

PLAXIS

РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ ФУНДАМЕНТА ЗДАНИЯ, ВОЗВОДИМОГО НА ЗАГИПСОВАННОМ ГРУНТЕ

Строительство новых зданий и сооружений на территориях, где распространены слабые грунты (просадочные, загипсованные, заторфованные, набухающие и т.д.), требует особо тщательного и научно обоснованного подхода к проектированию и расчету той части этих сооружений, которые связаны с геотехнической инженерией. При устройстве фундамента на таких грунтах необходимы специальные меры, обеспечивающие устойчивость здания как при его строительстве, так и при эксплуатации. Кроме того, учет сложности напластования грунтового массива, изменение гидрологических условий и применение различных конструкционных материалов на этапе проектирования позволяют существенно снизить окончательную стоимость объекта.

Ниже мы рассмотрим способы применения программы PLAXIS при расчете деформации фундамента здания, возводимого на загипсованном грунте.

Загипсованные грунты встречаются в аридных и полуаридных регионах с очень небольшим годовым количеством осадков. При естественной влажности такие грунты обладают хорошими физико-механическими свойствами, но при кратковременном и длительном замачивании фундаменты, возведенные на этих грунтах, получают просадочные и суффозионные деформации.

В загипсованных пылевато-глинистых грунтах, находящихся в районе Аль-Джазира (северо-запад Ирака), содержание гипса достигает 30-45%. Выщелачивание гипса из грунта при замачивании, а также при колебании уровня грунтовых вод стало причиной дополнительных деформаций множества объектов, возведенных на этих грунтах.

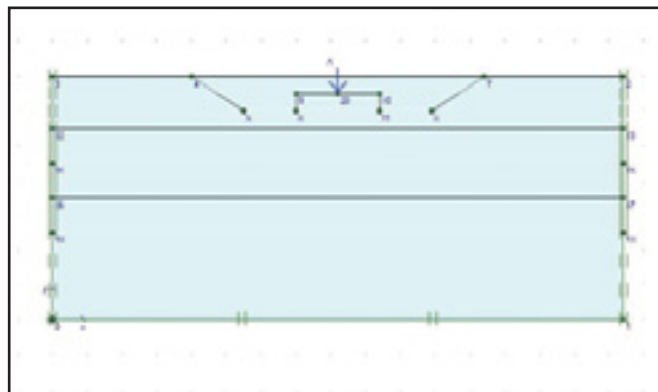
С помощью программы PLAXIS был проведен анализ напряженно-деформированного состояния грунтового основания, на котором возводится фундамент мелкого заложения под колонну.

Размер фундамента 2,4x2,4 метра, толщина фундамента 0,5 метра, нагрузка от здания на фундамент $P = 680 \text{ кН/м.м.}$

Грунтовое основание представлено одним слоем загипсованного пылевато-глинистого грунта. Уровень грунтовых вод находится на глубине 1,5 метра от дневной поверхности. Рассматриваются три ситуации понижения уровня грунтовых вод (УГВ) — с учетом изменения характеристик грунта в результате суффозии. Уровень грунтовых вод понижается:

- на один метр;
- на два метра;
- на три метра.

Расчетная схема рассматриваемого варианта, включающая указанные этапы понижения уровня грунтовых вод, представлена на рис. 1. Отметим, что программа PLAXIS позволяет рассматривать ситуации понижения уровня грунтовых вод в рамках одной расчетной схемы — путем изменения гидрологических условий и фильтрационного расчета для каждого этапа водопонижения.



