

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 1, 2024 Vol. 1
ISSN: 2181-2438



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

ISSN 2181-2438

VOLUME 1, ISSUE 1

MARCH, 2024



journals.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 1, ISSUE 1 MARCH, 2024

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Founder of the scientific and technical journal “Journal of Transport” – Tashkent State Transport University, 100167, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Temiryo‘lchilar str., 1, office: 465, e-mail: publication@tstu.uz.

The “Journal of Transport” publishes the most significant results of scientific and applied research carried out in universities of transport profile, as well as other higher educational institutions, research institutes, and centers of the Republic of Uzbekistan and foreign countries.

The journal is published 4 times a year and contains publications in the following main areas:

- Business and Management;
- Economics of Transport;
- Organization of the Transportation Process and Transport Logistics;
- Rolling Stock and Train Traction;
- Infrastructure;
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields;
- Technology and Organization of Construction, Management Problems;
 - Water Supply, Sewerage, Construction Systems for Water Protection;
 - Technosphere Safety;
 - Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications, Electrical Engineering;
 - Materials Science and Technology of New Materials;
 - Technological Machines and Equipment;
 - Geodesy and Geoinformatics;
 - Car Service;
 - Information Technology and Information Security;
 - Air Traffic Control;
 - Aircraft Maintenance;
 - Traffic Organization;
 - Operation of Railways and Roads;

Tashkent State Transport University had the opportunity to publish the scientific-technical and scientific innovation publication “Journal of Transport” based on the Certificate No. 1150 of the Information and Mass Communications Agency under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. Articles in the journal are published in Uzbek, Russian and English languages.

EDITORIAL BOARD

Viktor A. Sidorov

Professor, Doctor of Economic Sciences, Kuban State University

Olga I. Kopytenkova

Professor, Doctor of Medical Sciences, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Oksana D. Pokrovskaya

Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Oleg R. Ilyasov

Professor, Doctor of Biological Sciences, Ural State Transport University

Timur T. Sultanov

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, L.N. Gumilyov Euroasian National University

Dmitriy V. Efanov

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Russian University of Transport (MIIT)

Oyum T. Balabayev

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Abylkas Saginov Karaganda Technical University

Anvar A. Nazarov

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Matluba A. Khadjimukhametova

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Abdusalam V. Umarov

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Shinpolat M. Suyunbaev

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Bahodir A. Mirsalixov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Tashkent State Transport University

Asadulla R. Azizov

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Barno Dj. Salimova

Professor, Candidate of Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Vladimir M. Soy

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Rustam A. Narov

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Akhmadjon S. Ibadullaev

Professor, Doctor of Sciences in Chemistry, Tashkent State Transport University

Rakhima X. Khalilova

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Abdullaaziz Artikbaev

Professor, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Tashkent State Transport University

Ravshanbek M. Mirsaatov

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Elmira U. Teshabaeva

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Sakijan K. Khudayberganov

Professor, Candidate of Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Igor K. Kolesnikov

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Masud N. Masharipov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technics, Tashkent State Transport University

Gulshan R. Ibragimova

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technics, Tashkent State Transport University

Jamshid R. Qobulov

Professor, Candidate of Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Sunnatillo T. Boltaev

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Shukhrat U. Saidivaliev

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technics, Tashkent State Transport University

Dilfuza A. Makhmudova

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Ilxom A. Kodirov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

JOURNAL OF TRANSPORT
SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL
VOLUME 1, ISSUE 1 MARCH, 2024

Nematjon R. Mukhammadiev

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Shukhrat B. Djabbarov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Bahrom A. Abdullaev

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Usarkul Rakhmanov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Tashkent State Transport University

Lola D. Sharipova

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Tashkent State Transport University

Mavjuda Yu. Mansurova

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Pedagogics, Tashkent State Transport University

Gulnora A. Kasimova

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Tashkent State Transport University

Diloram K. Sabirova

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Khasan K. Umarov

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Dilmurod B. Butunov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Aleksandr A. Svetashev

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Sherzod B. Jumaev

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Khasan M. Kamilov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Obidjon T. Aliev

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Technics, Tashkent State Transport University

Ravshan S. Khikmatov

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Saodat A. Yuldasheva

Associate Professor, Candidate of Economic Sciences, Tashkent State Transport University

Nilufar U. Babakhanova

Doctor of Philosophy in Economics, Tashkent State Transport University

Ayjan B. Djumanova

Professor, Doctor of Philosophy in Economics, Tashkent State Transport University

Abdurakhman P. Akhmedov

Associate Professor, Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Tashkent State Transport University

Nagima T. Khudayberganova

Senior Teacher, Doctor of Philosophy in Chemical Sciences, Tashkent State Transport University

Khayotjon M. Qurbonov

Assistant, Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences, Tashkent State Transport University

Akmaljon G. Ikromov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Makhira N. Usmanova

Doctor of Philosophy in Economic Sciences, Tashkent State Transport University

Shakhboz U. Normurodov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Sayyora T. Tuychieva

Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Tashkent State Transport University

Sherzodbek Sh. Ismoilov

Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Tashkent State Transport University

Malika N. Tuychieva

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

F.E. Abdukadirov, T.M. Khasanov
Basic requirements for road passengers and function parameters.....8

U.T. Berdiyev, U.B. Sulaymonov, N.R. Amanlikova
Energy-efficient composite materials for electrical engineering.....12

A.P. Akhmedov, S.B. Khudoyberganov
Reuse of wastewater in urban conditions for technical purposes.....16

M.X. Miralimov, Sh.U. Normurodov, B.F. Anvarov
Investigation of tunnel seismic resistance according to various loading schemes of the theory of seismic resistance of underground structures.....20

D.I. Ilesaliev, F.K. Azimov, J.A. Shihnazarov
Technical and economic indicators of grain cargo transportation in wagons and container-platform.....30

S.A. Uktamov, G.D. Talipova
Main approaches to strategic planning of the activities of a higher educational institution.....33



Investigation of tunnel seismic resistance according to various loading schemes of the theory of seismic resistance of underground structures

M.X. Miralimov¹^a, Sh.U. Normurodov¹^b, B.F. Anvarov¹^c

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The article considers the study of the seismic resistance of tunnels according to various loading scheme of the theory of seismic resistance of underground structures. The problems of seismic resistance of underground structures are presented theoretically and experimentally. The problems of assessing the seismic impact on underground structures, in particular tunnels, are among the most difficult problems. Currently, several theories have been developed based on calculation schemes, which can assess the stress-strain state of underground structures, in particular shallow and deep tunnels. To carry out the calculation as a real lining of the subway tunnel. The tunnel is being built by an open method of work in dry loess soils. The geometric and physical characteristics of the structure and the soil are also given here. The mathematical apparatus and software package developed by the author currently allows for this kind of research.

