



ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC JOURNAL

2020-yil, 1-son (119)

ANIQ FANLAR SERIYASI

Matematika, Mexanika, Informatika, Fizika

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro'yxatdan o'tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro'yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR
BOSH MUHARRIR O'RINBOSARLARI:

R. I. XALMURADOV, t.f.d. professor
H.A. XUSHVAQTOV, f.-m.f.n., dotsent
A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

M. X. ASHUROV	- O'zFA akademigi
T. M. MO'MINOV	- O'zFA akademigi
Sh. A. ALIMOV	- O'zFA akademigi
S. N. LAKAYEV	- O'zFA akademigi
T. RASHIDOV	- O'zFA akademigi
N. N. NIZAMOV	- f.-m.f.d., professor (SamDU)
A. S. SOLEEV	- f.-m.f.d., professor (SamDU)
I. A. IKROMOV	- f.-m.f.d., professor (SamDU)
B. X. XO'JAYAROV	- f.-m.f.d., professor (SamDU)
N. B. FERAPONTOV	- k.f.d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
Sh. M. TUGIZOV	- professor, (Kaliforniya universiteti, AQSh)
A. G. YaGOLA	- f.-m.f.d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
I. I. JUMANOV	- f.-m.f.d., professor (SamDU)
E. A. ABDURAXMONOV	- k.f.d., professor (SamDU)
N. K. MUXAMADIYEV	- k.f.d., professor (SamDU)
ANDREA PITACCO	- Padova universiteti professori, Italiya
VEENA AGRAWAL	- Dehli universiteti professori, Hindiston
MASLINA DARUS	- Malayziya milliy universiteti professori, Malayziya
ALBERTO DEL BIMBO	- Florensiya universiteti professori, Italiya
K. G. TOKHADZE	- Sankt Peterburg davlat universiteti professori, Rossiya
L. A. BULAVIN	- Kiev milliy universiteti professori, Ukraina
MIHAY BULAI	- Aleksandr Ioan Kuza universiteti professori, Ruminiya
J. X. XO'JAYEV	- b.f.d., professor (SamDU)
Z. I. IZZATULLAYEV	- b.f.d., professor (SamDU)
L. A. ALIBEKOV	- g.f.d., professor (SamDU)
A. A. ABULQOSIMOV	- g.f.d., professor (SamDU)
X. SHODIEV	- Vilfred Laurier universiteti professori (Kanada)
L. SOBIROV	- f.-m.f.d., professor (SamDU)
X. X. XUDOYNazarov	- t.f.d., professor (SamDU)
GUN-SIK PARK	- Seul universiteti professori (Koreya)

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

МАТЕМАТИКА / МАТЕМАТИКА / MATHEMATICS

<i>A.V. Кабулов, И.Х. Норматов, Э. Урунбаев</i> О задачах расшифровки и поиска максимального верхнего нуля дискретных монотонных функций	4
<i>J. I. Abdullayev, H. H. Ibragimov</i> Pifagor taxtasi yordamida Pifagor g'ishtlarini qurish	15
<i>A.X. Бегматов, З.Х. Очилов, А.З. Хусанов</i> Единственность и устойчивость решения задачи интегральной геометрии с возмущением	21
<i>Х.К. Каршибоев, Ш.А. Джалилов</i> Предельная теорема для времени попадания	26
<i>Б. И. Исломов, С. С. Вафоев</i> Краевая задача нового типа для уравнения параболо-гиперболического типа	30
<i>Б.М. Мамадалиев</i> Полные двумерные поверхности в 2R_3	35
<i>Х.Қурбонов, М.Муртазаев</i> Асимптотические соотношения для распределений стационарных длин очередей двойственных систем $M G 1 N$ и $GJ M 1 N-1$	38
<i>А.У. Маматов</i> Численное моделирование процесса теплопроводности с двойной нелинейностью в двумерном случае при наличии переноса и источника (поглощения)	41
<i>А.Б. Неъматов</i> Основные свойства данных рассеяния оператора штурма-лиувилля с потенциалом близким в разных бесконечностях к различным N -зонным	45
<i>У.Н. Кулжанов</i> О спектре двухчастичного оператора Шредингера с точечным потенциалом в одномерном случае	48
<i>Д.Т. Сафарова</i> Равномерное связное пространство	53
<i>A. Sh. Safarov</i> Goldbaxning ternar va binar problemalari hamda bu borada olingan keyingi natijalar	58

