

Русских Юрий Владимирович, Магистрант,
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ,
Шахты, Россия

ВЛИЯНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ НА ОСАДКУ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ

Аннотация: В статье рассматривается влияние старых горных работ на напряжённо-деформированное состояние грунтового массива и фундаменты малоэтажных зданий. Оценка осадки подошвы фундаментов зданий различной длины выполнена моделированием методом конечных элементов. Установлено значительное увеличение деформаций фундаментов в зонах расположений старых горных выработок.

Ключевые слова: Грунтовый массив, фундамент, напряжения, деформации, осадка.

Мировая тенденция жилищного строительства свидетельствует о постоянном росте доли малоэтажной застройки [1], поскольку современные инновационные технологии позволяют строить малоэтажное жилье без использования тяжелой строительной техники и дорогих стройматериалов. Кроме этого такие объекты при сокращении себестоимости можно возводить на территориях со сложным рельефом, высокой сейсмичностью, слабыми грунтами [2].

В Восточном Донбассе на протяжении многих лет добыча угля сопровождалась деформациями пород и сдвигами земной поверхности. После закрытия большей части угольных шахт стабилизации смещений не произошло, поскольку последующее затопление шахт привело к гидрогеологическим изменениям, что способствовало развитию различных во времени и в пространстве деформационных процессов, которые приводили к неравномерным смещениям грунтовых массивов.

В этом случае особую актуальность приобретает обоснование возможности строительства различных объектов в сложных грунтовых условиях [3], то есть необходима объективная оценка напряжённо-деформированного состояния (НДС) конструктивных элементов зданий, так как имеет место формирование новых и развитие старых трещин на множестве объектов в городе (рисунок 1).



Рис. 1. Развитие трещин на здании в зоне неравномерных деформаций

Ввиду формирования сложнейших геомеханических процессов в зонах влияния горных работ выполнить расчёты НДС грунтовых оснований фундаментов строящихся зданий аналитическими методами чрезвычайно сложно, а зачастую и невозможно. Для исследования напряжённо-деформированного состояния конструкций зданий целесообразно использование

моделирования методом конечных элементов, позволяющего установить распределение напряжений в элементах объектов и соответственно определить критерии надёжности и безопасности.

В нашем регионе для строительства малоэтажных зданий в основном используется бескаркасная конструктивная схема с несущими ограждающими стенами. В последние годы при возведении стен для обеспечения теплоэффективности объектов приобретают популярность облегчённые материалы пено и газобетон, причём для малоэтажных зданий они могут выполнять и несущую функцию.

Для определения поведения зданий из монолитного пенобетона в условиях неравномерных деформаций основания фундамента выполнены расчёты методом конечных элементов при помощи программного комплекса Plaxis [4, 5]. При построении моделей геометрический контур принят из условия стабилизации напряжений на границах исследуемой зоны. Для этого построена модель грунтового массива с размерами 50×80 м, с полным защемлением в нижнем основании модели, а на боковых вертикальных границах скользящая заделка.

НДС модели грунтового массива формируется за счёт собственного веса грунта. Горные работы моделировались путём создания в основании массива грунта подрабатываемой территории из обрушенных горных пород, которые под действием горного давления деформируются и соответственно приводят к смещениям грунта.

Величина возможных смещений разрыхленных горных пород определялась с учётом модуля деформаций, который был рассчитан по результатам экспериментальных исследований увлажнённых раздробленных пород, хранившихся в воде около года.

Влияние подготовительных горных выработок учитывалось размещением в середине выработанного пространства в соответствующем масштабе модели транспортной выработки с охранными конструкциями, обеспечивающими её нормальную эксплуатацию в течении нескольких лет (рисунок 2). Исследования направлены на оценку напряжений и смещений фундаментов зданий, поэтому их расположение принято из условия наиболее неблагоприятного расположения, то есть магистральная выработка расположена под центральной частью здания.

Анализ распределения напряжений в грунтовом основании фундамента показывает, что их концентрация наблюдается на краях здания, а в центре участок ослабления, что приводит к увеличению смещений фундамента.

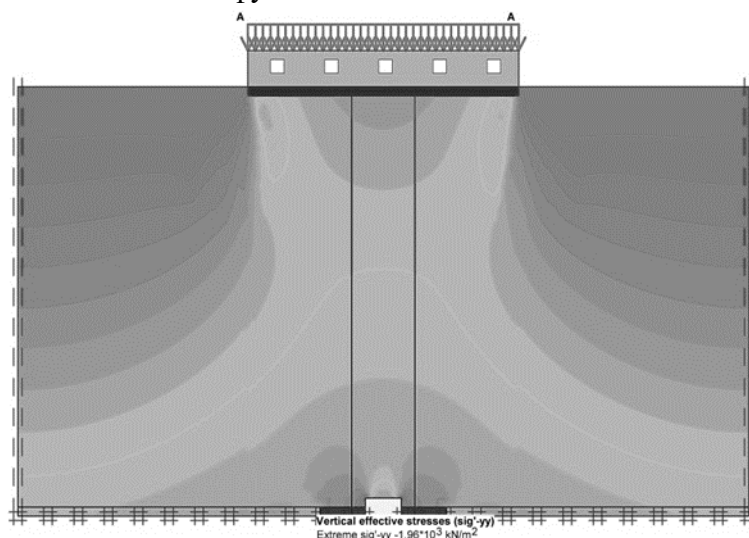


Рис. 2. Распределение нормальных напряжений в основании фундамента над горной выработкой

