

В.Г. КРАВЕЦ
А.М. САМЕДОВ
И.Д. СОРОКИН
КПИ, Киев, Украина

ABOUT APPLICATION NATURAL THRUST OF GROUND IN CONTROL OF IRREGULAR INCLINATION

Summary. There was investigated possibility control of irregular inclination originating under influence counteracting moment through creation of counteracting moment including to action natural thrust of ground without entrance in active zone of foundation weight part.

О ВЫКОРЫСТАНИИ НАТУРАЛЬНОГО СИСТЕМА ГРУНТА ПРИ КОМЕНДАЦИИ НАХЫЛЕНИЯ БУДЫНКА

Streszczenie. Rozpatrzone możliwość kierowania nachyleniem budynku, powstającym pod wpływem momentu przechylającego, poprzez wywołanie momentu przeciwdziałającego, włączając do pracy naturalne ciśnienie masywu gruntu, bez wkraczania w aktywną strefę zagrożonej części fundamentu.

Крен или поворот относительно горизонтальной оси могут получать все сооружения, если основание загружено несимметрично или несимметрично напластование грунтов относительно вертикальной оси сооружения. Наибольшую опасность крен представляет для высоких сооружений (дымовые трубы, башни, узкие здания повышенной этажности и др.). В этом случае крен приводит к развитию дополнительного момента, который в свою очередь способствует увеличению крена, что может привести к потере устойчивости сооружения на опрокидывание.

Колонны и стены, не связанные жестко с остальными конструкциями, могут также получать крен из-за неравномерных осадок основания. Если же исключено перемещение их вертикальной части в горизонтальном направлении, то при развитии

кrena основания в несущих конструкциях (колоннах, перекрытиях и др.) возникают дополнительные усилия. Величина этих усилий оцениваются при рассмотрении одновременной работы этих конструкций с грунтами основания.

В инженерной практике часто встречается крен высотных сооружений, т. е. поворот вокруг горизонтальной оси. Несмотря на то, что в некоторых случаях для высотных сооружений допускаются определённые вертикальные осадки, однако крен их ограничивает по двум причинам:

- а) при крене усложняется эксплуатация сооружений, так как при этом происходят значительные горизонтальные перемещения, особенно в верхней части, а горизонтальные элементы (перекрытия, лестничные клетки и др.) получают наклон;
- б) резко увеличивается эксцентриситет усилия, передаваемого на основание, возрастает опрокидывающий момент, что может привести к потере устойчивости и опрокидыванию сооружений.

Крен высотных сооружений возникает при неравномерных осадках основания. При этом искривляются сооружения и в их стенах, балках, плитах, диафрагмах и других конструкциях возникают добавочные растягивающие напряжения, вызывающие недопустимые трещины.

При развитии неравномерных осадок меняется архитектурный облик сооружения. По этим причинам должна быть ограничена неравномерность осадок оснований, для чего вводится условие

$$\Delta S \leq [\Delta S],$$

где:

ΔS - неравномерность осадки оснований под разными фундаментами (наружными и внутренними стенами или колонной) по расчёту;

$[\Delta S]$ - предельно допустимая неравномерность осадки, устанавливаемая по нормативным документам (по СНиПу, ТУ, ГОСТ и др.), в зависимости от вида сооружений.

Неравномерность осадки оснований вызывает не только крен, но и прогиб, выгиб, перекос и кручение целиком сооружений.

В общем виде деформации при неравномерных осадках оснований состоят из суммы слагаемых осадок:

$$S = S_{yп1} + S_{разн} + S_{вып} + S_{расстр},$$

где:

S_{ynt} - осадка в результате уменьшения пористости грунтов под воздействием увеличивающихся напряжений в основании как в результате загрузки рассматриваемого фундамента, так и загрузки соседних фундаментов;

$S_{разул}$ - осадки фундамента, связанные с разуплотнением верхних слоёв грунта, залегающих непосредственно ниже дна котлована;

$S_{вып}$ - осадка за счёт выдавливания грунта из-под фундамента в стороны и вверх при развитии зон пластических деформаций;

$S_{расстр}$ - осадка, развивающаяся за счёт увеличения сжимаемости грунтов при разгружении их структуры.