МЕХАНИКА / МЕХАНИКА / MECHANICS

<i>Б.Х. Хужайёров, У.Ж. Сайдуллаев</i> Численное решение осесимметричной задачи фильтрации суспензий с образованием кейк-слоя	63
<i>Л.Э. Бобомуродова, А.Дж. Джурсаев</i> Определение деформации сдвига амортизатора-втулки составных зубчатых колес передачи	70
<i>Z. Xudayberdiyev, Sh. Xudayberdiyeva, I. Amirov</i> Chetlari sharnirli mahkamlangan elastik plastinkaning simmetrik tebranishlari	74

<i>Б.Х. Имомназаров, Х.Х.Имомназаров, И.К.Хайдаров</i>	
Об одной математической модели разбухания глинистого сланца вокруг цилиндрической скважины	78
<i>Д. А. Бекмирзаев, Н. Ш. Мансурова</i>	
Колесания подземного трубопровода при произвольном направлении сейсмического нагружения	82
INFORMATIKA / ИНФОРМАТИКА / INFORMATICS	
<i>G‘.M. Porsayev, U.X. Narzullayev, N.R. Zaynalov</i>	
Steganografiya usullarini tasniflashdagi yangi yondashuv	88
<i>G‘.Yuldashev, M. O. Shamiyev</i>	
Skremblerning turini aniqlash algoritmi	92
FIZIKA / ФИЗИКА / PHYSICS	
<i>Л.М.Сабиров, Л.Л.Чайков, М.Н.Кириченко, Ш.Э.Каршибоев</i>	
Методические указания по изучению динамики наноструктурных явлений в жидкостях методом динамического рассеяния света	96
<i>Ф.Р.Ахмеджанов, Э.Н.Курталиев, Ж.О.Курбанов, Т.Ш.Мустафаев</i>	
Затухание акустических волн в кристаллах германата висмута	103
<i>О.О.Қувондиқов, Ш.Ж.Қувондиқов, Х.А.Қайумов</i>	
Kobalt ferrit asosidagi magnitli suyuqlikning magnitlanishi	106
<i>Султанов М.У., Усаров А.А., Тухтаев У.У., Кодиров А.А., Яхшибоев К.Х., Нурмуродов Л.Т.</i>	
Влияние центральности столкновений к образованию заряженных пионов и протонов в dC- взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с	112
<i>F.Xamrakov, E.Lapukhin, T.Alimov, A.Kulmuradov</i>	
Qisqa davrli pulsatsiyalanuvchi 2MASS_22472590+5407249 va 2MASS_22431277+5439408 o‘zgaruvchan yulduzlarini fotometrik tadqiqi	116
<i>R.M.Eshbo‘riyev, M.U.Sultanov, R.Sayfinov</i>	
Yadro reaktorlari – yadro energetikasi manbayi	121
<i>Б.Жураев, Р.Турниязов, А.Ажабов, Н.Одилова</i>	
Причина смены времен года а также существования тепловых и холодных поясов на земле	126
<i>А.Т.Халманов</i>	
Высококонтрастная лазерная спектроскопия ультрамалых концентраций атомов и аэрозолей в различных фазовых состояниях вещества	129
<i>А.А.Холмунинов, Б.М.Матякубов</i>	
О свойствах нановолоконных анизотропных нанопористых материалов	143
<i>О.К.Кувандиков, Д.Х.Имамназаров</i>	
Kogerent potentsiallar metodi yordamida amorf holatdagi Cu_xTi_{1-x} qotishmalarda xoll ko‘effitsentini hisoblash	149

Mualliflarga

Заклучение

Таким образом, построена термодинамически согласованная математическая модель линейной теории пороупругости для описания сланцевого разбухания с водным электролитом. Получено уравнение диффузии для давления из уравнения пороупругости, при наличии химических эффектов. Показано, что коэффициент диффузии обратно пропорционален пористости.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-31-00120).

