

*С.Г. Кушнер, к. т. н., науковий консультант  
Український державний інститут азотної промисловості  
і продуктів органічного синтезу (УкрДІАП)*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ – ГАРАНТІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА**

*Показано, що у зв'язку з ускладненням геотехнічних задач, викликаним складними ґрунтовими умовами, підвищеною висотністю і зростанням навантажень на споруди, потрібне подальше уточнення нормативних документів з проектування систем «основа – фундамент – будівля (споруда)». На основі досліджень автора обумовлена необхідність такого підходу. Наведено конкретні пропозиції, необхідні формули або посилання на них, спрямовані на уточнення ДБН В.2.1-10-2009.*

**Ключові слова:** осідання, початкове осідання, деформація, модуль деформації.

*С.Г. Кушнер, к. т. н., научный консультант  
Украинский государственный институт азотной промышленности  
и продуктов органического синтеза (УкрГИАП)*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ – ГАРАНТИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА**

*Показано, что в связи с усложнением геотехнических задач, вызванным сложностью грунтовых условий, возросшей высотой и увеличением нагрузок на сооружения, требуется дальнейшее уточнение нормативных документов по проектированию систем «основание – фундамент – здание (сооружение)». На основе исследований автора обоснована необходимость такого подхода. Приведены конкретные предложения, необходимые формулы или ссылки на них, направленные на уточнение ДБН В.2.1-10-2009.*

**Ключевые слова:** осадка, начальная осадка, деформация, модуль деформации.

*S.H. Kushner, Dr-Ing., scientific consultant  
Ukrainian State Institute of Nitrogen Industry and Organic Synthesis*

## **IMPROVING REGULATORY DOCUMENTS – GUARANTEE IMPROVEMENT OF DESIGN AND CONSTRUCTION**

*It is shown that in connection with the complication of geotechnical problems caused by complicated soil conditions, grown height of buildings and increase construction loadings further improvement of standards of designing of systems «basis-foundation-building (construction)» is necessary. On the basis of the author's investigations the necessity of such approach is grounded. Specific suggestions, necessary formulas or references on them aimed at more precise definition of DBN W.2.1-10-2009 are given.*

**Keywords:** settlement, initial settlement, deformation, deformation's modulus.

**Постановка проблеми в общем виде и ее связь с важными практическими задачами.** В последние десятилетия произошло резкое усложнение геотехнических задач, обусловленное:

- возросшими объемами строительства зданий и промышленных сооружений (далее, по-возможности, сооружений) повышенной этажности;
- увеличением заглубления подземных сооружений;

- ростом нагрузок на основания;
- возрастанием скорости возведения сооружений;
- неблагоприятными грунтовыми условиями (структурно-неустойчивые и другие слабые грунты) и сложным рельефом (оползнеопасные территории, овраги, большие перепады высот) как в связи с использованием малопригодных для застройки земель, так и в результате подъема уровня подземных вод (УПВ) в ряде регионов;
- конструктивными особенностями сооружений (например, сооружения, сложные в плане и переменной этажности);
- затесненностью площадок строительства и конструктивными особенностями окружающей застройки;
- более высокими конструктивными и архитектурно-эстетическими требованиями к качеству строительства и рядом других особенностей.

Усложнение геотехнических задач требует новых более совершенных подходов к точности расчета совместных деформаций оснований и сооружений за счет уточнения и совершенствования норм проектирования.

**Анализ последних исследований и публикаций, в которых положено начало решению данной проблемы.** До настоящего времени в нормах проектирования оснований промышленных и гражданских зданий и сооружений [1, 2, 3] не учитываются:

- начальные или условно-мгновенные осадки;
- осадки вторичной консолидации;
- факторы, влияющие на осадки;
- необходимость определения более точных значений характеристик деформируемости грунтов;
- необходимость использования более точных формул при определении влияния на основания сооружений некоторых видов нагрузок на поверхности и т. д.

Впервые предложил учитывать начальную или мгновенную осадку В.А. Флорин, считая, что полная осадка состоит из мгновенной, вызванной девиатором напряжений, и остаточной компрессионной [4]. Так же поступали впоследствии Скемптон и Бьеррум [5].

Автор предложил учитывать начальную осадку еще в 1967 – 72 гг. [6, 7].

Начальные осадки учитываются в Немецких индустриальных нормах (1979), Еврокоде 7 (2004) и МГСН 2.07-97 [25].

Многие авторы расчленили полную конечную осадку на различные составляющие.