♦ Рис. 1. Расчетная схема

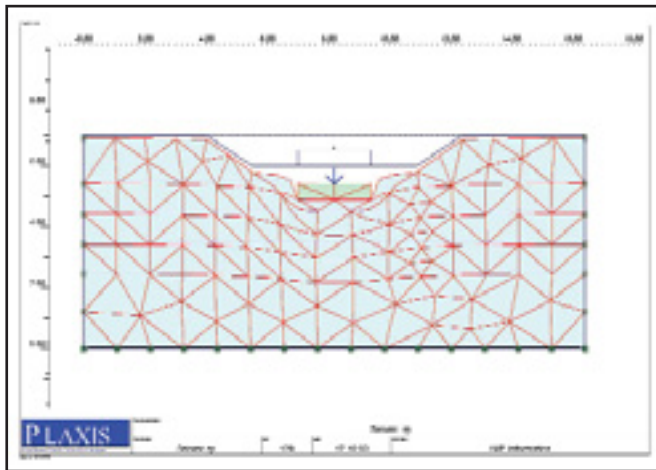


Рис. 2. Деформированная схема основания при приложении нагрузки (при естественном уровне грунтовых вод)

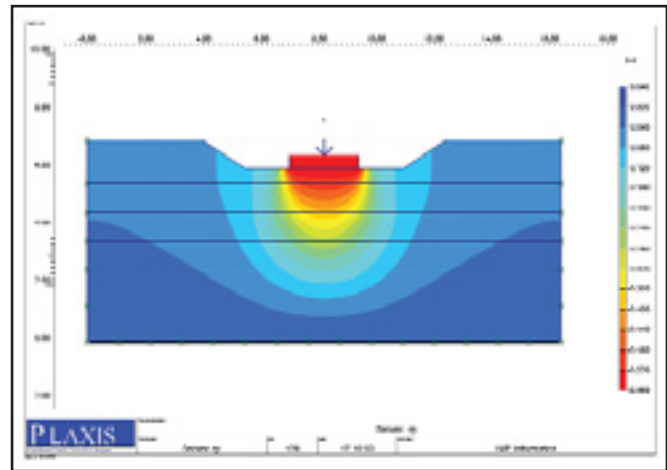


Рис. 3. Вертикальные перемещения фундамента при приложении нагрузки (при естественном уровне грунтовых вод)

Поскольку основание представлено слабым просадочным грунтом, для моделирования напряженно-деформированного состояния принята модель слабого грунта (Soft-Soil model). Расчетные параметры грунта до и после понижения УГВ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства	До понижения УГВ	После понижения УГВ
Удельный вес грунта, γ_{unsat} (кН/м³)	14,2	11,6
Удельный вес насыщенного грунта, γ_{sat} (кН/м³)	17,4	15,8
Проницаемость грунта в горизонтальном направлении, k_x (м/сут.)	0,0022	0,001
Проницаемость грунта в вертикальном направлении, k_y (м/сут.)	0,0022	0,001
Модифицированный коэффициент сжимаемости, λ^*	0,04	0,034
Модифицированный коэффициент набухания, k^*	0,0045	0,007
Коэффициент Пуассона, ν	0,4	0,4
Сцепление, c (кН/м²)	7	1

Угол трения, ϕ°	31	28
Угол дилатансии, ψ°	0	0
Естественная влажность, $W\%$	23	36

Фундамент мелкого заложения под колонну моделируется в рамках упругой линейно деформируемой модели. Расчетные характеристики материала фундамента приведены в таблице 2.

Таблица 2

Модуль Юнга, E (кН/м²)	$21 \cdot 10^7$
Коэффициент Пуассона, ν	0,15

На первом этапе расчетов откапываем котлован и активируем фундамент. Полученные деформации представлены на рис. 2 и 3.

Далее поэтапно рассчитываем дополнительные напряжения и деформации, возникающие при различных уровнях понижения грунтовых вод и фильтрационных расчетах для каждого этапа – с учетом изменения характеристик грунта, обусловленных выщелачиванием гипса из пор.

Некоторые результаты анализа приведены на рис. 4-9.