Неравномерные осадки уплотнения ($S_{ул}$) проявляются под воздействием напряжений выше величины природного (бытового) давления грунта, при которых грунт деформируется. Деформация развивается за счёт уменьшения объёма пор, уплотнения и формоизменения в пределах упругих деформаций под воздействием касательных напряжений. Упругие деформации формоизменения обычно во много раз меньше деформаций уплотнения. Поэтому осадки, развивающиеся под воздействием местной нагрузки, относятся к осадкам уплотнения, хотя в них входят и упругие деформации формоизменения. Эти осадки под отдельными частями сооружения обычно неодинаковы, т. е. неравномерны, так как они возникают по следующим причинам:

- различие инженерно-геологических условий (слоистость напластования) в пределах площади сооружения;
- неодинаковая плотность грунта (неравномерные включения);
- неодинаковая нагрузка на фундамент;
- осадка фундамента от влияния загрузки соседних фундаментов;
- при неодновременном загружении фундаментов в период возведения сооружений в первые годы эксплуатации возникают иерархичные осадки уплотнения;
- при неполной загрузке отдельных фундаментов они получают осадку меньше предусмотренной проектом, что является причиной неравномерной осадки; и т. д.

Неравномерные осадки разуплотнения ($S_{разул}$) развиваются под действием веса сооружения, когда он меньше бытового давления грунта, т. е. веса вынутого грунта при откопке котлована. Это объясняется тем, что при откопке котлована в результате

удаления грунта происходит разуплотнение грунтов основания или неравномерные поднятия дна котлована. Это в дальнейшем приводит к неравномерным осадкам оснований.

Осадки выпирания ($S_{вып}$) связаны с развитием пластических деформаций грунта основания. По подошве жёстких фундаментов реактивное давление распределяется неравномерно. Даже при небольшой нагрузке под краями фундамента возникает давление, приводящее к развитию зон пластических деформаций. Вследствие этих деформаций происходит перераспределение давления по подошве фундамента, уменьшение интенсивности давления под краями и увеличение в средней их части. Такое перераспределение происходит из-за того, что в зонах пластических деформаций грунты основания обладают большой податливостью за счёт деформации пластических зон в сторону от фундамента и вверх, при этом происходит уплотнение грунтов в направлении деформации этих зон. По мере загрузки фундамента увеличиваются зоны пластических деформаций и осадки выпирания. Осадка выпирания определяется на основе решения смешанной задачи теории упругости и теории пластичности.

При откопке котлована грунты основания обнажаются и подвергаются воздействию ряда факторов, в результате которых может быть нарушена их природная структура – произойдёт расструктуривание. Из-за этого изменяются их физико-механические свойства, увеличивается сжимаемость и уменьшается сопротивление грунтов сдвигу, что отражается на неравномерной осадке фундамента.

Определение неравномерности осадки сводится к расчёту осадки всех фундаментов, отличающихся друг от друга глубиной залегания, размерами подошвы, интенсивностью давления по подошве, влиянием загружения соседних фундаментов и характером напластования грунтов. Зная осадку всех фундаментов, по разности находят абсолютное значение неравномерности осадки, т. е.

$$\Delta S_{обс.} = S_{\max} - S_{\min},$$

где:

S_{\max} , S_{\min} - максимальные и минимальные значения осадок соседних фундаментов.

Неравномерности осадки можно выразить величиной, отнесённой к единице длины конструкции фундаментов:

$$\Delta S = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{l},$$

где:

l – расстояние между осями фундаментов, дающих осадки S_{\max} и S_{\min} .

