

Казахская головная архитектурно-
строительная академия
Факультет общего строительства
Дисциплина «Геотехника II»

Лекция 5

« Исследования грунтов в приборах
трёхосного сжатия»

Академ проф, докт.техн.наук
Хомяков Виталий Анатольевич

2015 г.

Основная литература

1. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М.: Издательство АСВ, 1983. – 288 с.
2. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Карлов В.Д. и др. Механика грунтов. Ч.1. Основы геотехники в строительстве. – М.: АСВ, 2000. – 204 с.
3. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Карлов В.Д. и др. Основания и фундаменты. Ч.2. Основы геотехники. – М.: АСВ, 2002. – 392 с.
4. Ухов С.Б., Семёнов В.В., Знаменский В.В. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 2002. – 566 с.

Дополнительная литература

1. Берлинов М.В. Основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1999. – 319 с.
2. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Голли А.В. и др. Проектирование фундаментов зданий и подземных сооружений. – М.: АСВ, 2001. – 440 с.
3. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов. – М.: Стройиздат, 1990. – 415 с.
4. Шутенко Л.Н., Гильман А.Д., Лупан Ю.Т. Основания и фундаменты. – Киев: Высшая школа, 1989. – 328 с.
5. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика./Под ред. Е.А.Сорочана, Ю.Г.Трофименкова. - М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
6. Берлинов М.В., Ягунов Б.А. Примеры расчета оснований и фундаментов. М.: Стройиздат, 1986. – 173 с.

Справочно-нормативные учебно-методические материалы

- ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. М.: МНТКС, 1995
- СНиП РК 5.01.01- 2002 Основания зданий и сооружений:– Астана, 2002. – 83 с.
- СНиП РК 5.01.03-2002. Свайные фундаменты : -Астана, 2002.
- Межгосударственный свод правил по проектированию и строительству: Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений: МСП 5.01-102-2002. – Астана, 2005. – 106 с.
- СНиП 1.02.07-87. Инженерные изыскания для строительства. М.: Стройиздат, 1988
- СНиП 2.01.15-88. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования.М.: Стройиздат, 1989
- СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М.: Стройиздат, 1988.

Испытание грунтов на трехосное сжатие

- Отражают наиболее реальную работу грунта основания
- Схема стабилометра:
 $\sigma_1 = P$; $\sigma_2 = \sigma_3$;

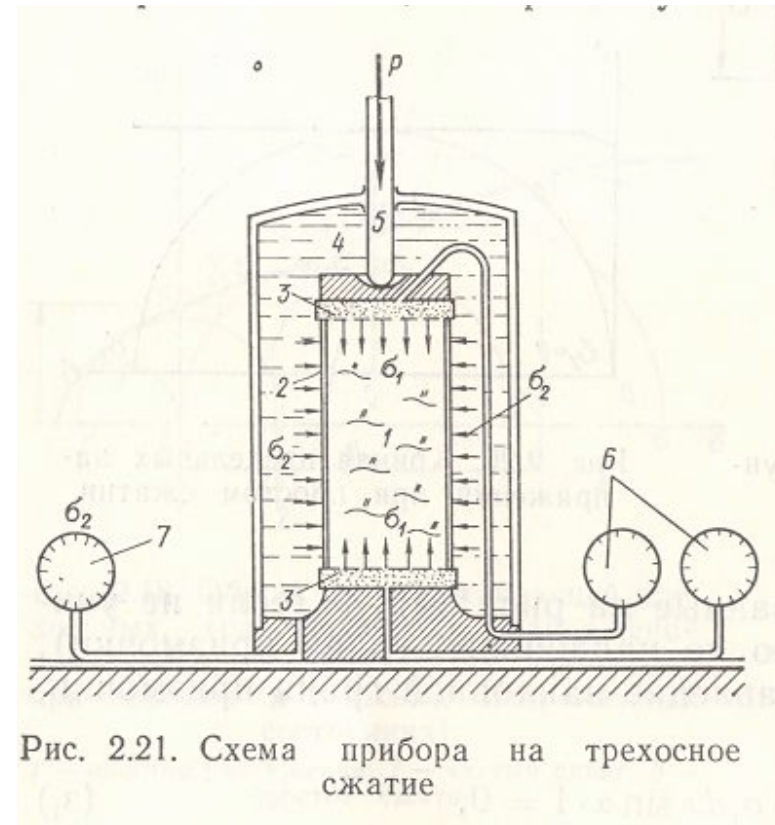
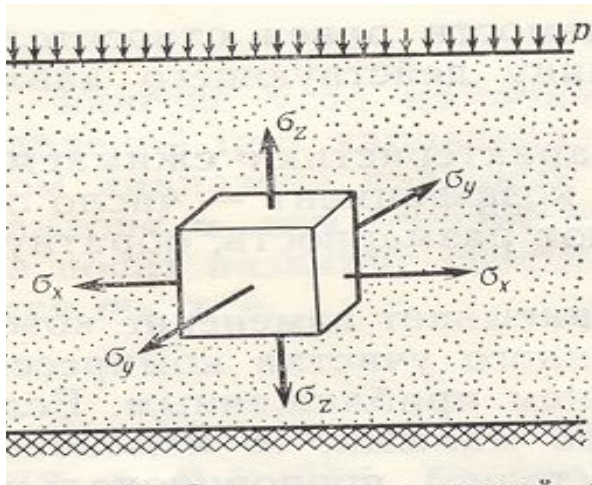