Литература

1. Харитоновна Г.В., Манучаров А.С., Черноморченко Н.И., Землянхун В.Н. Влияние обменных катионов Na и Mg на поверхностные свойства глинистых // Почвоведение. 2002. № 1. С. 87-92.
2. Rice J.R., Cleary M.P. Some basic stress diffusion solutions for fluid-saturated elastic porous media with compressible constituents // Rev. Geophys. Space Phys., 1976, v. 14, pp. 227-241.
3. Sherwood J.D. Biotporoelasticity of a chemically active shale // Proc. R. Soc. Lond., 1993, A 440, pp. 365-377.
4. Sherwood J.D., Bailey L. Swelling of a shale around a cylindrical wellbore // Proc Royal Soc Lond A., 1994, v. 444, pp. 161-184.
5. Imomnazarov B., Imomnazarov Kh. Poroelasticity theory of chemically active clay shales // Bull. Nov. Comp. Center, Math. Model. in Geoph., 2017, No. 20., pp. 11-17.
6. Detournay E., Cheng A.H.-D. Poroelastic response of a borehole in a non-hydrostatic stress field // Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr., 1988, Vol. 25, No. 3, pp. 171-182.

УДК 539.3**КОЛЕБАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА ПРИ ПРОИЗВОЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ СЕЙСМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ**

Д.А.Бекмирзаев¹, Н.Ш.Мансурова²

¹Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т.Уразбева АН РУз

²Наманганский инженерно-строительный институт

E-mail: diyorbek_84@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается напряженно-деформированное состояние подземных трубопроводов при действии произвольной сейсмической нагрузки в виде затухающей синусоиды. Результаты представлены в виде графиков изменения значений нормального и касательного напряжений. Проведены многовариантные вычислительные работы для различных углов падения сейсмической волны.

Ключевые слова: подземный трубопровод, колебание, сейсмическое воздействие, метод конечных разностей.

Ixtiyoriy yo‘nalgan seysmik yuklamalar ta’siridagi yer osti quvurining tebranishlari

Annotatsiya. Maqolada ixtiyoriy yo‘nalgan so‘nuvchi sinusoidal seysmik kuchlar ta’siridagi yer osti quvurining kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holati qaralgan. Normal va urinma kuchlanishlarning qiymatini o‘zgarishi natijalari grafik ko‘rinishda keltirilgan. Turli burchaklar ostidagi seysmik to‘lqinlar ta’sirida ko‘plab hisoblash ishlari o‘tkazilgan.

Kalit so‘zlar: yer osti quvuri, tebranish, seysmik ta’sirlar, chekli ayirmalar usuli.

Underground pipeline oscillations with arbitrary direction of seismic loading

Abstract. The article considers the stress-strain state of underground pipelines under the action of an arbitrary seismic load in the form of a damped sinusoid. The results are presented in the form of graphs of changes in the values of normal and shear stresses. Multivariate computational work was carried out for various angles of incidence of the seismic wave.

Keywords: underground pipeline, oscillation, seismic impact, finite difference method.

Введение

В настоящее время транспортировка энергоресурсов является одной из важнейших отраслей экономики многих развитых стран мира. Бесспорно, развитие урбанизированных территорий в городах и селах требует увеличения подземного строительства [1-5].

Как известно, в настоящее время более половины населения земного шара проживает в городах и крупных мегаполисах. Отсюда можно сделать вывод о том, насколько важны условия обеспечения водо-, газоснабжением, канализацией и другими подземными сооружениями, что требует глубокого теоретического и практического исследования их поведения при сейсмическом воздействии.

К настоящему времени в отечественной и зарубежной науке имеются экспериментальные исследования и упрощенные методы определения напряженно-деформированного состояния (НДС) подземных трубопроводов, взаимодействующих с окружающим грунтом при сейсмических воздействиях.

В нашей стране рядом ученых проведены научно-исследовательские работы по развитию повышения сейсмической прочности подземных трубопроводов, в том числе, академиком Т.Р.Рашидовым разработана динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений[1]. Как известно, трубопроводные системы жизнеобеспечения состоят из прямолинейных трубопроводов, присоединенных к узлам и состыкованных между собой ортогонально и неортогонально. Сейсмическая волна, возникшая при землетрясении, будет воздействовать на такую систему трубопроводов при произвольном угле атаки в пространстве. Для подземной системы произвольно расположенных трубопроводов при произвольном угле атаки сейсмического воздействия в пространстве требуется разработать новые расчетные математические модели и программные средства определения напряженно – деформированного состояния.

