

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI URGANCH DAVLAT
UNIVERSITETIDA 15-16-SENTABR

“QURILISH VA ARXITEKTURA SOHASIDAGI INNOVATSION
G‘OYALAR, INTEGRATSIYA VA TEJAMKORLIK” MAVZUSIDAGI
RESPUBLIKA MIQYOSIDAGI ILMIY VA ILMIY-TEXNIK
KONFERENSIYA MATERIALLARI

2-qism

“INNOVATIVE IDEAS, INTEGRATION, AND ECONOMY IN THE
FIELD OF CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE”
SCIENTIFIC AND PRACTICAL REPUBLICAN CONFERENCE

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ, ИНТЕГРАЦИЯ И
ЭКОНОМИКА В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»

URGANCH-2025

TASHKILIY QO‘MITASI:

RAIS:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti rektori v.v.b.,
professor - **S.U. Xodjaniyazov**

HAMRAISLAR:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti ilmiy ishlar va
innovatsiyalar bo‘yicha prorektori, PhD, dotsent - **Z.Sh. Ibragimov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti xalqaro hamkorlik
bo‘yicha prorektori, f-m.f.d., professor - **G‘.U. Urazboyev**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, Texnika fakulteti
dekani, f-m.f.n., dotsent - **M.Q. Qurbanov**

Toshkent davlat transport universiteti, Avtomobil yo‘llari muhandisligi
fakulteti dekani, t.f.d., professor - **A.X. Urokov**

Xorazm viloyati Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi boshqarmasi, Urganch
tuman bosh arxitektori - **R.B. Matmurotov**

ILMIY KOTIB:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, “Qurilish”
kafedrası dotsenti, PhD - **A.A. Qutlijev**

TASHKILIY QO‘MITA A‘ZOLARI:

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti yoshlar masalalari
va ma‘naviy-ma‘rifiy ishlar bo‘yicha prorektori, PhD, dotsent - **D.I. Ibadullayev**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti moliya-iqtisod
ishlari bo‘yicha prorektori - **A.Atajanov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Qurilish”
kafedrası mudiri, t.f.n., dots. – **Q.K. Axmedov**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti “Arxitektura”
kafedrası mudiri **R.Q. Palvanov**

t.f.d., prof., R. Raximov, t.f.d., prof., B.Raxmonov, t.f.n., dots., K.Kuryozov, i.f.n., dots., N. Sattorov, a.f.n., dots., M. Setmamatov, a.f.f.d., dots., S. Atoshev, a.f.f.d., Sh. Abdullayeva, dots., Sh. Xo‘janiyozov, t.f.f.d., S. Sultanova, A. Atamuratov, A. Seyitniyozova, N. Kariyeva, S. Rajabov, S. Yusufov, A. Sobirov, X. Madirimov, X. Radjabov, I. Bekturdiyev, B. Radjapov, A. Xodjayazov, A. Matkarimov, M. Djumanazarova, R. Nafasov, Sh. Navruzov, Y. Tadjiyev, R. Sovutov, A. Samandarov, L. Yusupova, Sh. Masharipov, H. Bekchanov, D. Shalikaeva, S. Nurmuhammedov, I. Matnazarov, Q. Soburov, K. Yuldashev, A. Bobojonov, Sh. Nurimetov, H. Masharipova, S. Qurambayev, M. Ashurova, A. Shomurotov.

ILMIY-TEXNIK ANJUMAN DASTURIY QO‘MITASI:

Rais: “ARXITEKTURA, QURILISH, DIZAYN” ilmiy-amaliy jurnalining bosh muharriri, i.f.d., prof. **Nurimbetov Ravshan Ibragimovich**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universitetida 2025 yil 15-16-sentabr kunlari “Qurilish va arxitektura sohasidagi innovatsion g‘oyalar, integratsiya va tejamkorlik” mavzusidagi respublika miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari kiritilgan.

To‘plamga kiritilgan maqolalar mazmuni, ilmiy salohiyati va keltirilgan dalillarning haqqoniyligi uchun mualliflar mas’uldirlar.

Qala in Uzbekistan: Estimation of Erosion and Deterioration Rates by Laser Scanning ,” in *RILEM Bookseries*, Structural Analysis of Historical Constructions 47, edited by Y. Endo, T. Hanazato, (Springer, Cham, Switzerland, 2023), pp. 581–590.