Нами принята следующая общая формула для определения полной конечной осадки основания, которая без учета доли осадки за пределом упругости представляется в виде

$$S = S_0 + S_{c_1} + S_{c_2}, \quad (1)$$

где  $S_0$  – начальная или условно-мгновенная осадка;  $S_{c_1}$  – осадка консолидации или фильтрационной консолидации;  $S_{c_2}$  – осадка вторичной консолидации.

Доля осадки  $S_{c_2}$  вторичной консолидации учитывается только в СНиП на гидротехническое строительство.

Из факторов, влияющих на осадки фундаментов в опытах Кеглера (1926 – 1930) и Шейдига (1931), Д.Е. Полшина (1935), Х.Р. Хакимова (1939) и др., рассматривалось только влияние величины нагрузки, размеров фундаментов в плане и глубины их заложения.

Помимо начальной осадки и осадки вторичной консолидации, очень

существенное влияние на осадку оказывает модуль деформации. Впервые обратили внимание на необходимость более правильного подхода к определению модуля деформации Н.Н. Ермолаев и В.В. Михеев [8]. Далее эта проблема рассматривалась в ряде работ автора [9 и др.].

Нагрузки на поверхности в виде планировочных насыпей большой площади вокруг сооружений или подходных насыпей, примыкающих к устоям мостов или другим сооружениям, оказывают существенное влияние на осадки оснований фундаментов, поскольку в ряде случаев такие нагрузки не затухают с глубиной.

Впервые методом теории функций комплексного переменного определил напряжения в упругом полупространстве от нагрузки, равномерно распределенной на половине граничной плоскости (односторонняя или полубесконечная нагрузка), Н.М. Герсеванов [10]. Однако полученные формулы он не исследовал. Ниже будет показано к чему приводит, если не учитываются такие нагрузки.

При расчете напряжений в основании ленточных фундаментов, протяженных насыпей под железные и автомобильные дороги и дамб обвалования в настоящее время используется решение для полосы бесконечной протяженности (плоская задача), полученное Митчеллом-Колосовым (1902 – 1935) для равномерной нагрузки, и решение, найденное Н.М. Герсевановым (1933) для нагрузки, распределенной по полосе по закону треугольника. Для ленточного фундамента небольшой длины, а также для насыпей или дамб обвалования на участках примыкания к сооружениям эти решения недостаточно точны.

Выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья. К нерешенным вопросам общей проблемы в том плане, что они не нашли применения в нормах проектирования и не оговорены условия, при которых на эти вопросы следовало бы обратить внимание, относятся:

- учет и определение начальных осадок, а также установление характеристик деформируемости, отвечающих этой составляющей осадки;
- проектирование насыпей, необоснованно исключенное из [3, раздел 1. Область применения] ( в данном случае имеются в виду планировочные насыпи);
- учет и определение осадок вторичной консолидации, обусловленных деформациями ползучести, при проектировании планировочных насыпей на обводненных глинистых грунтах и установление отвечающих им характеристик деформируемости;
- всесторонний учет факторов, влияющих на осадки сооружений;
- повышение доверительной вероятности  $\alpha$  расчетных характеристик деформируемости грунта, используемых в расчетах сооружений по II предельному состоянию;
- учет влияния торцов ленточных фундаментов при проектировании пристроек к существующим или проектируемым сооружениям, а также в других необходимых случаях;
- необоснованное исключение из сферы действия [3] проектирования оснований и фундаментов газгольдеров;
- недопустимость в условиях наблюдающегося повсеместно повышения УПВ использования предварительного замачивания лессовых грунтов для ликвидации их просадочности;
- неточность некоторых определений, принятых в [3].

Цель работы. Улучшение качества проектирования за счет включения в [3] изложенных в настоящей работе предложений и решений.

Изложение основного материала исследования.

*Начальные осадки.* Начальные осадки возникают при быстром приложении

загрузки или быстром возрастании нагрузки как в полностью водонасыщенных глинистых грунтах (связаны с изменением формы), так и в несвязных грунтах, твердых и полутвердых глинистых грунтах (обусловлены изменением объема). Эти осадки крайне неравномерны и вызывают серьезные повреждения сооружений.

Они проявляются вследствие быстрого нагружения испытываемых сооружений при быстрой первичной засыпке силосов, быстром увеличении загрузки на полы складов и основания сооружений, быстрой обсыпке сооружений планировочными насыпями, при большой скорости монтажа сооружений.

