

5-7-2020

NATURAL RESEARCH OF UNDERGROUND CASING CONSTRUCTION BEHAVIOUR BY SEISMOBURSTING METHOD

H S. Sagdiev

Institute of Mechanics and Seismic Strength of Structures at the Academy of Sciences of Uzbekistan

I I. Safarov

Tashkent chemical and technological institute

B S. Rakhmanov

Urgench State University

E M. Yunusaliev

Fergana polytechnic institute

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Sagdiev, H S.; Safarov, I I.; Rakhmanov, B S.; and Yunusaliev, E M. (2020) "NATURAL RESEARCH OF UNDERGROUND CASING CONSTRUCTION BEHAVIOUR BY SEISMOBURSTING METHOD," *Scientific-technical journal*: Vol. 3 : Iss. 2 , Article 10.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol3/iss2/10>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

BUILDING

УДК 550. 348. 425.2

NATURAL RESEARCH OF UNDERGROUND CASING CONSTRUCTION
BEHAVIOUR BY SEISMOBURSTING METHODH.S. Sagdiev¹, I.I. Safarov², B.S. Rakhmanov³, E.M. Yunusaliev⁴¹Institute of Mechanics and Seismic Strength of Structures at the Academy of Sciences of Uzbekistan,²Tashkent chemical and technological institute,³Urgench State University, ⁴Fergana polytechnic instituteНАТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НДС ПОДЗЕМНОГО ОБОЛОЧЕЧНОГО
СООРУЖЕНИЯ ПРИ СЕЙСМОВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.X.C. Сагдиев¹, И.И. Сафаров², Б.С. Рахманов³, Э.М. Юнусалиев⁴¹АН РУз Институт механики и сейсмостойкости сооружений имени М.Т.Уразбаева²Ташкентский химико – технологический институт,³Урганчский государственный университет, ⁴Ферганский политехнический институтСЕЙСМИК-ПОРТЛАШ ТЎЛҚИНЛАРИ ТАЪСИРИДАН ЮПҚА ДЕВОРЛИ ЕР
ОСТИ ЦИЛИНДРИК ҚОБИҚЛАРИДА ВУЖУДГА КЕЛАДИГАН СЕЙСМИК-
ЗЎРИҚҚАНЛИК ҲОЛАТИНИ ТАБИЙ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШX.C. Сагдиев¹, И.И. Сафаров², Б.С. Рахманов³, Э.М. Юнусалиев⁴¹Ўз. ФА. М.Т.Ўразбоев номидаги механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти,²Тошкент кимё-технология институти,³Урганч давлат университети, ⁴Фарғона политехника институти

Abstract. The paper presents the scientific results of field experiments to study the seismic stress state of underground thin-walled cylindrical shells under seismic effects.

Key words: explosion, seismic waves, seismic resistance, attenuation decrement, kinetic energy, deformation, stress.

Аннотация. В работе приведены научные результаты натурно-полевых экспериментов по изучению сейсмонапряженного состояния подземных тонкостенных цилиндрических оболочек при сейсмозрывных воздействиях.

Ключевые слова: взрыв, сейсмозрывные волны, сейсмостойкость, декремент затухания, кинетическая энергия, деформация, напряжение.

Аннотация. Мазкур ишда сейсмик-портлаш тўлқинлари таъсиридан юпқа деворли ер ости цилиндрик қобиқларида вужудга келадиган сейсмик-зўриққанлик ҳолатини асл дала шароитида тажрибавий ўрганиш борасида олиб борилган илмий натижалар келтирилган.

Таянч сўзлари: портлаш, сейсмик-портлаш тўлқинлари, зилзилабардошлик, сўниш декременти, кинетик энергия, деформация, зўриқиш.

В настоящей работе приведены результаты натурных экспериментальных исследований по изучению картины распространения сейсмозрывных волн в грунтовой среде и поведения сейсмонапряженного подземного сооружения, типа цилиндрической тонкостенной оболочки, взаимодействующей с грунтом при сейсмических воздействиях подземных мгновенных взрывов.

Как известно, сейсмический эффект действия подземного взрыва на подземное сооружение зависит от многих факторов, особенно от физико-механических свойств грунта экспериментальной площадки, как в точке взрыва, так и в местах где уложено подземное сооружение.