Keywords: shallow and deep tunnel laying, seismic resistance, spectral theory, quasi-static theory, dynamic theory, underground structures, finite element, vibrations

Исследование сейсмостойкости тоннеля по различным схемам нагружения теории сейсмостойкости подземных сооружений

Миралимов М.Х. ¹^a, Нормуродов Ш.У. ¹^b, Анваров Б.Ф. ¹^c

¹Ташкентский государственный транспортный университет, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: В статье рассмотрено исследование сейсмостойкости тоннелей по различным схема нагружения теории сейсмостойкости подземных сооружений. Задачи сейсмостойкости подземных сооружений представлены теоретически и экспериментально. Проблемы оценки сейсмического воздействия на подземные сооружения, в частности на тоннели, относятся к числу сложнейших проблем. В настоящее время разработаны несколько теорий по расчетным схемам, которых, могут оцениваться напряженно-деформированное состояние подземных сооружений в частности тоннелей мелкого и глубокого заложения. Для проведения расчета в качестве реального обделка тоннеля метрополитена. Тоннель строится открытым способом работ в сухих лессовых грунтах. Здесь приведены также, геометрические и физические характеристики сооружения и грунта. Разработанная автором математический аппарат и программный комплекс в настоящее время позволяет провести такого рода исследования.

Ключевые слова: мелкие и глубокие заложения тоннеля, сейсмостойкость, спектральная теория, квазистатическая теория, динамическая теория, подземных сооружения, конечно-элемент, колебания

1. Введение

В настоящее время широко развивается строительство подземных сооружений в сложных горно-геологических условиях: в массивах, подверженных действию тектонических сил, в районах вечной мерзлоты, в сейсмически активных районах.

При проектировании и строительстве сооружений в сложных условиях необходимо обеспечить достаточную прочность, надежность и долговечность подземных конструкций. В связи с этим большое

значение приобретают вопросы расчета крепи подземных сооружений с учетом действия специфических видов нагрузок: сейсмических воздействий, возникающих при землетрясениях, тектонических составляющих горного давления, вызываемых существенным отличием начального напряженного состояния массива от создаваемого весом вышележащих пород как по величинам напряжений, так и по направлениям их главных осей, сил морозного пучения и др.

^a <https://orcid.org/0000-0003-2530-5516>

^b <https://orcid.org/0000-0001-9552-5384>

^c <https://orcid.org/0009-0002-0778-4488>



Проблемы оценки сейсмического воздействия на подземные сооружения, в частности на тоннели, относятся к числу сложнейших проблем. Несмотря на это за последние 35 лет в теории сейсмостойкого строительства достигнуты определенные успехи [1-10].

Здесь исследование вопросов сейсмостойкости подземных сооружений ведутся, так теоретически, так и экспериментальными методами. В настоящее время не существует единого подхода к расчету таких сооружений на сейсмостойкость при землетрясениях.

2. Методология

На сегодняшний день разработаны несколько теорий по расчетным схемам, которых, могут оцениваться напряженно-деформированное состояние подземных сооружений, в частности, тоннелей мелкого и глубокого заложения:

2.1 Спектральная теория сейсмостойкости подземных сооружений.

Согласно этой теории, инерционное сейсмическое давление на сооружение определяется от собственного веса самого сооружения и веса взаимодействующего некоторого слоя грунта. При этом сейсмические силы от грунта вычисляются через нормативные давления грунта произведением на понижающий коэффициент, учитывающий сейсмичность района строительства [11]. А сейсмические силы, возникающие от веса конструкции определяются согласно спектральному методу расчета, которые заложены в нормах [12]. Достоинством этой теории является, то, что при длинноволновом сейсмическом воздействии предлагается упрощенная схема вычисления сейсмической нагрузки и учет динамических характеристик самого сооружения в зависимости от ее формы колебания. Недостатком является, что расчет производится в предположении их статического действия, и вычисляемые нагрузки прикладываются статически к сооружению. Важным недостатком является неопределенность той присоединенной массы, которая участвует в расчете сооружения, взаимодействующего с грунтом. В настоящее время окончательно не разработаны методики расчета тоннелей связанные учетом решения проблемы собственных значений [13].

2.2 Квазистатическая теория сейсмостойкости подземных сооружений.

Согласно этой теории, сейсмические волны отличаются большой длиной, существенно превышающей размеры поперечных сечений тоннелей, вследствие чего задача расчета подземных сооружений на сейсмостойкость сводится к решению квазистатических задач применительно к сейсмическим волнам, приложенных на бесконечности [15, 16]. Нагрузки на сооружения определяются через жесткостные характеристики окружающего тоннель породного массива грунта.

Достоинством этой теории является, как и в первом, упрощенная схема вычисления сейсмической нагрузки на сооружение. Недостатком является невозможность распространения расчетных схем для произвольных очертаний тоннельных конструкций и не учет инерционных свойств самого сооружения.

2.3 Динамическая теория сейсмостойкости подземных сооружений.

Согласно этой теории, расчет тоннельной обделки может производиться по сейсродинамической теории подземных сооружений [9, 10] и по теории волновой динамики [17, 19]. В первом случае расчет основан в прямых динамических методов расчета, заключающиеся в исследовании колебаний элементов обделки, взаимодействующих с грунтом и составлении дифференциальных уравнений колебания тоннельного сооружения, а во втором с учетом дифракции упругих сейсмических волн, учитывающих многократных преломлений и отражений на отверстиях образованными тоннельными сооружениями [19].

Достоинством динамической теории по сравнению двум первым является учет в расчетах действительных колебательных стационарных и волновых нестационарных процессов в грунте и в сооружении и изменение получаемых внешних и внутренних усилий во времени.

Из анализа и рассмотрения соответствующих документов по особому сейсмическому воздействию подземных сооружений авторами [20] выделены имеющиеся основные зависимости для вычисления сейсмической нагрузки и предложена методика сейсмического расчета.

3. Результаты

Для проведения расчета в качестве реального объекта исследования взято цельносекционная обделка тоннеля метрополитена [9], которая приведена на рис. 1. Тоннель строится открытым способом работ в сухих лессовых грунтах. Здесь приведены также, геометрические и физические характеристики сооружения и грунта.

