

Площа пропонованої стеліни у вертикальній проекції становить

$$S_{II} = \frac{1}{2} h_{II} (h_{II} - x) m_{II} \sin \alpha, \quad (5)$$

де x - висота компенсаційного простору на контакті порід лежачого боку покладу, м.

Визначувана координата x , яка визначається залежить від кута природного укусу порід, які заповнюють відпрацьовану камеру і параметрів залишеної стеліни.

При виконанні умови (1,2) має рівність

$$h_{II} m_{II} \sin \alpha = \frac{1}{2} h_{II} (h_{II} - x) m_{II} \sin \alpha k_p. \quad (6)$$

Тоді, виконавши перетворення з рівності (6) отримуємо

$$x = 2h_{II} (k_p - 1) k_p^{-1}, \quad (7)$$

Отриманий вираз дозволяє встановлювати висоту підсічки (компенсаційного простору) на контакті порід лежачого боку покладу. Таким чином, знаючи параметри стеліни і коефіцієнта розпушення руд, що її складають, можна визначити місце закладення доставних виробок при випуску запасів стеліни після заповнення відпрацьованої камери обваленими породами або закладкою.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Дослідження показують, що запропонована технологія відпрацювання стеліни дозволяє значно знизити втрати руди при її виїмці в порівнянні з традиційним масовим обваленням стеліни в відпрацьовану камеру. Крім цього забезпечується управління процесом обвалення запасів стеліни в залежності від її параметрів, коефіцієнта розпушення і обсягу компенсаційного простору. Відповідно до розробленої технології потрібно виконати дослідження з ефективного відпрацювання між камерних ціликів та встановлення раціонального співвідношення розмірів конструктивних елементів блоку.

Список літератури

1. Цариковський В.В., Григорьев А.П., Цариковський В.В. Перспективы применения различных систем разработки при подземной добыче руд в Кривбассе / Разраб. рудн. месторожд. Кривой Рог, 2004. - Вып. 85. - С. 164-167.
2. Цариковський В.В., Цариковський В.В., Ляшенко В.І. Підвищення ефективності камерних систем розробки родовищ на шахтах Кривбасу / Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost', 2011. - Вып. 1. - С. 82-88.
3. Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю. Удосконалення технології відпрацювання рудних покладів камерними системами на глибоких горизонтах / Вісник КНУ, вип. 32, С. 23-26.
4. Пирха О.Ю., Кушнерьов І.П. Розробка ефективної технології відпрацювання рудних покладів на глибоких горизонтах Криворізького басейну / Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Гірничо-металургійний комплекс: досягнення, проблеми та перспективи розвитку". Кривий Ріг, 2010. - С. 11-13.

Рукопис подано до редакції 22.03.12

УДК 624.153.525: 624.131.54

Р.А. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., А.В. БОГАТЫНСКИЙ, магистр
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

КРУГЛЫЕ ФУНДАМЕНТЫ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Рассматриваются виды, применение, особенности проектирования круглых фундаментов на подрабатываемых территориях.

Постановка вопроса. Настоящее время характеризуется строительством высотных жилых зданий, сооружений башенного типа для решения социальных и хозяйственных задач. Эти здания и сооружения получили большое распространение не только на территориях с прочными надежными грунтами, но и на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями, когда основания под эксплуатируемыми фундаментами могут подвергаться дополнительным, независящим от внешней нагрузки неравномерным деформациям. В этом случае очень важно надежно проектировать фундамент как часть сооружения, испытывающую наиболее неблагоприятные воздействия со стороны основания. Для таких сооружений фундаменты выполняют в виде железобетонных плит, от надежности которых зависит состояние всего сооружения.