Рис. 2.21. Схема прибора на трехосное сжатие

Приборы трехосного сжатия (стабилометры)

Общее описание и технические характеристики

Характеристики

Нагрузочная способность: 50 кН

Макс. размер образца: диам. 100 мм

Скорость деформации: от 0,00001 до 9,99999 мм/мин

Скорость быстрого подвода: 25 мм/мин

Горизонтальный габарит: 380 мм

Макс. вертикальный габарит: 850 мм

Диаметр рабочего стола: 160 мм

Макс. ход рабочего стола: 100 мм

Мощность двигателя: 250 Вт

Общие размеры: 1266×500×273 мм

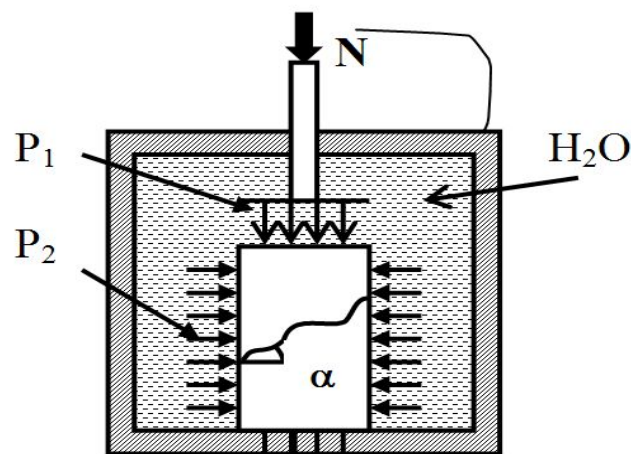
Вес, прикл.: 95 кг



Определение механических характеристик грунтов в приборах трехосного сжатия



- Испытание грунта в приборе 3х осного сжатия (стабилометре) отвечает его работе в природных условиях и даёт наиболее надёжные результаты в определении его прочностных и деформационных свойств.
- P_1 - вертикальное давление
- P_2 - Боковое давление



- Общий вид стабилометра

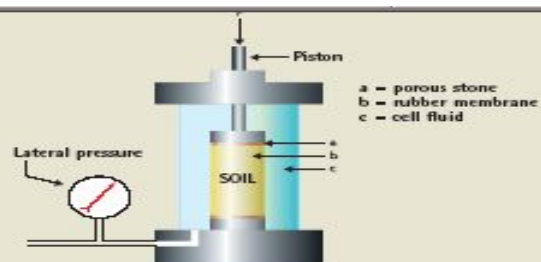
Разновидности приборов трехосного сжатия фирмы «CONTROLS Group»

Unconsolidated Undrained (UU) tests

With this method the shear strength is measured with respect to total stress. The soil specimen (assumed saturated) is not allowed to consolidate, maintains its original structure and water content, so that its resistance only depends on the level of geostatic stress in the field.

