

622.837:622.838

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Грищенко Н. Н., Шнеер В. Р., Блинникова Е. В.,  
Рахманова Т. И., Стельмах С. С.**  
(УкрНИИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

*Для забезпечення безпечної експлуатації будівель в містах і селах у вугільних регіонах запропоновано два види заходів захисту будівель: заходи захисту, спрямовані на зниження деформаційного діяння на підроблювані будівлі з боку деформованої основи; заходи захисту, спрямовані на підсилення підроблюваних будівель.*

*Впровадження заходів поетапного підвищення ресурсу безпечної експлуатації будівель на підроблюваних територіях здійснювати виходячи з технічного стану будівель, визначеного за результатами обстеження, інструментальних вимірювань величин розкриття тріщин в конструкціях будівель та відхилення стін і колон від вертикалі, а також по результатах моніторингу деформацій земної поверхні.*

*To provide safe operation of buildings in cities and villages in coal mining areas two types of protective measures for buildings are proposed. Protection of the first type is aimed at decreasing deformation impact of the undermined buildings' footings, and measures of the second type shall strengthen undermined buildings.*

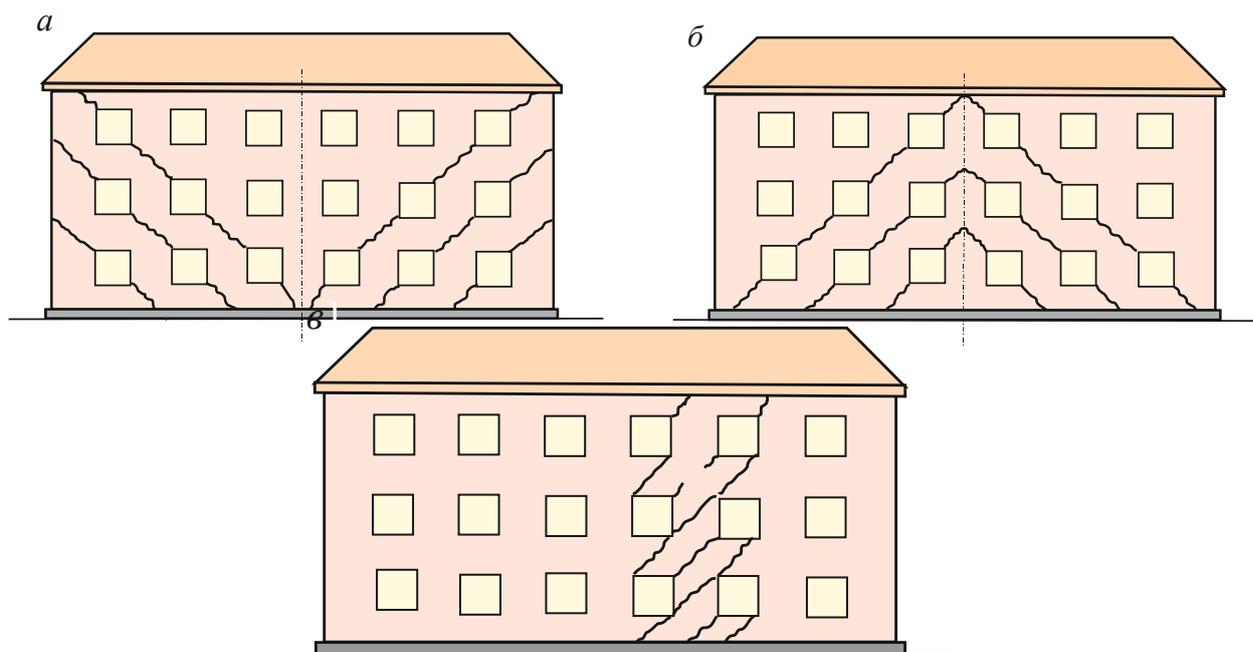
*Employment of measures for step-by-step improving of safe service life of buildings at the undermined territories shall be carried out proceeding from the structural conditions of buildings defined on the basis of inspection, instrumental observations of crack opening displacements in building structures and verticality deviation of walls*

*and columns as well considering the results of ground surface deformation monitoring.*

В последние годы особую актуальность приобрела проблема обеспечения условий эксплуатации и безопасности существующего фонда жилых и гражданских зданий в угольных регионах Украины, где большое количество городов и сел попадают под негативное влияние сдвижений и деформаций земной поверхности, вызванное подземной добычей угля.