В общем случае часть неравномерности осадки вызывает крен, а остальная доля – перекос конструкций, опирающихся на эти фундаменты. Оба вида деформаций в неразрезных конструкциях (балки, перекрытия, прогоны, арки, фермы и т. д.) вызывают дополнительные усилия. При крене эти усилия возникают вследствие того, что центрально нагруженные фундаменты стремятся дать осадку без поворота подошвы, а развитие крена вызывает поворот вертикальных конструкций (колонны, стены, диафрагмы и т. д.). Поворот вокруг своей оси приводит к возникновению в вертикальных конструкциях изгибающих моментов. Если вертикальные конструкции обладают небольшой жёсткостью, то указанные усилия незначительны и деформации крена находятся в пределах допустимых величин.

Перекос неразрезных конструкций приводит к появлению в них дополнительных изгибающих усилий. Поскольку крен сооружения $\Delta S_{\text{крен}}$ не вызывает существенных усилий в горизонтальных элементах конструкций, деформации перекоса можно вычислить не от горизонтальной линии, а от линии крена. Тогда относительную неравномерность осадки, которая приводит к перекосу, можно найти из выражения

$$\Delta S_{\text{перекос}} = \Delta S - \Delta S_{\text{крен}}.$$

Крен ($\Delta S_{\text{крен}}$) сооружения или его части находят по разности S их крайних фундаментов, которую относят к расстоянию между осями этих фундаментов. Аналогично, при вычислении прогиба или выгиба f , учитывают общий крен сооружения, определяя из выражения

$$f = S_3 - \frac{1}{2} \cdot (S_1 + S_2),$$

где:

S_3 – осадки в середине,

S_1 и S_2 – осадки в крайних участках фундамента сооружений. В этом случае относительный прогиб будет

$$\Delta S = \frac{f}{L},$$

где:

L – длина деформируемого участка стены сооружения креном.

Крен круглого фундамента при внецентренном его загружении, исходя из рассмотрения деформаций линейно деформируемого полупространства, можно вычислить по формуле:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{6 \cdot (1 - \mu_{cp}^2) \cdot M_n}{E_{cp} \cdot d^3},$$

где:

M_n – момент от нормативных нагрузок в вертикальной плоскости, проходящей по одному из диаметров фундамента;

d – диаметр подошвы фундамента;

E_{cp} и μ_{cp} – среднее значение в пределах активной зоны модуля деформации и коэффициента Пуассона грунта.

Из вышеизложенного вытекает, что крен сооружений возникает в результате неравномерных осадок оснований, развивается под действием увеличения опрокидывающих моментов и создаёт аварийные ситуации зданий на опрокидывание.

Управлять креном сооружений можно только противовесом опрокидывающему моменту, включая в работу бытовое давление грунтового массива. Подключение для ликвидации или остановки развития крена сооружений бытовых давлений можно по-разному. Более рациональным является применение гориопроходческого способа, который позволяет включить бытовые давления грунтового массива в работу против опрокидывающих моментов сооружений, производить безопасную разработку грунта под фундаментами имеющих крен сооружений, не вторгаясь в активную зону загруженного участка основания.

Recenzent: Doc. dr inż. Marian Kawulok

Abstract

Building inclination would occurred if foundation was made ... if irregular stratification occurred under buildings in vertical profile. Irregular inclination is the largest hazard for high buildings. In extreme cases building inclination may reduction to loss of building stability.

Generally deformations in irregular subsidence of foundations connects with addition particular subsidence:

$$S = S_{ynt} + S_{razyn} + S_{sbyt} + S_{pacmp},$$

where:

S_{ynt} - subsidence as a result of ground porosity reduction under influence of increasing tensions in foundation as a result weight of foundation so weight of adjoining foundations,

S_{razyn} - subsidence of foundation connected with loosening of upper strata of ground, located below bottom of excavation,

S_{sbyt} - subsidence as a result pressing out of ground from under foundation on walls and upwards with development of plastic deformations,

S_{pacmp} - subsidence expanding as a result enlargement of ground compressibility relief their structure.