

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2020 Issue: 03 Volume: 83

Published: 30.03.2020 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Nurillo Raximovich Kulmurotov

Navoi State Mining Institute

Senior Lecturer to Department of Technology Engineering, docent, Navoi, Uzbekistan

nurillo.Kulmurotov.64@mail.ru

Hasan Islomovich Axmedov

Navoi State Mining Institute

Senior Lecturer to Department of Technology Engineering, docent,

Navoi, Uzbekistan

Hazrat Salimjonov

Navoi State Mining Institute

Faculty of Energy mechanics

Student of the third course, Navoi, Uzbekistan

ENERGETIC APPROACH TO RESEARCH OF THE BEHAVIOR OF UNDERGROUND THIN-WALL STRUCTURE IN SEISMIC EXPLOSION HAZARDS

Abstract: The present work is devoted to the study of this issue, where the experiments were conducted under natural conditions. The methodology of the experiments, information about soil conditions.

Key words: soil, behavior of an underground structure, conditions, seismic effects, methodology, experiment, energy assessment, site, contact, thin-walled structure.

Language: Russian

Citation: Kulmurotov, N. R., Axmedov, H. I., & Salimjonov, H. (2020). Energetic approach to research of the behavior of underground thin-wall structure in seismic explosion hazards. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 03 (83), 236-240.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-03-83-46> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.03.83.46>

Scopus ASCC: 2200.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ПОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ТОНКОСТЕННОГО СООРУЖЕНИЯ ПРИ СЕЙСМОВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Аннотация: Настоящая работа посвящена изучению данного вопроса, где эксперименты были проведены в натуральных условиях. Методика проведения экспериментов, сведения о грунтовых условиях.

Ключевые слова: грунт, поведение подземных сооружений, условия, сейсмическая воздействия, методика, эксперимент, энергетическая оценка, площадка, контакт, тонкостенного сооружения

Введение

Энергетическая оценка поведения подземного сооружения является наиболее универсальным подходом при изучении процесса взаимодействия подземного сооружения и грунтовой среды:

Вопрос энергетической оценки поведения грунта при прохождении сейсмических и сейсмозрывных волн был изучен в работах М.А.

Садовского, Д.Д. Баркана, С.В. Медведева, Д.С. Кардера, У.К. Клауда и др. [1,2,3,4,6].

В этих работах было изучено поведение грунтовой среды при прохождении по нему сейсмических и сейсмозрывных волн. Но число работ, где было изучено поведение подземного сооружения через энергии сооружения и грунтовой среды, очень мало.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.716
SJIF (Morocco) = 5.667

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

Настоящая работа посвящена изучению данного вопроса, где эксперименты были проведены в натуральных условиях. Методика проведения экспериментов, сведения о грунтовых условиях и другие данные приведены в [5].

При сейсмическом воздействии грунт сообщает подземному сооружению кинетическую энергию, величина которой зависит от площади контакта подземного сооружения и грунта, условия взаимодействия и др. Поэтому, чтобы объективно судить об энергетической характеристике подземного сооружения, необходимо говорить о плотности сейсмической энергии, т.е. о количестве энергии, поступающей через единицу площади контакта.

2. Постановка задачи, подход к исследованию поведения подземного тонкостенного сооружения при сейсмозрывных воздействиях.

Настоящая работа посвящена изучению данного вопроса, где эксперименты были проведены в натуральных условиях. Методика проведения экспериментов, сведения о грунтовых условиях и другие данные приведены в [5].

При сейсмическом воздействии грунт сообщает подземному сооружению кинетическую энергию, величина которой зависит от площади контакта подземного сооружения и грунта, условия взаимодействия и др. Поэтому, чтобы объективно судить об энергетической характеристике подземного сооружения, необходимо говорить о плотности сейсмической энергии, т.е. о количестве энергии, поступающей через единицу площади контакта.