BUILDING

Поскольку проведенные взрывы сильно различались по весу, а зарегистрированные колебания грунта и сооружения относятся к различным расстояниям от места взрыва, для сравнения результатов наблюдения между собой был использован параметр $R_{пр}$ - приведенное расстояние:

$$R_{пр} = R/\sqrt[3]{C} \quad [M \cdot KГ^{-1/3}] \quad (1)$$

здесь R -соответствует эпицентральному расстоянию (м.); C -вес заряда ВВ(кг).

Методика проведения экспериментов приведены в [2,3].

Результаты опытов по изучению перемещения грунта в трех взаимноперпендикулярных направлениях, в зависимости от приведенного расстояния, в виде графика показано на рис.1.

Отсюда видна, компоненты вектора смещения соизмеримы между собой, кроме того изменение этих параметров происходит не по линейному закону. Из кривых изменения компонентов смещения можно

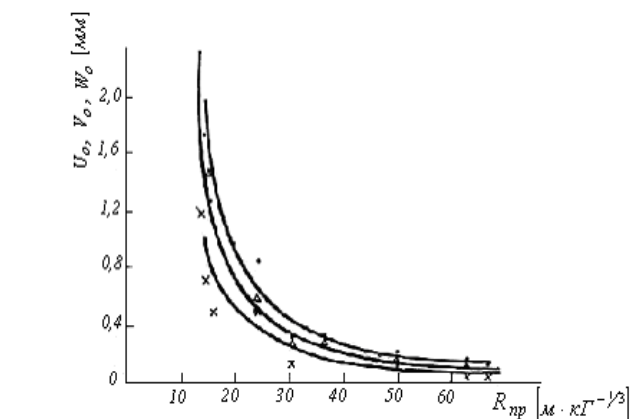


Рис.1 Зависимость абсолютных максимальных перемещений грунта в трех взаимноперпендикулярных направлениях от приведенного расстояния: Δ -вертикальное перемещение; \bullet -продольное перемещение; \times - поперечное перемещение.

заметить, что кривая изменения продольной составляющей по приведенному расстоянию имеет более плавный убывающий характер, чем остальные.