Tests are usually carried out on three specimens of the same sample, subjected to different confining pressure. Provided that the soil is fully saturated, the effective stresses at failure is the same for each test.

The Mohr envelope, plotted with respect to total stress is horizontal and the shear strength is constant and equal to C_u (undrained shear strength).



Effective stress measurement

Consolidated Undrained (CU) tests

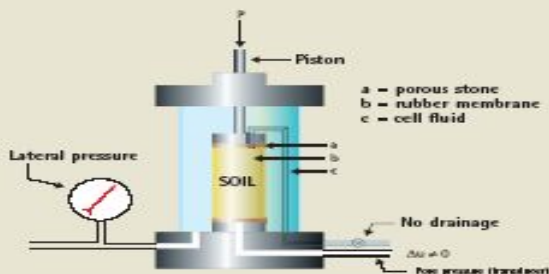
With this test method the shear strength is measured in terms of effective stress. At least three specimens are allowed to consolidate (i.e. to change its structure and water content) at different level of confining pressure before failure. Due to the fact that shear strength increases raising the effective stresses the Coulomb's model can be applied in terms of effective stress:

$$\tau = c' + \sigma'_n \cdot \tan \varphi'$$

where: τ = shear resistance; σ'_n = effective normal stress

c' , φ' = parameters of Mohr envelope in terms of effective stress

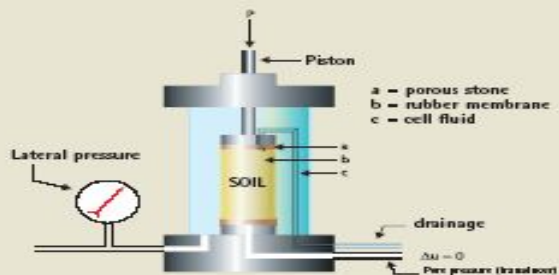
During the failure stage the specimen is not allowed to drain and pore pressure is measured, so that the effective stresses are calculated as the difference between the total stress and the pore pressure.



Effective stress measurement

Consolidated Drained (CD) tests

This test method is similar to the "CU" test as the shear strength can be related to the applied level of stress. At least three specimens are allowed to consolidate at different levels of confining pressure. The failure stage is carried out very slowly to prevent the increase of pore pressure inside the specimen, which is allowed to drain. The total and effective stresses are the same. Mohr circles are drawn for effective stresses at failure and the parameters c' and φ' are determined from the Mohr envelope.



For typical configuration of complete test system:

Total stress measurement
Unconsolidated Undrained (UU) tests

Effective stress measurement
Consolidated Undrained (CU) and
Consolidated Drained (CD) tests

Effective stress measurement
Consolidated Undrained (CU) and
Consolidated Drained (CD) tests
(electronic measurement). See pages 92.

Трехосный прибор для испытаний грунтов в условиях вибрации

CYCLIC TRIAXIAL TESTING APPARATUS

STANDARD
ASTM D3999

Introduction

This apparatus has been developed for the determination of the modulus and damping properties of soil in either undisturbed or reconstituted states by either load or stroke controlled cyclic triaxial techniques. The complete test system includes:

77-B0310/A

Servo-pneumatic testing frame

Base system capable of applying loads up to ± 5 kN at frequencies up to 50 Hz comprising:

- Test frame
- Pneumatic actuator with integral displa-



Testing frame and triaxial cell

note

Due to the diversities of the tests we will be happy to quote to your individual needs.

