

Туров А.И., Медведев А.Е. Сравнение результатов вычислений расчетного сопротивления грунта при задании характеристик грунта по нормативным данным и по реальной геологии

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

УДК 624.151.5

**Сравнение результатов вычислений расчетного сопротивления грунта
при задании характеристик грунта по нормативным данным и по
реальной геологии**

Туров А.И., Медведев А.Е.

Дальневосточный ГАУ

Аннотация

Целью исследований является сравнение результатов вычислений расчетного сопротивления грунта и результатов подбора арматуры при задании физико-механических свойств грунта по данным из СП 22.13330.2016 и по реальной геологии.

В соответствии с полученными результатами расчета даны рекомендации что для любого здания или сооружения приоритетным источником сведений о геологических условиях будут являться изыскания, проводимые на территории строящегося объекта.

В данной статье рассмотрены различия между полученными усилиями, по результатам расчета согласно приложению, нормативного документа и результатов лабораторных испытаний проб отобранного грунта. В качестве примера рассматривается реконструируемый объект. Результаты исследования могут быть применены при проектировании зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: РАСЧЕТ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ФУНДАМЕНТЫ МАЛОГО ЗАЛОЖЕНИЯ, РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ, ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Геологические условия места строительства являются одними из самых важных исходных данных, напрямую влияющие на принятие проектных решений, выбор конструктивной схемы здания и на конечные результаты при подборе армирования. Однако, не всегда у проектировщиков есть возможность получить свежие физико-механические показатели грунтов для места строительства, полученные в результате лабораторных испытаний. Из-за этого, для выполнения необходимых расчетов, приходится пользоваться значениями,

которые подбираются по «Приложению А» СП 22.13330.2016 [1]. В данной статье будут рассмотрены результаты расчета, полученные на основании инженерно-геологических изысканий и взятые из «Приложения А» [1].

Инженерные изыскания – первый и один из самых важных этапов в процессе подготовки проектной документации. Влияние внешней среды диктует ряд условий, без которых общая устойчивость здания не представляется возможной. В частности, это касается геологических условий местности, выделенной под строительство объекта. Основание, на которое хотят поставить строящийся объект, определяет тип фундамента конструкции и сооружения, класс и диаметр арматуры, используемой в фундаменте, а также класс бетона фундамента. Из-за ошибок, допущенных на этапах инженерно-геологических изысканий (ИГИ) проектирования, строительства и эксплуатации, срок службы проектируемых, а также реконструируемых зданий и сооружений становится значительно короче проектного. Появление трещин, ведущих к локальному разрушению, нарушает нормальную эксплуатацию предприятий, а затраты на восстановительные работы часто превышают стоимость строительства нового, или реконструкции уже существующего здания [2].

Получение информации об инженерно-геологических условиях должно быть организовано как непрерывный, но стадийный процесс по принципу движения от общего к частному [3]. Наличие результатов инженерно-геологических изысканий позволяет рационализировать конструкцию фундамента за счет оптимального подбора арматуры, используемой в каркасе конструкции, класса бетона и геометрических параметров самой конструкции фундамента [4].

Однако, не всегда у проектировщиков есть возможность получить свежие физико-механические показатели грунтов для места строительства, полученные в результате лабораторных испытаний. Из-за этого, для выполнения необходимых расчетов, приходится пользоваться значениями, которые подбираются по «Приложению А» [1].

В данной статье будут рассмотрены различия между полученными усилиями, в результате расчета, согласно приложения нормативного документа [1] и результатов лабораторных испытаний проб отобранного грунта. В качестве примера будет рассматриваться реконструируемый объект «Дом Народного творчества», находящийся в г. Благовещенске, квартал №31. В рамках реконструкции данного здания будет произведена замена плиты перекрытия зрительного зала, которая опирается на стойки с ленточным фундаментом мелкого заложения (рис. 1).