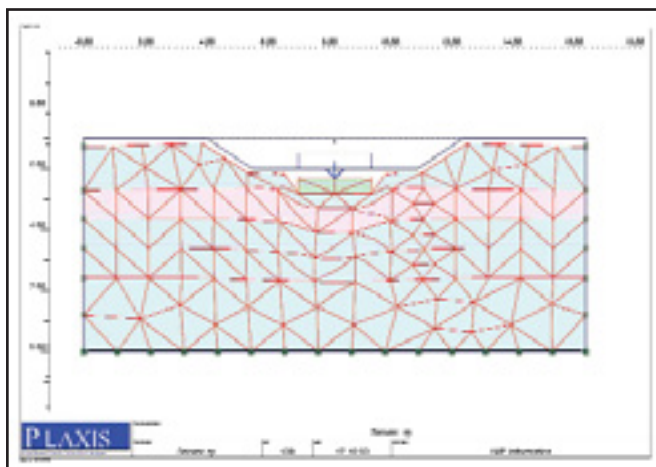


Рис. 4. Деформированная схема основания для варианта с понижением УГВ на один метр – с учетом выщелачивания гипса из грунта

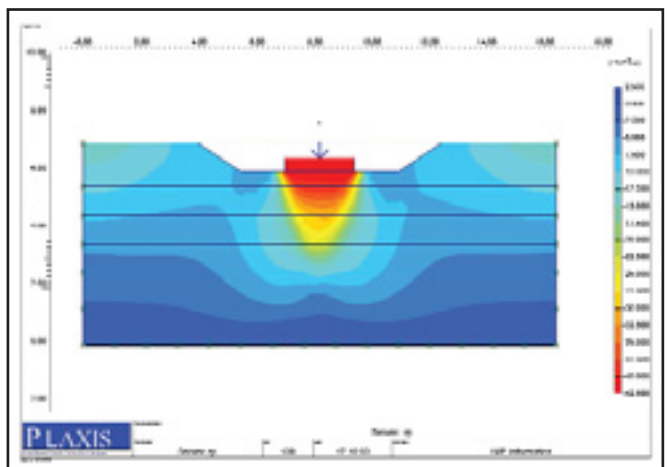


Рис. 5. Дополнительные вертикальные перемещения фундамента после понижения УГВ на один метр

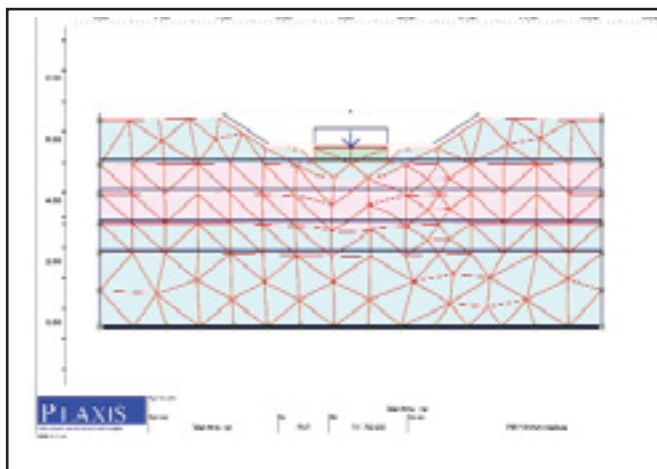


Рис. 6. Деформированная схема основания – для варианта понижения грунтовых вод на два метра

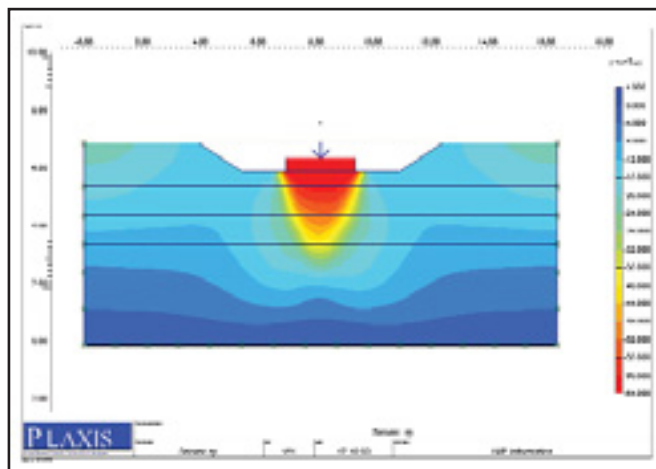


Рис. 7. Дополнительные вертикальные перемещения фундамента при понижении УГВ на два метра