Круглые симметричные в плане фундаментные плиты обычно применяются для опирания сооружений башенного типа (высоких сооружений малой площади в плане - радио- и телеба-

шен, водонапорных башен, башен и градирен, дымовых труб, высотных жилых и административных зданий с центральными ядрами жесткости и др.). По конструкции фундаменты сооружений башенного типа подразделяются на следующие виды [1] (рис. 1):

- круглая, многоугольная или кольцевая плита;
- ребристая плита;
- оболочка, опирающаяся на плиту;
- коническая оболочка, опирающаяся на грунт;
- цилиндрическая оболочка;
- напряженно заанкеренный фундамент.

Цель исследования. Дать оценку конструктивным решениям и основным вопросам расчёта круглых фундаментов в сложных инженерно-геологических условиях.

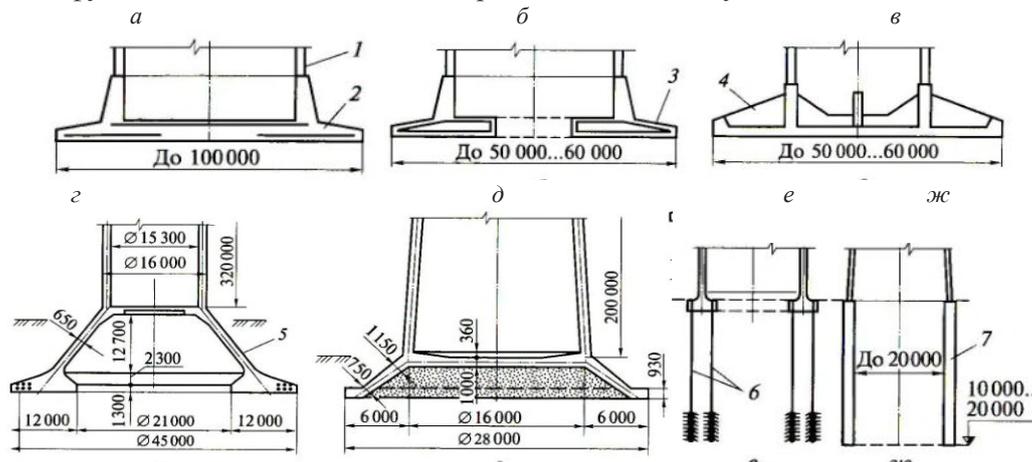


Рис. 1. Виды фундаментов сооружений башенного типа: а - круглая плита; б - кольцевая плита; в - ребристая плита; г - кольцевая плита с конической оболочкой; д - коническая оболочка; е - цилиндрическая оболочка; ж - кольцевая заанкеренная плита; 1 - стакан; 2 - круглая плита; 3 - кольцевая плита; 4 - ребристая плита; б - анкеры; 7 - оболочка - продолжение ствола

Основная часть. Ввиду относительно большого внешнего изгибающего момента от действия ветра фундаменты сооружений башенного типа могут иметь большие размеры в плане, чтобы обеспечить допустимые осадки и крены (отдельные конструкции фундаментных плит достигают в диаметре 100 м и более). Фундаменты в форме круглых сплошных плит могут быть применены для сооружений высотой 100-150 м; при большей высоте эффективнее применять кольцевые плиты и оболочки. При разработке конструктивных решений фундаментов в виде плиты и конической оболочки необходимо, чтобы их форма была достаточно простой и удобной для изготовления. В собранном виде фундаменты должны были передавать нагрузки от колонн с сохранением всех преимуществ пространственно работающих конструкций.

Значительное снижение веса фундаментов достигается в результате применения оболочек, которые благодаря криволинейной форме работают, как пространственные конструкции, и имеют большую несущую способность при минимальной толщине. Применение оболочек позволяет сгладить границу между двумя частями системы «фундамент-грунт» и распределить площади горизонтального сечения бетона и грунта в соответствии с их прочностными показателями. Для оболочек характерно также действие сжимающих и растягивающих напряжений при относительно небольших изгибающих моментах [2].

Важнейшей задачей в области строительства является обеспечение устойчивости зданий и сооружений, особенно сооружений с высоко расположенным центром тяжести (башенного типа). Для проведения оценки устойчивости требуются построение и анализ их математической модели, а также выбор того или иного критерия устойчивости.