Анализ проблем, связанных с учетом начальных осадок, и результаты обширных исследований и наблюдений автора за сооружениями на обводненных глинистых грунтах, претерпевшими значительные повреждения в результате начальных неравномерных осадок, приведены в ряде журнальных публикаций и монографиях автора [6, 7, 11, 12, 13].

В качестве примера приводится график нарастания осадок (рис. 1), вызвавших существенные деформации кольцевого фундамента, при испытании мокрого газгольдера путем быстрого нагружения его водой. Как видим, за трое суток давление на основание резервуара газгольдера возросло на 0,125 МПа, а начальные осадки отдельных точек кольцевого фундамента достигли 87...150 мм, причем скорость их протекания составила 2,9 – 5 см/сут, что сопоставимо со скоростью просадок. Это вызвало разрывы кольцевого фундамента с максимальным раскрытием трещин до 30...50 мм.

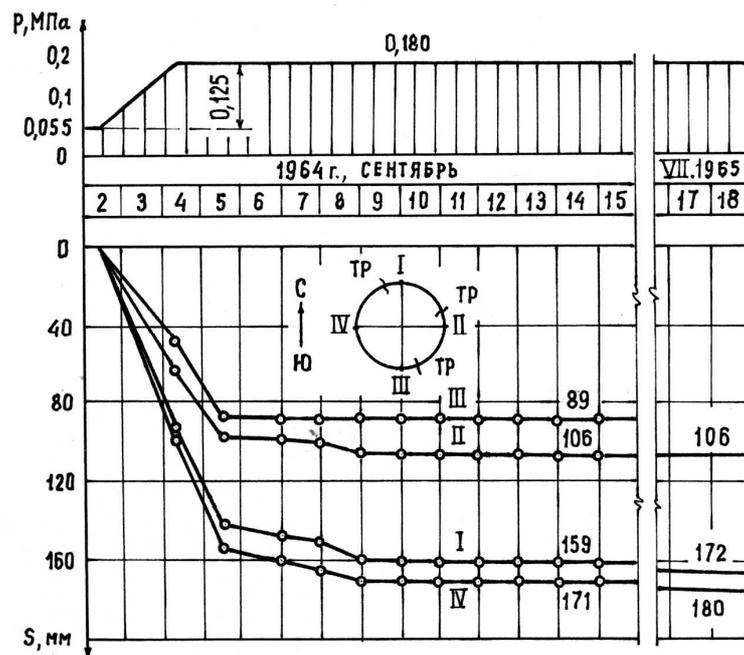


Рисунок 1 – График осадок отдельных точек кольцевого фундамента газгольдера

Следует иметь в виду, что при быстром приложении нагрузки в сооружении не успевают проявиться пластические деформации и другие смягчающие факторы, при которых в известной мере происходит перераспределение усилий (напряжений) в сооружении, что способствует снижению неравномерных осадок. При испытании хранилища жидкого аммиака неравномерные осадки в короткие сроки достигли таких размеров, что иностранная фирма – поставщик оборудования угрожала снятием гарантий на оборудование.

Согласно рекомендациям [11, 12, 13] начальные осадки можно определять на основании моделей упругого полупространства и при определенных условиях –

упругого слоя, а в качестве характеристики деформирования использовать начальный модуль недренированного, неконсолидированного сжатия (начальный модуль Н–Н-сжатия –  $E_0$ ). Он определяется в приборах трехосного сжатия при отсутствии предварительной консолидации до испытания и дренирования – во время испытания.

Автором разработаны мероприятия по снижению начальных неравномерных осадок.

Формулу (1) следовало бы включить в [3, приложение Д].

*Осадки вторичной консолидации.* При размещении сооружений на обводненных глинистых грунтах такие осадки проявляются вследствие ползучести грунтов. Эти осадки рекомендуется находить с использованием модуля деформации, определяемого по вторичной ветви компрессионной кривой в зависимости от конкретных условий, исходя из решений одномерной, двухмерной или трехмерной задач с учетом свойств ползучести грунтов, как это принято в [14].

В промышленном строительстве осадки, обусловленные ползучестью грунтов, впервые были учтены автором при проектировании промышленных комплексов на высоких планировочных насыпях (при крутом рельефе), подстилаемых обводненными глинистыми грунтами [15,12, 13], что себя полностью оправдало.

*Факторы, влияющие на осадку.* В целях повышения надежности и экономичности фундаментов необходимо при проектировании более тщательно учитывать факторы, влияющие на осадки. Из работ автора эти факторы наиболее подробно описаны в [13]. Приведем только несколько примеров.