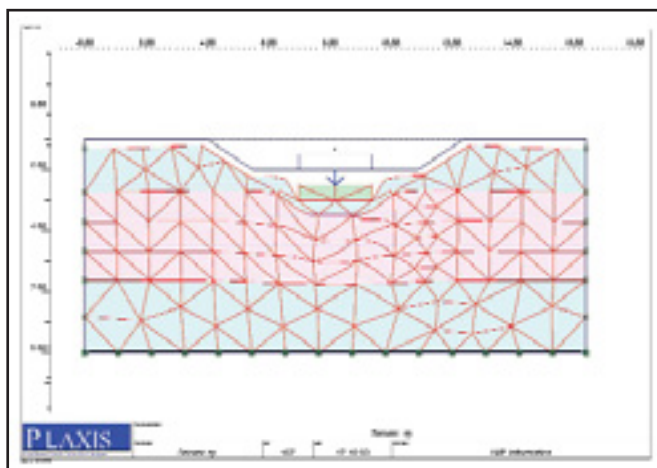


Рис. 8. Деформированная схема основания – для варианта понижения грунтовых вод на три метра

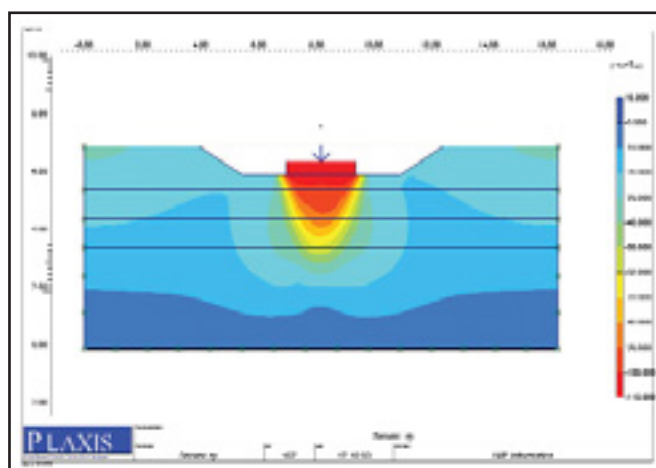


Рис. 9. Дополнительные вертикальные перемещения фундамента при понижении УГВ на три метра

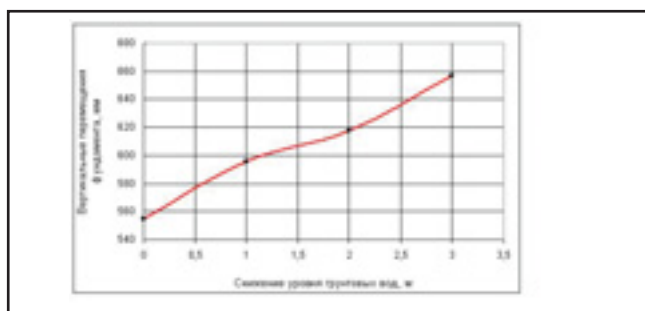


Рис. 10. Зависимости суммарных осадок от понижения уровня грунтовых вод

Расчет напряженно-деформированного состояния позволяет сделать вывод, что при большом понижении уровня грунтовых вод строительство фундамента рассмотренной конструкции связано с большим риском и ведет к аварийной ситуации. Величины суммарных деформаций представлены на рис. 10. Как следствие, необходимо рассмотреть варианты конструкций фундамента на сваях или применить противofiltrационную завесу, которая будет препятство-

вать понижению уровня грунтовых вод под фундаментом и тем самым предотвратит выщелачивание гипса из грунта.

В заключение необходимо отметить, что качественная оценка и анализ напряженно-деформированного состояния с использованием программного комплекса PLAXIS позволяют оперативно оценить ситуацию, задействовать эффективные методы решения и определить конструкцию фундамента, оптимальную для заданного типа грунта.

*Сергей Сотников,
д.т.н., профессор
кафедры геотехники СПбГАСУ
Хуссаин Асхоор,
аспирант
кафедры геотехники СПбГАСУ
Дмитрий Гаренков,
НИИ-Информатика
(Санкт-Петербург)
Тел.: (812) 370-1825
E-mail: DmitryG@nipinfor.spb.su
Internet: www.nipinfor.ru*