в сечениях стоек вверху — на 40–45 %.

Повороты основания, как симметричные, так и несимметричные, вызывают максимальные по абсолютной величине усилия в стойках и ригелях первого этажа (рис. 2, б и 3, б). При этом максимальные усилия возникают в нижних сечениях стоек, под которыми возникли повороты основания.

При несимметричных поворотах основания учёт его податливости позволяет в ряде случаев снизить величины расчётных усилий в сечениях элементов первого этажа на 80–85 % (рис. 3, б).

Для варианта, когда возникают симметричные и несимметричные оседания основания, установлено, что такой вид деформаций основания вызывает значительные усилия в элементах всех этажей рамы (рис. 2, в и 3, в). При несимметричных оседаниях основания податливость последнего приводит к существенному снижению величин расчётных усилий в нижних сечениях стоек первого этажа, в верхних сечениях стоек и в других элементах рамы (рис. 2, в).

Результаты расчёта рамы показали, что учёт податливости основания при расчёте многоэтажных рам на воздействия симметричных оседаний основания позволяет снизить величины расчётных усилий как в стойках первого этажа, так и в остальных элементах рамы.

Следует заметить, что приведённые результаты расчёта характерны для грунтов с модулем деформации  $E=10$  МПа.

При условии, что в основании залегает грунт с модулем деформации  $E \rightarrow 0$ , вели-

чины расчётных усилий в нижних сечениях стоек первого этажа от воздействия горизонтальных перемещений основания тоже стремятся к нулевым значениям, а в верхних сечениях — к усилиям, которые возникают при шарнирно-неподвижном соединении фундамента с основанием.

Таким образом, установлено, что наибольшее влияние на величины расчётных усилий в элементах многоэтажных рам при воздействии на них горизонтальных перемещений оказывает податливость основания, обусловленная неравномерным сжатием грунта.

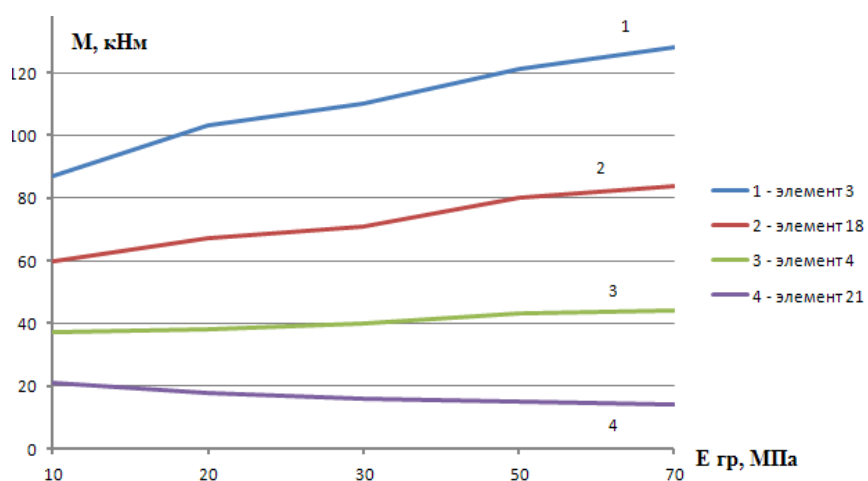
Также расчётом установлено, что наибольшие усилия от поворотов основания, которые возникают в нижних сечениях колонн первого этажа, вызывают максимальные обратные повороты фундаментов, что, в свою очередь, значительно снижает их абсолютные значения. В этом случае также можно утверждать, что и при воздействии поворотов основания наибольшее влияние на величины расчётных усилий в элементах многоэтажных рам оказывает податливость основания, обусловленная неравномерным сжатием грунта.

Усилия, возникающие в элементах многоэтажных рам от неравномерных оседаний основания, которые вызваны подработкой, приводят к возникновению вторичных оседаний фундаментов, под которыми они не возникли от подработки, тем самым уменьшают неравномерность оседаний и, как следствие, снижают усилия в элементах рамы. Рост вторичных оседаний основания наблюдается при увеличении податливости основания (для варианта равномерного сжатия).