Размеры пластических зон под краями фундамента существенно влияют на его осадки. Снижения размеров пластических зон за счет перераспределения давления на основание можно добиться путем:

- перехода к фундаментам конечной жесткости;
- придания определенного очертания контактной поверхности;
- закругления краев фундамента;
- устройства фундаментов на промежуточной подготовке.

Более надежные решения можно получить путем:

- использования расчетных моделей, отвечающих таким особенностям текстуры грунтов, как неоднородность, слоистость, ярко выраженная анизотропия;
- снижения начальных осадок и их неравномерности;
- применения расчетных моделей, позволяющих с большей точностью определять напряжения в основаниях фундаментов и т. д.

*Модуль деформации грунта.* Как известно, во многих регионах Украины и в других странах СНГ в силу ряда причин наблюдается значительное количество деформированных зданий. Модуль деформации является одним из существенных факторов, влияющих на осадку и крен фундамента, и его достоверное определение играет немаловажную роль в расчете оснований по деформациям. Автор убежден, что во многих случаях фактические неравномерные осадки превышают расчетные и вызывают деформации сооружений в связи с использованием в расчетах недостаточно достоверных значений модуля деформации. В случае существенных деформаций здание (сооружение) становится непригодным к нормальной эксплуатации. Поэтому, как говорилось выше, для расчетов по II предельному состоянию требуется повысить достоверность определения всех видов деформационных характеристик грунтов  $E$ ,  $E_0$  и др., а также  $\nu$  и других характеристик за счет введения коэффициента надежности по грунту  $\gamma_g > 1$  и установления доверительной вероятности для модуля деформации  $\alpha = 0,95$ , а для  $\varphi_{II}$  и  $c_{II}$  – 0,9 [13]. Следовало бы также снизить предельно допустимые значения осадок.

*Планировочные насыпи.* При крутом рельефе планировочные насыпи могут существенно влиять на осадку оснований сооружений. Следует различать два вида планировочных насыпей:

1) насыпи-подушки (искусственные основания), на которых возводятся сооружения как после стабилизации осадок оснований насыпей и их полного самоуплотнения, так и до завершения этих процессов;

2) насыпи-обсыпки (планировка), выполняемые после возведения сооружений на естественных или искусственных основаниях, представляют собой пригрузку, давление от которой дополнительно передается на фундамент и может вызвать его дополнительные осадки.

*Насыпи-подушки.*

Если сооружение возводится после завершения всех процессов уплотнения и давление от фундамента не затухает или затухает в теле насыпи, то осадка фундамента при использовании модели упругого полупространства определяется, как обычно, по формуле (Д.1) [3, приложение Д].

Если сооружение возводится при незавершившихся процессах уплотнения, то осадка фундамента определяется по формуле

$$S = S_1 + S_2 + S_3, \quad (2)$$

где  $s_1$  – осадка, определяемая по формуле (Д.1);  $s_2$  – осадка от самоуплотнения насыпи, определяемая по [16];  $s_3$  – осадка основания насыпи, определяемая на основании решения одномерной или двухмерной задачи теории упругости.

Разработанная автором расчетная схема и порядок определения суммарной осадки  $s$  приведены в [15, 12, 13].

*Насыпи-обсыпки.*

Если планировочная насыпь примыкает к сооружению с одной стороны и имеет большую протяженность в направлении, перпендикулярном сооружению, то нагрузку от нее можно рассматривать как одностороннюю или полубесконечную, загружающую половину граничной плоскости полупространства.

Так, в проекте открытого резервуара размерами 36x48x5 (h) м (Днепродзержинск), возведенного на поверхности естественного рельефа, не учли напряжения от пригрузки. После отсыпки планировочной насыпи, имевшей с двух противоположных длинных сторон резервуара большую протяженность, а у коротких сторон – малую, резервуар лопнул с раскрытием симметричных трещин до 7 мм в коротких стенах [17].