В данной работе плотность энергии колебания грунта подсчитывалась по следующей общеизвестной формуле Медведева С.В. [1,2]

$$E_r = \frac{1}{2} \gamma c \sum v_i^2 T_i \quad (1)$$

где γ - плотность грунта в г/см^3 ; c - скорость распространения волны в грунте, см/сек ; v_i - амплитуда скорости в см/сек , которая принимается равной половине от измеренной одиночной амплитуды за счет эффекта отражения волны; T_i - период колебания в сек.

Общая энергия колебания грунтовой среды подсчитывается на основании записей по каждой из трех составляющих: двух горизонтальных и одной вертикальной:

$$E_r = E_{r1} + E_{r2} + E_{верт} \quad (2)$$

Так как каждая составляющая соизмерима между собой, на основе [2], для нашего случая можно написать следующее выражение:

$$E_{ep} = E_{r1} = 0,35 E_r \quad (3)$$

или учитывая (1) напишем:

$$E_{ep} = 0,35 \cdot \frac{1}{2} \gamma c_p \sum v_i^2 T_i \quad (4)$$

Для оценки соотношения энергии протекающей в грунте и энергии получаемой подземным сооружением при их взаимодействии используем следующее выражение:

$$\eta = E_k / E_{0,ep} \quad (5)$$

где E_k - кинетическая энергия получаемая подземным сооружением в результате взаимодействия с грунтом; $E_{0,ep}$ - энергия протекающая по площади равной сечению подземного сооружения, определяемая по следующей формуле:

$$E_{0,ep} = E_{ep} \cdot S \quad (6)$$

Здесь E_k - кинетическая энергия, получаемая подземным сооружением в результате взаимодействия с грунтом, определяется по формуле:

$$E_k = \frac{1}{2} M \dot{u}^2 \quad (7)$$

где M - масса подземного сооружения определяется по следующей формуле:

$$M = \pi \rho^2 (R^2 - r^2) L \quad (8)$$

здесь ρ - плотность материала подземного сооружения; R и r - соответственно наружный и внутренний радиусы сооружения; L - длина подземного сооружения; \dot{u} - амплитуда скорости смещения подземного сооружения при действии сейсмозрывных волн (измерялась с помощью сейсмометрического канала).

Поставляя (8) на (7) напишем:

$$E_k = \frac{1}{2} \pi \rho^2 (R^2 - r^2) L \dot{u}^2 \quad (9)$$

Из (5), (6) и (9) можно написать следующее выражение:

$$\eta = \frac{\pi \rho (R^2 - r^2) \dot{u}^2 L}{(0,35 \gamma c_p \sum v_i^2 T_i) S} \quad (10)$$

Этот безразмерный коэффициент показывает долю энергии передаваемой через грунт на подземное сооружение, их взаимодействие сейсмозрывных волнах.

Кривая зависимости η от интенсивности сейсмического колебания, полученная на основе формулы (10), приведена на рис. 1. Отсюда видно, что с увеличением интенсивности коэффициент η незначительно убывает. С увеличением интенсивности колебания при действии подземных взрывов, общее количество кинетической энергии, получаемой подземным, увеличивается, но соотношение (η) уменьшается. В общей качественной характеристике зависимости сил взаимодействия в контакте сооружения с грунтом от их относительного смещения, соответственно экспериментальным диаграммам результатов опытов, можно выделить три участка.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

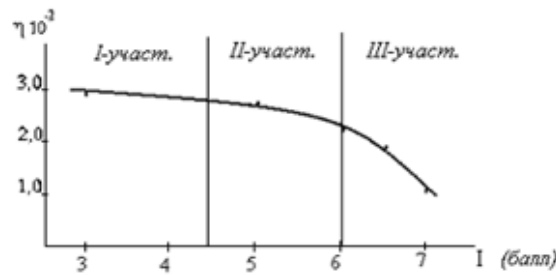


Рис.1. Зависимость коэффициента η от интенсивности сейсмозрывного колебания грунтовой среды

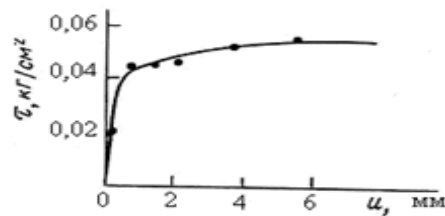


Рис.2. Зависимость касательного напряжения от относительного смещения подземного сооружения