Так как практически невозможно избежать негативного влияния горных выработок при их проведении и за короткое время восстановить все деформированные здания в угольных регионах, очень важными с точки зрения безопасности являются разработка и применение мер повышения ресурса безопасной эксплуатации зданий на подрабатываемых территориях, предусмотренных требованиями отраслевого стандарта Украины [1]. Критерием необходимости применения мер защиты зданий в процессе их подработки являются результаты инструментальных наблюдений за раскрытием трещин в несущих стенах бескаркасных зданий и зданий с неполным каркасом.

На основании обобщения опыта безопасного влияния сдвижений и деформаций земной поверхности на подрабатываемые здания, деформированное состояние зданий, построенных без мер защиты от воздействия горных выработок, в зонах сдвижения земной поверхности характеризуется структурными деформациями в виде трещин наружных стен и лестничных клеток, перегибом наружных стен, а также – их наклоном и смещением относительно перекрытий. Характер образования трещин в наружных стенах зданий приведен на рис. 1.



*а* – при горизонтальных деформациях растяжения;  
*б* – при горизонтальных деформациях сжатия;  
*в* – при образовании уступа

Рис. 1. Характер образования трещин в наружных стенах зданий

Для фиксации изменения технического состояния зданий и измерения фактических деформаций земной поверхности необходимо проводить наблюдения в соответствии с «Методикой длительного мониторинга деформированного состояния зданий на основе прогнозируемых сдвижений и деформаций окружающего грунта от влияния горных выработок» [3].

По результатам мониторинга устанавливают соответствие фактического деформированного состояния подработанного здания его прогнозируемому состоянию при данном уровне подработки. Определяющим интегральным критерием здесь является величина максимального раскрытия трещин в наружных несущих стенах зданий. Эта величина сравнивается с прогнозируемым максимальным раскрытием трещин, которое определяется в соответствии с [4].

Соответствие фактического деформированного состояния подрабатываемого здания прогнозируемому необходимо определять заранее до образования предельных деформаций [4, 5]. Это необходимо для своевременного применения мер защиты.

Меры защиты необходимо применять заблаговременно ещё до достижения допустимых значений величин раскрытия трещин в наружных стенах здания. Время применения мер защиты определяется исходя из динамики нарастания горизонтальных деформаций до достижения ими некоторого порогового значения.

На основании опыта подработки предлагается два вида мер защиты зданий.

К первому виду относятся меры защиты, направленные на уменьшение влияния горных выработок на подрабатываемые здания со стороны деформированного основания при помощи компенсационных траншей или путем поддомкрачивания.

Компенсационные траншеи применяют для защиты зданий от горизонтальных деформаций сжатия. При этом их располагают на расстоянии 1-3 метра от здания под углом 20 градусов к направлению действия горизонтальных деформаций земной поверхности. В свою очередь, картина распределения горизонтальных деформаций земной поверхности в мульде сдвижения может быть получена из результатов прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности, выполненного по установленной методике [1]. На рисунках 2-4 приведены примеры распределения горизонтальных деформаций.

Положительные значения графиков (рис. 2 и рис. 3) соответствуют деформациям растяжения, отрицательные – деформациям сжатия. На векторном графике (рис. 4) деформации сжатия ориентированы противоположно направлениям координатных осей, т.е. вниз и влево.

Примеры расположения компенсационных траншей приведены на рисунке 5.

Траншеи должны быть отрыты на 15-25 см ниже подошвы фундаментов, засыпаны крупным шлаком или другим легкосжимаемым материалом и защищены от проникновения воды. Защита здания от горизонтальных деформаций грунта путем устройства компенсационных траншей показана на рисунке 5.