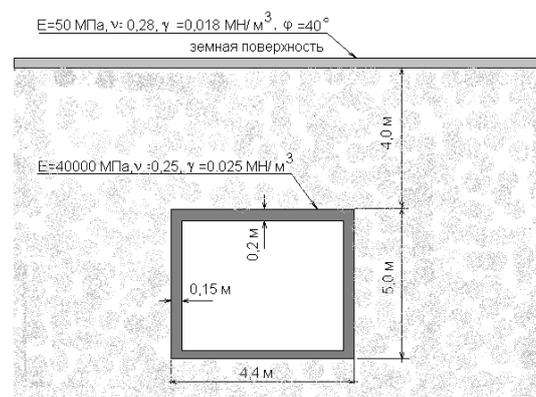


Рис. 1. Обделка тоннеля мелкого заложения в грунте.



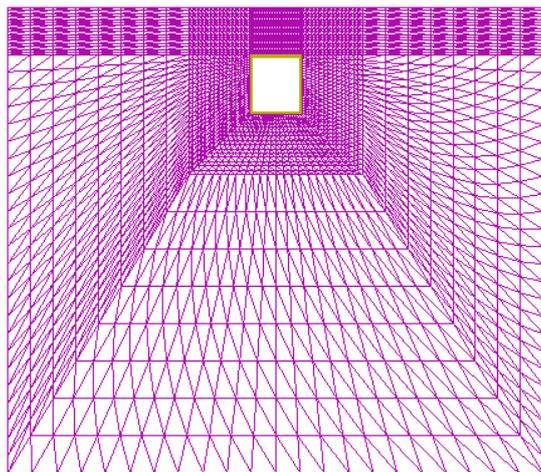


Рис. 2. Конечно-элементная расчетная схема области.

Конечно-элементная схема для конкретной области грунта с имеющимся тоннелем приведена на рис.2. При решении динамической задачи с конечной областью важным фактором является выбор расчетной области (грунтовой). Для нахождения этой области будем постепенно увеличивать расстояние на длину обделки - $L=4,4\text{м}$, по глубине и боковым частям тоннельной обделки с определением основного тона частот собственных колебаний системы, как с обделкой, так и без нее.

При этом в расчетной схеме боковые и нижние части области закрепим, а верхнюю часть оставим свободной от нагрузок. Как и показали расчеты, что через определенного расстояния, с $3,2L$ частоты для двух случаев совпали, т.е., влияние конструкции обделки на частоту собственных колебаний всей системы почти исчезли. Полученные зависимости для этого случая приведены на рис.3, с разницей частот в процентных отношениях на расстояниях $1L$, $2L$, $3L$ и $4L$.

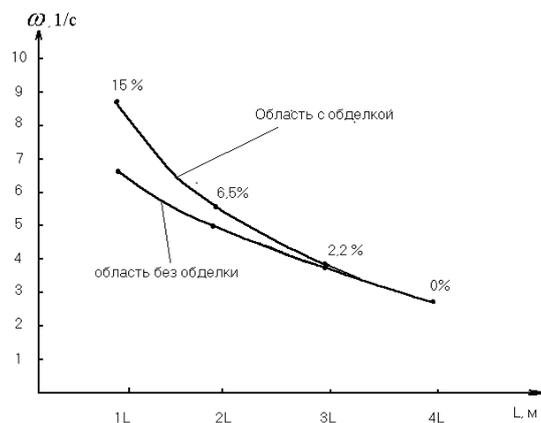


Рис. 3. Зависимость размера области от частот ее колебаний

С запасом для окончательного размера расчетной области принята квадратная область размером $4L \times 4L$. При расчете по схемам нагружения длинноволновой квазистатической теории Ш.Г. Напетваридзе, А.В. Рухадзе и Н.С. Булычева [5, 7], исходя из грунтовых

условий принять коэффициент отпора с нижней и боковой части тоннеля равной $1,5 \text{ кПа/м}$ (рис.4). Для расчета по динамической теории сейсмостойкости подземных сооружений принять сейсмическая нагрузка в виде синусоидальной волны различной длины: в первом случае короткой с периодом $T=0,05 \text{ сек.}$, т.е., оно сопоставимо с размерами сооружения, а во втором на много превышающей размеры сооружения с периодом $T=0,5 \text{ сек.}$ Во всех схемах нагруженные считается, что сейсмическая нагрузка воздействует в горизонтальном направлении.

Сейсмичность района считается 9-ти балльной, поэтому при динамических расчетах на сейсмический импульс ускорения грунта считается равной 4м/с^2 . При расчете по схеме теории волновой динамики на боковые и нижние части области вставлены условия излучения волн в бесконечность [21, 22] по Лисмеру Ф.

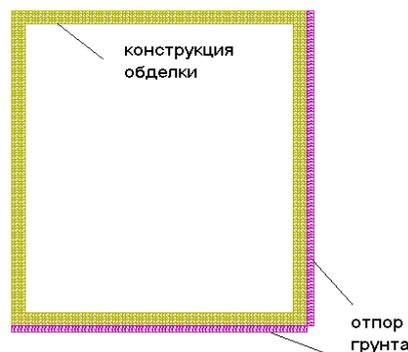


Рис. 4. Расчетная схема для расчета по статической теории сейсмостойкости подземных сооружений

На рис.5 приведены деформирования конструкции с учетом упругого отпора породы (здесь приведены только перемещения по максимальным их значениям). Из рисунков видно, что максимальные перемещения получаются при использовании расчетной формулы, предложенной Булычевым Н.С. На рис.6 приведены деформирование конструкции в системе «обделка – грунт» т.е., с учетом грунта по зависимостям сейсродинамической теории, спектральной теории и волновой динамики.

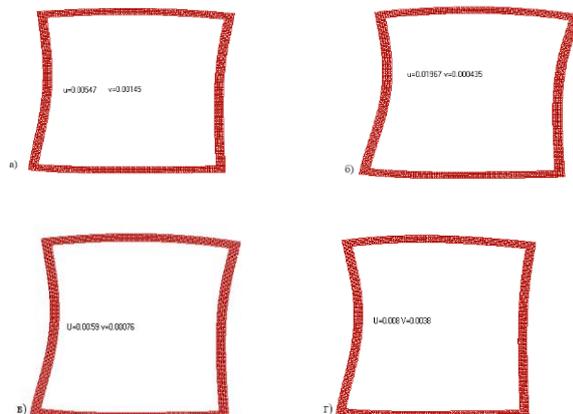


Рис. 5. Деформирование конструкции обделки по схемам нагружения:

- а) Напетваридзе Ш.Г., б) Булычева Н.С.,
в) Спектральной теории, г) Рухадзе А.В.