Оценка смещений подошвы фундаментов выполнялась для зданий длиной 10, 20 и 30 м. На рисунке 3 приведено распределение перемещений грунтового массива в модели со зданием длиной 20 м.

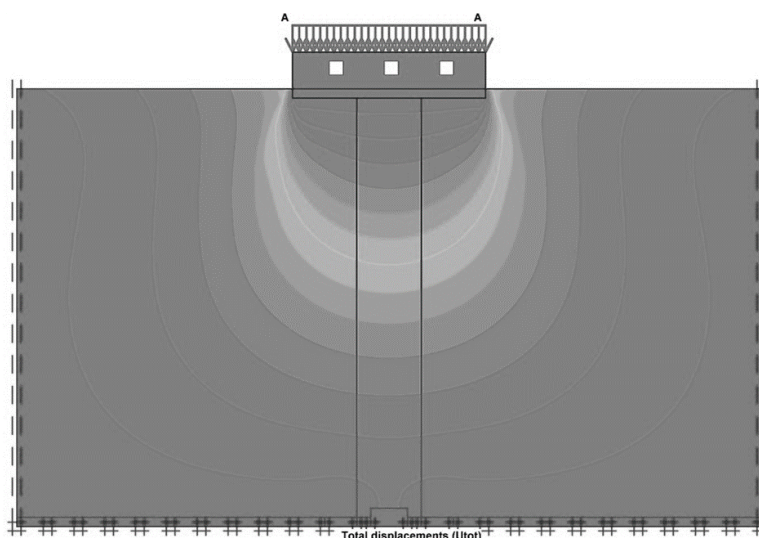


Рис. 3. Изополя перемещений модели со зданием длиной 20 м

Числовые значения перемещений фундаментов стен определялись по таблицам результатов расчётов. Для этого выбирались номера конечных элементов (КЭ), расположенных непосредственно по подошве фундаментов, а из таблиц расчётов определялись координаты узлов КЭ и перемещения по вертикальной оси. На основании полученных данных построены графики перемещений подошвы фундаментов зданий разной длины (рисунок 4).



Рис. 4. Перемещения основания фундамента в зоне горных работ при различной длине зданий

Согласно представленным графикам наибольшая величина осадки во всех моделях наблюдается в центре зданий, и приходится на зону над выработкой. Несмотря на одинаковые напряжения под фундаментом для всех моделей отмечается различная осадка зданий.

Выводы

На основании проведённых исследований отмечено значительное влияние горных работ на деформации поверхностных объектов. Наличие в торном массиве выработанных пространств с различными характеристиками приводит к неравномерным деформациям фундаментов зданий и соответственно к концентрации напряжений в несущих конструкциях.

При наличии старых горных выработок под малоэтажными зданиями осадка фундамента превышает максимально допустимую величину.

Максимальная величина осадки наблюдается в модели с длиной здания 20 м и почти в 4 раза превышает деформации в модели без подработанных участков. Таким образом, установлена наиболее опасная длина зданий при которой напряжения в стенах могут достигать критических значений 15 – 20 м.

Список литературы:

1. Стефанович, М.Ю. Малоэтажное жилищное строительство: особенности и проблемы развития в России / М. Ю. Стефанович. непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 12 (92). – С. 505-507. – URL: <https://moluch.ru/archive/92/20038/> (дата обращения: 22.10.2024).
2. Асаул А. Н. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России: монография / А. Н. Асаул, Ю. Н. Казаков, Н. И. Пасяда, И. В. Денисова. – Санкт-Петербург: АНО Институт проблем экономического возрождения, 2005. – 434 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/41067> (дата обращения: 22.10.2024).
3. Волохов Е.М., Потемкин Д.А. Математическое моделирование геомеханических процессов при оценке влияния строительства городских подземных сооружений на подрабатываемый массив // Записки Горного института. 2011. Т. 190. С. 284.
4. Макарьянц Г.М., Прокофьев А.Б. Основы метода конечных элементов: учебн. пособ. / сост. Г. М. Макарьянц, А.Б. Прокофьев. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. Ун-та, 2013. – 80 с.
5. Анкудинов В. Е., Афлятунова Д.Д., Кривилев М.Д., Гордеев Г. А. Компьютерное моделирование процессов переноса и деформаций в сплошных средах: Учебное пособие. 1-е издание. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2014. – 108 с.