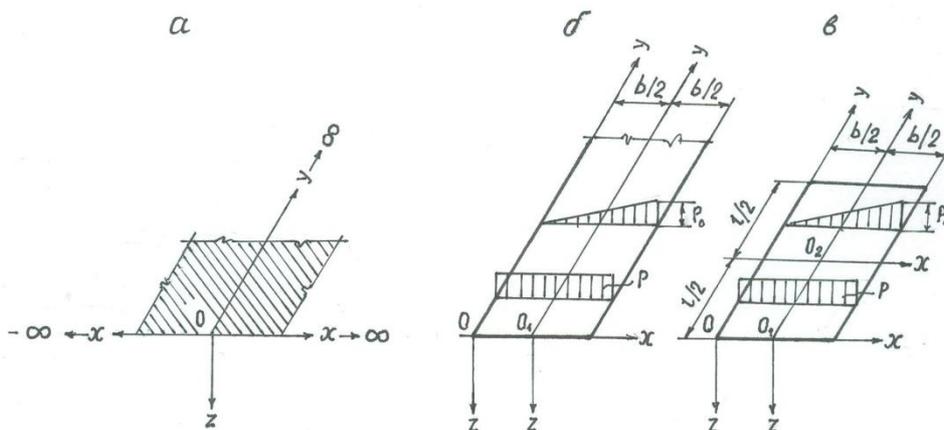


Рисунок 2 – Схемы нагружения полуплоскости (а), ленточного (б) и прямоугольного (в) фундаментов

Напряжения  $\sigma_z$  от равномерной полубесконечной нагрузки, расположенной на половине граничной плоскости полупространства, определены автором [17] отличным от принятого в [10] путем и выражаются формулой (рис. 2, а)

$$\sigma_z = \frac{q}{\pi} \left[ \frac{xz}{x^2 + z^2} + \operatorname{arctg} \frac{x}{z} + \frac{\pi}{2} \right], \quad (3)$$

где  $q$  – равномерная нагрузка на половине граничной плоскости полупространства.

Напряжения, определяемые по формуле (3), не затухают с глубиной. Если при  $x=0$   $\sigma_z = (1/2)q$ , то при удалении в сторону отрицательных координат  $y$  коэффициент при  $q$  убывает, а при удалении в сторону положительных координат  $y$  этот коэффициент возрастает вплоть до единицы.

Формулу (3) целесообразно включить в [3, приложение Д].

*Ленточные фундаменты и насыпи, ограниченные с одной стороны.* Осадки оснований ленточных фундаментов и насыпей, ограниченных с одной стороны, по действующим нормативным документам рассчитывают, исходя из решений Митчелла-Колосова (равномерная нагрузка) и Н.М. Герсеванова (треугольная нагрузка) для полосы бесконечной длины (плоская задача), расположенной на поверхности полупространства.

Вместе с тем более реальные значения напряжений можно получить, если рассматривать полосу полубесконечной протяженности, ибо вблизи свободного торца фундамента имеет место несколько иное распределение напряжений (пространственная задача). Такую задачу автор решил совместно с В.Я. Хаиным [18, 19, 13].

Приведем формулы, определяющие напряжения  $\sigma_{z, str}$  и  $\sigma_{z\Delta, str}$  в основании полосы полубесконечной протяженности (рис. 2, б):

– равномерная нагрузка (начало координат в точке  $O_1$ )

$$\sigma_{z, str} = \frac{p}{2\pi} \left\{ \operatorname{arctg} \frac{m_i}{z} + \operatorname{arctg} \frac{m_i y}{z R_i} + \frac{m_i z}{R_i} \left[ \frac{R_i + y}{m_i^2 + z^2} + \frac{y}{y^2 + z^2} \right] \right\}_{m_2}^{m_1} = \quad (4)$$

$$= \frac{p}{2\pi} [F(m_1) - F(m_2)],$$

где  $m_1 = x + b/2$ ,  $m_2 = x - b/2$ ,  $R_1 = \sqrt{m_1^2 + y^2 + z^2}$ ,  $R_2 = \sqrt{m_2^2 + y^2 + z^2}$ ;  $p$  – интенсивность равномерной нагрузки;

– треугольная нагрузка (начало координат в точке  $O$ )

$$\sigma_{z\Delta, str} = \frac{p_0 x}{2\pi b} \left\{ \operatorname{arctg} \frac{m_i}{z} + \operatorname{arctg} \frac{m_i y}{z R_i} + \frac{m_i z}{R_i} \left[ \frac{R_i + y}{m_i^2 + z^2} + \frac{y}{y^2 + z^2} \right] - \frac{z^3 (1 + y/R_i)}{x(m_i^2 + z^2)} \right\}_{m_2}^{m_1}, \quad (5)$$

где  $m_1 = b - x$ ,  $m_2 = -x$ ,  $R_1, R_2$  – те же, что и в (4), но при приведенных значениях  $m_1$  и  $m_2$ ;  $p_0$  – максимальная ордината треугольной загрузки.

Формула (5) проще аналогичной формулы, приведенной в [18, 13].