(максимальные перемещения указаны в метрах, где u -горизонтальные, v -вертикальные)

При расчете по спектральной теории определены 5 частот форм собственных колебаний и согласно нормам [12] вычислены соответствующие сейсмические усилия. На рис.6 приведены перемещения во времени на поверхности земли и по боковым частям выработки в грунте, а также на верхней ригельной части конструкции обделки и длинноволновом воздействии сейсмических волн. Исходя из этих графиков можно судить о том, что при короткой сейсмической волне отраженные от конструкции и от поверхности земли волны резко искажают картину перемещения во времени и здесь также можно увидеть фронт волны и время прихода волны в определенную точку, а при длинной волне в основном все точки конструкции с грунтом перемещаются с одинаковым периодом, т.е. наблюдается картина не волнового, а колебательного процесса. Воздействия длинных волн увеличивают перемещения точек по горизонтали и по вертикали.

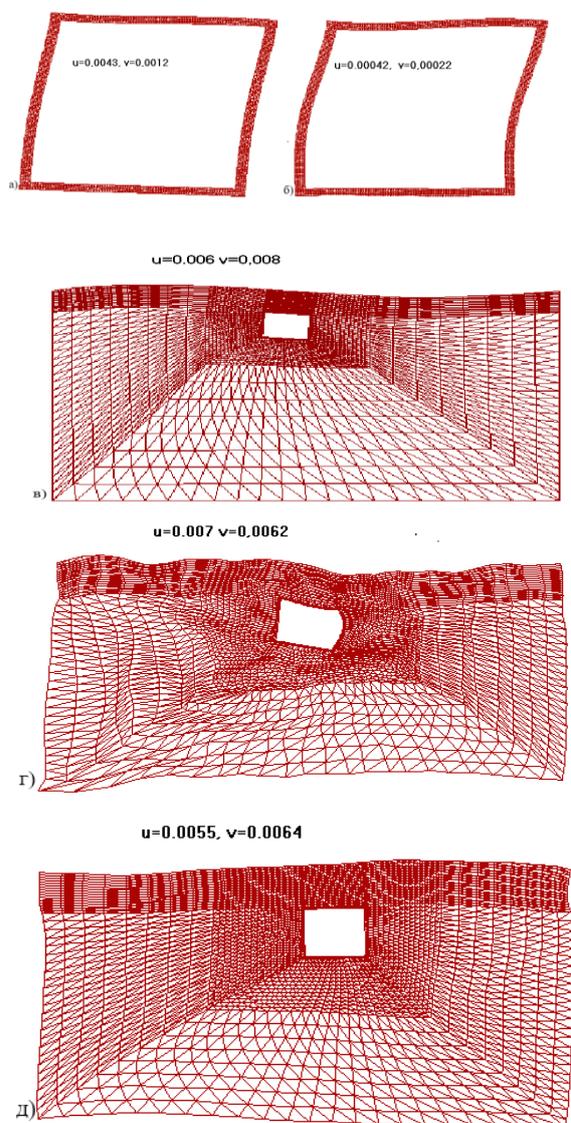


Рис. 6. Деформирование обделки и системы обделки с грунтом по зависимостям:

а) сейсмодинамической теории при воздействии длинной волны, б) сейсмодинамической теории при воздействии короткой волны, в) спектральной теории с учетом грунта, г) теории волновой динамики при воздействии короткой волны, д) теории волновой динамики при воздействии длинной волны (максимальные перемещения указаны в метрах, где u -горизонтальные, v -вертикальные)

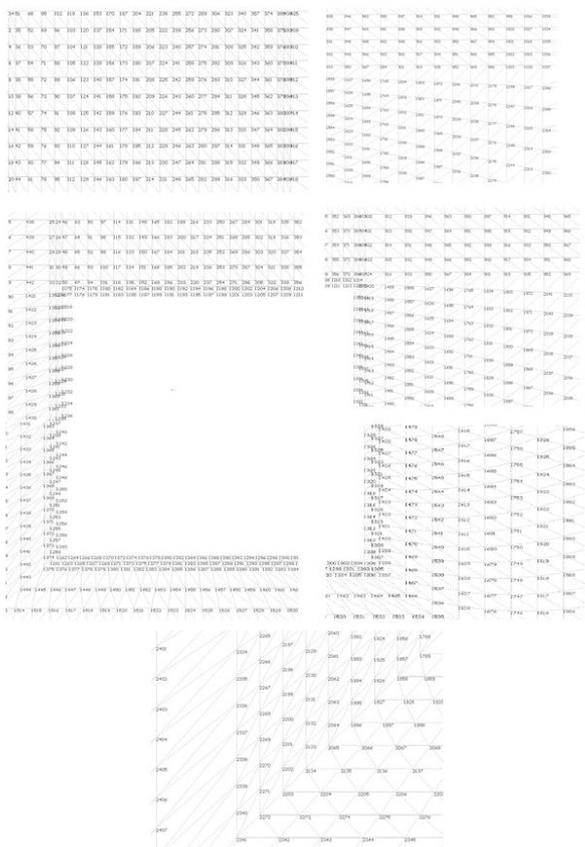


Рис. 7. Точки расчетной схемы (см. рис.8) в тоннеле и в грунте вокруг нее

Из рисунков можно увидеть, что спектральная теория и длинноволновая теория дифракции волн дают качественные похожие результаты. Перемещения при сейсмодинамической теории от воздействия короткой волны получаются самыми минимальными. При расчете методом волновой динамики (теория дифракции волн) картина деформирования получается совсем иной. Здесь можно проследить пробегающие, дифрагированные короткой волны, когда она соизмерима с размером сооружения.

