

УДК 624.159:622.1/2

Пустовойтенко В.П., д.т.н., проф. каф. СГГМ, Мансуров Е.Э., студ. гр. ПБ-13-1м, Государственный ВУЗ «НГУ», Днепропетровск, Украина

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Ведение строительства зданий и сооружений на подрабатываемых территориях, а также в условиях влияния горных выработок на объекты поверхности за последние 10-15 лет произошли определенные изменения. Воздействие горных выработок на здания и сооружения изменились в сторону увеличения, поскольку многократная подработка зданий и сооружений имеет иной характер напряженно-деформированного состояния в сравнении с одиночной подработкой.

В крупных городах возросла доля застройки с жилыми и общественными зданиями повышенной этажности, в том числе и на подрабатываемых территориях. К тому же, в значительной степени возрос объем зданий с заглубленными помещениями, но существующие строительные нормы для решения всех возникающих вопросов, как показывает практика, совершенно недостаточны, особенно для площадок с выходами тектонических нарушений, которые приходится осваивать при дефиците свободных городских территорий [1].

Строительство зданий и сооружений на подрабатываемых территориях, на территориях угленосных месторождений, под которыми проводятся горные разработки, вследствие выемки пластов происходит сдвигание горных пород, проявляющееся на земной поверхности в виде оседаний, наклонов, прогибов, горизонтальных сдвижений и других деформаций, которые вызывают значительные повреждения и даже разрушения зданий и сооружений [2].

Существует два метода расчета конструкций зданий и сооружений на подрабатываемых территориях: первый – с использованием компьютерных программ и второй – допускается использовать приближенные способы учета воздействия подработки на здания и сооружения.

Применение первого метода с использованием современных компьютерных программных средств, позволяет прогнозировать деформации грунтового массива и учитывать взаимодействие сооружения, его фундаментной конструкции и деформирующегося основания.

При использовании первого метода исходными данными являются:

- геометрические параметры (глубина расположения в массиве, форма и размеры) подземных выработок;
- конструктивные схемы и физико-механические свойства строительных материалов конструкций здания или сооружения, возводимого или существующего на подрабатываемой территории, включая подземную часть и фундаментную конструкцию сооружения;

- метод (технология) ведения подземных горных работ, тип применяемого оборудования и его характеристики;
- данные о рельефе местности и напряженном состоянии массива горных пород до начала подработки;
- данные о строении массива горных пород, физико-механических свойствах пород и грунтов, слагающих массив по разрезу до глубин, не менее нижней отметки подземной выработки, влияние которой предполагается учесть в расчетах сооружения.
- данные о временной последовательности возведения здания или сооружения и устройства подземных выработок, вызывающих подработку.

При отсутствии соответствующих программных комплексов, позволяющих выполнять выше указанные расчеты деформаций массивов грунтов и горных пород, и соответствующих достаточно полных наборов исходных данных, допускается использовать **второй метод**. Он включает в себя приближенные способы учета воздействия подработки на здания и сооружения, в которых влияние подработки характеризуется как внешнее воздействие через вертикальные и горизонтальные перемещения точек поверхности основания в пределах мульды сдвижения [2].

Для моделирования условий работы сооружения и основания, в рамках плоской задачи, когда протяженное сооружение, располагается вдоль или поперек простирания пластового месторождения, или поперек оси протяженной подземной выработки эти условия характеризуются следующим набором параметров (рис. 1): оседание η , (мм); наклон поверхности основания вдоль оси сооружения i (мм/м); радиус кривизны $R=1/\rho$ (км) в вертикальной плоскости, проходящей через ось сооружения; горизонтальное сдвижение ξ (мм) вдоль оси сооружения; относительная горизонтальная деформация растяжения или сжатия ε (мм/м) вдоль оси сооружения [1, 3].