Постановка задачи

Для изучения совместных продольных, поперечных колебаний подземных сооружений типа трубопроводов при произвольном направлении сейсмического нагружения применим прикладную теорию колебаний стержней.

На основе допущений, приведенных в работе [2-5], трубопровод моделируется в виде стержня (рис.1), α – угол падения сейсмической волны.

Вариационный принцип Гамильтона–Остроградского [2-5] для подземного трубопровода имеет вид

$$\int_t (\delta T - \delta \Pi + \delta A) dt = 0, \tag{1}$$

где δT , $\delta \Pi$ – вариации кинетической и потенциальной энергий; δA – вариация работы внешних сил; t – время.

Трубопровод моделируется в виде стержня (рис.1). Перемещения определяются следующим образом [2]:

$$u_1 = u - y\alpha_1, \quad u_2 = v, \tag{2}$$

где компоненты u_1, u_2 – перемещения точки трубопровода; u, v – продольные и поперечные горизонтальные перемещения оси трубопровода; α_1 – углы поворота оси трубы при чистом изгибе.

Вариация кинетической энергии стержня определяется следующим образом:

$$\int_t \delta T dt = \int_t \int_V \left[\rho \frac{\partial u_1}{\partial t} \delta \frac{\partial u_1}{\partial t} + \rho \frac{\partial u_2}{\partial t} \delta \frac{\partial u_2}{\partial t} \right] dV dt. \tag{3}$$

Вариацию потенциальной энергии так же рассмотрим для стержня:

$$\int_t \delta \Pi dt = \int_t \int_V (\sigma_{11} \delta \varepsilon_{11} + \sigma_{12} \delta \varepsilon_{12}) dV dt. \tag{4}$$

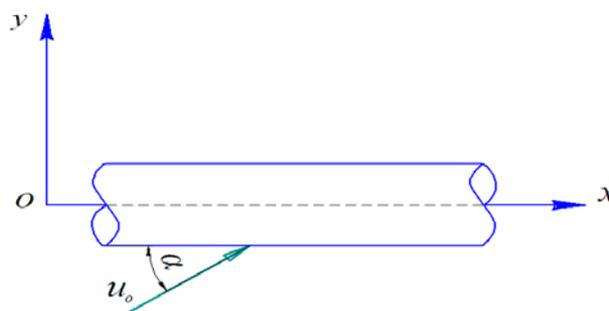


Рисунок 1 – Схема подземного трубопровода при произвольном направлении сейсмического воздействия на горизонтальной плоскости

Принимаем, что трубопровод деформируется в пределах упругости, поэтому для материала трубопровода рассматривается закон Гука

$$\sigma_{11} = E\varepsilon_{11}, \quad \sigma_{12} = G\varepsilon_{12}, \quad (5)$$

где ε_{ij} – соотношения Коши, имеющие вид

$$\varepsilon_{11} = \frac{\partial u_1}{\partial x} = \frac{\partial u}{\partial x} - y \frac{\partial \alpha_1}{\partial x}, \quad \varepsilon_{12} = \frac{\partial u_2}{\partial x} + \frac{\partial u_1}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x} - \alpha_1. \quad (6)$$

Если учитываем соотношения Коши (6), то вариация потенциальной энергии (4) получает вид:

$$\int_t \delta \Pi dt = \int_t \int_V \left[\sigma_{11} \delta \frac{\partial u}{\partial x} - y \sigma_{11} \delta \frac{\partial \alpha_1}{\partial x} + \sigma_{12} \delta \frac{\partial v}{\partial x} - \sigma_{12} \delta \alpha_1 \right] dV dt. \quad (7)$$

Вариация работы внешних сил стержня представляется так

$$\int_t \delta A dt = \int_t \int_V [P_1 \delta u_1 + P_2 \delta u_2] dV dt + \int_t \int_S [q_1 \delta u_1 + q_2 \delta u_2] dS dt + \int_t \int_{S_1} [\varphi_1 \delta u_1 + \varphi_2 \delta u_2] dS_1 dt \Big|_x. \quad (8)$$

где P_1, P_2 – объемные силы; q_1, q_2 – поверхностные силы; φ_1, φ_2 – торцевые силы, действующие на трубопровод.