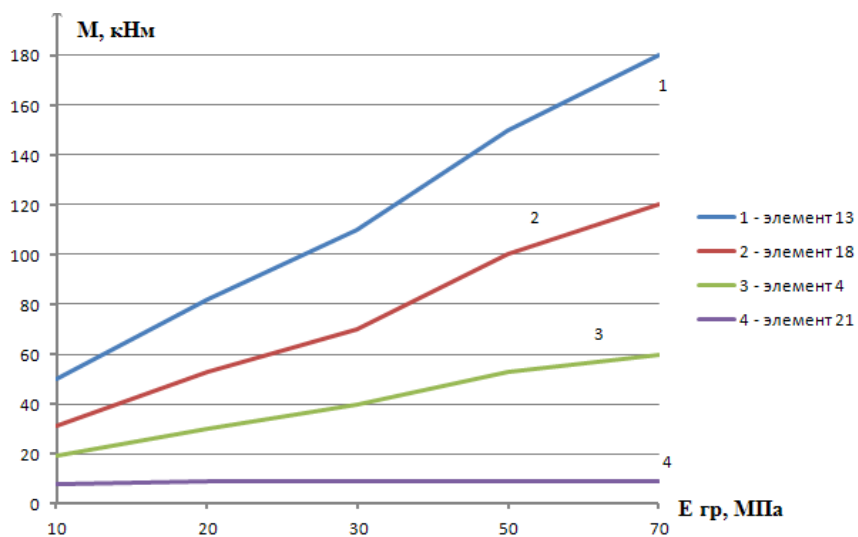
Следовательно, для варианта, когда возникают оседания основания, вызванные подработкой, наибольшее влияние на величины расчётных усилий в элементах многоэтажных рам оказывает податливость основания, обусловленная равномерным сжатием грунта.

Для варианта, когда моделируется общий крен здания, установлено, что при отсутствии вертикальных нагрузок он не вызывает в элементах многоэтажных рам дополнительных усилий.

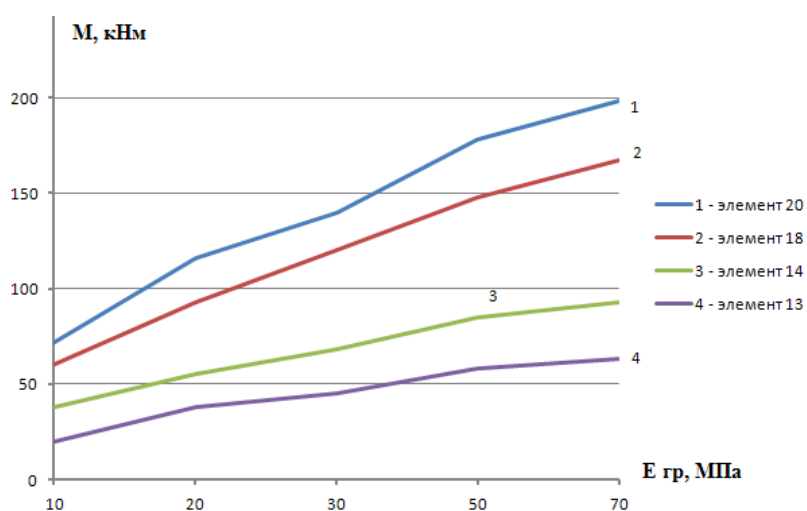
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА



а



б



в

Рисунок 3 Графики изменения усилий от симметричных перемещений основания

На основании вышеприведённого анализа изменения напряжённо-деформированного состояния многоэтажных каркасных зданий от воздействия на них симметричных и несимметричных перемещений основания при учёте податливости основания можно сделать следующие выводы:

1. Несимметричная потеря устойчивости каркасных зданий на податливом основании вызвана меньшими вертикальными нагрузками и является более опасной, чем симметричная.

2. Наибольшее влияние на величины расчётных усилий в элементах многоэтажных рам при расчёте их на горизонтальные перемещения, повороты оказывает податливость основания, обусловленная неравномерным сжатием грунта.

3. Учёт податливости основания при расчёте многоэтажных рам на воздействие горизонтальных перемещений основания снижает величины расчётных усилий в ригелях первого этажа — на 50–55 %, а в колоннах первого этажа в сечениях стоек снизу — на 75–80 %, в сечениях стоек сверху — на 40–45 %.

4. При расчёте многоэтажных рам на воздействия неравномерных оседаний основания наибольшее влияние на величины расчётных усилий оказывает податливость основания, обусловленная равномерным сжатием грунта.