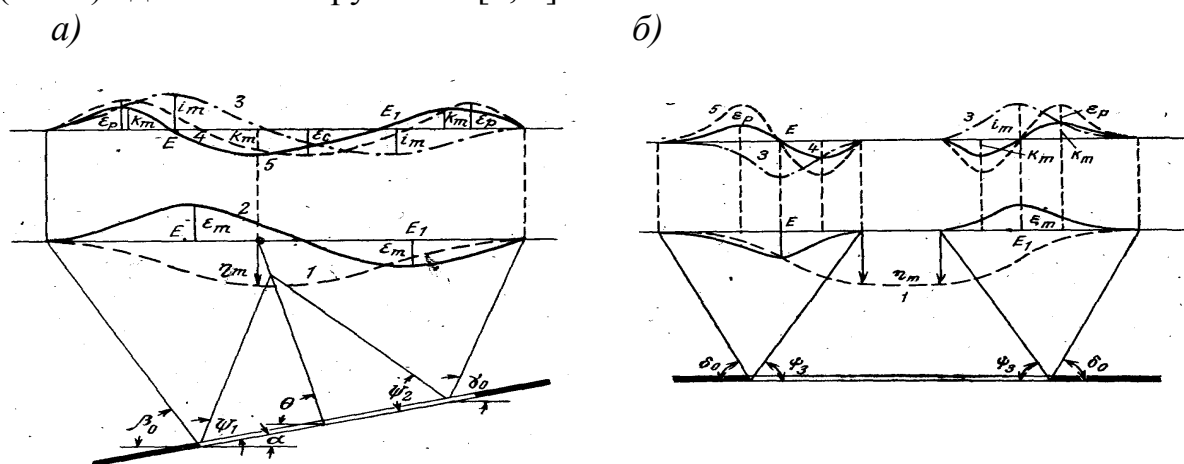


Рис. 1. Кривые смещений и деформаций мульды сдвижения:
 а – при неполной подработке; б – при полной подработке; 1 – вертикальные оседания; 2 – горизонтальные сдвигения; 3 – наклоны; 4 – кривизна; 5 – горизонтальные деформации (растяжения, сжатия)

Строительство на подрабатываемых территориях допускается при условии применения специальных мероприятий:

- конструктивных;
- строительных;
- горнотехнических.

Вышеперечисленные специальные мероприятия обеспечивают нормальную эксплуатацию зданий и сооружений во время подработки и после нее.

Для этого предусматриваются:

- рациональное расположение зданий и сооружений относительно мульды сдвижения;
- искусственное, уменьшение деформаций земной поверхности путем полной или частичной закладки выработанного пространства;
- применение соответствующих систем разработки, порядка, скорости и способа выемки угля;
- неполная выемка угля «по мощности или площади пластов, оставление предохранит, целиков;
- проведение в зданиях и сооружениях специальных конструктивных и строительных, мероприятий в целях снижения усилий, возникающих в несущих конструкциях при воздействии на них различных видов деформаций земной поверхности, и повышения прочности несущих конструкций.

Исходными данными для проектирования этих мероприятий являются максимальные величины ожидаемых деформаций земной поверхности на участке строительства (см. рис. 1): оседание, относительная, горизонтальная деформация (растяжение-сжатие), наклонная, максимальная, кривизна или обратный ей минимальный радиус кривизны, горизонтальное сдвижение.

В зависимости от значений деформаций земной поверхности вдоль главной оси мульды сдвижения делятся на 4 группы табл. 1 [2].

Таблица 1

Значение деформаций земной поверхности вдоль главной оси мульды

Группа территорий	Деформации земной поверхности подрабатываемых территорий		
	относительная горизонтальная деформация ε , мм/м	наклон c , мм/м	радиус кривизны R , км
I	$12 \geq \varepsilon > 8$	$20 \geq i > 10$	$1 \leq R < 3$
II	$8 \geq \varepsilon > 5$	$10 \geq i > 7$	$3 \leq R < 7$
III	$5 \geq \varepsilon > 3$	$7 \geq i > 5$	$7 \leq R < 12$
IV	$3 \geq \varepsilon > 0$	$5 \geq i > 0$	$12 \leq R < 20$

Подрабатываемые территории, на которых при выемке пластов полезного ископаемого образуются уступы земной поверхности, следует подразделять на группы в соответствии с табл. 2 [2].

Таблица 2

Уступы земной поверхности в зависимости от территориальных групп

Группа территорий	I	II	III	IV
Высота уступа h , см	$25 \geq h > 15$	$15 \geq h > 10$	$10 \geq h > 5$	$5 \geq h > 0$

Горнотехнические, строительные, и конструктивные мероприятия для зданий и сооружений, как правило, не требуются на территориях, где величины ожидаемых деформаций земной поверхности меньше величины ε и i и больше R , т.е. для IV группы (см. табл. 1), за исключением сооружений, особо чувствительных к неравномерным деформациям земной поверхности. На территориях, где ожидаемые расчетные деформации больше величин ε и i и меньше R для I группы (см. табл. 1), целесообразность строительства должна быть подтверждена дополнительными, технико-экономическими расчетами. На площадках, где ожидается образование трещин с уступами, провалы, а также в местах выходов пластов и тектонических нарушений строительство зданий и сооружений не допускается.