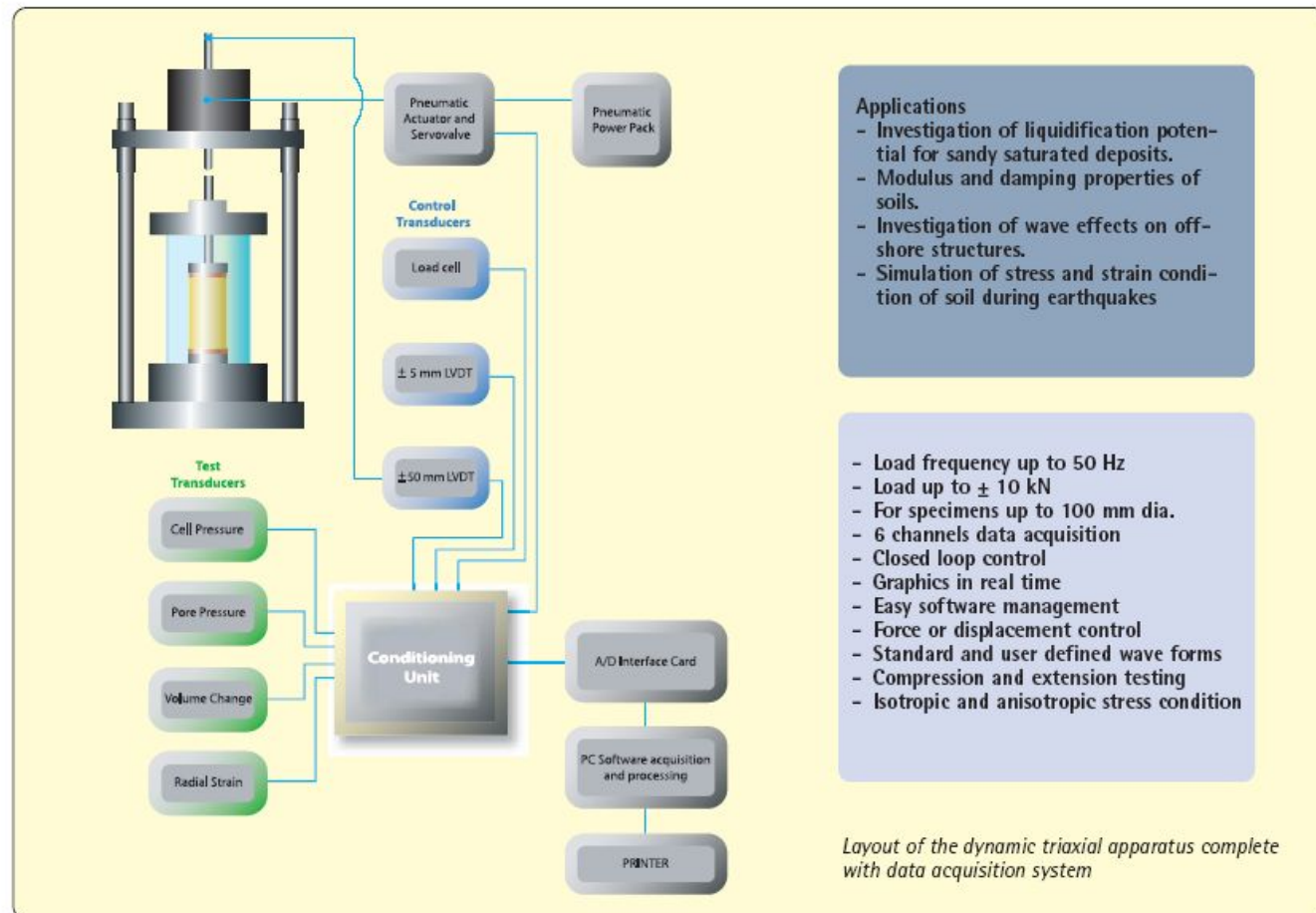
cement transducers. Maximum force ± 10 kN. Stroke ± 50 mm fitted with fatigue rated load cell transducer ± 10 kN capacity and servo-valve

- Pneumatic fittings, filters, regulator and tubing to connect equipment to compressor
- National Instruments E Series 16 bit A/D multifunction I/O board for interfacing equipment to host computer.