5. При расчёте многоэтажных рам на воздействия симметричных и несимметричных оседаний основания (для грунтов с модулем деформации  $E=10$  МПа) установлено, что

при несимметричных оседаниях основания податливость последнего приводит к снижению величин расчётных усилий в нижних сечениях стоек первого этажа на 20–23 %, в верхних сечениях стоек — на 60–70 %, в других элементах рамы — 65–70 %.

6. Результаты расчёта рамы показали, что учёт податливости основания при расчёте многоэтажных рам на воздействия симметричных оседаний основания позволяет снизить величины расчётных усилий в стойках первого этажа на 80–85 %, в остальных элементах рамы — на 70–75 %.

7. Расчёт многоэтажных рам каркасных зданий на общий крен основания даёт хорошие результаты только при вертикальных нагрузках, не превышающих 10–15 % от критических значений. При более высоких значениях вертикальных нагрузок учёт влияния продольных усилий резко меняет картину напряжённо-деформированного состояния рам. Этот фактор особенно важно учитывать при проектировании высотных каркасных зданий, когда продольные усилия в колоннах нижнего яруса достигают максимальных значений, а воздействия горизонтальных перемещений, поворотов и оседаний основания могут быть компенсированы рядом конструктивных мероприятий (устройством фундаментов в виде сплошных плит, перекрестных балок).

8. При относительной податливости основания (менее 0,05) величины критических нагрузок для рамных систем могут быть определены исходя из условия жёсткого защемления фундаментов в основании.

### Библиографический список

1. Клепиков, С. Н. *Расчёт сооружений на деформируемом основании [Текст] / С. Н. Клепиков. — К. : НИИСК, 1996. — 204 с.*
2. Мальшиев, М. В. *Прочность грунтов и устойчивость оснований [Текст] / М. В. Мальшиев. — М. : Стройиздат, 1977. — 176 с.*
3. Гольшев, А. Б. *Железобетонные конструкции [Текст] / А. Б. Гольшев, В. П. Полищук, В. Я. Бачинский. — К. : Логос, 2001. — 420 с.*
4. Эренбург, В. М. *Эксплуатационные пластические шарниры в железобетонных ригелях рамных каркасов общественных зданий [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.23.01 / Эренбург Владимир Маркович; Научно-проектный институт учебно-воспитательных, торговых бытовых зданий (Институт общественных зданий). — Москва, 1994. — 24 с. : ил.*

5. Емец, Е. В. Совершенствование методов расчёта конструкций каркасных зданий при неравномерных осадках основания [Текст] / Е. В. Емец // Современные проблемы строительства : ежегодный научно-технический сборник. — Донецк : Донецкий ПромстройНИИпроект, ООО «Лебедь». — 2003. — Вып. 1(6). — С. 46–50.

© Емец Е. В.  
© Коняшкина О. А.  
© Никишина И. А.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц., и.о. зав. каф. СК ДонГТУ Псюком В. В., д.т.н., проф. каф. ГиПС ИСА и ЖКХ ЛНУ им. В. Даля Дроздом Г. Я.*

*Статья поступила в редакцию 28.02.18.*

**к.т.н. Ємець О. В., Коняшкіна О. А., Нікішина І. О.** (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

#### **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОДАТЛИВОСТІ ОСНОВИ НА МІЦНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ БАГАТОПОВЕРХОВИХ РАМ**

*Досліджено напружено-деформований стан багатоповерхових рам при впливі на них несиметричних і симетричних переміщень ґрунтової основи при різних значеннях її характеристик жорсткості. Проаналізовано фактори впливу внутрішніх зусиль, викликаних вертикальними навантаженнями, на напружено-деформований стан багатоповерхових рам.*

**Ключові слова:** переміщення основ, деформована основа, напружено-деформований стан, рамні системи, жорсткість.

**PhD Yemets E. V., Koniashkina O. A., Nikishina I. A.** (DonSTU, Alchevsk, LPR)

#### **ANALYZING THE INFLUENCE OF BASEMENT PLIABILITY ON ENDURANCE OF MULTISTORY BENT ELEMENTS**

*The stress-strain state of multistory bents has been examined when the asymmetric and symmetric basement soil displacement influence them at its various rigid characteristics. The influences of inner forces caused by vertical loads on the stress-strain state of multistory bents have been analyzed.*

**Key words:** basement displacement, deformed basement, stress-strain state, framed systems, rigidity.