

## О методе экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния грунтового основания

*В.Ф. Бай, В.С. Сафарян, С.А. Еренчинов*

*Тюменский индустриальный университет*

**Аннотация:** Статья является обзорной, посвящена приборам, используемым для опытного изучения напряженно-деформированного состояния грунтового основания, и методам их использования. Авторами рассмотрены два вида месдоз, проанализированы возможные преимущества разных их конструкций. Описаны общие случаи работы и потери несущей способности фундаментов неглубокого заложения.

**Ключевые слова:** фундамент, строительство, фундамент мелкого заложения, механика грунтов, строительные конструкции, месдоза.

Разрабатывая новые конструктивные решения по устройству фундаментов, необходимо подтверждать свои теоретические разработки практическими экспериментами.

Когда несущая способность фундамента обусловлена не прочностью тела фундамента, а прочностными характеристиками основания, такая ситуация является актуальной для абсолютного большинства случаев устройства фундаментов в дисперсных грунтах. В этом случае возникает настоятельная необходимость исследования поведения основания при использовании новой конструкции фундамента с целью определения его эффективности.

В отличие от самих конструкций фундаментов, где существует множество достаточно точных тензометрических датчиков, в грунтах при определении напряженного состояния основания проблемами является чувствительность первичных приборов и точность измеряемых величин.

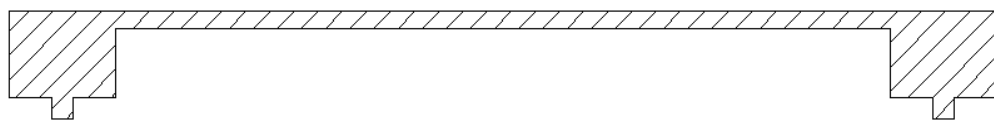
Для определения напряжений в грунте также существуют расчетные методы, однако эти методы не могут в полной степени учесть неоднородность грунтового массива. Дисперсные грунты могут содержать в себе различные минеральные и органические составляющие, воду, лед разной температуры и различные газы. Очевидно, что чем неоднороднее

---

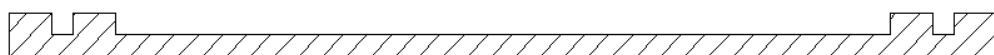
состав грунтового массива, тем сложнее достоверно определить возникающие напряжения в разных участках основания. Поэтому непосредственное определение напряжения в грунте является наиболее рациональным решением. Прибор для измерения напряжений в грунте называется – месдоза [1-3].

Принцип работы месдозы: установить устройство в интересующий участок грунта; собрать нагрузку с некоторой площади грунта и приложить ее к элементу с известными деформационными характеристиками; подключить тензорезисторы и после интерпретации полученных данных по деформации элемента получить итоговое давление, передаваемое на месдозу, оно будет равно внутренним напряжениям грунта.

Верхняя крышка (рабочая сторона)



Нижняя крышка



Месдоза в сборе

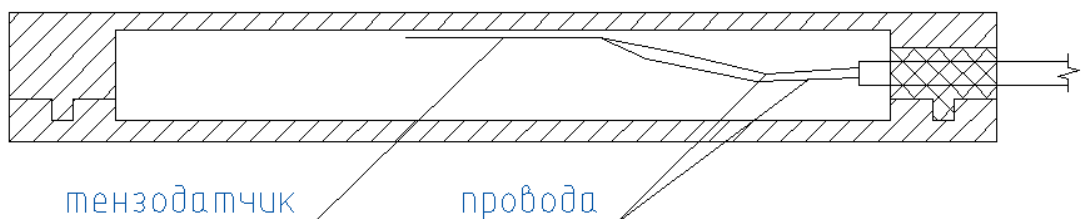


Рис. 1. Схема мембранной (оболочковой) месдозы.