Математическая модель для анализа устойчивости инженерного сооружения должна обладать нелинейностью при описании равновесного состояния, и, кроме того, учитывать специфические свойства деформируемой среды при описании процесса деформирования в «докритическом» состоянии.

Здания и сооружения для которых применяют круглые плиты проектируются по жесткой конструктивной схеме. Сечения железобетонных плитных фундаментов следует назначать из

расчёта по действующим усилиям и соответствующим группам предельных состояний с учётом экономических требований.

Армирование круглого плитного фундамента рекомендуется производить в направлениях взаимно перпендикулярных диаметров, либо в радиальном и тангенциальном направлениях. В верхней зоне армирование назначается из конструктивных соображений [3].

Основой для проектирования зданий и сооружений башенного типа на подрабатываемых грунтах является горно-геологическое обоснование, содержащее: геологическое и гидрогеологические данные о подрабатываемой толще, планы горных работ, данные об ожидаемых (нормативных) величинах деформации земной поверхности, перечень намечаемых строительных и горных защитных мероприятий и т.п. Параметры деформаций земной поверхности (кривизна, наклоны, смещения и оседания) определяются согласно с требованиями. В соответствии с этими характеристиками подрабатываемые территории классифицируют по максимальной величине ожидаемых деформаций земной поверхности и по ожидаемой высоте уступа [4]. Пригодными для строительства считаются участки, относящиеся к III, IIIк, IV, IVк группам территорий.

При расчете круглых фундаментов в сложных грунтовых условиях считают, что фундаментная плита бесконечно жесткая. Поэтому при воздействиях неравномерных деформаций основания существенное значение имеет только крен, величина которого зависит от деформационных и прочностных свойств деформированного основания и не должна превышать предельные значения установленные нормами [4]. Ее уменьшают либо путем увеличения размеров фундамента, либо путем опускания центра тяжести сооружения, или предусматривают вантовые приспособления. Также предусматриваются мероприятия по выравниванию сооружения в процессе эксплуатации.

Деформации грунтового основания большеразмерной фундаментной плиты, нагруженной равномерной нагрузкой, имеют одну существенную особенность: горизонтальные составляющие перемещения в любых горизонтальных плоскостях в плане плиты значительно меньше вертикальной компоненты. Физически это легко обосновывается исходя из правила сложения векторов перемещений от действия системы сосредоточенных сил. Теоретически равенство нулю горизонтальных перемещений точек полупространства, нагруженного равномерной внешней нагрузкой, можно доказать, используя решение Буссинеска задачи о действии сосредоточенной силы на поверхности этого полупространства. В то же время, фундаменты на подрабатываемых территориях испытывают относительные горизонтальные деформации, вследствие трения и сцепления фундаментов с грунтом, которые, в свою очередь, вызывают в конструкциях растяжение и сжатие, изгиб и скашивание, что не может не учитываться при расчетах, как оснований, так и несущих конструкций [5].

Исследование напряженно-деформируемого состояния оснований в сложных инженерно-геологических условиях является сложной проблемой, решение которой имеет большое практическое значение. К решению этой задачи подходят намного более идеализировано нежели нужно. Одной из причин этого есть то, что природный грунт является более сложной системой, чем это представляется в расчетных и теоретических моделях. Кроме того, недостаточно учитываются агрессивные воздействия техногенного характера на основание и конструкцию фундамента [6].

За последние годы теория нелинейной механики грунтов получила существенный толчок в развитии, в результате которого появилось большое количество различных решений по определению деформаций оснований за пределом линейной деформируемости. В настоящее время учет нелинейного деформирования основания производится с помощью различных зависимостей между нагрузками и перемещениями.