15.J. Barton, *World Archaeology* **41**(3), 489–504 (2009).

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ С ГРУНТОМ ПРИ СЕЙСМОВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.

¹*Рахмонов Б.С.,* ²*Сагдиев Х.К.,* ³*Сафаров И.И.* ¹*Ургенчский
Государственный университет;* ²*Институт механики и сейсмостойкости
сооружений АН Р Узбекистан;* ³*Ташкентский химико-технологический
институт.*

Rah-Bahodir@yandex.ru

Аннотация

В работе приведены некоторые результаты натурных экспериментов по изучению сеймонапряженного состояния подземных сооружений при действии сейсмовзрывных волн.

Abstract

The paper presents the results of field experiments to study samonadireo condition of underground structures under the action of seismic waves.

Ключевые слова

подземные сооружения, взаимодействие, взрыв, сейсмовзрывные волны.

Keywords

underground structures, interaction, explosion, seismic waves.

Экспериментальные исследования обычно выполняются путем наблюдений поведения модели сооружения или же самого сооружения в натуре.

Наиболее совершенным экспериментальным методом исследования поведения сооружений можно считать массовые замеры параметров колебания всевозможных сооружений при сейсмических действиях подземных взрывов, которые наиболее полно отражают естественные тектонические землетрясения.

Кроме того, параметры взаимодействия подземного сооружения с грунтов определяются в основном из натурных или лабораторных исследований, т.е. экспериментальным путем.

Когда рассматривается, конкретная инженерная задача вся совокупность вышеперечисленных факторов практически учитывается за счет эмпирически устанавливаемых данных.

Данная работа является логическим продолжением работ [5,6,7], где были приведены результаты изучения затухания сейсмозрывных колебаний грунтовой среды экспериментальной площадки, а также физико-механические свойства грунта в пункте наблюдения, методика проведения натурных экспериментов и др. сведения.

В данной работе приведены некоторые результаты, полученных из крупномасштабных натурных экспериментов с применением сейсмического действия подземных мгновенных взрывов.

Инерционные(сейсмические) силы, вызываемые подземными взрывами, в поверхностных сооружениях прямо пропорциональны ускорению колебания грунтов.

Поэтому во время натурных экспериментов инструментально были осуществлены запись ускорения грунтовой среды в радиальном направлений распространения сейсмозрывных волн.

В результате аппроксимации экспериментально полученных данных по записям осциллограмм (акселерограмм) получены формулы для прогнозирования амплитуды ускорения смещения частиц грунтовой среды(для основного пункта наблюдения) в виде:

$$\ddot{u}_{0\max} = 0,7T_{0\max}^{-1,35}10^{0,2J} \quad (1)$$

На оснований экспериментально полученных результатов можно сказать, что с увеличением преобладающих периодов колебаний грунта T_0 амплитуда ускорения колебания поверхности грунтовых пород уменьшаются.

Этот параметр колебания грунта для естественных землетрясений определенных диапазонов магнитуд определяются в следующей форме [8]:

$$\ddot{u}_{0\max} = \exp(-0,0916R + 4,734) \quad 3.6 \leq M \leq 4.5$$

$$\ddot{u}_{0\max} = \exp(-0,042R + 5,47) \quad 4.6 \leq M \leq 5.5$$

$$\ddot{u}_{0\max} = \exp(-0,0272R + 6,102) \quad 5.5 \leq M \leq 6.5 \quad (2)$$

$$\ddot{u}_{0\max} = \exp(-0,018R + 6.63) \quad 6.6 \leq M \leq 7.5$$

Вычисление и инженерный анализ подтверждает тот факт, что в последних обоих случаях степень затухания данного параметра колебаний по расстоянию уменьшения близки между собой.

Сейсмические действие сейсмозрывных волн в грунтовой среде оценивается не только интенсивностью колебаний, зависящий от веса заряда ВВ, эпицентрального расстояния, а также относительной деформации, коэффициента Пуассона грунта и другие параметры определяющие физико-механические свойства.

При действиях сейсмозрывных волн в грунтовой среде напряжение определяется по следующей формуле:

$$\sigma = E\varepsilon \quad (3)$$

где $\varepsilon = V/C_p$ (4) относительная деформация грунта; E-модуль упругости среды; V-скорость смещения частиц грунта; C_p -скорость распространения продольных волн в грунтовой среде.