Выражения вариаций кинетической, потенциальной энергий и работы внешних сил трубопровода подставляем в вариационный принцип Гамильтона – Остроградского (1), тогда из вариационного уравнения подземного трубопровода получаем следующую систему уравнений с начальными и граничными условиями

$$\begin{cases} -\rho F \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + EF \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + N_x(P_1) + N_x(q_1) = 0, \\ -\rho I_z \frac{\partial^2 \alpha_1}{\partial t^2} + EI_z \frac{\partial^2 \alpha_1}{\partial x^2} + GF \frac{\partial v}{\partial x} - GF \alpha_1 - (M_z(P_1) + M_z(q_1)) = 0, \\ -\rho F \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + GF \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} - GF \frac{\partial \alpha_1}{\partial x} + (Q_{12}(P_2) + Q_{12}(q_2)) = 0. \end{cases} \quad (9)$$

$N_x(q_1), M_z(q_1), Q_{12}(q_2)$ – силы взаимодействия трубопровода с грунтом, определяемые экспериментально [6].

Естественные граничные условия подземного трубопровода:

$$\left[-EF \frac{\partial u}{\partial x} + N_x(\varphi_1) \right] \delta u \Big|_x = 0, \quad \left[-EI_z \frac{\partial \alpha_1}{\partial x} - M_z(\varphi_1) \right] \delta \alpha_1 \Big|_x = 0, \quad \left[-GF \frac{\partial v}{\partial x} + GF \alpha_1 + Q_{12}(\varphi_2) \right] \delta v \Big|_x = 0, \quad (10)$$

Естественные начальные условия подземного трубопровода:

$$\rho F \frac{\partial u}{\partial t} \delta u \Big|_t = 0, \quad \rho I_z \frac{\partial \alpha_1}{\partial t} \delta \alpha_1 \Big|_t = 0, \quad \rho F \frac{\partial v}{\partial t} \delta v \Big|_t = 0. \quad (11)$$

Для вывода системы дифференциальных уравнений движения (9) с граничными (10) и начальными (11) условиями использовали вариационный принцип Гамильтона – Остроградского (1).

При этом получим систему дифференциальных уравнений и естественные граничные и начальные условия в векторном виде

$$M \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} + A \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + B \frac{\partial V}{\partial x} + C(V - V_0) = 0 \quad (13)$$

где V_0 – воздействие сейсмической волны, действующей в произвольном направлении по периметру сечения трубы, равномерно распределяясь по всей его поверхности, беря свое начало с левого торца трубопровода.

$$\left[D \frac{\partial V}{\partial x} + FV \right] \delta V \Big|_x = 0, \quad (14)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} \delta V \Big|_t = 0, \quad (15)$$

где M, A, B, C, D, F – матрицы третьего порядка.

Векторное уравнение (13) с учетом граничных условий (14) и начальных условий (15) решается методом конечных разностей второго порядка точности.

$$\frac{M}{\tau^2}(V_{i,j+1} - 2V_{i,j} + V_{i,j-1}) + \frac{A}{h^2}(V_{i+1,j} - 2V_{i,j} + V_{i-1,j}) + \frac{B}{2h}(V_{i+1,j} - V_{i-1,j}) + C(V_{i,j} - V_{0,i,j}) = 0.$$

Векторное уравнение решаем относительно искомой функции $V_{i,j+1}$

$$V_{i,j+1} = -M^{-1}\tau^2 QV_{i-1,j} + PV_{i,j} - M^{-1}\tau^2 ZV_{i+1,j} - V_{i,j-1} + CM^{-1}\tau^2 V_{0,i,j}. \tag{16}$$

где $Q = \left(\frac{2A}{h^2} - \frac{B}{2h}\right)$, $P = \left(2E + 2\frac{AM^{-1}\tau^2}{h^2} - CM^{-1}\tau^2\right)$, $Z = \left(\frac{A}{h^2} + \frac{B}{2h}\right)$.