Формулы (4) и (5) следовало бы включить в приложение Д ДБН В.2.1-10-2009.

*Гибкие прямоугольные фундаменты.* Из формул (4) и (5) методом суперпозиции автором получены более простые решения, определяющие напряжения  $\sigma_{z, rec}$  и  $\sigma_{z\Delta, rec}$  в основании гибкого прямоугольного фундамента, загруженного равномерной и

треугольной нагрузкой (рис. 2, в) [20]:

– равномерная нагрузка (начало координат в точке  $O_1$ )

$$\sigma_{z,rec} = \frac{p}{2\pi} \left\{ \arctg \frac{m_i y}{z R_i} - \arctg \frac{m_i (y-l)}{z R_{iy_1}} + \frac{m_i y z}{R_i} \left[ \frac{1}{m_i^2 + z^2} + \frac{1}{y^2 + z^2} \right] - \frac{m_i (y-l) z}{R_{iy_1}} \left[ \frac{1}{m_i^2 + z^2} + \frac{1}{(y-l)^2 + z^2} \right] \right\}_{m_2}^{m_1}, \quad (6)$$

где  $R_{1y_1} = \sqrt{m_1^2 + (y-l)^2 + z^2}$ ,  $R_{2y_1} = \sqrt{m_2^2 + (y-l)^2 + z^2}$ ; остальные обозначения прежние.

Формула (6) значительно проще формулы (Д.5) из приложения Д [3];

– треугольная нагрузка (начало координат в точке  $O$ ).

Такая формула нами получена [20, формула (21)]. Взамен формулы (21) здесь приводится подобная, более простая формула:

$$\sigma_{z\Delta,rec} = \frac{p_0 x}{2\pi b} \left\{ \arctg \frac{m_i y}{z R_i} - \arctg \frac{m_i (y-l)}{z R_{iy_1}} + \frac{m_i z}{m_i^2 + z^2} \left[ \frac{y(m_i^2 + y^2 + 2z^2)}{(y^2 + z^2) R_i} - \frac{(y-l)[m_i^2 + (y-l)^2 + 2z^2]}{[(y-l)^2 + z^2] R_{iy_1}} \right] - \frac{z^3}{x(m_i^2 + z^2)} \left( \frac{y}{R_i} - \frac{y-l}{R_{iy_1}} \right) \right\}_{m_2}^{m_1}, \quad (7)$$

где все обозначения прежние.

Вычисление напряжений по формулам (4) – (7) выполняется на основании выражения, приведенного в правой части (4).

Формулы (6) и (7) следовало бы включить в приложение Д [3] с соответствующим исключением формулы (Д.5).

*Фундаменты газгольдеров.* Под стенкой газгольдера обычно возводится кольцевой фундамент, а внутри кольца выполняется уплотненная грунтовая подушка, на которую опирается его днище. Поэтому нет никаких оснований исключать проектирование оснований и фундаментов газгольдеров из сферы действия нормативного документа [3].

Следует исключить из раздела 1 [3] указание о том, что эти нормы не распространяются на проектирование газгольдеров.

*О подъеме уровня подземных вод.* Как известно, на территории Украины и других стран СНГ наблюдается повсеместный подъем УПВ со всеми вытекающими отсюда пагубными последствиями. Во многих своих публикациях ([13] и др.) автор неоднократно указывал на недопустимость ликвидации просадочности путем предварительного замачивания грунтов, в том числе с использованием глубоких взрывов, так как это вызывает дополнительное ускоренное обводнение застраиваемых территорий. Однако до настоящего времени этот метод, рекомендуемый в ДБН В.1.1-5-2000 [21], не исключен из данных норм проектирования. Дальнейшее использование этого метода автор считает недопустимым.

*К определению понятия малозаглубленных фундаментов и фундаментов мелкого заложения.*

В пп. 5.5 и 5.6 «Классификации оснований и фундаментов по принципам проектирования» [3] определение понятий фундаментов мелкого заложения и заглубленных обусловлено наличием подполий, цокольных и подземных этажей (при наличии у заглубленных фундаментов лишь одного этажа они формально ничем не

отличаются от фундаментов мелкого заложения; и в том и другом случае может представиться возможность, помимо давления под подошвой, учесть трение по боковой поверхности). Вместе с тем в определение понятия фундаментов глубокого заложения входит представление о прорезке ими слабых грунтов с обеспечением возможности опирания их подошвы на глубинные более прочные и менее деформируемые слои грунта. Само собой разумеется, что передача усилий от таких фундаментов на грунт происходит за счет давления по подошве и трения по боковой поверхности.

