

ISSN 0536—1052

ГОСКОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

СТРОИТЕЛЬСТВО  
И АРХИТЕКТУРА

2

1991

Издание Новосибирского ордена Трудового Красного Знамени  
инженерно-строительного института имени В. В. Куйбышева

## CONTENTS

Chernov N. L., Artyshkin J. A., Kupchenko Yu. V., Shebanin V. S. Steel Bar Systems Design beyond the Elastic Limits according to Deformation Scheme	3
Grozlov V. T., Teryanik V. V. Strength and Deformation of Eccentrically Compressed Columns Reinforced with Column Casing	7
Shungsky B. E., Meigal L. A. Cracks as an Object of Investigation in Case of Wooden Structures Examination	10
Soldatova L. L. Behavior of Buildings with Seismo-Isolating Sliding Belts in the Foundation under Seismic Loads	14
Pozhuyev V. I., Mokhamed Zhibigaye. Non-Stationary Deformation of Finite Length Underground Pipeline under Axially Symmetric Loading	18
Tarikov G. P., Movshovich A. V. Contact Problem Solution on Thermoplasticity for Eccentrically Loaded Foundation with the Aid of Electric Modelling	22
Ovchinnikov I. G. Failure Criteria for Polymer Coatings	25
Gamaley A. A. Methodical Foundations of Social-Ecological Organization of Towns	28
Ganzha S. D. Functional Features of Zoning for Town Vegetable Production and Storage Complexes in Condition of Changing Production Programs	32
Solomatov V. I., Grdzlishvily N. D., Kazansky V. M., Klapchenko V. I., Klimenko V. A. Microstructure and Characteristics of Cement Stone with Fine Grinded Porous Filler	35
Kozlova V. K., Gentsler I. V., Shtabnoy I. V. Effect of Nature Purification Sediment on Cement Containing Materials	41
Osetinsky Yu. V., Saar V. A., Podvalny A. M. Composition Optimization of Frost-Resistant Concrete with Mixed Filler	44
Tsepayev V. A. Prolonged Strength and Deformation of Saw Dust Concrete under Step-by-Step Rising Compression Stresses	47
Bratchun V. I., Zolotaryov V. A., Bachurin A. N. Special Features of Structure for Damp Tar and Slag Concrete	50
Vasilieva V. G., Mykhetdinov N. A. Analysis of the Ust-Khantaika HPS Condition by Mathematical Statistics Methods	54
Bublikova Yu. J. Towards Computation of a Perspective Run-off for the Upper Volga and the Ob	59
Krivoshein A. D. Heat Engineering Calculations for Airpermeable Enclosing Constructions	65
Ermak A. A. Tivo-Cell Channel Heat Losses Calculation	69
Alekseyev M. I., Ilyn Yu. A., Ignatchik V. S., Ilyna S. Yu. Ecological Safety Indexes for the Head Collectors in the Sewerage System	73
Fominykh A. M., Kh. Dzhnad. Modernization of Coalescence Filters to Purify Car Washing Sewage	77
Ambrosova G. T., Punchenko N. D., Sannikov V. A. Possible Ways to Reduce Expenditures for Exploitation of the Novosibirsk Aeration Station	82
Kazarnovsky V. D., Sklyadnev A. I. Calculation of Fill Setting on Weak Soils with Due Account of its Bottom Reinforcement with Geotextile	85
Ionov Yu. K. Speed Vibration Influence on Vibroplate Compaction Efficiency	90
Gorsky B. E., Kopylov D. A., Novitsky V. G., Popov O. M. Comparative Dynamical Analysis of Jaw Crushers	92
Skripka O. V., Iog V. I., Orlovsky A. A., Chumak L. I., Mixer-Activator	97
Vishnyakov G. F., Shirayev A. F. Design of Statically Indefenable Flat System with Switch-Breaking Coupling	98
Chinenkov Yu. V., Dorozhkova I. A. Strength Determination of Reinforced Concrete Elements of Three-Layer Monolith Section with Unsymmetrical Bending	105
Metelkin A. I., Borisovich A. Yu., Sherstikov S. D. Application of Perspective Projection in Architectural and Landscape Design of Motor Roads	107
Frolov A. Yu. Taking into Account the Joint Elements Deformation of a Glued Wooden Frame in the Process of Design	112
Bik Yu. I. Facilitation of Breast Walls by Reinforcement of Backfill	115
Vu Van Tkhang. Examination of Soil Mixtures in Condition of One-Axial Tension	116
Krivorotov A. P., Eremeyeva T. A. On One Assumption in Calculation of Stress-Strain State of a Half-Plane and its Consequences	120
Soloviev Yu. I., Smolin Yu. P., Derbentsev A. C., Klepikov V. S. Sand Railway Formation Stability on Swamps with Due Account of Inertial Forces Caused by Rolling Stock	124
Turukalov B. F. Crack Developing in Ferro-Cement	128
Dmitriyev P. A., Bykov V. V. Wood in Building Constructions (After an International Symposium)	131