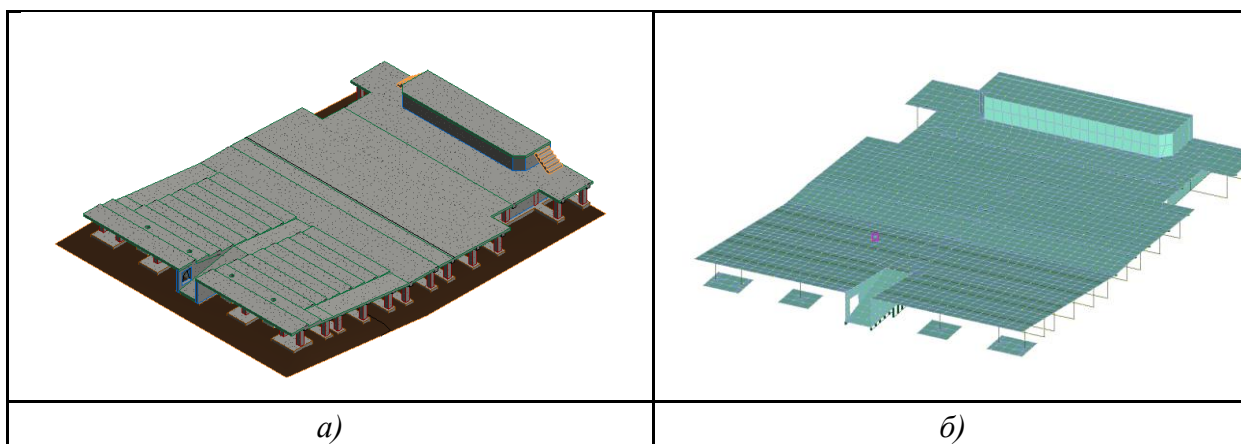


Рис. 1. Проектируемая плита: а – модель, построенная в Revit; б – расчетная схема, построенная в Лира-Софт 10.12

Расчет производился при помощи программного комплекса Лира-Софт версии 10.12, расчетная модель грунта построена с помощью модуля «Редактор Грунта» [5]. «Редактор Грунта» предназначен для автоматизированного создания модели грунта и расчета параметров упругого основания. Для фундаментных плит — это коэффициенты постели C_1 , C_2 и расчетное сопротивление грунта R ; для свай — это расчет жесткостей, несущей способности на сжатие и на выдергивание. В одной расчетной модели может быть задан плитный или свайный фундамент. Все расчеты производятся по модели Винклера-Фусса. Основываясь на данной теории, коэффициент постели C_1 равен

$$C_1 = \frac{P_z}{s}, \quad (1)$$

где P_z – равномерно распределенная нагрузка в точке с координатами x , y ;
 s – осадка основания фундамента.

Осадка основания s определяется методом послойного суммирования по формуле

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zy,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zy,i} h_i}{E_{e,i}}, \quad (2)$$

где β - безразмерный коэффициент, равный 0,8;

$\sigma_{zy,i}$ – среднее значение вертикального напряжения в i -м слое грунта от собственного веса, выбранного при отрывке котлована грунта;

$E_{e,i}$ – модуль деформации i -го слоя грунта по ветви вторичного нагружения;

n – число слоев грунта, с учетом их дробления на подслои, в пределах сжимаемой толщи H_c .

Коэффициент постели C_2 рассчитывается по формуле:

$$C_2 = C_1 \frac{H_c^2 (1 - 2\nu_0^2)}{6(1 + \nu_0)}, \quad (3)$$

где H_c – глубина сжимаемой толщи;

ν_0 - усредненный коэффициент Пуассона.

Расчетное сопротивление грунта R и проверка прочности подстилающего слоя в основании фундаментов R_z определяется и рассчитывается согласно [1]. Основанием для данной конструкции является полутвердый суглинок с коэффициентом пористости $e = 0,79$.

Таблица 1. Физико-механические свойства рассматриваемого грунта

Источник – СП 22.13330.2016								
Модуль деформации грунта E , тс/м ²	Коеф.* Пуассона грунта, ν_0	Удельный вес грунта γ_I/γ_{II} , тс/м ²	Коеф.* перехода ко 2-му модулю деформации грунта E	Природная влажность, д. е.	Показатель текучести грунта, I_L	Коеф.* пористости грунта e	Удельное сцепление грунта c_I/c_{II} , тс/м ²	Угол внутреннего трения грунта φ_I/φ_{II} , °
1020	0,35	1,79/1,82	3	0,23	$0 \leq I_L \leq 0,25$	0,79	1,3/1,3	24/24
Источник – ИГИ 1-23-6, проводимые АО «АмурТИСИЗ»								
775	0,35	1,82/1,84	3	0,23	0	0,79	9,1/9,3	20/20

Примечание: Коеф.* - сокращение от “коэффициент”.

После создания модели основания и ввода его характеристик следует произвести расчет в несколько итераций, чтобы расхождение полученных данных не превышало 10%. В результате получаем эпюру вертикальных усилий R_z для стержневых и пластинчатых конечных элементов (рис. 2).