Такие подходы в целом дают возможность рассматривать грунтовые основания как произвольную неоднородную нелинейно деформируемую реологическую среду с произвольными законами деформирования любого ее элемента. Физическое состояние элементов структуры основания под нагрузкой описывается соответствующими уравнениями закона деформирования. Для элементов в стадии линейного деформирования это уравнение закона Гука. При нелинейном деформировании это будут более сложные формы зависимости напряжений и деформаций в каждом элементе. Учет уплотнения грунта во времени наиболее полно описывается интегральным уравнением. В границах деформируемой зоны будет некоторое количество структурных элементов с различными свойствами и связями между ними.

Таким образом, основание, фундамент и здание образуют единую систему, и ее исследова-

ние необходимо проводить в соответствии с принципами системного подхода. Такая система является очень большой и сложной, и поэтому ее исследование возможно только приближенными численными методами или численно с помощью современных ПЭВМ. Однако получение приближенного аналитического решения представляет значительный интерес.

Осадка и крен большеразмерной фундаментной плиты на нелинейно деформируемом однородном основании нелинейно зависит от нагрузки, что полностью соответствует многочисленным экспериментальным данным. Таким образом, решения теории линейно-деформируемого полупространства должны быть постепенно заменены на более прогрессивные и более точные методы расчета, основанные на теории нелинейно-деформируемого полупространства. На осадку фундамента влияет больше число факторов. Поэтому уравнения состояния в большинстве случаев получаются очень сложными, требующими большого числа экспериментально определяемых характеристик грунтов. Простые же решения пока дают приближенные результаты, существенно отличающиеся от действительных.

Выводы. Проведенный обзор выявляет малое количество исследований в области проектирование круглых плитных фундаментов на подрабатываемых территориях, описания нелинейности поведения системы «основание - фундамент» в сложных инженерно-геологических условиях и вопросов связанных с устойчивостью сооружений башенного типа и показывает актуальность изучения этих проблем.

Список литературы

1. **Тетиор А.Н.** Фундаменты. Учебное пособие / А.Н. Тетиор // – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.
2. **Тимченко Р.А.** Совершенствование фундаментов-оболочек для высотных сооружений / **Р.А.Тимченко, В.В. Васильченко** // Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг: КТУ, 2003. – Вип. 1. – С. 104-107.
3. Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа/ НИИОСП им. Н.М. Герсеванова – М.: Стройиздат, 1984. – 263 с.
4. **ДБН В. 1.1.-5-2000.** Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідних ґрунтах (Частина 1. Будинки і споруди на підроблюваних територіях). – К.: Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 2000. – 70 с.
5. **Справочник проектировщика.** Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под общ. ред. **Е.А. Сорочана, Ю.Г. Трофименкова** / – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
6. **Тимченко Р.А.** Осадки фундаментных конструкций на нелинейно-деформируемых основаниях / **Р.А. Тимченко, Д.А. Кришко** / Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг: КТУ, 2012. – Вип. 29. – С. 110-114.
7. **Тимченко Р.А.** Предельные деформационные воздействия для круглых плитных фундаментов / **Р.А.Тимченко** // Современные проблемы строительства. – Донецк, 2005. – С. 173-177.

Рукопись поступила в редакцию 31.03.12

УДК 622.788.36.5

А.А. ЛАПШИН, канд. техн. наук,

Э.В. СЕРЕБРЕНИКОВ, В.И. ДЕНЬГУБ В.И., кандидаты техн. наук, доценты

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ ВОЗДУХА С ВОДОЙ

Проведен теоретический анализ процесса смешения воздуха с водой в смесителе, входящем в состав устройства, разработанного для охлаждения горных выработок. При анализе используется термодинамический метод.

Анализ условий ведения подземных горных работ указывает на существование проблемы, связанной с нарушением тепловых режимов, что может привести к нарушению условий труда, определяемых техникой безопасности. В связи с этим возникла необходимость устранения таких нарушений. Одним из возможных путей решения этой проблемы является создание устройств, обеспечивающих воздушное охлаждение горной выработки.

В состав таких устройств входят смесители. Рассматривается задача смешения сухого воздуха с водой в смесителе, схема которого приведена на рис. 1 (размеры не соблюдены).