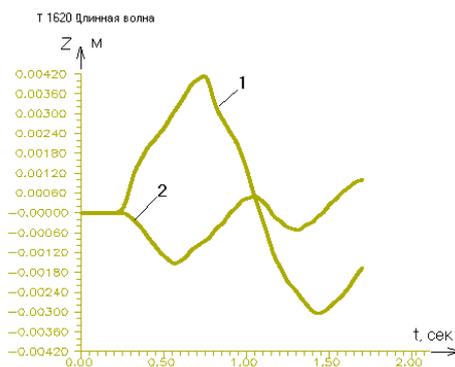
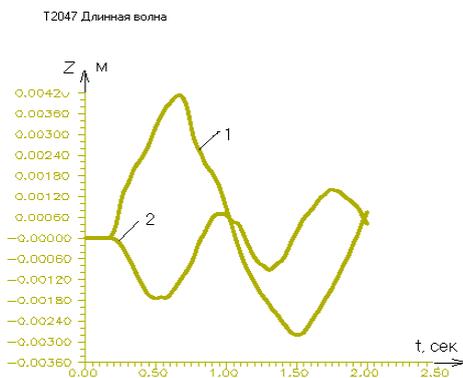
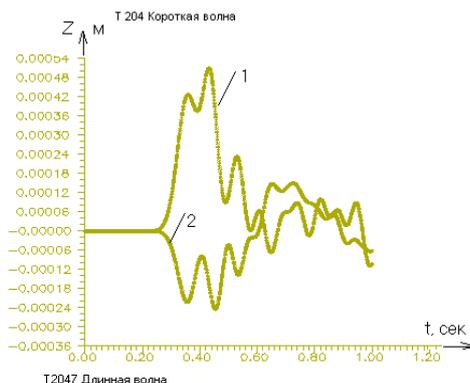
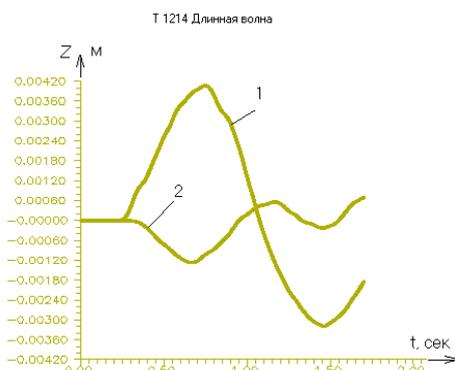
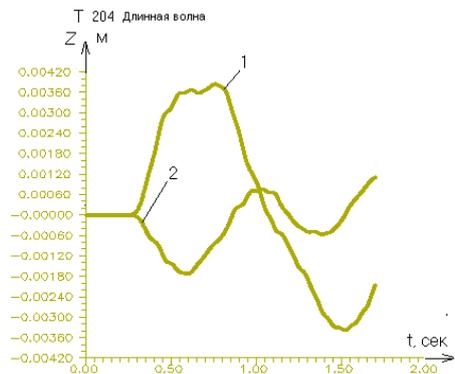
Представляет интерес результаты сейсмодинамической теории и теории волновой динамики (теория дифракции волн). При длинной волне эти теории дают близкие результаты, и как только длина волны приближается к размеру сооружения, результаты резко меняются. Это еще раз подтверждает утверждение многих ученых, как Рашидова Т.Р., Мубаракова Я.Н., [9, 22] что сейсмодинамическая теория хорошо работает



при длинноволновых процессах.

На рис.8 приведены полученные изохромы главных напряжений в теле конструкции по схемам нагружения квазистатической теории, спектральной теории, сейсродинамической теории и теории волновой динамики подземных сооружений. Из анализа этих результатов можно сказать, что наибольшие напряжения получаются при расчете конструкции по схеме Бульчева Н.С., и теории волновой динамики при воздействии длинной волны и спектральной теории с учетом грунта.

а)