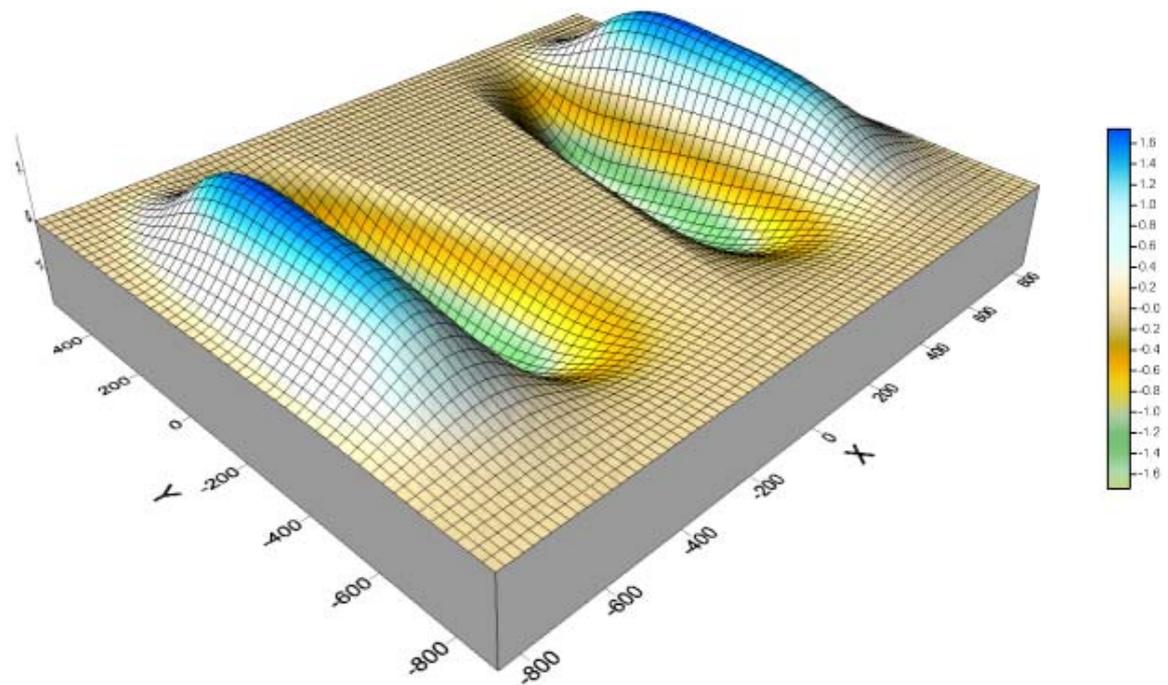


Рис. 2. Распределение горизонтальных деформаций в муфте сдвижения по оси X