Анализ результатов численных исследований

Разработаны алгоритм и программа расчета подземных трубопроводов также в случае падения сейсмической волны под углом к оси трубопровода, что соответствует произвольному сейсмическому нагружению. В качестве примера рассмотрим следующие задачи.

Задача. Рассмотрим стальной подземный трубопровод с заземленными концами. На основе алгоритма компьютерной реализации решается поставленная задача. Механические и геометрические параметры имеют следующие значения: $E=2 \cdot 10^5$ МПа; $\rho=7.8 \cdot 10^3$ кг/м³; $l=100$ м; $k_x=3 \cdot 10^4$ кН/м³; $u_0=a_0 \cdot e^{-ct} \cdot \sin\omega(t-x \cdot \cos\alpha/C_p) \cdot H(t-x \cdot \cos\alpha/C_p)$; $u_{0x}=u_0 \cdot \cos\alpha$; $u_{0y}=u_0 \cdot \sin\alpha$; $\varepsilon=0.3$; $a_0=0.002$ м; $\omega=2\pi/T$; $T=0.3$ с; $C_p=1600$ м/с; $\mu_{грунт}=0.2$; $\mu_{труба}=0.3$; $D_H=0.4$ м; $D_B=0.392$ м.

Для получения численных результатов разработаны алгоритм и программа расчета подземных трубопроводов в случае падения сейсмической волны под углом к оси трубопровода, что соответствует произвольному сейсмическому нагружению. Результаты решения задач приводятся в виде графиков и таблиц.

На рисунке 1, представлены изменения значений нормального и касательного напряжений по времени в заданных сечениях подземного трубопровода.

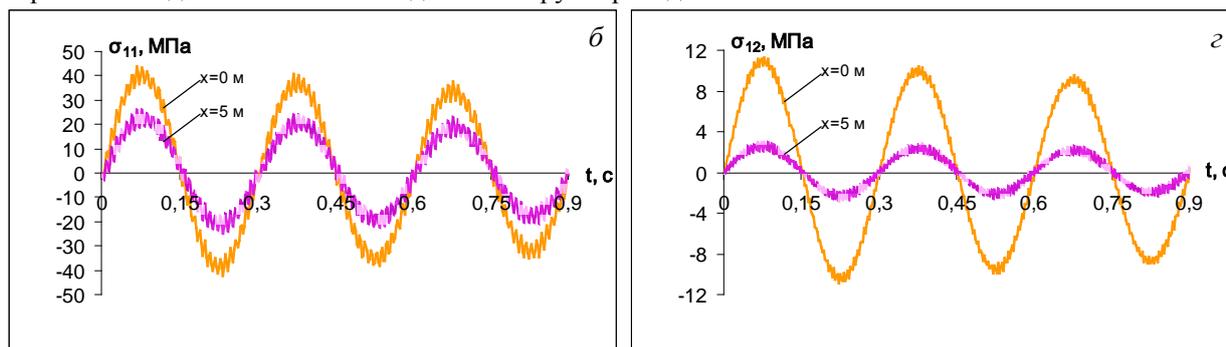


Рис.1. Изменения значений нормального (а) и касательного (б) напряжений по времени в заданных сечениях подземного трубопровода

Изменения значения нормального и касательного напряжений по времени в заданных сечениях трубопровода носят гармонический характер: фазы колебания в разных сечениях совпадают, но отличаются амплитудами колебания в разных сечениях трубопровода (рис.1).

Все эти процессы дают основание полагать, что опасной зоной нагружения подземного трубопровода является около границы, и здесь появляется возможность оценки результатов при таких нагружениях.

В табл.1 приведены значения продольного и поперечного перемещений в середине трубопровода при разных углах падения сейсмической нагрузки $\alpha=0^0, 30^0, 60^0, 90^0$ в заданные моменты времени.