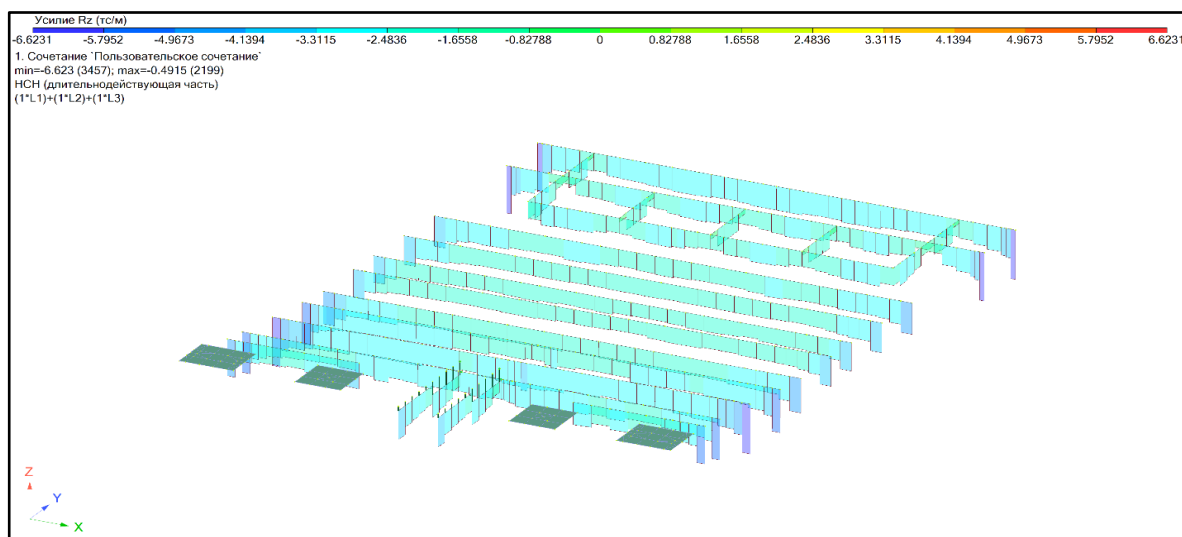


Рис. 2. Результаты вычисления усилия R_z по данным [1]

Эпюру R_z перед анализом необходимо очистить от элементов, в которых при малых размерах возникают пики усилий, что мешает корректно читать результаты расчета. После того, как схема была очищена от «вырожденных элементов» (рис. 3), можно приступить к анализу эпюр.

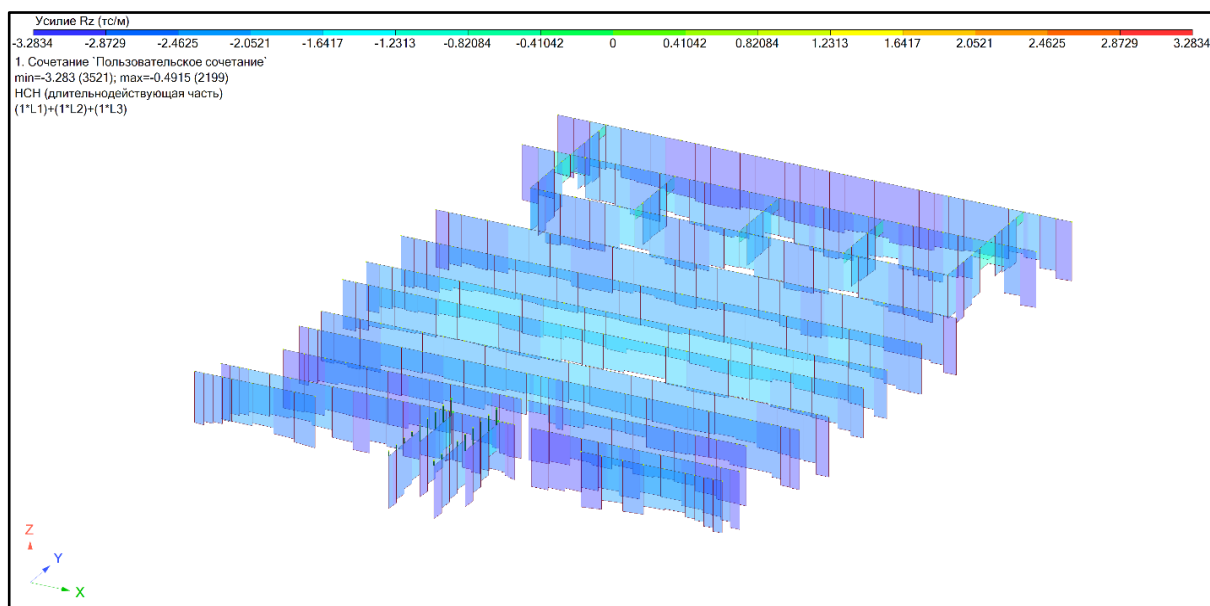


Рис. 3. Результаты вычисления усилия R_z по данным [1]. Схема ленточного фундамента, в которой отсутствуют «вырожденные элементы»

Для вычислений, проводимых на основе ИГИ, процесс расчета аналогичен.