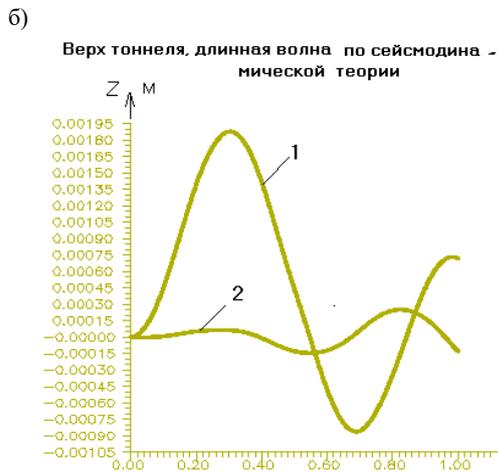
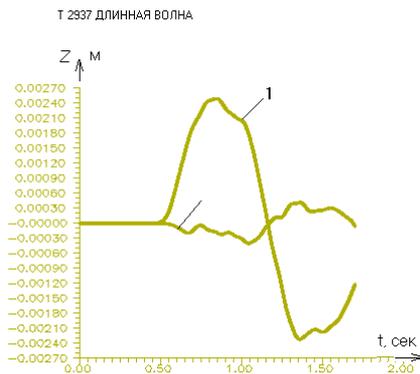
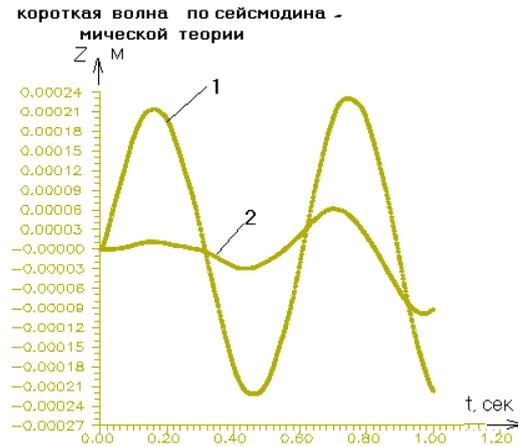
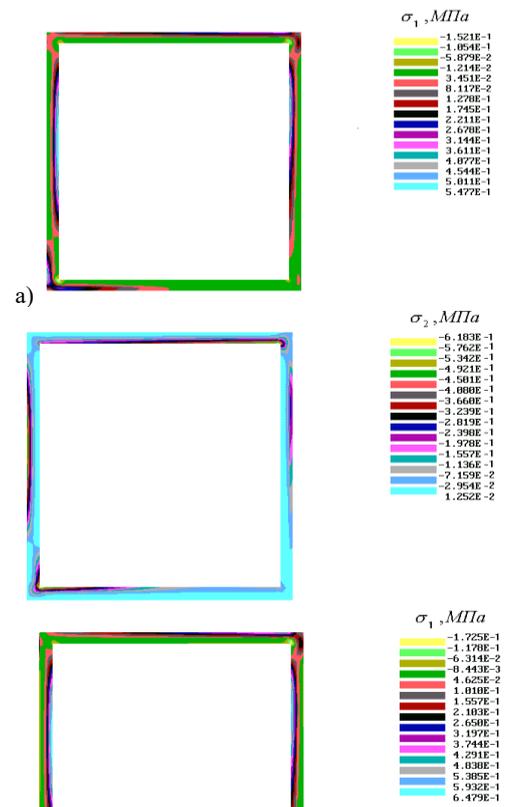
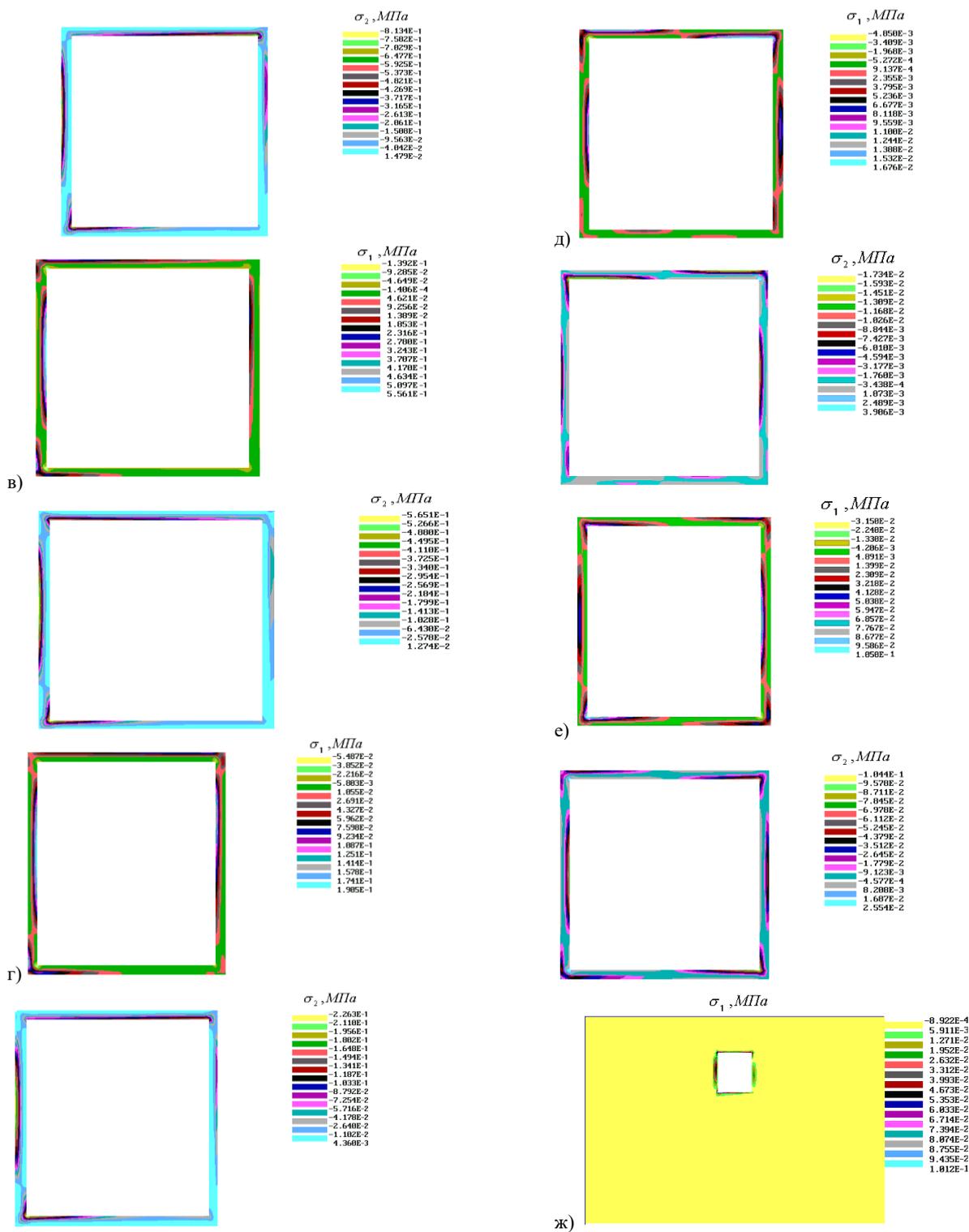


Рис. 8. Изменение перемещений во времени в указанных точках (Т- точка): а) с учетом теории волновой динамики, б) с учетом сейсמודинамической теории подземных сооружений, где 1-горизонтальные перемещения, 2 - вертикальные перемещения