Зесн се 03/04/84

GIBIGAYE

*Маслов*

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ  
ОБРАЗОВАНИЮ

## ИЗВЕСТИЯ

ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается Новосибирским ордена Трудового Красного Знамени  
инженерно-строительным институтом имени В. В. Куйбышева с марта 1958 года

№ 2

февраль 1991 г.

### СОДЕРЖАНИЕ

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

Чернов Н. Л., Артюшкин И. А., Купченко Ю. В., Шибанин В. С. Расчет элементов стальных стержневых систем за пределом упругости по деформированной схеме 3

Гроздов В. Т., Теряник В. В. О прочности и деформативности внецентренно-сжатых колонн, усиленных обоймами 7

Шунгский Б. Е., Мейгал Л. А. Трещины как объект изучения при обследовании деревянных конструкций 10

Солдатова Л. Л. Работа зданий с сейсмоизолирующим скользящим поясом в фундаменте при нагрузках типа сейсмических 14

**ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Пожуев В. И., Мохамед Жибигай. Нестационарное деформирование подземного трубопровода конечной длины при осесимметричном нормальном нагружении 18

Тариков Г. П., Мовшович А. В. Решение контактной задачи термоупругости для случая внецентренно нагруженного фундамента с помощью электрического моделирования 22

Овчинников И. Г. О критериях предельного состояния защитных полимерных покрытий 25

**АРХИТЕКТУРА**

Гамалей А. А. Методические основы социально-экологической организации городов 28

Ганжа С. Д. Особенности функционального зонирования городских плодовоощных производственно-складских комплексов в условиях изменения производственных программ 32

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

Соломатов В. И., Грдзелишвили Н. Д., Казанский В. М., Клапченко В. И., Клименко В. А. Микроструктура и свойства цементного камня с тонкомолотыми пористыми наполнителями 35

Козлова В. К., Генцлер И. В., Штабной И. В. Влияние осадков очистки природных вод на цементосодержащие материалы 41

Осетинский Ю. В., Саар В. А., Подвальный А. М. Оптимизация состава морозостойкого бетона со смешанным заполнителем 44

Цапаев В. А. Исследование длительной прочности и деформативности опилкобетона при ступенчато-возрастающих напряжениях сжатия 47

Братчун В. И., Золотарев В. А., Бачурин А. Н. Особенности структурообразования влажных дегтешлакобетонов 50

**ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**

Васильева В. Г., Мухетдинов Н. А. Анализ состояния русловой плотины Усть-Хантайской ГЭС методами математической статистики 54

Бубликова Ю. И. К расчетам на перспективу стока рек Верхней Волги и Оби 59

**САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА**

Кривошеин А. Д. К вопросу о теплотехническом расчете воздухопроницаемых ограждающих конструкций зданий 65

Ермак А. А. Расчет теплототерь двухъячейкового канала 69

Алексеев М. И., Ильин Ю. А., Игнатчик В. С., Ильина С. Ю. Показатели эко-

логической безопасности напорных коллекторов систем водоотведения . . .	73
Фоминных А. М., Х. Джиад. Модернизация коалесцирующих фильтров для очистки сточных вод от мойки автомобилей . . .	77
Амбросова Г. Т., Пушченко Н. Д., Санников В. А. Возможные пути снижения эксплуатационных затрат на Новосибирской станции аэрации . . .	82

### СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И МОСТОВ

Казарновский В. Д., Складнев А. И. Расчет осадки насыпи на слабых грунтах с учетом влияния армирования ее основания геотекстилем . . .	85
--	----

### СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ

Ионов Ю. К. Влияние скорости колебаний на эффективность уплотнения виброплиты . . .	90
Горский Б. Е., Копылов Д. А., Новицкий В. Г., Попов О. М. Сравнительный динамический анализ щековых дробилок . . .	92
Скрипка О. В., Иог В. И., Орловский А. А., Чумак Л. И. Смеситель-активатор . . .	97

### НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Вишняков Г. Ф., Ширяев А. Ф. Расчет плоских статически неопределимых систем с выключающимися связями . . .	98
Чиненков Ю. В., Дорожкова И. А. Расчет по прочности при косом изгибе железобетонных элементов трехслойного монолитного сечения . . .	105
Метелкин А. И., Борисович А. Ю., Шерстников С. Д. Применение перцептивной проекции при архитектурно-ландшафтном проектировании автомобильных дорог . . .	107
Фролов А. Ю. Учет деформативности элементов монтажного стыка дощатоклееной рамы при его расчете . . .	112
Бик Ю. И. Облегчение подпорных стенок путем армирования засыпки . . .	115

### В ЛАБОРАТОРИЯХ ВУЗОВ

Бу Ван Тханг. Исследование прочности грунтовых смесей в условиях одноосного растяжения . . .	116
Криворотов А. П., Еремеева Т. А. Об одном допущении в расчетах напряженно-деформированного состояния полуплоскости и его последствиях . . .	120
Соловьев Ю. И., Смолин Ю. П., Дербенцев А. С., Клепиков В. С. Устойчивость песчаных железнодорожных насыпей на болотах с учетом инерционных сил, вызываемых подвижным составом . . .	124
Турукалов Б. Ф. Механизм развития трещин в армоцементе . . .	128

### НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Дмитриев П. А., Быков В. В. Древесина в строительных конструкциях (по материалам международного симпозиума) . . .	131
---	-----

РЕФЕРАТЫ . . . . .	135
--------------------	-----

© ISSN 0536—1052. Строительство и архитектура. Сер. Изв. вузов. 1991

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

проф. Л. Н. АВДОТЫН, проф. А. А. АФАНАСЬЕВ, проф. В. Н. БАЙКОВ, проф. В. Л. БАЛАДИНСКИЙ, проф. В. В. БИРЮЛЕВ (главный редактор), проф. В. А. ВОРОБЬЕВ, проф. П. А. ДМИТРИЕВ, проф. П. Л. ИВАНОВ, доц. В. В. ИГОЛЬНИКОВ (зам. главного редактора), доц. В. И. КОСТИН (зам. главного редактора), проф. И. И. КОШИН, проф. А. М. КУРГАНОВ, Ю. И. ЛЕБЕДЕВ (ответственный секретарь), проф. Р. М. МЕРКИН, проф. Д. В. РОЩУПКИН, проф. И. А. РЫБЬЕВ, проф. А. А. САНДЕР, проф. Я. В. ХОМЯК, проф. В. М. ХРУЛЕВ, проф. И. С. ЦУРКОВ, проф. И. А. ЧАПЛИНСКИЙ

Старший редактор Л. И. Белкина  
 Редактор Н. Г. Павлова  
 Технический редактор Н. М. Макаренко  
 Корректор В. И. Кокшарова

Сдано в набор 31.10.90. Подписано в печать 31.01.91. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографская. Печать высокая. Усл. печ. л. 11,90+0,35. Усл. кр.-отт. 12,6. Уч.-изд. л. 13,9. Тираж 3150. Заказ № 79. Цена 2 р. 10 к.

Адрес редакции: 630008, г. Новосибирск, 8, Ленинградская, 113, телефон 66-28-59.  
 ППО «Печать». 630007, г. Новосибирск, 7, Красный проспект, 22, телефон 23-64-47.