По данным, взятым из [1], получаем следующие результаты:

- $R_{zmax} = -3,2834$ тс/м (для стержней, нормативное (длительно действующая часть));
- $R_{zmax} = -5,7895$ тс/м² (для пластин, нормативное (длительно действующая часть));
- максимальное давление на грунт $P_{zmax} = 7,58$ тс/м²;
- максимальная осадка конструкции составляет 5,38 мм;
- максимальная глубина сжимаемой толщи составляет 3,76 м;
- коэффициент постели $C_{1zmax} = 1289,5$ тс/м³;
- коэффициент постели $C_{2zmax} = 1244,43$ тс/м³.

По данным, взятым из ИГИ, получаем следующие значения:

- $R_{Zmax} = -3,0076$ тс/м (для стержней, нормативное (длительно действующая часть));
- $R_{Zmax} = -5,7658$ тс/м² (для пластин, нормативное (длительно действ. часть));
- максимальное давление на грунт $P_{Zmax} = 7,0$ тс/м²;
- максимальная осадка конструкции составляет 7,3 мм;
- максимальная глубина сжимаемой толщи составляет 3,73 м;
- коэффициент постели $C_{1Zmax} = 1067,47$ тс/м³;
- коэффициент постели $C_{2Zmax} = 982,17$ тс/м³.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что основная разница в результатах получена в значениях, связанных с работой самого грунта (~20-25%), в то время как разница в вычисленных усилиях, влияющих на подбор арматуры, составляет не более 2%.

Заключение

Основные различия исходных данных заключаются в значениях удельного сцепления, угла внутреннего трения и модуля деформации грунта, при том, что модуль деформации для аллювиальных грунтов по СП 22.13330.2016 выше (10 МПа), чем для результатах ИГЭ (7,6 МПа), в то время, как удельное сцепление и угол внутреннего трения ниже, чем в нормативном документе. Из этого следует, что данные, взятые на основании нормативного документа, имеют более высокие физико-механические характеристики, чем данные, полученные в результате комплекса инженерно-геологических изысканий, что в свою очередь, ведет к некорректному анализу поведения грунтовых условий и в дальнейшем может привести к критическим последствиям, таким как заниженная величина осадки фундамента и выбор нерациональной конструкции фундамента, его геометрических характеристик и подобранной арматуры.

Основываясь на анализе, проведенном выше, можно установить, что использование «Приложения А» СП 22.13330.2016 для зданий и сооружений нормального и повышенного уровня ответственности является нежелательным. Для любого здания или сооружения приоритетным источником сведений о геологических условиях будут являться изыскания, проводимые на территории строящегося объекта.

Туров А.И., Медведев А.Е. Сравнение результатов вычислений расчетного сопротивления грунта при задании характеристик грунта по нормативным данным и по реальной геологии

.....
**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**
=====

Результаты исследования могут быть применены при проектировании зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения.

Список использованных источников:

1. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2, 3, 4), Москва, 2016. – 293 с.

2. Висурханова М.А. Характеристика глинистых грунтов участка реконструкции завода резинотехнических изделий в г. Сарань (Казахстан) // Инженерные изыскания в строительстве: Материалы четвертой Общероссийской научно-практической конференции молодых специалистов, Москва, 29 апреля 2022 года. – Москва: Геомаркетинг, 2022. – С. 32-40. – EDN FKYBGY.

3. Захаров М.С., Пашкин Е.М. Инженерная геология и инженерно-геологические изыскания: о настоящем, прошлом и будущем // Наука России: Цели и задачи: Сборник научных трудов по материалам XXVI международной научной конференции, Екатеринбург, 10 апреля 2021 года. Часть 2. – Екатеринбург: Научно-издательский центр "Л-Журнал", 2021. – С. 38-47. – DOI 10.18411/sr-10-04-2021-46. – EDN WYKUWZ.

4. Дребот А.М. Рациональность инженерно-геологических изысканий в индивидуальном строительстве // International journal of professional science. 2021. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnost-inzhenerno-geologicheskikh-izyskaniy-v-individual-nom-stroitelstve>

5. Руководство пользователя ПК ЛИРА 10.12. – 2021. - 859 с.

=====

Цитирование:

Туров А.И., Медведев А.Е. Сравнение результатов вычислений расчетного сопротивления грунта при задании характеристик грунта по нормативным данным и по реальной геологии [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/4/st_413.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202134413>.