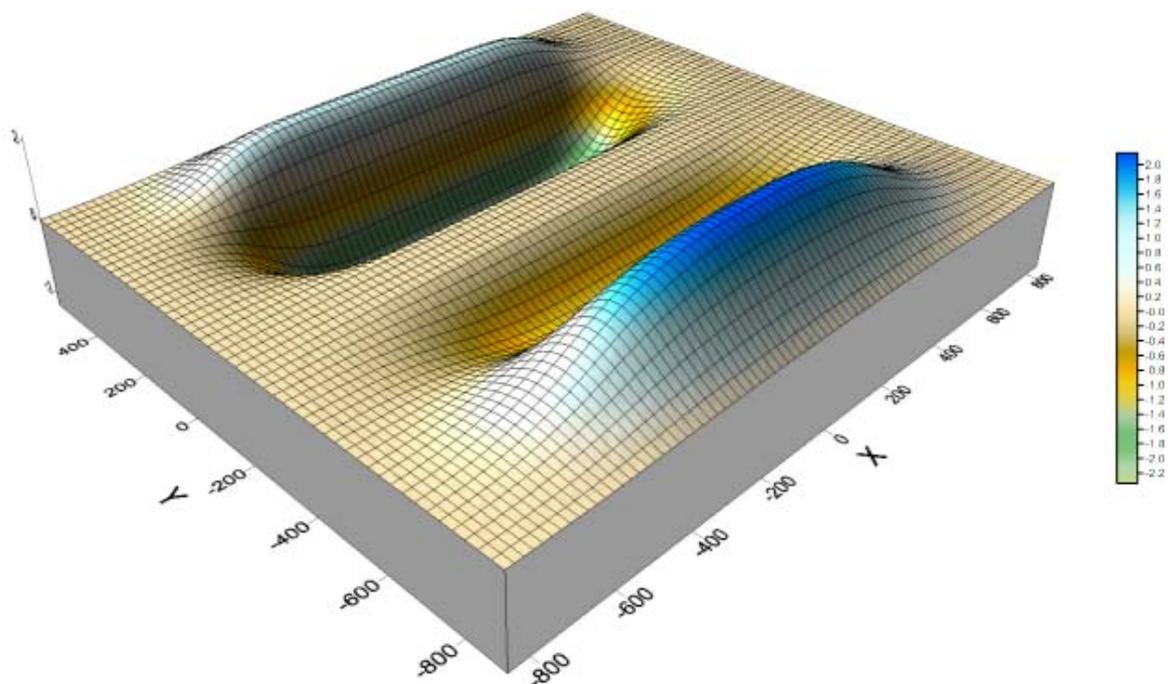


Рис. 3. Распределение горизонтальных деформаций в