Для того, чтобы замерить напряжение в грунте наиболее точно, очень важно, чтобы элемент деформации, который фиксируется, был как можно более чувствительным к прикладываемым нагрузкам. Широко распространены мембранные мездозы, роль улавливающего элемента выполняет оболочка, к ней же и подключаются тензорезисторы. Однако с течением времени было придумано решение для увеличения чувствительности такой мездозы. Под мембранной предлагается устанавливать металлическую тонкую пластину. Суть данного улучшения заключается в том, что мембрана собирает давления по всей своей поверхности и передает на балочку ниже, которая уже и работает целиком на изгиб. К балочке подключен тензодатчик, который улавливает внешнее давление. При прочих равных и правильной тарировке балочная мездоза может быть существенно более чувствительной и, как следствие, точнее фиксировать внутренние напряжения грунтового массива [4-6].

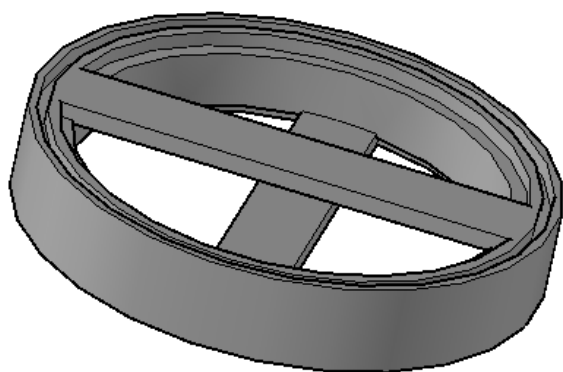


Рис. 2. Балочная мездоза, с обеих сторон закрывается латунной фольгой для сбора нагрузки по всей поверхности и передачи концентрированного значения на балочки.

Согласно Н.М. Герсеванову, есть 3 фазы напряженно-деформированного состояния грунта:

Фаза нормального уплотнения;

- сдвигов;
- выпирания грунта.

Главное отличие этих фаз заключается в объеме грунта, потерявшего свою несущую способность и работающего в зоне пластических деформаций.

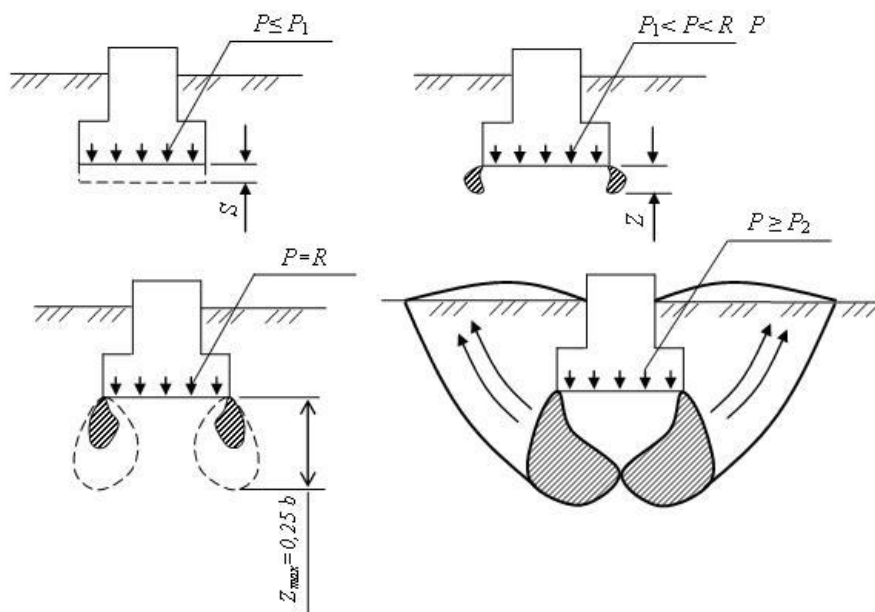


Рис. 3. Фазы НДС грунта.

Потеря несущей способности грунтов происходит по касательным напряжениям [7,8]. Месдозы измеряют нормальные напряжения, которые, согласно закону Мора-Кулона, прямо пропорциональны касательным. Качественно собранные и грамотно установленные месдозы могут наиболее точно определить напряженно-деформированное состояние грунтового основания. Это информация будет незаменима при дальнейшем обслуживании здания или при подготовке к его реконструкции, усилении подземных конструкций [9,10].