По мнению автора [1, с. 52], заглубление фундаментов мелкого заложения, сооружаемых в открытых котлованах, не должно превышать 5 м. При таком заглублении можно считать, что разуплотнения дна котлована не происходит. Это допускает рассчитывать осадки не по полному, а по избыточному (дополнительному) давлению. Некоторые авторы предлагают ограничивать заглубление таких фундаментов 6-ю м (Э.В. Костерин) [22, с. 40], другие – 7-ю м (М.Н. Гольдштейн, А.А. Царьков, И.И. Черкасов) [23, с. 133].

Предлагаемое автором максимальное заглубление фундаментов мелкого заложения, например  $4,99 \text{ м} < 5 \text{ м}$ , позволяет не принимать во внимание повторное нагружение основания собственным весом грунта при засыпке котлована, т.е. не учитывать второй член в формуле (Д.1) приложения Д.

Таким образом, если не происходит разуплотнение дна котлована при его отрывке, то нет оснований учитывать дополнительное уплотнение его дна при обратной засыпке [13, с. 52, 176, 177; 3, прилож. Д, п. Д.4].

Предлагается следующая формулировка первого абзаца п. 5.5:

«К фундаментам мелкого заложения следует относить фундаменты зданий и сооружений, заглубление которых, при сооружении в открытых котлованах, не превышает 5 м».

В п. 5.3 говорится: «Фундаменты малозаглубленные и мелкого заложения передают нагрузку на основание давлением по подошве...».

Это не совсем точно.

Автором предложено учитывать боковое трение в малоэтажном строительстве при устойчивости ленточных фундаментов путем бетонирования враспор траншеи с вертикальными стенками, отрытой экскаватором (малозаглубленный щелевой фундамент) [24, с. 202–204].

В Германии автор весьма часто наблюдал за строительством ленточных фундаментов путем бетонирования отрытых экскаватором траншей враспор. При строительстве таких фундаментов использовались для отрывки траншей съемные ковши разной ширины. Это позволяет в известной мере учитывать трение по боковым стенкам фундамента.

Автор считает необходимым записать: «Фундаменты малозаглубленные и мелкого заложения передают нагрузку на грунты основания преимущественно давлением по подошве».

Примерно такая же формулировка принята в [25, п.7.1].

*О заглубленных фундаментах.*

Думается, что нет никакого смысла в разделении фундаментов на «заглубленные» и «глубокого заложения».

По определению [3] заглубленные фундаменты могут иметь один или несколько подземных этажей. Заглубленные фундаменты с одним подземным этажом практически ничем не отличаются от фундаментов мелкого заложения с подвальным этажом. Если заглубленный фундамент промышленного сооружения имеет, например, 4 этажа, то при высоте этажа 5 – 6 м будем иметь заглубление более 20 – 24 м, что отвечает фундаменту глубокого заложения. Если заглубленный фундамент, имеющий

больше одного этажа, может сооружаться в открытом котловане (см. 3, п. 5.11), то при указанных размерах этажей можно считать, что и фундамент глубокого заложения рекомендуется сооружать в открытом котловане.

Во избежание путаницы с наименованиями фундаментов и соответственно в расчетах, автор считает целесообразным исключить понятие «заглубленный фундамент» и исходить из понятий «фундаменты мелкого заложения» и «фундаменты глубокого заложения», как это принято в литературе по фундаментостроению.

Выводы. В целях повышения качества проектирования и строительства автор считает необходимым для уточнения [3]:

- учесть возможность возникновения начальных осадок и осадок вторичной консолидации;

- повысить требования к надежности определения характеристик, используемых в расчетах по II предельному состоянию;

- обеспечить всесторонний учет факторов, влияющих на осадку;

- включить необходимые рекомендации по проектированию планировочных насыпей;

- учесть в приложении Д решения автора, касающиеся уточнения нагрузок на поверхности (формулы, определяющие напряжения: от односторонней нагрузки на граничной плоскости полупространства; от нагрузки на полосе полубесконечной протяженности; от нагрузки, распределенной по прямоугольной площади);

- уточнить некоторые понятия и формулировки.

Кроме того, следует исключить из ДБН В.1.1-5-2000 [21] рекомендации по использованию для ликвидации просадочности предварительного замачивания грунтов во всех вариациях.