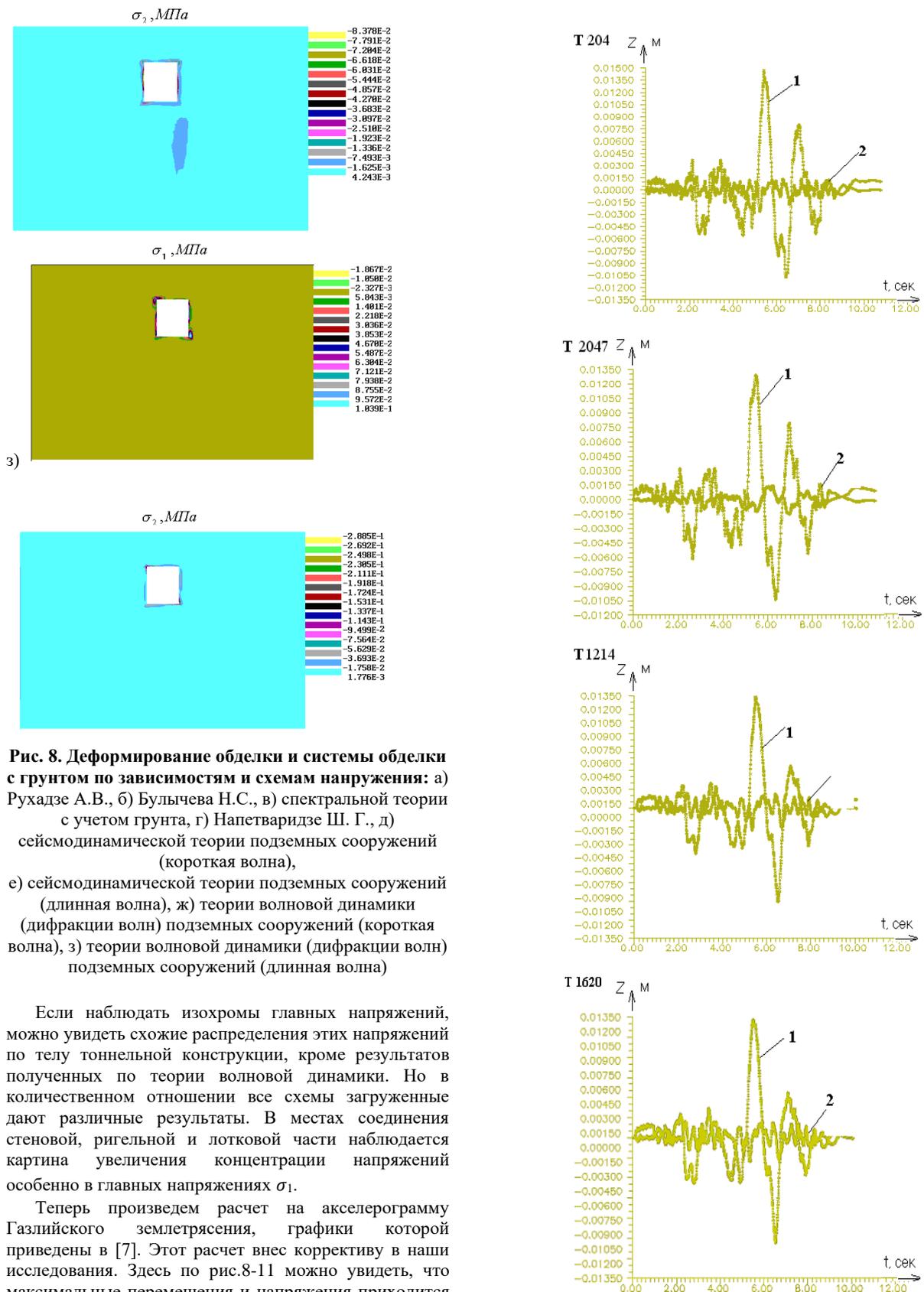


Рис. 8. Деформирование обделки и системы обделки с грунтом по зависимостям и схемам нагружения: а) Рухадзе А.В., б) Булычева Н.С., в) спектральной теории с учетом грунта, г) Напетваридзе Ш. Г., д) сейсродинамической теории подземных сооружений (короткая волна), е) сейсродинамической теории подземных сооружений (длинная волна), ж) теории волновой динамики (дифракция волн) подземных сооружений (короткая волна), з) теории волновой динамики (дифракция волн) подземных сооружений (длинная волна)

Если наблюдать изохромы главных напряжений, можно увидеть схожие распределения этих напряжений по телу тоннельной конструкции, кроме результатов полученных по теории волновой динамики. Но в количественном отношении все схемы нагруженные дают различные результаты. В местах соединения стеновой, ригельной и лотковой части наблюдается картина увеличения концентрации напряжений особенно в главных напряжениях σ_1 .

Теперь произведем расчет на акселерограмму Газлийского землетрясения, графики которой приведены в [7]. Этот расчет внес коррективу в наши исследования. Здесь по рис.8-11 можно увидеть, что максимальные перемещения и напряжения приходится в точках конструкции и грунта в момент времени $t=4,2$ сек. Концентрации напряжений возникли в конструкции и в окружающем ее грунтовой области.

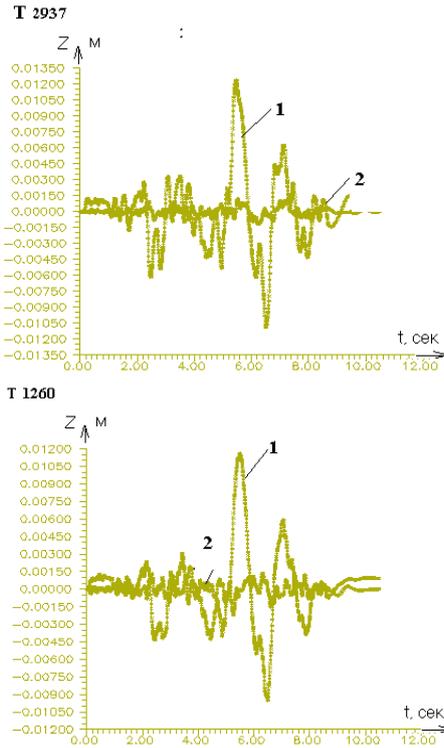


Рис. 9. Изменение перемещений во времени в указанных точках (Т - точка) при воздействии на систему акселерограммы землетрясений, где 1-горизонтальные, 2-вертикальные перемещения

акселерограммы землетрясений для $t=4.2$ сек:
 а) изохормы горизонтальных перемещений,
 б) изохормы вертикальных перемещений, в) картина деформирования

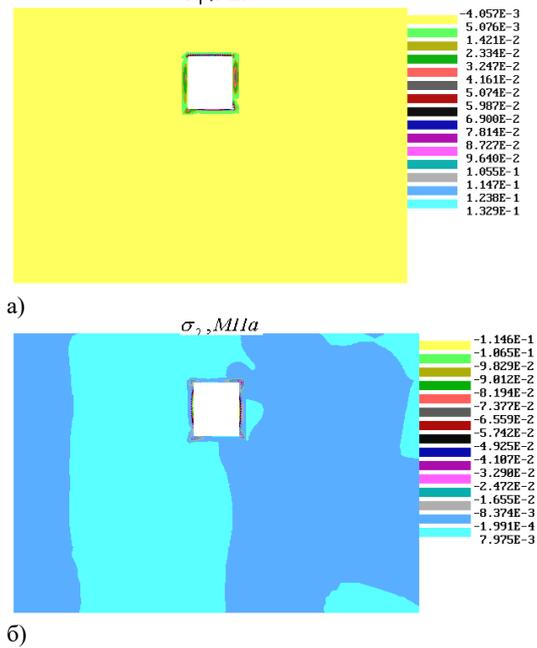


Рисунок 11. Изохормы напряжений при воздействии акселерограммы землетрясений для $t=4.2$ сек:
 а) изохормы главных напряжений σ_1 , б) а) изохормы главных напряжений σ_2