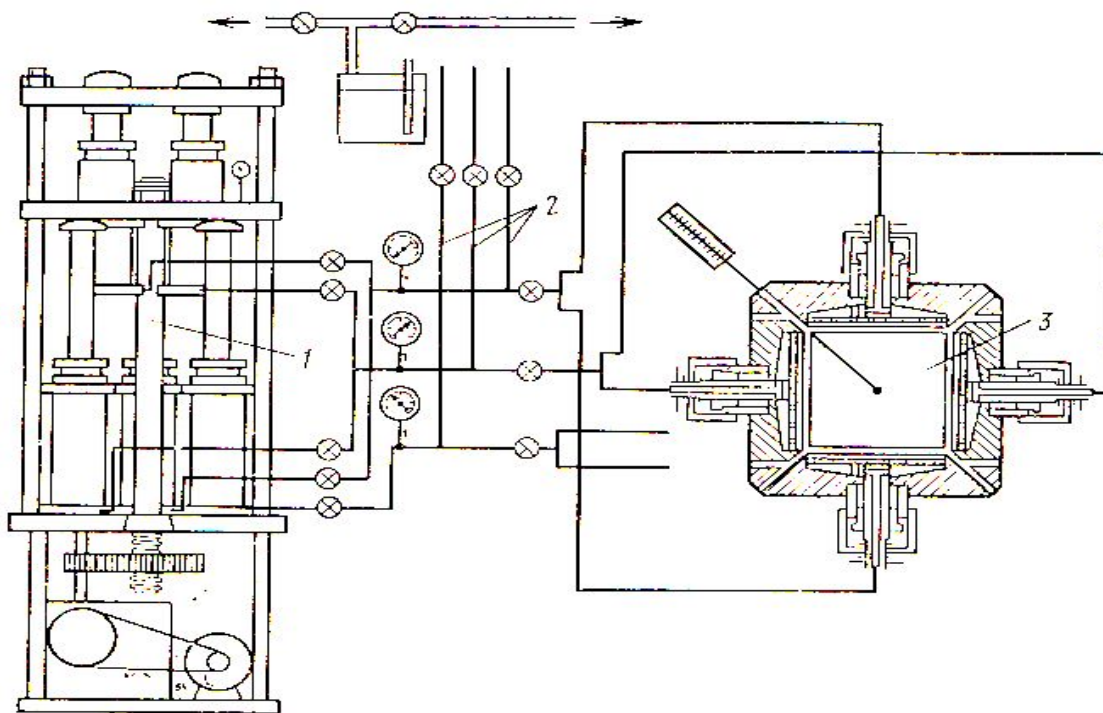
Overall dimensions:
850x350x320 mm (hxwxd)

Weight approx.: 44 kg

Принципиальная схема вибростабилометра



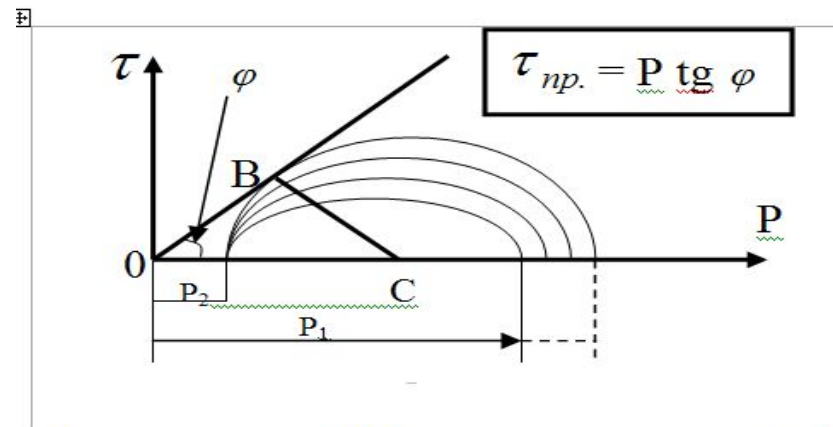
Прибор истинного трехосного сжатия



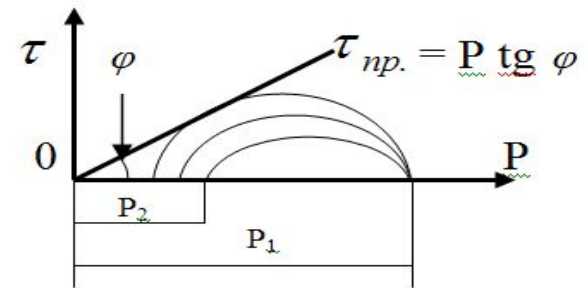
- 1 - нагружающее устройство при принудительно задаваемых деформациях;
- 2 – трубопроводы от бачков компенсаторов; 3 – образец грунта в форме куба.

