

# О нестационарной реакции сыпучей среды на периодические сдвиговые деформации

---

**Косых В.П., Лавриков С.В., Ревуженко А.Ф.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

e-mail: v-kosykh@yandex.ru

Опыты проводились на приборе простого сдвига [1] с размером камеры 90x90x130 мм. В качестве исследуемого материала использовался сухой кварцевый песок со средним размером частиц 0.8 мм. Высота засыпки материала составляла 120 мм. Программа нагружения заключалась в циклических сдвигах камеры относительно центрального положения на угол плюс-минус 2.5 град. со скоростью 0.5 град./с. Проводились измерения усилий нагружающего устройства, нормальных напряжений внутри образца и его высоты.

Обычно считается, что за 30 – 50 циклов сдвиговых деформаций сыпучий материал переходит в стационарное состояние и диаграммы напряжений и дилатансии становятся периодическими. Однако ранее полученные результаты по длительным слабым динамическим воздействиям на геосреду дают основание предположить существование отклонений в стационарности диаграмм. В представленной работе были проделаны опыты, в которых число циклов нагружения уже после достигнутого «стационарного состояния» составляло 20 тысяч. Эксперименты показали, что диаграммы действительно являются нестационарными - с увеличением числа циклов наблюдаются колебания максимальных напряжений относительно среднего значения. Амплитуда этих колебаний достигала плюс-минус 15%.

Полученный результат дает основание считать, что длительные слабые периодические воздействия в других ситуациях, как и в описанных выше опытах, также дают неперiodические реакции. Так, в опытах по динамическому слабому воздействию было зафиксировано колебание напряжений, достигающее 50% от величины веса пород [2]. При оценке предельных состояний подобные эффекты необходимо учитывать.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-17-00008, <https://rscf.ru/project/21-17-00008/>.

1. Косых В.П., Ревуженко А.Ф., Прибор простого сдвига//ФТПРПИ. – 2021. - №4. – С. 171-177.
2. Kazantsev A.A., Kosykh V.P., Revuzhenko A.F., Spectral analysis of granular material reaction to long-term weak dynamic effect. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 91 (2015) 012089 doi:10.1088/1757-899X/91/1/012089