муфте сдвижения по оси Y

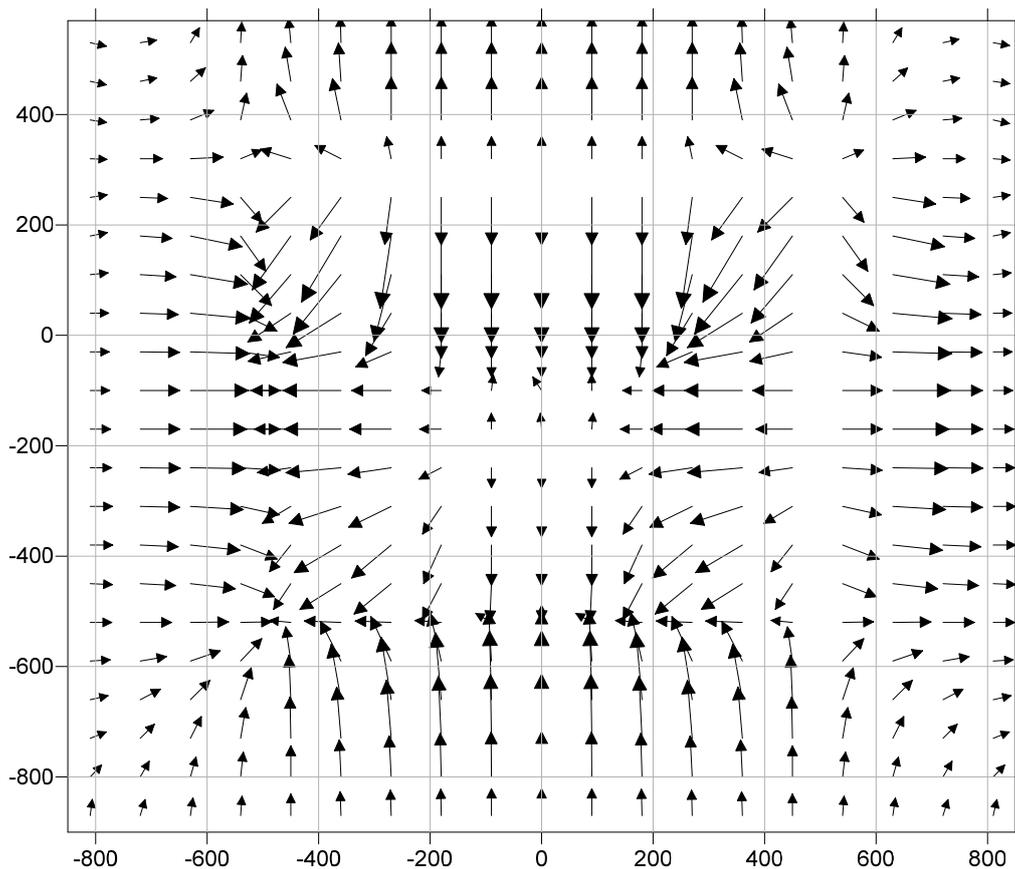
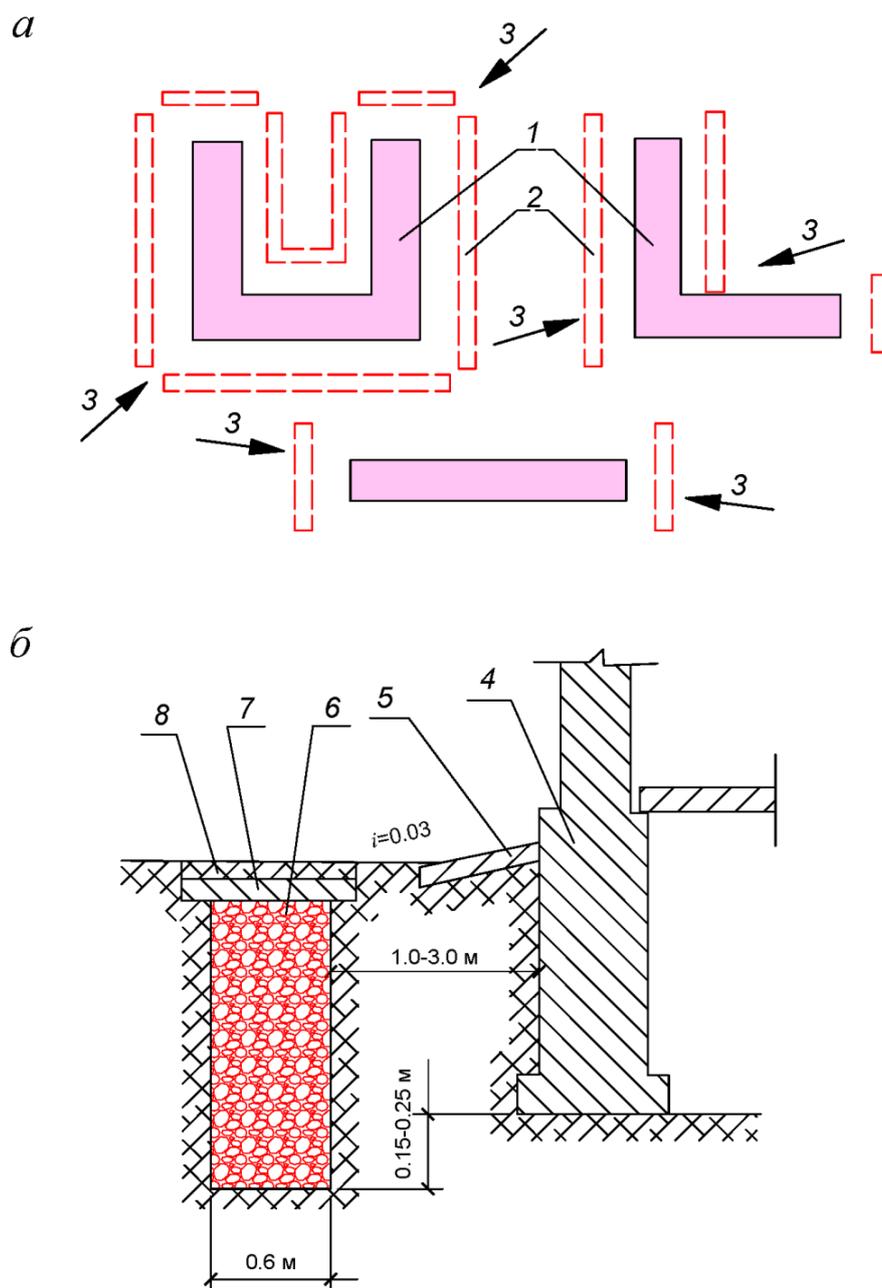