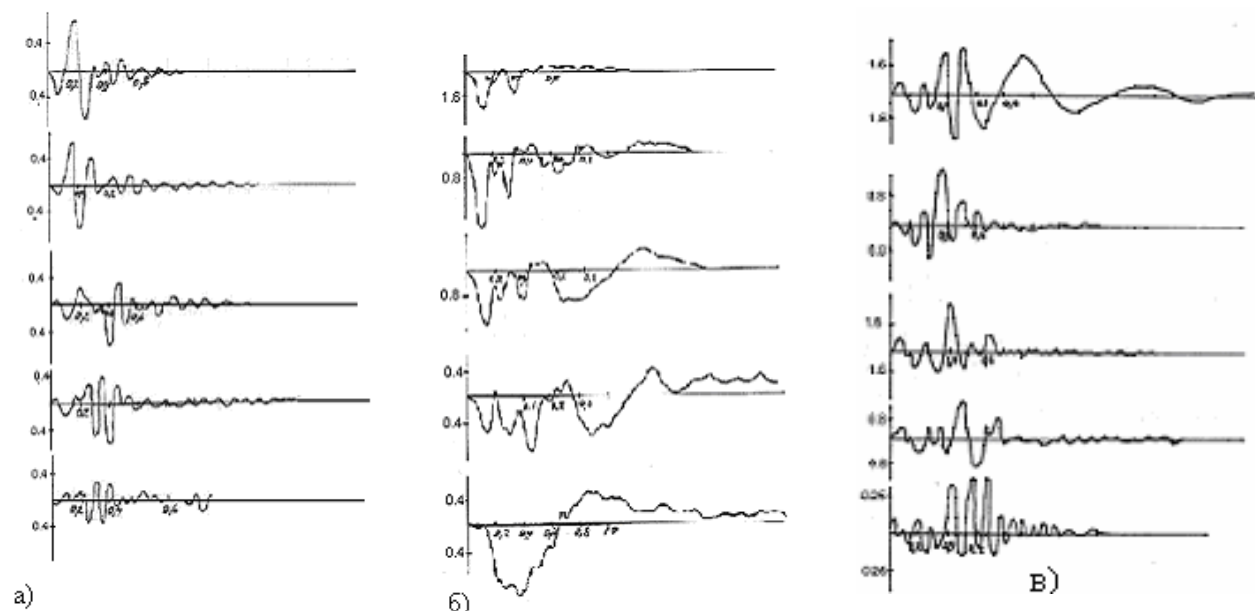


Рис.2 Записи колебания подземного сооружения в продольном (а), поперечном (б) и вертикальном (в) направлениях.

Была аппроксимирована каждая составляющая вектора смещения колебания грунта. Несмотря на некоторый разброс экспериментально полученных точек, можно утверждать, что опытов разного приведенного расстояния удовлетворительно описываются по следующим зависимостям[1,4]:

-для продольной составляющей:

$$A_{пр} = 6,21e^{-0,0976R_{пр}} \quad \text{или} \quad A_{пр} = 101,1 \left(\frac{\sqrt[3]{C}}{R} \right)^{1,57} \quad (2)$$

-для поперечной составляющей

BUILDING

$$A_{\text{поп}}=2,37e^{-0,062R_{\text{гпр}}} \quad \text{или} \quad A_{\text{поп}}=5,43 \left(\frac{\sqrt[3]{C}}{R} \right)^{0,72} \quad (3)$$

-для вертикальной составляющей

$$A_{\text{верт}}=2,62e^{-0,058R_{\text{гпр}}} \quad \text{или} \quad A_{\text{верт}}=216,4 \left(\frac{\sqrt[3]{C}}{R} \right)^{1,84} \quad (4)$$

Ниже приводим некоторые экспериментально полученные записи сейсмических колебаний подземного сооружения, а также его абсолютные смещения. Записи сейсмических колебаний подземного сооружения в трех взаимноперпендикулярных направлениях в виде осциллограмм приведены на рис.2.

При действии подземных взрывов 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.

В форме движения сооружения наблюдается некоторая асинхронность. Асинхронность движения по видимо свидетельствует о том, при опытах записаны некоторые суммарные движения. Параллельное рассмотрение записей волновых картин, полученных на больших приведенных расстояниях, во время всех записях есть сходства между собой. Не трудно заметить, что на участке записей с максимальными амплитудами, пик соответствующий максимуму, по мере увеличения приведенного расстояния перемещается к концу записи. Следовательно, они переносятся волнами, имеющими относительно малую скорость распространения. Отсюда можно сказать, что с увеличением приведенного расстояния диапазон колебаний шире чем остальных, время действия волн на сооружение увеличивается.

На основе записей колебания сооружения были определены величины логарифмических декрементов затухания для каждой составляющей вектора смещения сооружения. Если обратим внимание на средние значения величин логарифмических декрементов затухания для каждой составляющей и сравним их между собой, то уместно следующее неравенство:

$\lambda_{\text{прод}} < \lambda_{\text{поп}} < \lambda_{\text{верт}}$ т.е. среднее значение декремента затухания вертикальной составляющей больше, чем у остальных. Если затухание колебания в горизонтальном (продольном) направлении в большей степени обусловлено податливостью грунта или, другими словами, в этом направлении затухание происходит за счет взаимодействия или преодоления энергии сцепления (при больших нагрузках) на контакте тела сооружения и грунта, то на поперечной составляющей затухание колебания подземного сооружения обусловлено рассеиванием энергии из-за значительной деформации грунта. Поэтому затухание в этом направлении становится значительно большим, чем в остальных направлениях [2, 3].

На рис.3 приведены зависимости абсолютных максимальных перемещений подземного сооружения 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.