Таблица 1

Значения продольного и поперечного перемещений трубопровода

t, (с)	u (м), x=50 м, $\alpha=0^0$	u (м), x=50 м, $\alpha=60^0$	v (м), x=50 м, $\alpha=30^0$	v (м), x=50 м, $\alpha=90^0$
0.1	0.0022967672	0.0011483836	0.0016260320	0.0032520641
0.2	-0.0012991638	-0.0006495819	-0.0000559787	-0.0001119574

0.3	-0.0019557870	-0.0009778935	0.0000524770	0.0001049540
0.4	0.0010671389	0.0005335695	0.0007667490	0.0015334981
0.5	0.0003661392	0.0001830696	0.0000767852	0.0001535703
0.6	0.0003339712	0.0001669856	-0.0006541175	-0.0013082350
0.7	0.0012480336	0.0006240168	0.0006364255	0.0012728510
0.8	-0.0017080689	-0.0008540344	-0.0006922960	-0.0013845919
0.9	-0.0017267303	-0.0008633651	-0.0006217896	-0.0012435792
1	0.0008199660	0.0004099830	-0.0003383376	-0.0006766751

В табл.2 приведены значения нормального σ_{11} и касательного σ_{12} напряжений на левом конце трубопровода в заданные моменты времени при $\alpha=0^0, 30^0, 60^0, 90^0$.

Таблица 2

Значения нормального и касательного напряжений трубопровода

t, (с)	σ_{11} (МПа), $\alpha=0^0, x=0$ м	σ_{11} (МПа), $\alpha=60^0, x=0$ м	σ_{12} (МПа), $\alpha=30^0, x=0$ м	σ_{12} (МПа), $\alpha=90^0, x=0$ м
0.1	40.72615459	19.84727664	18.83015257	37.66030515
0.2	-43.21924457	-22.24292167	-14.42392374	-28.84784749
0.3	-17.08079556	-7.85916668	-3.21644727	-6.43289455
0.4	26.43132172	12.94067971	17.37844259	34.75688519
0.5	-23.49841221	-12.10504284	-11.21341653	-22.42683307
0.6	-15.31450530	-7.06285639	-5.35043232	-10.70086464
0.7	28.28298246	14.06856565	11.84429033	23.68858067
0.8	-34.07343878	-17.13572064	-13.02077623	-26.04155247
0.9	-16.22256812	-7.50608640	-4.19390355	-8.38780711
1	18.47144297	9.33160397	11.12095245	22.24190490

Анализ полученных результатов показывают, что с увеличением угла падения сейсмической нагрузки значения продольного перемещения и нормального напряжения уменьшаются (таблица 1, 2), а значения поперечного перемещения и касательного напряжения (таблица 1, 2) увеличиваются.

При разных значениях времени и углах падения сейсмической нагрузки с увеличением силы землетрясения значения продольного и поперечного перемещений увеличиваются, а увеличение скорости продольной волны приводит к уменьшению значений продольного и поперечного перемещений (рис.2, а, б).