В формуле (4) скорость смещения частиц грунта и скорость распространения продольных волн в грунтовой среде определяются из экспериментов. Последняя для данного грунта остается постоянным.

Результаты по определению относительной деформаций в виде графика приведены на рис.1.

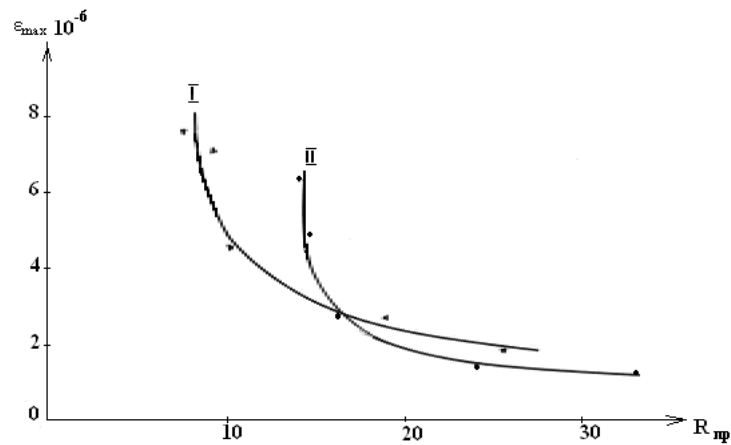


Рис.1. Зависимость относительной деформации грунта от приведенного расстояния.

Здесь кривая-II показывает изменения относительной деформаций в основном пункте наблюдения, а кривая-I означает изменения того же параметра на пункте, который на каждом эксперименте расположен на 100м. ближе к точке взрыва, чем основной пункт наблюдения. Отсюда можно видеть, что кривая-I в начале имеет не резко убывающий характер чем кривая-II. С увеличением приведенного расстояния изменения кривой относительной деформаций приобретает более плавный характер, чем при малых приведенных расстояниях.

Для полного выражения (4) требуется определить в экспериментах численное значение скорости распространения продольных волн C_p и амплитуды скорости смещения частиц грунта для конкретного грунта.

В результате анализа и аппроксимации многочисленных экспериментальных данных по записям осциллограмм (велосиграмм) получены эмпирические формулы для определения амплитуды скорости смещения частиц грунта для контрольной точки и основного пункта наблюдения:

$$V_I = 441,2 \left(\sqrt[3]{C/R} \right)^{1,49} \quad (5)$$

$$V_{II} = 325,24 \left(\sqrt[3]{C/R} \right)^{1,46} \quad (6)$$

Учитывая (5) и (6), (4) можно выразить в следующей виде:

$$\text{-для контрольной точки } \varepsilon_I = \frac{1}{C_p} 441,2 \left(\sqrt[3]{C/R} \right)^{1,49} \quad (7)$$

-для основного пункта наблюдения

$$\varepsilon_{II} = \frac{1}{C_p} 325,24 (\sqrt[3]{C/R})^{1,46} \quad (8)$$

С другой стороны этот параметр имеет важное место при изучение сейсмо-напряженного состояния подземных сооружений, взаимодействующих с грунтовой средой. Основу сейсמודинамической теории сложных систем подземных сооружений, составляет учет различий между деформациями грунта и подземного сооружения.

Сейсмонапряженное состояние грунтовой среды в упругой зоне однозначно связано с упругой деформацией последней, которая может быть вычислена по формуле[1-3].

$$\varepsilon_{\max} = 2\pi A_{\max} / vT \quad (9)$$

где, $\varepsilon_{\max}$ - максимальная величина деформации; $A_{\max}$ - максимальная амплитуда смещения; v - максимальная амплитуда скорости смещения; T - период сейсмических колебаний.

Зависимость максимального значения деформации, вычисленной по формуле (7), от приведенного расстояния приведена на рис.2.

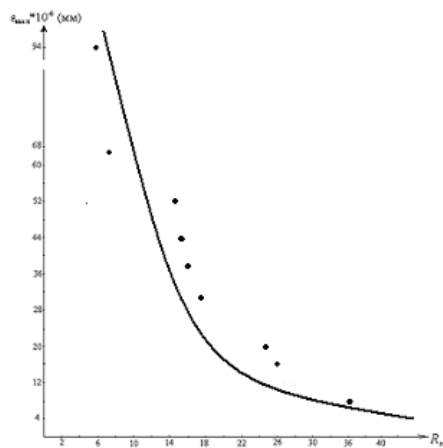


Рис.2. Зависимость максимального радиального компонента упругой деформации грунта от приведенного расстояния.