Рис. 4. Векторный график горизонтальных деформаций в мульдe сдвигения

Эффективным методом защиты зданий от влияния неравномерных деформаций земной поверхности является их выравнивание методом поддомкративания, то есть ликвидация кренов зданий или их деформированных конструктивных элементов. Выравнивание зданий может осуществляться с помощью специальных регулировочных устройств, устанавливаемых в фундаментно-подвальной части здания в период строительства или непосредственно перед его выравниванием.

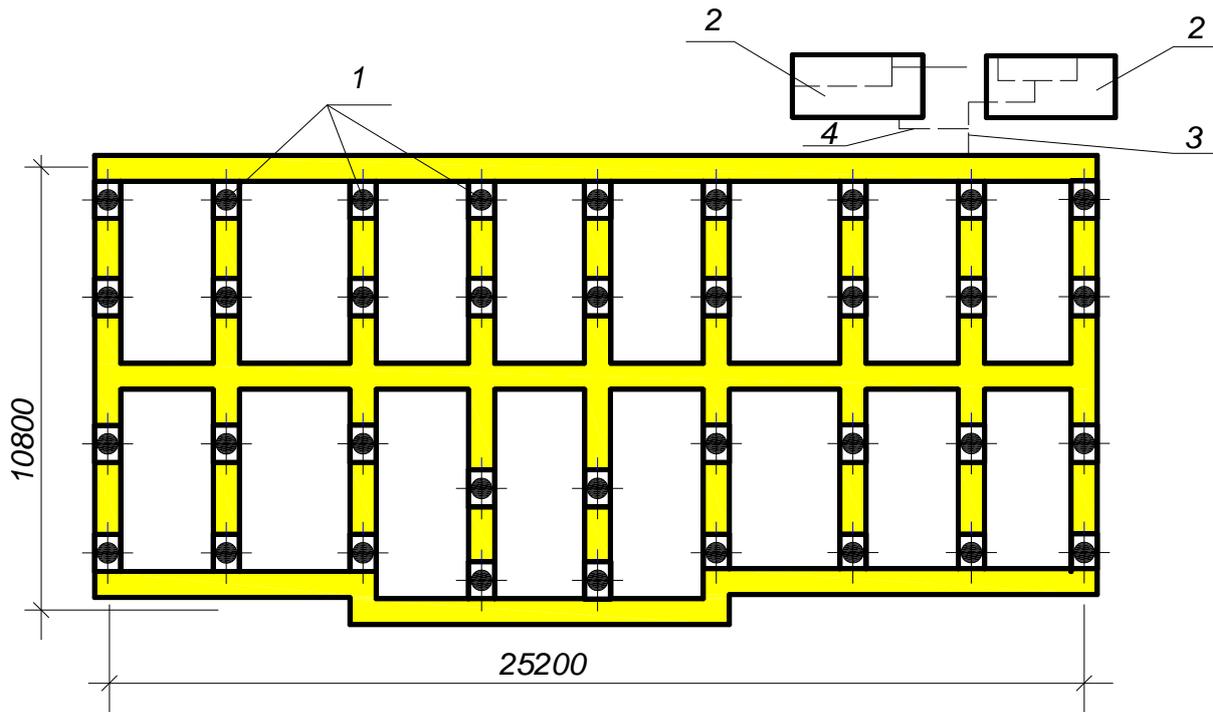
Выравнивание зданий производится перед тем, как они получат максимальные деформации и крены, которые могут привести к нарушению безопасной эксплуатации. Примерный план расположения домкратных проемов и оборудования домкратной системы при выравнивании отсека здания показан на рисунке 6.



а – схема расположения траншей в зависимости от направления горизонтальных деформаций грунта; б – схема устройства компенсационных траншей в плотном грунте без нагрузки на поверхности

1 – здание в плане; 2 – компенсационная траншея; 3 – направление деформации грунта; 4 – фундамент здания; 5 – отмостка; 6 – легко сжимающийся материал; 7 – плита; 8 – глиняный замок

Рис. 5. Защита зданий от горизонтальных деформаций сжатия грунта путем устройства компенсационных траншей

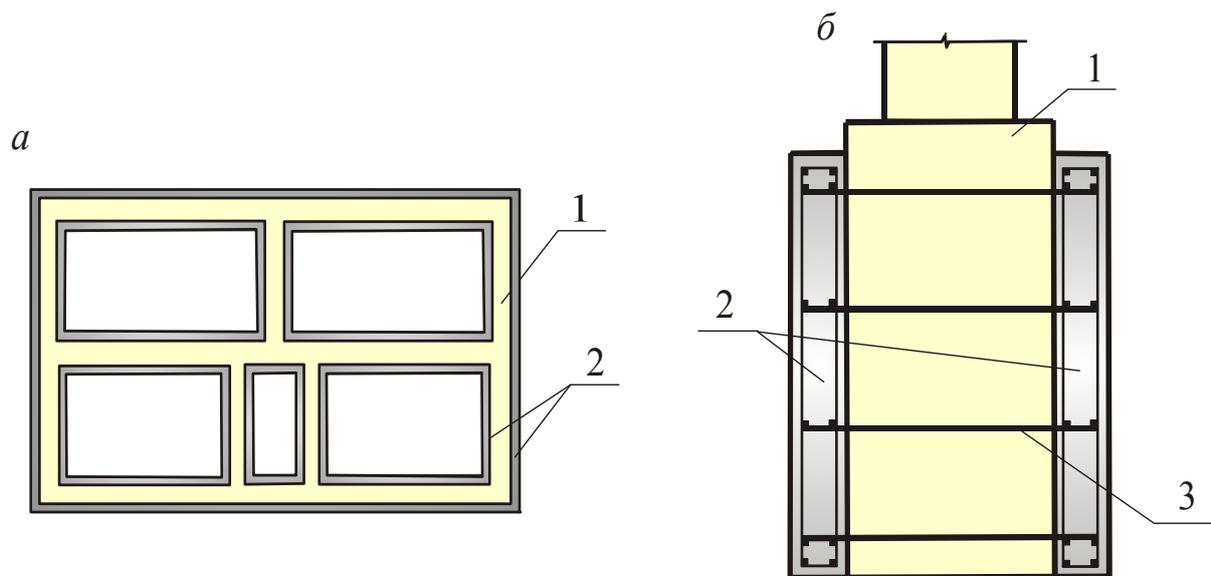


- 1 – проемы с плоскими домкратами;
- 2 – будки-контейнеры с оборудованием;
- 3 – гидрорыводы;
- 4 – электрические цепи управления