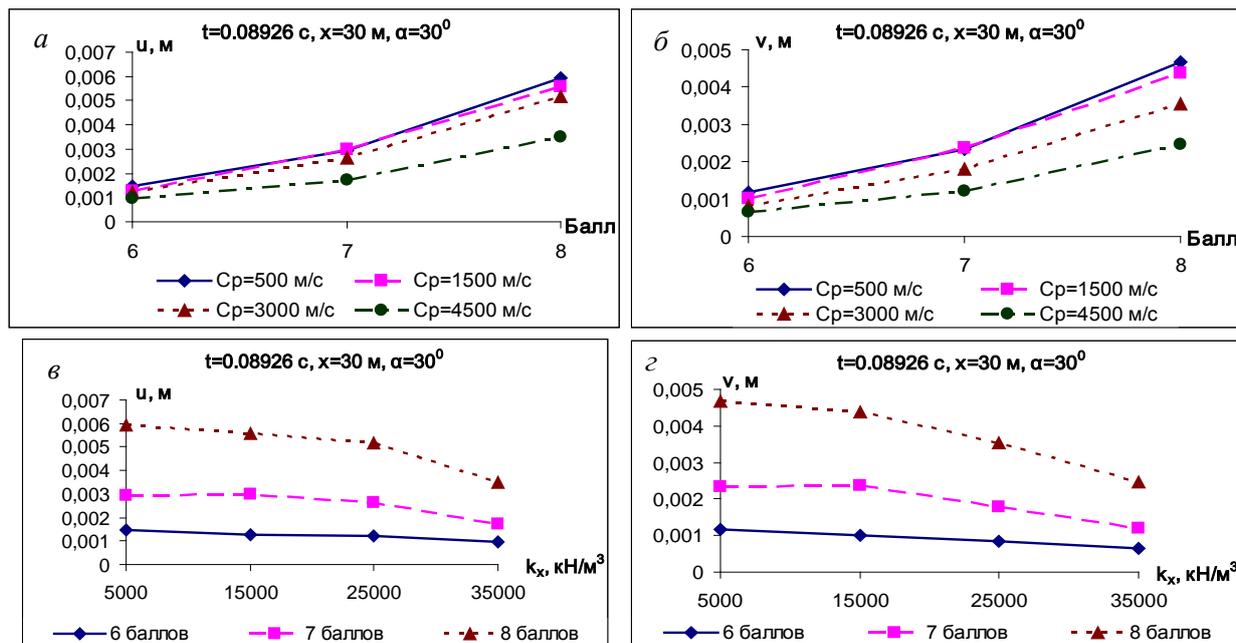


Рис.3.14. Изменение значений продольных (а, в) и поперечных (б, з) перемещений при изменении балльности землетрясений и параметра k_x при заданном времени

Увеличение параметра k_x приводит к уменьшению значений продольных и поперечных смещений, а увеличение балльности землетрясения – к увеличению значений продольных и поперечных смещений (рис.2, в, з).

Выводы

Выведена система уравнений движения прямолинейного трубопровода, взаимодействующего с окружающей средой, на основе вариационного принципа Гамильтона – Остроградского при произвольном направлении сейсмического нагружения в плоскости.

Напряженно-деформированное состояние подземных сетей существенно зависит от угла падения сейсмического воздействия. При малых углах падения сейсмической волны значения продольного перемещения и нормального напряжения являются значительными и при увеличении угла падения их значения уменьшаются. А значения поперечного перемещения и касательного напряжения при малых углах падения являются малыми и при увеличении угла падения возрастают до максимальных значений, что может вызвать в узлах закрепления труб повреждения и разрушения.

Литература

1. Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. – Ташкент: Фан, 1973. – 180 с.
2. Rashidov T.R and Bekmirzaev D.A. Seismodynamics of Pipelines Interacting with the Soil // Soil Mechanics and Foundation Engineering. New York. July 2015, Volume 52, Issue 3, pp 149-154.
3. Bekmirzaev D.A and Rashidov T.R. Mathematical Simulation and Solution of the Problem of Seismo–Dynamics of Underground Pipelines // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 2015 8. Issue 8. 1046-1055.
4. Rashidov T.R., Yuldashev T., Bekmirzaev D.A. Seismodynamics of underground pipelines with arbitrary direction of seismic loading // Soil Mechanics and Foundation Engineering. Vol. 55. New York. 2018. Pp. 243-248.
5. Кабулов В.К. Алгоритмизация в теории упругости и деформационной теории пластичности. – Т.: Фан, 1966. –394 с.
6. Рашидов Т.Р., Хожметов Г.Х. Сейсмостойкость подземных трубопроводов. – Ташкент: Фан, 1985. – 153 с.

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTNOMASI

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC REPORTS

Mas'ul kotib
Musahhih
Texnik muharrir

X. Sh. Tashpulatov
O. Ro'ziboyev
A. I. Inatov

Muharrirlar:

I.Sulaymonov - f.f.d., dotsent
E.Arziqulov - f.-m.f.n., dotsent
O.Yusupova - fil.f.n., dotsent
A.R.Safarov - PhD., dotsent

Mas'ul muharrirlar:

D. M. Aronbayev - k.f.n., dotsent
A. Sh. Yarmuxamedov - f.-m.f.n.

Muassis: Samarqand davlat universiteti
Manzil: 140104, Samarqand shahri, Universitet hiyoboni, 15.
Telefon: (0 366) 239-14-07, Faks: (0 366) 239-13-87
e-mail: axborotnoma@samdu.uz

SamDU «Ilmiy axborotnoma» jurnali tahririyati kompyuterida terildi.
Bosishga 28.02.2020 yilda ruxsat etildi. Qog'oz o'lchami A-4. Nashriyot hisob tabog'i 10,00.
Buyurtma raqami 60. Adadi 500 nusxa.

Manzil: 140104, Samarqand shahri, Universitet xiyoboni, 15.
SamDU bosmaxonasida chop etildi.