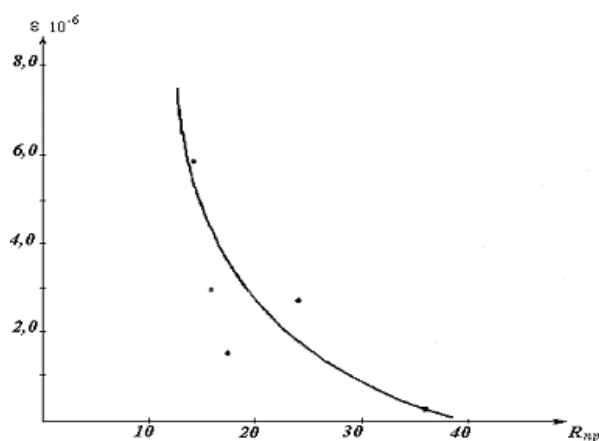


Рис.3. Зависимость максимальной деформации сооружения в продольном направлении, относительно к оси сооружений

Отсюда можно видеть, что кривая показывающая изменения этой величины в зависимости от приведенного расстояния при малых приведенных расстояниях ($R_{пр}=7,4$; $R_{пр}=8,75$) имеет сильно затухающий характер. С увеличением приведенного расстояния её характер изменения становится более плавным. Иная картина наблюдается в кривой зависимости максимальной деформаций сооружения продольном направлении, которая приведена на рис.3.

Здесь даже визуально можно заметить похожие сторона кривых выражающих деформации грунта и сооружения, но степень затухания в теле сооружения приведенного расстояния не уменьшается. Кривая зависимости продольной деформации сооружения с увеличением приведенного расстояния не имеет “плавно” затухающей зоны.

Ниже приводим некоторые экспериментально полученные записи сейсмических колебаний подземного сооружения и грунта, а также абсолютные смещения грунта и сооружения. Записи сейсмических колебаний подземного сооружения и грунта, в трех взаимноперпендикулярных направлениях в виде осциллограмм приведены на рис.4.и5 Эти записи вкратце анализированы в работах [5,6].

Инженерный анализ этих результатов даёт возможность установить следующее. При действии подземных взрывов грунтовая среда и подземное сооружение совершает колебательное движение в пространстве в вертикальной

плоскости и в двух горизонтальных плоскостях. Следует отметить, что собственные колебания подземного сооружения здесь не имеет явной формы. Из этих записей можно заметить, что время нарастания максимума абсолютного смещения сооружения по значению не соответствует времени нарастания максимума абсолютного смещения грунта, окружающего его.

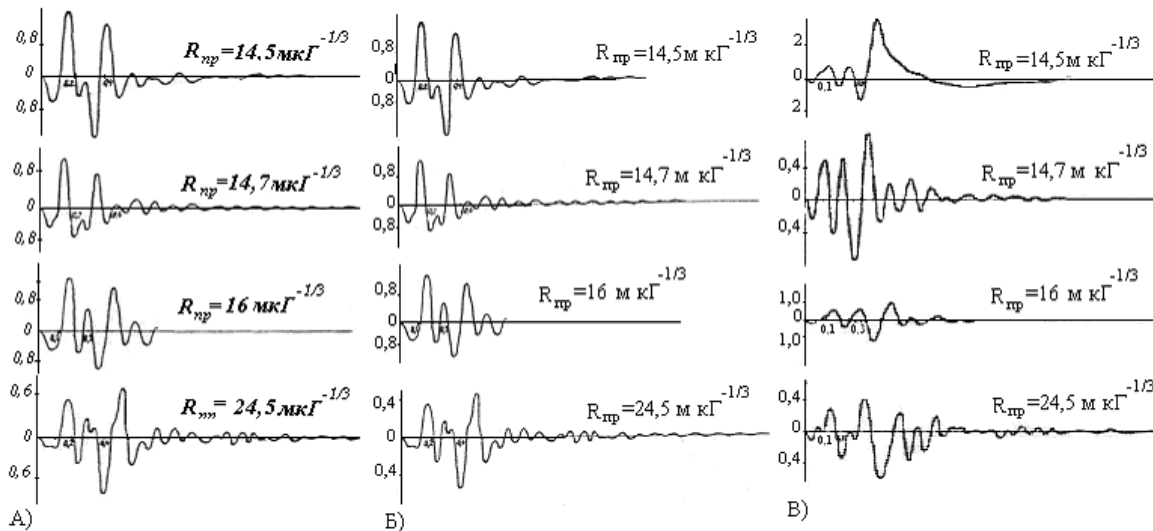


Рис.4 Записи колебания грунта в продольном (а), поперечном (б) и вертикальном (в) направлениях.