Рис. 6. Примерный план расположения домкратных проемов и оборудования домкратной системы при выравнивании отсека здания

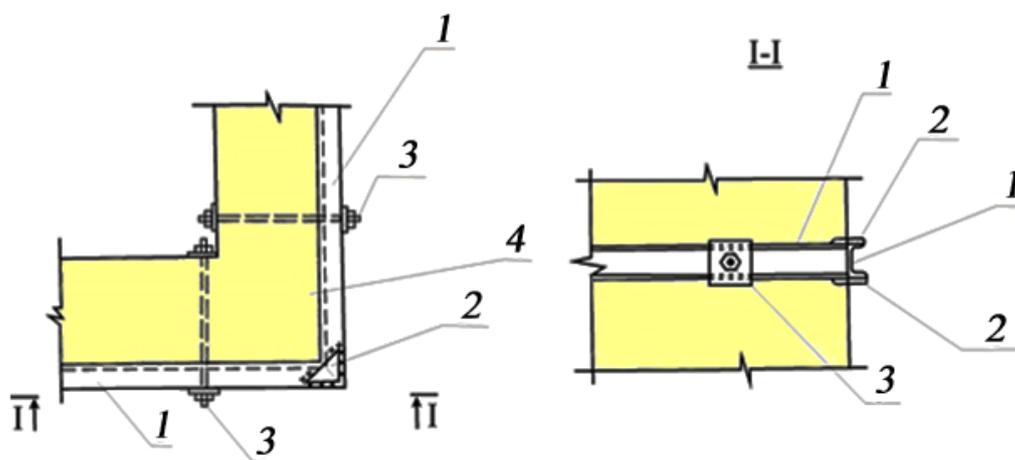
Ко второму виду относятся меры защиты, направленные на усиление подрабатываемых зданий, которые включают:

- усиление ленточных фундаментов односторонними и двухсторонними железобетонными обоймами (рис. 7);
- устройство на наружных стенах зданий стальных или железобетонных поясов (рис. 8);
- усиление простенков и оконных проемов (рис. 9);
- увеличение площади опирания балок и плит перекрытий на стены здания (рис. 10).



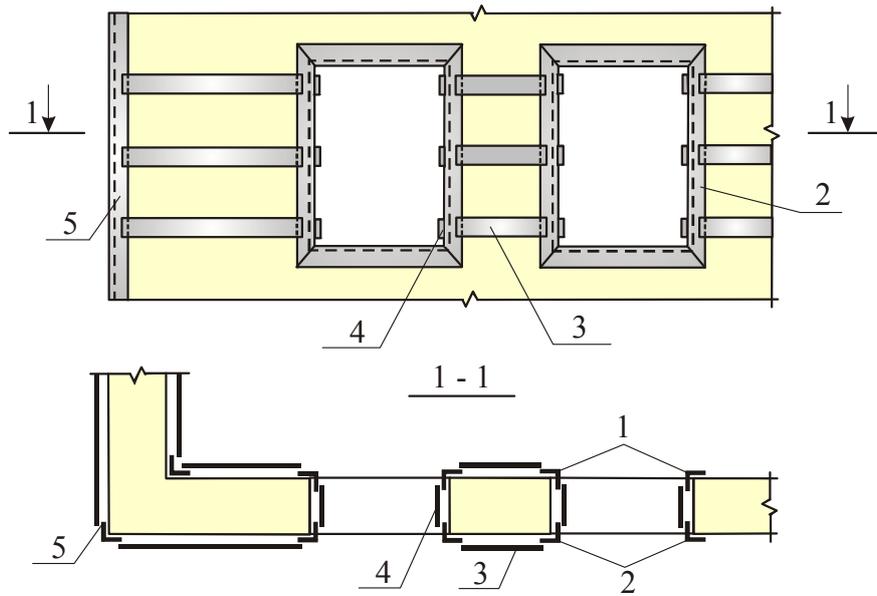
*a* – план фундамента; *б* – разрез фундамента  
1 – фундамент; 2 – железобетонная обойма; 3 – элемент связи железобетонной обоймы с фундаментом