#### Литература

1. СНиП 2.02.01-83\*. Основания зданий и сооружений. – М., 1995.
2. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий. СП 50-101-2004. – М., 2005.
3. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
4. Флорин, В.А. Расчеты оснований гидротехнических сооружений / В.А. Флорин. – М.: Госстройиздат, 1948. – 184 с.
5. Skempton, A.W. Contribution to the Settlement Analysis of Foundations on Clay-Geotechnique / A.W. Skempton, L.A. Bjerrum. – 1957. – Vol. 7. – №4. – Pp. 168 – 178.
6. Кушнер, С.Г. Причины деформации кольцевого фундамента мокрого газгольдера / С.Г. Кушнер // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1967. – № 1. – С. 34 – 35.
7. Кушнер, С.Г. Методика расчета осадок фундаментов зданий и сооружений при наличии в основании развитых областей предельного равновесия: автореф. дис. / С.Г. Кушнер. – Д., 1972. – 28 с.
8. Ермолаев, Н.Н. Надежность оснований сооружений / Н.Н. Ермолаев, В.В. Михеев. – Л.: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1976. – 152 с.
9. Кушнер, С.Г. Повысить внимание к учету факторов, влияющих на осадку оснований зданий и сооружений / С.Г. Кушнер // Світ геотехніки. – 2005. – № 2 – С.16 – 21.
10. Герсеванов, Н.М. Общий метод теории упругости. Определение напряжений в грунте при заданной нагрузке на поверхности / Н.М. Герсеванов // Тр. ВИОС. Основания и фундаменты. Сборник № 1. – М. – Л.: Госстройиздат, 1933. – С. 16 – 38.
11. Гольдштейн, М.Н. Расчет осадок и прочности оснований зданий и сооружений / М.Н. Гольдштейн, С.Г. Кушнер, М.И. Шевченко. – К.: Будівельник, 1977. – 208 с.
12. Кушнер, С.Г. Расчет осадок оснований зданий и сооружений / С.Г. Кушнер. – К.: Будівельник, 1990. – 144 с.

13. Кушнер, С.Г. Расчет деформаций оснований зданий и сооружений / С.Г. Кушнер. – Запорожье, 2008. – 490 с.
14. СНиП.2.02.02.-85\*. Основания гидротехнических сооружений. – М.: Госстрой России, 2004.
15. Кушнер С.Г. Сравнение расчетных и фактических осадок фундаментов, возведенных на насыпных грунтах / С.Г. Кушнер, Л.К. Гинзбург, В.Г. Головаха // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1987. – № 2. С. 15 – 19.
16. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01.83. – М.: Стройиздат, 1986.
17. Кушнер, С.Г. Деформации емкостного сооружения под воздействием нагрузки от планировочной насыпи / С.Г. Кушнер // ОФимГ. – 1989. – № 4. – С. 11 – 12.
18. Кушнер, С.Г. Напряженное состояние оснований фундаментов от воздействия нагрузок на поверхности / С.Г. Кушнер, В.Я. Хаин // ОФимГ. – 1996. – № 1. – С. 5 – 9.
19. Кушнер, С.Г. Компоненты напряжений в основании полосы полубесконечной протяженности, загруженной вертикальной равномерной нагрузкой / С.Г. Кушнер, В.Я. Хаин // ОФимГ. – 1999. – № 3. – С. 2 – 5.
20. Кушнер, С.Г. Напряженное состояние в основании гибкого прямоугольного фундамент под вертикальной нагрузкой / С.Г. Кушнер // ОФимГ. – 2010. – № 6. – С. 2 – 7.
21. ДБН В.1.1-5-2000. Здания и сооружения на просадочных грунтах. Ч. II. – К.: Государственный комитет строительства архитектуры и жилищной политики Украины, 2000.
22. Костерин, Э.В. Основания и фундаменты / Э.В. Костерин. – М.: Высшая школа, 1990. – 431с.
23. Гольдштейн, М.Н. Механика грунтов, основания и фундаменты / М.Н. Гольдштейн, А.А. Царьков, И.И. Черкасов. – М.: Изд. Транспорт, 1981. – 320 с.
24. Кушнер, С.Г. Предотвращение обводнения застроенных территорий – важное условие повышения надежности и экономичности малоэтажного строительства / С.Г. Кушнер // Малоэтажное строительство в рамках национального проекта: материалы Международной научно-практич. конференции. – Волгоград, 2009.
25. Московские городские строительные нормы. Основания, фундаменты и подземные сооружения. МГСН 2.07-97. – М., 1998.

Надійшла до редакції 19.09.2012  
© С.Г. Кушнер