нии с сейсмопоясом свидетельствуют о том, что при сейсмическом воздействии здание проскальзывает по поясу как жесткое тело.

Выполненными исследованиями установлено, что горизонтальная сейсмическая реакция в зданиях с сейсмоизолирующим скользящим поясом в фундаменте снижается в 3—6 раз, что позволяет снизить их расчетную сейсмичность на 1—2 балла. В зданиях с сейсмоизолирующим скользящим поясом в фундаменте, строящихся в 12-м микрорайоне г. Фрунзе, в 9-балльной зоне для надземных конструкций использованы серийно изготавливаемые в объединении Фрунзе КИДП-проектстрой конструкции, запроектированные с учетом 8-балльной сейсмичности, применение которых позволило получить значительный экономический и градостроительный эффект. Конструкции сейсмопояса выполнены в сборном варианте.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казина Г. А., Килимник Л. Ш. Современные методы сейсмозащиты зданий и сооружений//ОИ ВНИИС.— Сер. 8. Строительные конструкции.— Вып. 7.— 1987.
2. Поляков С. В., Килимник Л. Ш., Солдатова Л. Л. Опыт возведения зданий с сейсмоизолирующим поясом в фундаменте.— М.: Стройиздат, 1984.— 32 с.
3. Килимник Л. Ш., Солдатова Л. Л., Ляхина Л. И. Анализ работы зданий со скользящим поясом с использованием многомассовой расчетной модели// Строительная механика и расчет сооружений.— 1986.— № 6.— С. 69—73.
4. Килимник Л. Ш., Солдатова Л. Л. Сейсмическая реакция экспериментального крупнопанельного 9-этажного здания с сейсмоизолирующим скользящим поясом//ЭИ ВНИИС.— Сер. 14 (отеч. опыт).— Вып. 10.— 1987.

Получено после доработки 07.02.90

## ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

УДК 624.074.042.8

В. И. ПОЖУЕВ, д-р физ.-мат. наук, проф., МОХАМЕД ЖИБИГАЙ, асп. (Запорожский индустриальный институт)

### НЕСТАЦИОНАРНОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА КОНЕЧНОЙ ДЛИНЫ ПРИ ОСЕСИММЕТРИЧНОМ НОРМАЛЬНОМ НАГРУЖЕНИИ

Конструкции в виде цилиндрических оболочек, окруженных упругой средой, получили достаточно широкое распространение в строительстве. Например, к такой расчетной схеме можно свести тоннельные обделки, капитальные горные выработки, трубопроводы и различные типы емкостей, находящиеся в грунте. До сих пор основное внимание было уделено статическим задачам, например, в [1, 2]. Сравнительно полно исследованы также стационарные динамические задачи о вынужденных установившихся колебаниях цилиндрических оболочек в грунте при действии подвижных нагрузок [3]. С помощью интегрального преобразования Фурье по осевой координате и преобразования Лапласа по времени с последующим численным обращением обоих преобразований исследован переходный процесс в системе бесконечно длинная цилиндрическая оболочка — упругое пространство и определено время установления процесса [4].

В настоящей статье рассмотрена нестационарная задача о нагружении трубопровода конечной длины, находящегося в грунте, внешне приложенной осесимметричной нормальной нагрузкой. Предложен алгоритм, основанный на разложении всех заданных и искомых величин в ряды Фурье по осевой координате и использовании при ин-

тегрировании дифференциальных уравнений для каждой гармоники численного метода Рунге — Кутты.

Движение трубопровода описывается уравнениями теории оболочек, основанными на гипотезах Кирхгофа — Лява:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\nu}{R} \frac{\partial w}{\partial x} = \rho \frac{1-\nu}{2G} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad (1)$$

$$\frac{\nu}{R} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{h^3}{12} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{w}{R^2} = -\rho \frac{1-\nu}{2G} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \frac{1-\nu}{2Gh} (q_c - p),$$

где  $u$ ,  $w$  — осевое и радиальное перемещения срединной поверхности;  $R$  — радиус трубопровода;  $h$  — толщина стенки;  $G$ ,  $\rho$ ,  $\nu$  — модуль сдвига, плотность и коэффициент Пуассона;  $p$  — интенсивность радиальной нагрузки;  $q_c$  — нормальная реакция со стороны грунта на колебания оболочки.