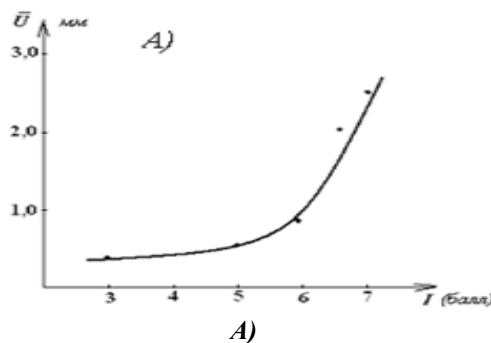
Первый - соответствует стадии нагружены подземного сооружения, когда связь между силами и относительным перемещением сооружения имеет линейный характер. При этом происходит уплотнение грунта, и выявляются упругие и вязкие свойства тела, но не пластические [5,7,9,11].

На втором этапе пропорциональность между силами взаимодействия и перемещением сооружения нарушается, теряется упругий характер взаимодействия с увеличением внешней нагрузки на третьем участке можно наблюдать скольжение подземного сооружения относительно грунта [4,8,10,12] (рис.2). Вернемся к графику, показанному на рис.1. Отсюда можно сделать вывод, что с увеличением интенсивности (внешней

нагрузки) доля энергии передаваемой с грунта на подземное сооружение уменьшается.

На рис.3 приведены кривые, показывающие зависимость относительного смещения сооружения и грунта в трех взаимно перпендикулярных направлениях от интенсивности сейсмического колебания.

Отсюда нетрудно заметить, что с увеличением интенсивности сейсмического колебания грунта, относительное смещение грунта и сооружения существенно возрастает. Это явление объясняется возможностью неодинакового деформирования подземного сооружения и грунта при действиях сейсмозрывных волн.



Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

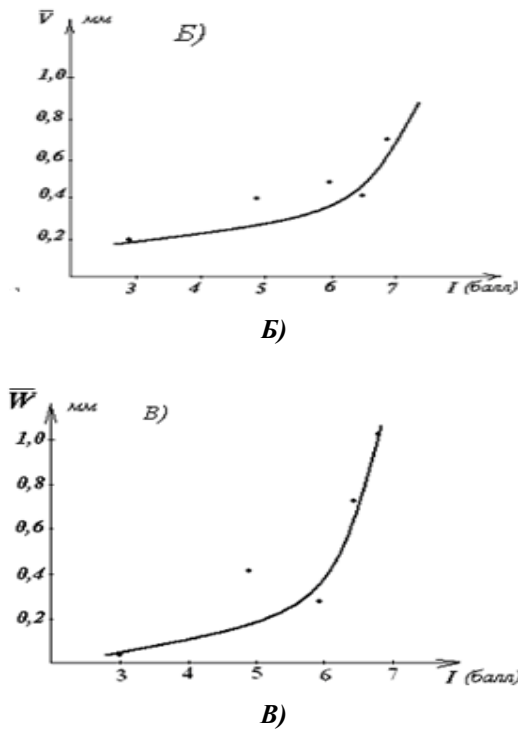


Рис.3. Зависимости относительного смещения сооружения и грунта от интенсивности сейсмического колебания (А-в продольном направлении, Б-в поперечном направлении, В - в вертикальном направлении).

Вследствие взаимодействия между грунтом и сооружением наблюдается изменение смещения подземного сооружения во всех направлениях в сторону уменьшения, т.е. во всех направлениях существует относительное смещение грунта и сооружения, характер которого зависит от многих факторов: физико-механических свойства грунта, особенностями конструкции и материала подземного сооружения, условиями контакта и взаимодействия грунта и сооружения, а также от значения сил взаимодействия в контакте двух сред. Все компоненты, относительного смещения грунта и сооружения, по численному значению близки между собой. Вышеприведенные кривые зависимости параметров от интенсивности сейсмического колебания грунта были аппроксимированы по методу наименьших квадратов. К аппроксимации подверглась каждая кривая в отдельности и получены следующие выражения зависимости относительного смещения от интенсивности сейсмического колебания грунта:

-для смещения в продольном направлении

$$\bar{U} = 0,31I^2 - 2,6I + 6,02$$

-для смещения в поперечных направлениях

$$\bar{V} = 0,052I^2 - 0,43I + 1,0$$

и наконец, для смещения на вертикальном направлении

$$W = 0,31I^2 - 2,6I + 6,02$$

3. Выводы

Экспериментально полученные результаты были сравнены с соответствующими значениями, полученными по вышеприведенным эмпирическим формулам. Сравнение этих результатов показывает, что вышеприведенные формулы вычисления относительного смещения сооружения дают следующие погрешности: для продольного компонента смещения 43,4%; для поперечного компонента смещения 25,3%; для вертикального компонента смещения 25,3% погрешности.

С помощью вышеприведенных результатов можно прогнозировать поведения подземных тонкостенных сооружений, находящийся под воздействием сейсмозрывных волн. Расчеты показывают, что они достаточной точностью зависимости могут быть использованы при оценке сейсмической интенсивности сейсмозрывных волн. Имея результатов натурных экспериментов с достаточной точностью можно прогнозировать поведения подземных сооружений при действиях сейсмических волн.

Impact Factor:	ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHHI (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

References:

1. Karder, D.S., & Klaud, U.K. (1962). Kolebaniya grunta pri krupnix podzemnix vzrivax. *Podzemnie yadernie vzrivi*. M: IL.
2. Medvedev, S.V. (1962). Injenernaya seysmologiya. - Moscow: Gosstroyizdat.
3. Medvedev, S.V. (1963). Kolichestvennie dannie o dvijeniyax grunta pri silnix zemletryaseniyax. *Issledovaniya v oblasti injenernoy seysmologii. Byulleten Soveta po seysmologii*. -№14. Moskva, AN SSSR.
4. Mubarakov, Ya.N. (1987). *Seysmodinamika podzemnix soorujeniy tipa obolochek*. Tashkent: FAN.
5. Raxmonov, B.S. (2002). Izuchenie xaraktera kolebaniy grunta pri deystvii seysmovzrivnix voln. *Prikladnaya mexanika*, №4.
6. Raxmonov, B.S. (2006). K voprosu prognozirovaniya povedeniya podzemnogo soorujeniya pri deystviyax seysmovzrivnix voln. *Mejdunarodniy sbornik nauchnix trudov. Novosibirskiy Gosudarstvenniy Agrarniy Universitet*, pp.149-152. Novosibirsk.
7. Sadvovskiy, M.A. (1945). Sluchay deystviya seysmiki vzrivov v usloviyax slabix gruntov i monolitnogo soorujeniya. *Trudi seysmologicheskogo instituta AN SSSR*, №117 izd. ANSSSR, - M. - L..
8. Sultanov, K.S., & Yusupov, T. (1986). Eksperimentalnoe issledovanie prodolnix vzaimodeystviy podzemnogo truboprovoda s gruntam pri dinamicheskix vozdeystviyax. *V jurn. Izv. AN UzSSR, str. texnicheskix nauk*, N3, pp. 47-48.
9. Safarov, I.I. (1992). Kolebaniya i volny v dissipativno nedorodnyx sredax i konstruksiyax. (p.250). Tashkent: Fan.
10. Koltunov, M.A. (1976). *Polzuchest i relaksatsiya*. (p.277). Moscow: Visshaya shkola.
11. Safarov, I.I., Akhmedov, M., & Umarov, A. (2017). *Own vibrations of toroidal shell with flowing liquid*. Lambert Academic Publishing, Germany. 17 <http://dnb.d-nb.de>.
12. Mau, M. (1963). Dinamicheskie napryajeniya i smeshenie vblizi silindricheskoy poverxnosti razriva ot ploskoy garmonicheskoy volni sdviga. *Prikladnaya mexanika, perevod s angliyskogo, t.30, ser E, № 3*, pp.117-126.