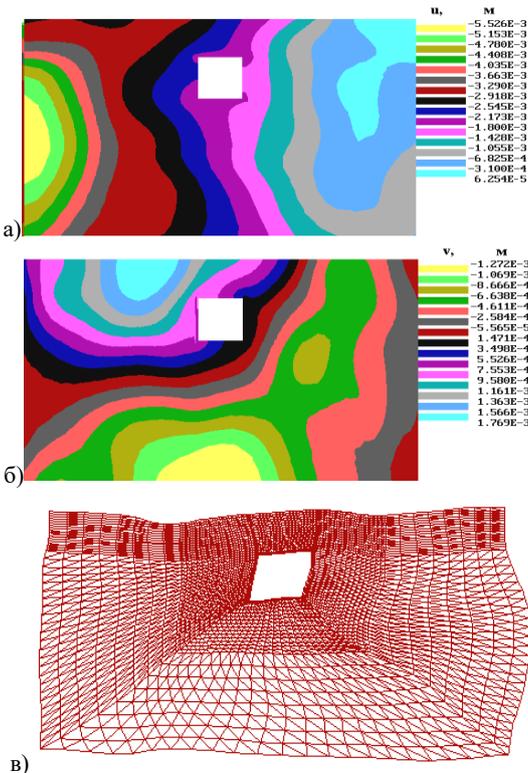


Рис. 10. Деформирование обделки и системы обделки с грунтом при воздействии

4. Заключение

Существующие в составе акселерограммы различные пики с разными периодами приводят к сложному взаимодействию конструкции обделки с грунтом. С этого следует, что для получения полной информации о характере деформирования тоннельной обделки находящегося в грунте при сейсмических воздействиях нужно произвести расчеты параллельно по обычным схемам, которые приводятся в нормах (не отбрасывая грунт, так как в этих схемах грунт заменяют учетом коэффициентом постели, а расчеты производят не совместно с грунтом) и на акселерограмму реальных землетрясений воспользуюсь современными методами строительной механики и механики твердого деформируемого тела. Разработанная автором математический аппарат и программный комплекс в настоящее время позволяет провести такого рода исследования.

Использованная литература / References

[1] Абдуллаев Т.К. К вопросу сейсмомодинамики подземных железобетонных обделок тоннелей (на примере Ташкентского метро). автореф. дисс. канд. техн. наук. Ташкент, 1978, с.21;
 [2] Айнбиндер А.Б. Расчет магистральных и промышленных трубопроводов на прочность и



устойчивость. Справочное пособие. М.: Недра, 1991, с.287;

[3] Айталиев Ш.М., Масанов Ж.К., Баймаханов И.Б. К расчету подземной конструкции в анизотропном массиве на длинноволновое сейсмическое воздействие. // Изв. АН Рес. Каз. Сер. физ.-мат, 1984, №5, с. 42-45;

[4] Барбакадзе В.Ш., Мураками С. Расчет и проектирование строительных конструкций и сооружений в деформируемых средах. - М.: Стройиздат, 1989, с. 472;

[5] Булычев Н.С. Механика подземных сооружений, М.: Недра, 1994, с.268;

[6] Гуров Д.Б., Совершенствование методов автоматизированного расчета и проектирования тоннельных обделок. В сб. Роль молодых ученых и специалистов в развитии научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Тезисы отраслевой научно-технической конференции, М.: ВНИИЖТ, 1984, с. 85;

[7] Дорман И.Я. Сейсмостойкость транспортных тоннелей. М.: Стройиздат, 1986, с. 245;

[8] Рашидов Т.Р. и др. Землетрясение Спитак-88 (предварительные результаты обследований и выводы) /Архитектура и строительство Узбекистана. №12,1989, с. 4-7;

[9] Рашидов Т. Р., Ишанходжаев А.А. Сейсмостойкость тоннельных конструкций метрополитена мелкого заложения. Ташкент, Фан, 1994, с.145;

[10] Хожметов Г.Х., Рашидов Т.Р. Сейсмостойкость подземных тубопроводов. Ташкент, Фан, 1985, с. 152;

[11] Поляков С.В. Некоторые вопросы теории сейсмостойкости. Строительная механика и расчет сооружений, 1970, № 2, с. 27-32;

[12] КМК 2.01.03-96. Строительство в сейсмических районах. Госстрой РУз, Ташкент, 1996, с.59;

[13] Абдурашидов К.С. Колебания и сейсмостойкость промышленных сооружений. Ташкент, Фан, 1989, с.67;

[14] Айталиев Ш.М., Масанов Ж.К., Баймаханов И.Б. К расчету подземной конструкции в анизотропном массиве на длинноволновое сейсмическое воздействие. // Изв. АН Рес. Каз. Сер. физ.-мат, 1984, №5, с. 42-45;

[15] Булычев Н.С., Амусин Б.З. Оловянный А.Г. Расчет крепи капитальных горных выработок. М.: Недра, 1974, с.320;

[16] Булычев Н.С., Фотиева Н.Н. Оценка устойчивости породы, окружающей горные выработки. Шахтное строительство, 1977, №3, с.15-21

[17] Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов, М.: Стройиздат, 1982, 448 с.;

[18] Гордеев В.П., Перельмутер А.В. Расчет систем с односторонними связями как задача квадратичного программирования. - В сб. Исследования по теории сооружений, вып. 15. М.: Стройиздат, 1967;

[19] Дашевский М.А. Дифракция упругих волн на полости, подкрепленной концом жесткости // Строительная механика и расчет сооружений. 1967, №2, с.33-36;

[20] Миралимов М.Х., Ясер М. Численный метод оценки сейсмодинамики подземных сооружений. Альманах научно-техн. информ. трансп. стр.-ва. Приложение к журналу "Подземное пространство мира", "Проблемы развития транспортных и инженерных коммуникаций, №2, Москва, 1999, 26-28;

[21] Котляровский В.А. и др. Убежища гражданской обороны. Москва, Стройиздат, 1989, с. 606;

[22] Lysmer F. Kuhcemeyer R.L. Finite dynamic model for infinite media - ASCE, vol.95, EMU, 1969, pp.859-877;

[23] Мубараков Я.П., Миралимов М.Х., Шераир Н. Изучение и анализ поврежденных и разрушений в тоннельном строительстве. Узбекский журнал "Проблемы механики", №4, Ташкент, 1998г, с.41-44;

[24] Khamitovich, M. M., Ulugbekovich, N. S., & Shomansur o'g'li, T. S. (2021). CALCULATION TECHNIQUE FOR TYPICAL CIRCULAR TUNNEL LININGS WITH TAKING INTO ACCOUNT THE INTERACTION OF THE STRUCTURE WITH THE GROUND. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal, 9(6), 362-368.

[25] Miralimov, M., Normurodov, S., Akhmadjonov, M., & Karshiboev, A. (2021). Numerical approach for structural analysis of Metro tunnel station. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 02054). EDP Sciences.

Информация о авторах/ Information about the authors

Миралимов Мирзахид Хамитович/ Miralimov Mirzakhid Khamitovich	д.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет mirzakhid_miralimov@yahoo.com , +998977250924 https://orcid.org/0000-0003-2530-5516
Нормуродов Шахбоз Улугбекович/ Normurodov Shakhboz Ulugbekovich	PhD, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет normurodovsh25@mail.ru +998909308685 https://orcid.org/0000-0001-9552-5384
Анваров Бахром Фуркатович/ Anvarov Bakhrom Furqatovich	Магистрант, Ташкентский государственный транспортный университет anvarovbbb@gmail.com , +998981230617 https://orcid.org/0009-0002-0778-4488