### Литература

1. Тетиор А. Н. Фундаменты. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 400 с.

2. Бородачев Н. М. Об управлении распределением реактивных давлений под подошвой фундамента // Сопротивление материалов и теория сооружений. Вып. 18. Киев: Будивельник, 1972. С. 8-11.

3. Горбунов-Посадов М.И., Ильичев В.А., Крутов В.И. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Под общей редакцией д.т.н., проф. Сорочана Е.А. и Трофименкова Ю.Г. М.: Стройиздат, 1985. 480 с.

4. Тюремнов, И.С., Фурманов Д.В. Экспериментальные исследования напряжений в грунте при воздействии вибрационного катка // Проблемы машиноведения. Омск: Омский государственный технический университет, 2020. С. 129-137.

5. Петрухин В.П., Шулятьев О.А., Ибрагимов М.Н., Мозгачева О.А. Способ изменения напряженно-деформированного состояния грунтов основания // Вестник НИЦ Строительство. 2014. №10. С. 99-109.

6. Сафарян В.С., Бай В.Ф., Еренчинов С.А., Эффективные фундаменты мелкого заложения // Инженерный вестник Дона, 2021, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2021/6825](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2021/6825)

7. Чмшкян А.В., Фундаменты с неплоской подошвой на неоднородном лессовом основании // Инженерный вестник Дона, 2017, №2. URL: [ivdon.ru/ru/archive/N2y2017/4180](http://ivdon.ru/ru/archive/N2y2017/4180)

8. Герсеванов Н.М., Польшин Д.Е. Теоретические основы механики грунтов. М.:Госстройиздат, 1948. 68 с.

9. Maltseva T.V., Nabokov A., Chernikh A., Reinforced sandy piles for low-rise buildings. Procedia Engineering. 2015. V. 117. pp. 239-245.

10. Maltseva T., Nabokov A., Novikov Y., Sokolov V., The method of calculating the settlement of weak ground strengthened with the reinforced sandy piles. matec Web of Conferences. 2016. V. 73. pp. 01015.

## References

1. Tetior A. N. Fundamenty [Foundations]. M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2010. 400 p.
2. Borodachev N. M., Soprotivlenie materialov i teoriya sooruzhenij. Vyp. 18. Kiev: Budivel'nik, 1972. pp. 8-11.
3. Gorbunov-Posadov M.I., Il'ichev V.A., Krutov V.I. Osnovaniya, fundamenty i podzemnye sooruzheniya. [Bases, foundations, and underground structures]. Pod obshchej redakciej d.t.n., prof. Sorochana E.A. i Trofimenkova YU.G. M.: Strojizdat, 1985. 480 p.
4. Tyuremnov, I.S., Furmanov D.V. Problemy mashinovedeniya. Omsk: Omskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2020. S. 129-137.
5. Petruhin V.P., SHulyat'ev O.A., Ibragimov M.N., Mozgacheva O.A. Vestnik NIC Stroitel'stvo. 2014. №10. S. 99-109.
6. Safaryan V.S., Baj V.F., Erenchinov S.A., Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2021/6825](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2021/6825)
7. CHmshkyan A.V., Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №2. URL: [ivdon.ru/ru/archive/N2y2017/4180](http://ivdon.ru/ru/archive/N2y2017/4180)
8. Gersevanov N.M., Pol'shin D.E. Teoreticheskie osnovy mekhaniki gruntov. [Theoretical foundations of soil mechanics]. M.: Gosstrojizdat, 1948. 68 p.
9. Maltseva T.V., Nabokov A., Chernikh A., Reinforced sandy piles for low-rise buildings. Procedia Engineering. 2015. V. 117. pp. 239-245.
10. Maltseva T., Nabokov A., Novikov Y., Sokolov V., The method of calculating the settlement of weak ground strengthened with the reinforced sandy piles. Matec Web of Conferences. 2016. V. 73. pp. 01015.