Методика проведения испытаний в трехосных приборах

- В процессе испытаний оставляем неизменным P_2 (обычно равно природному) и увеличиваем P_1 .
- Максимальное значение P_1 получено при разрушении образца.
- Для песчаного грунта процесс разрушения будет тогда, когда круг коснется прямой Кулона $\tau_{пр} = P \operatorname{tg} \varphi$ - уравнение, описывающие предельное сопротивление грунта сдвигу.



Может быть, и другая методика испытаний:



2C — радиус

Для сыпучих грунтов

□ Треугольник ОВС – прямоугольный, ВС – радиус

□

$$\square \quad \sin = \frac{BC}{OC}; \quad BC = \frac{P_1 - P_2}{2}; \quad OC = P_1 - \frac{P_1 - P_2}{2} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

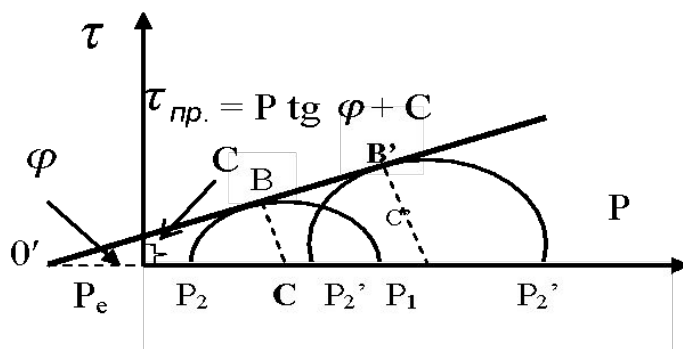
□

$$\square \quad \sin = \frac{(P_1 - P_2) \cdot 2}{2(P_1 + P_2)} = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2}; \quad \sin = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \quad - \text{уравнение,}$$

описывающее предельное сопротивление грунта сдвигу при 3^х основном напряженном состоянии (для сыпучих грунтов).

Для связных грунтов

Для связных грунтов необходимо подобным образом испытать min 2 образца с различной величиной главных напряжений: $P_1 - P_2$; $P_1' - P_2'$



$$P_e = C \cdot \operatorname{ctg} \varphi$$

Давление связности
(суммарно заменяющее
действие сил сцепления)

$$\sin \varphi = \frac{BC}{O'C} = \frac{\frac{P_1 - P_2}{2}}{C \cdot \operatorname{ctg} \varphi + P_2 + \frac{P_1 - P_2}{2}} = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2 + 2C \cdot \operatorname{ctg} \varphi}$$

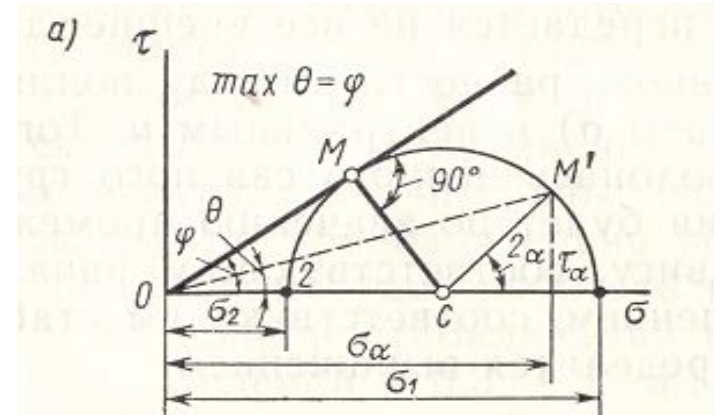
$$\sin \varphi = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2 + 2C \cdot \operatorname{ctg} \varphi}$$

для связных грунтов

Случаи предельных напряжений при сдвиге (теория прочности Мора)

- Условие предельного равновесия сыпучих грунтов

$$\sin\varphi = (\sigma_1 - \sigma_2) / (\sigma_2 + \sigma_1) ;$$



- Условие предельного равновесия связных грунтов

$$\sin\varphi = (\sigma_1 - \sigma_2) / (\sigma_2 + \sigma_1 + 2c \operatorname{ctg}\varphi) ;$$