Были аппроксимированы кривые зависимости абсолютного смещения сооружения в трех взаимноперпендикулярных направлениях от приведенного расстояния(рис.4). Были получены эмпирические формулы зависимости смещения подземного сооружения от веса заряда ВВ и эпицентрального расстояния в трех взаимноперпендикулярных направлениях

BUILDING

для каждого компонента смещения:

-для смещения в продольном направлении

$$U=9,29(\sqrt[3]{C/R})^{-0,988}; \quad \text{или} \quad U=2,16e^{-0,069R_{\text{пр}}}; \quad (5)$$

-для смещения в вертикальном направлении

$$W=141(\sqrt[3]{C/R})^{-1,67}; \quad \text{или} \quad W=4,11e^{-0,067R_{\text{пр}}}; \quad (6)$$

-для поперечного смещения

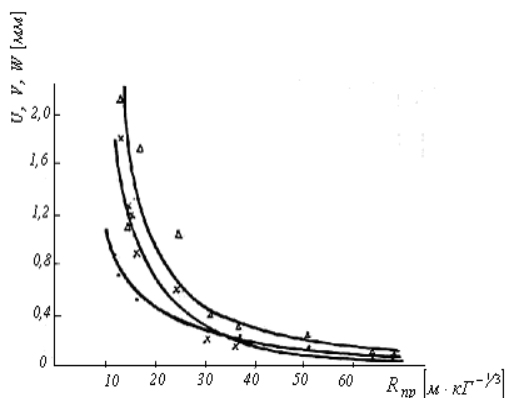
$$V=700(\sqrt[3]{C/R})^{-2,44}; \quad \text{или} \quad V=7,8e^{-0,13R_{\text{пр}}}; \quad (7)$$

Анализ экспериментальных результатов позволили получить зависимость смещения подземного сооружения веса заряда ВВ и эпицентрального расстояния до точек взрывов в виде:

$$A=C^{0,392}e^{-0,012R} \quad (8)$$

При сейсмических колебаниях, вызванных подземными взрывами, напряженно-

Рис.3. Зависимость абсолютных максимальных перемещений подземного сооружения в трех взаимноперпендикулярных направлениях от приведенного расстояния: Δ -вертикальное перемещение; \bullet -продольное перемещение; \times - поперечное перемещение.



деформированного состояния подземного сооружения определяет величина энергии, получаемая сооружением. Поэтому в работе особое внимание уделялось кинетической энергии, сообщаемой сейсмовзрывной волной сооружению. Для оценки соотношения энергии протекающей в грунтовой среде и энергии, получаемой подземным сооружением при их взаимодействии используем следующее выражение:

$$\eta = E_{\text{к.соор}}/E_{\text{гр}} \quad (9)$$

Здесь $E_{\text{к.соор}}$ -кинетическая энергия, получаемая сооружением; $E_{\text{гр}}$ - энергия, протекающая по площади сечения сооружения. Эту выражению можно написать следующем виде[5]:

$$\eta = \rho_c \pi (R^2 - r^2) L v^2 / 0,35 S \rho_p \sum v^2 T_i \quad (10)$$

Кривая зависимости η от интенсивности сейсмозврывного колебания полученная на основе экспериментально полученных результатов и вычисленной по формуле (8).

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, по соотношению (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. Первый – соответствует стадии нагружения 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. 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. Первый – соответствует стадии нагружения 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.

BUILDING

На втором этапе пропорциональность между силами взаимодействия и перемещением сооружения нарушается, теряется упругий характер взаимодействия и, с увеличением внешней нагрузки на третьем участке можно наблюдать скольжение подземного сооружения относительно грунта[5,8]. Вернемся к графику, показанному на рис.4. Отсюда можно сделать вывод, что с увеличением интенсивности (внешней нагрузки) доля энергии передаваемой с грунта на подземное сооружение уменьшается. Отсюда видно, что с увеличением интенсивности коэффициент η незначительно убывает. С увеличением интенсивности сейсмического колебания общее количество кинетической энергии, получаемая подземным сооружением увеличивается, но соотношение уменьшается.

Отсюда заметно, что характер изменения значения напряжения по расстоянию является по нелинейному закону.