При расчете конструкций зданий и сооружений на воздействие деформации земной поверхности вводятся коэффициент условий работы для учета осреднения деформаций по длине зданий и жесткостных характеристик сооружения табл. 3 [2].

Таблица 3

Деформация	Коэффициенты условий работы m			
	Обозначение	при величине отношения высоты здания (сооружения) к его длине h/l ,		
		до 0,5	от 0,5 до 1	св. 1
Относительная горизонтальная ε	m_ε	1,0	0,8	0,7
Наклон i	m_i	1,0	0,8	0,7
Кривизна ρ	m_ρ	1,0	0,7	0,5
Скручивание s	m_s	1,0	0,7	0,5
Скашивание γ	M	1,0	0,8	0,7

Примечания к табл. 3: 1. При рассмотрении поперечного сечения здания (сооружения) за l следует принимать его ширину. 2. Для круглого в плане здания (сооружения) за l следует принимать его внешний диаметр. 3. Для здания (сооружения) башенного типа при $l < 15$ м следует принимать $m_i = 1,5$. 4. Для подкрановых путей мостовых кранов, имеющих длину 60 м, следует принимать $m_i = 0,5$.

Здания и сооружения на подрабатываемых территориях проектируются и возводятся с применением: жесткой, податливой или смешанной конструктивных схем [2].

Защита зданий с жесткой конструктивной схемой от воздействия неравномерных вертикальных деформаций земной поверхности осуществляется:

1) разделением их на короткие отсеки с помощью деформационных швов, разрезающих здание по всей высоте, включая фундаменты;

2) усилением здания или его отсеков поэтажными железобетонными или армокаменными поясами;

3) уменьшением веса здания (сооружения) за счет применения эффективных утеплителей, облегченных конструкций;

4) уменьшением заглубления в грунт и площади контакта фундамента-подвальной части здания с грунтом;

5) применением зауженных фундаментов, а также песчаных или глинистых подушек (при высокой несущей способности основания).

Разделение зданий на отсеки является основным мероприятием по уменьшению усилий в несущих конструкциях и их повреждений под воздействием горных разработок. Длина отсеков назначается в зависимости от интенсивности деформаций земной поверхности, принятой конструктивной схемы здания и физико-механических характеристик грунта.

Защита зданий и сооружений с жесткой конструктивной схемой от воздействия горизонтальных деформаций земной поверхности осуществляется усилением подземной части здания путем устройства фундаментного железобетонного пояса, распорок-связей между фундаментами или сплошной железобетонной плиты на грунте.

Защита зданий и сооружений с податливой конструктивной схемой, в условиях воздействия неравномерных вертикальных деформаций земной поверхности, выполняется: разделением на отсеки, снижением жесткости здания в вертикальном направлении путем введения нежестких междуэтажных поясов кладки, применением широких проемов, а также специальных шарнирных вставок и связей, допускающих подвижность сопряжений, образование пластичных шарниров и т.д. Защита таких зданий и сооружений от воздействия горизонтальных деформаций земной поверхности осуществляется: отделением подземной части от надземной швом скольжения, расположенным в горизонтальной плоскости, с устройством над ним защитного пояса, (причем шов скольжения проходит над фундаментной подушкой, а в зданиях с подвалами - под перекрытием над подвалом, или техническим подпольем).

Для снижения дополнительных усилий в элементах каркаса рекомендуется применять статически определимые схемы каркасов, а узлы сопряжения элементов каркаса (кроме жестких узлов, обеспечивающих пространственную устойчивость здания) выполнять по схеме неполного шарнира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электронный ресурс: <http://donpsp.dn.ua/>
2. СНиП 2.01.09-2011. Основные предпосылки и исходные данные для расчета зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.
3. Шашенко А.Н. Механика горных пород / А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтнеко // Учебное пособие для ВУЗов. – К.: Новий друк, 2044. – 400 с.