Рис. 7. Усиление фундамента двусторонней железобетонной обоймой



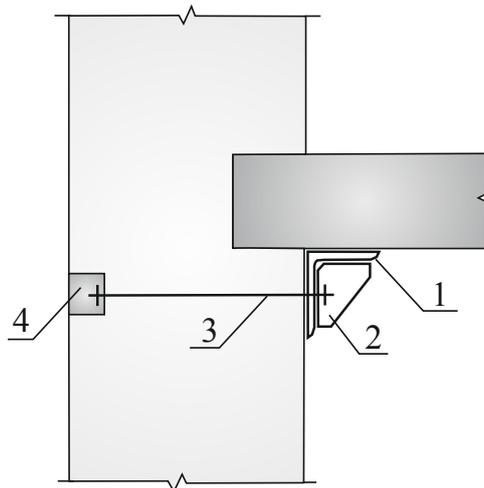
1 – металлический пояс из швеллера;  
2 – стальная накладка;  
3 – стальной анкер;  
4 – существующая стена

Рис. 8. Схема устройства металлического пояса по периметру наружных стен зданий



- 1 – внутрєнняя рама;
- 2 – наружная рама;
- 3 – продольная планка;
- 4 – поперечная планка;
- 5 – уголок

Рис. 9. Устройство замкнутых по периметру наружных стен здания комплексных стальных конструкций усиления простенков и оконных проемов



- 1 – уголок;
- 2 – ребро жесткости;
- 3 – стяжка;
- 4 – бетон

Рис. 10. Увеличение площади опирания балок и плит перекрытий на стену здания

## **Выводы**

1. На основании обобщения опыта безопасного влияния сдвижений и деформаций земной поверхности на подрабатываемые здания, деформированное состояние зданий, построенных без мер защиты от воздействия горных выработок, в зонах сдвижения земной поверхности характеризуется структурными деформациями в виде трещин наружных стен и лестничных клеток, перегибом наружных стен, а также – их наклоном и смещением относительно перекрытий.

2. Для фиксации изменения технического состояния зданий и измерения фактических деформаций земной поверхности необходимо проводить длительный мониторинг в соответствии с «Методикой длительного мониторинга деформированного состояния зданий на основе прогнозируемых сдвижений и деформаций окружающего грунта от влияния горных выработок».

3. Соответствие фактического деформированного состояния подрабатываемого здания его прогнозируемому состоянию определяются заранее до образования предельного состояния для своевременного применения мер защиты здания с учетом фактических конструкций и состояния каждого конкретного подрабатываемого здания, а также фактических (измеренных) деформаций земной поверхности.

4. При достижении допустимых значений величин раскрытия трещин в наружных стенах здания или исходя из динамики нарастания горизонтальных деформаций до достижения ими некоторого порогового значения необходимо применять меры защиты.

5. На основании опыта подработки предлагается два вида мер защиты зданий:

– направленные на уменьшение влияния горных выработок на подрабатываемые здания со стороны деформированного основания;

– направленные на усиление подрабатываемых зданий.

## **СПИСОК ССЫЛОК**

1. ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом – К., 2004. – 128 с.

2. Проект Р 7.8. Разработка мер поэтапного повышения ресурса безопасной эксплуатации зданий на подрабатываемых территориях: Отчет о НИР / УкрНИМИ НАНУ; рук. А. В. Анциферов. № ДР 0113U003460. – Донецк, 2014. – 73 с.
3. Проект Р 7.8. Создание методики длительного мониторинга деформированного состояния зданий на основе прогнозируемых сдвижений и деформаций окружающего грунта от влияния горных выработок: Отчет о НИР / УкрНИМИ НАНУ; рук. А. В. Анциферов. № ДР 0113U003460. – Донецк, 2013. – 45 с.
4. Проект Р 1.5 Разработка системы оценки технического состояния и повышения ресурса безопасной эксплуатации зданий в сложных горно-геологических условиях (заключ.): Отчет о НИР / УкрНИМИ НАНУ; рук. А. В. Анциферов. № ДР 0109U003537. – Донецк, 2009. – 93 с.
5. Проект Р 1.5 Разработка метода определения остаточного деформационного ресурса зданий и сооружений, эксплуатируемых в сложных горно-геологических условиях, с использованием обобщенных деформационных критериев технического состояния (заключ.): Отчет о НИР / УкрНИМИ НАНУ; рук. А. В. Анциферов. № ДР 0106U006738. – Донецк, 2006. – 119 с.