В результате аппроксимации экспериментальных данных, получено формула, для определения напряжения в грунте, в следующей форме:

$$\sigma(R_0) = B R_0^{-\eta} \quad (11)$$

где $R_0 = R/0,054 \sqrt[3]{C}$ - приведенное расстояние, м; C - вес заряда ВВ, кг; B - безразмерный коэффициент, $B=10^4$; η - показатель степени, характеризующий затухания напряжения в грунте; $\eta=2,5$; $15 \leq R_0 \leq 55$

Для оценки максимальных значений продольных изгибающих и кольцевых напряжений в подземном цилиндрическом сооружении, где используя полученные нами экспериментальные результаты, аналогично работ Левина С.И, Morris С, Melure G.M,[6,7,8] можно предложить следующие эмпирические выражения:

$$\sigma_x = k_1 (\sqrt{C}/R) \cdot 1/4 \cdot \sqrt[3]{ED^5 h (\kappa_z L/J)^2} \quad (\text{кг/см}^2); \quad (12)$$

$$\sigma_y = k_1 (\sqrt{C}/R) \cdot 4,25 \cdot (Eh/D_c^2); \quad (\text{кг/см}^2) \quad (13)$$

где E - модуль упругости материала сооружения (кг/см^2); D_H , D_B - наружный и внутренний диаметры цилиндрического сооружения (см), здесь $D_c = 1/2 \cdot (D_H + D_B)$; κ_z - коэффициент поперечного взаимодействия (кг/см^3); L - длина цилиндрического сооружения (см); J - момент инерции цилиндрического сооружения (см^4); h - толщина стенки сооружения (см); k_1 - коэффициент, зависящий от свойств грунта.

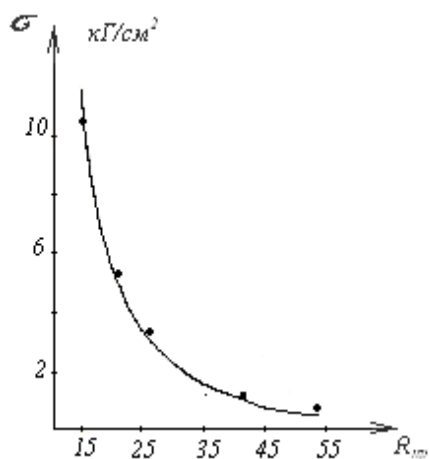


Рис.4 Зависимость радиальных напряжений на фронте взрывной волны от приведенного расстояния.

Для оценки максимальных значений продольных и кольцевых напряжений в подземных цилиндрических сооружениях рекомендуем пользоваться выше приведенными формулами при весе заряда ВВ до 500 кг, и до расстояния не менее 30 м. от сооружения, при весе заряда ВВ 700 кг до расстояния не менее 150 м. от исследуемого объекта. На рис.6 и 7 приведена зависимость продольных и кольцевых напряжений в цилиндрических стальных трубах различных диаметров от расстояния соответствующие формулам.

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

BUILDING**Литература**

- [1]. Рахманов Б.С. Изучение характера колебаний грунта при действии сейсмозрывных волн//Илм сарчашмалари. 2002, N4, с.18-22
- [2]. Рахманов Б.С., Сагдиев Х.К., Фасахов В.Г. Экспериментальное исследование поперечного колебания подземного сооружения при сейсмозрывных воздействиях. //Проблемы механики, 2007, N3
- [3]. Рахманов Б.С. К вопросу прогнозирования поведения подземного сооружения при действиях сейсмозрывных волн.// Международный сборник научных трудов Новосибирского Государственного Аграрного университета, с.149-152, Новосибирск, 2006.
- [4]. Рахманов Б.С. Изучение характера колебаний грунта при действии сейсмозрывных волн.//Илм сарчашмалари, 2002, N4.
- [5]. Рахмонов Б.С. Тишабаев З.Р., Юнусалиев Э.М.К вопросу редуцирования энергии в системе “Грунт-сооружение” при сейсмозрывных воздействиях.// Фаргона политехника институти илмий-техника журнали. 2018.Том22. №2, Фаргона-2018,47-51б.
- [6]. Левин С.И. Напряжения в трубопроводах при взрыве зарядов на расстоянии более 30м. //Строительство трубопроводов.-1971. –N6, -18-20 с.
- [7]. Morris C. Vibration due to Blasting and Their Effects on Building Structures.-The Engineer, 1950, 1950. -190р.
- [8]. Melure G.M., Afferburg T., Pratie N. A. Analusis of Blast Effect on Pipelines.// Proc. ASCE, 1966, USA