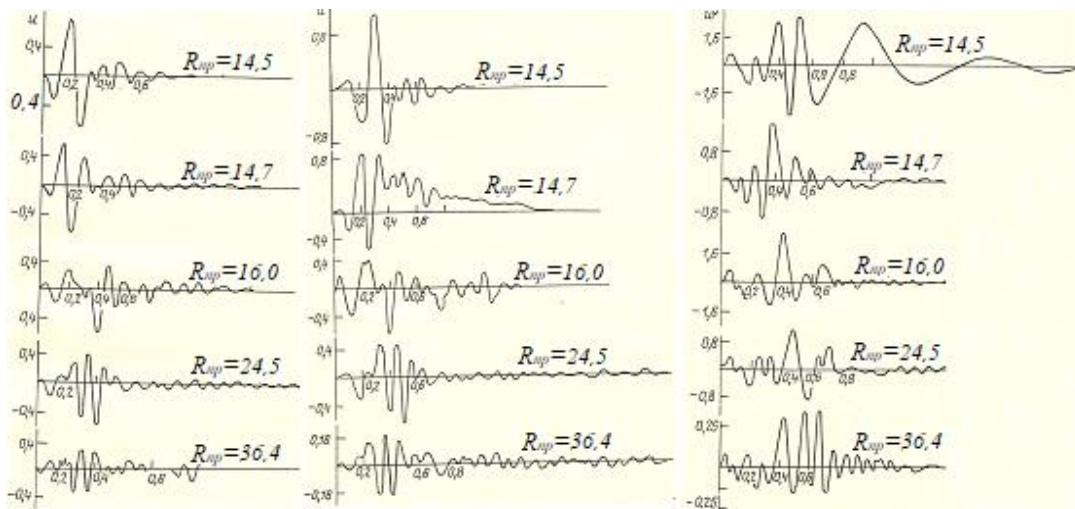


Рис.5 Записи колебания подземного сооружения в продольном (а), поперечном (б) и вертикальном (в) направлениях.

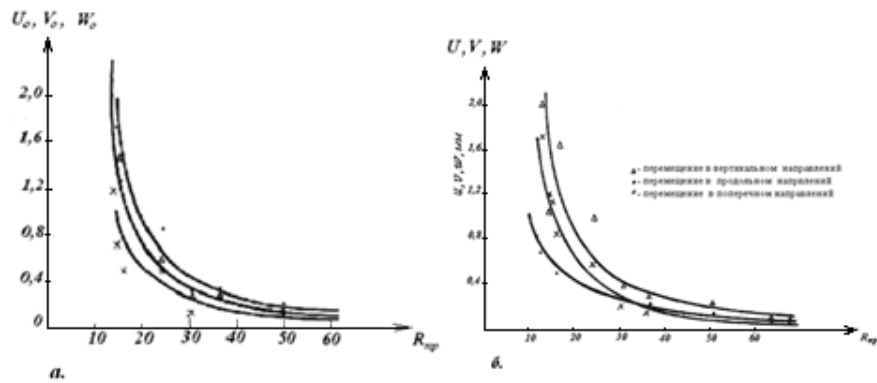


Рис.6. Зависимости абсолютных максимальных перемещений грунта и подземного сооружения в трех взаимноперпендикулярных направлениях от приведенного расстояния.

Отсюда видно, что каждая составляющая изменяется по разным законам и они численно соизмеримы между собой. Получено подтверждение существования относительных перемещений подземного оболочечного сооружения и грунтовой среды в трех взаимноперпендикулярных направлениях. При этом заметим, что максимальные значения продольных и поперечных горизонтальных перемещений сооружения по значению меньше, чем грунтовой среды.

На рис.6 приведены кривые, показывающие зависимость относительного смещения сооружения и грунта в трех взаимноперпендикулярных направлениях от интенсивности сейсмического колебания.

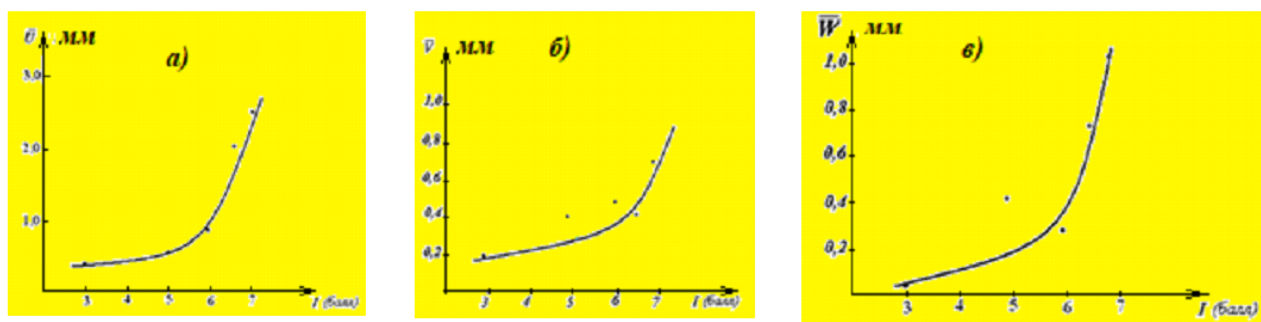


Рис.6. Зависимости относительного смещения сооружения и грунта от интенсивности сейсмического колебания (А-в продольном направлении, Б-в поперечном направлении, В-вертикальном направлении).

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. 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 свойств грунтов, 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 продольном направлений: $\tilde{U} = 0,3I^2 - 2,6I + 6,02$ (10)

-для смещения поперечном направлений:

$$\tilde{V} = 0,052I^2 - 0,43I + 1,0 \quad (11)$$

-и, наконец для смещения вертикальном направлений

$$\tilde{W} = 0,08I^2 - 0,5I + 0,8 \quad (12)$$

Экспериментально полученные результаты были сравнены с соответствующими значениями, полученными по вышеприведенным эмпирическим формулам(10),(11) (12). Сравнение этих результатов показывает, что вышеприведенные формулы при вычислении 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.

Результаты натурных экспериментов позволяют сделать вывод о существенном влиянии поведения грунтовой среды на колебания подземного

сооружения при сейсмовзрывном воздействии, которое нужно учитывать при инженерных расчетах.

С помощью вышеприведенных эмпирических формул можно прогнозировать поведения подземных тонкостенных сооружений, находящийся под воздействием сейсмовзрывных волн. Расчеты показывают, что достаточной точностью зависимости могут быть использованы при оценке сейсмической интенсивности сейсмовзрывных волн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аптикаев Ф.Ф. Параметры сейсмических колебаний, возбужденных взрывов//Труды института физики Земли, N32(199), 1964г, с.49-62
2. Е.Ф., Гемба В.И. Поглощение сейсмических волн в ближней зоне взрыва//Сб. Вопросы инженерной сейсмологии горных взрывов, вып.53, Магнитогорск, Южно-Уральское Книжное изд-во, 1968г., с.33-41
3. Богацкий Е.Ф., Пергамент В.Х. Сейсмическая безопасность при взрывных работах. М.: Наука, 1978.
4. Зурков П.Э., Шипиленко Н.В., Маляров И.П. Степень нагружения массива взрывом и радиусы зон трещинообразования.//Сб. Вопросы инженерной сейсмологии горных взрывов. Вып.53, Южно-Уральское книжное изд., 1968.
5. Мубараков Я.Н. Сагдиев Х.К., Рахманов Б.С. Экспериментальное определение коэффициента взаимодействия подземного цилиндрического сооружения с грунтом при действии сейсмовзрывных волн//Бюллетень по инженерной сейсмологии, 1989г. N13, с.44-51
6. Рахманов Б.С. Определение коэффициента поглощения грунтовой среды в натурных условиях// Проблемы механики, N3, 2007г. с.17-20
7. Рахманов Б.С. Изучение характера колебаний грунта при действии сейсмовзрывных волн.//Илм сарчашмалари, 2002, N4.
8. Соколов В.Ю. Ускорения колебаний грунта при землетрясениях Кавказа в 1989-199гг. Физика Земли, 1996, №5, с.3-13