Для грунта примем обобщенное однослойное и однородное по толщине основание, движение которого описывается двухпараметровой моделью Власова — Пастернака [5] в модификации, предложенной В. М. Львовским [6]. При этом для осесимметричной задачи прогиба оболочки и реакция со стороны грунта связаны зависимостью.

$$-2c_0 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + k_0 w + m_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = q_c. \quad (2)$$

Здесь  $k_0$  и  $c_0$  — интегральные характеристики работы основания на сжатие и сдвиг;  $m_0$  — приведенная погонная масса основания толщиной  $H$ ;

$$k_0 = \frac{E_0}{1-\nu_0^2} \int_R^{R+H} \psi'^2(r) dr; \quad c_0 = \frac{E_0}{4(1+\nu_0)} \int_R^{R+H} \psi^2(r) dr; \quad (3)$$

$$m_0 = \int_R^{R+H} \bar{m} \psi^2(r) dr,$$

где  $E_0 = \text{const}$  — постоянный по глубине модуль упругости грунта;  $\bar{m}$  — постоянная по глубине плотность основания;  $\nu_0$  — коэффициент Пуассона;  $\psi(r)$  — функция, определяемая из условий, что основание допускает только вертикальные деформации, и зависящая от характера воздействия заданной нагрузки на основание.

Принимая на торцах оболочки условия шарнирного опирания, имеем

$$\text{при } x=0, L \quad w=0, \quad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 0. \quad (4)$$

Начальные условия задачи принимаем нулевыми:

$$t=0 \Rightarrow u = \frac{\partial u}{\partial t} = w = \frac{\partial w}{\partial t} = 0. \quad (5)$$

Преобразуем уравнения (1)–(4) к безразмерному виду, вводя следующие относительные величины:

$$\{u', w'\} = \frac{1}{h} \{u, w\}; \quad x' = \frac{x}{R}; \quad \tau = \frac{c_s t}{R}; \quad c_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}; \quad \delta = \frac{L}{R}; \quad \kappa = \frac{h}{R};$$

$$G' = \frac{G_0}{G}; \quad m'_0 = \frac{\bar{m}_0}{\rho}; \quad H' = \frac{H}{R}, \quad (6)$$

где  $c_s$  — скорость распространения волн сдвига в материале трубопровода;  $\delta$ ,  $\kappa$  — относительная длина и толщина оболочки;  $\tau$ ,  $x'$  — относительная временная и осевая координаты;  $G'$ ,  $m'_0$  — отношение модулей сдвига и плотностей грунта основания и материала трубопровода;  $H'$  — относительная толщина динамически активного слоя грунта.

Представляя заданную нагрузку и реакцию со стороны основания в виде рядов Фурье по осевой координате, ищем решение задачи в виде указанных рядов

$$u'(x', \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} u_n(\tau) \cos \frac{n\pi}{\delta} x'; \quad w'(x', \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} w_n(\tau) \sin \frac{n\pi}{\delta} x'; \quad (7)$$

$$p(x', \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} p_n(\tau) \sin \frac{n\pi}{\delta} x'; \quad q_c(x', \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} q_{c,n}(\tau) \sin \frac{n\pi}{\delta} x'.$$

Предполагая, что элемент основания, прилегающий к поверхности оболочки, деформируется вместе с ней, и учитывая, что функция поперечного распределения перемещений  $\psi(r)$  подбирается в зависимости от граничных условий задачи и от приложенной к оболочке нагрузки, примем, следуя [6], для случая  $m_0 = \text{const}$ ,  $E_0 = \text{const}$  закон изменения

$$\psi(r) = \cos \frac{\pi}{2H} (r - R). \quad (8)$$

Подставляя (8) в (3), а затем переписывая (2) с учетом представлений (7), находим зависимость между гармониками реакции основания и перемещения оболочки

$$q_{c,n} = \left[ \frac{1}{2} G_0 H' \alpha \frac{n^2 \pi^2}{\delta^2} + \frac{G_0 \pi^2 \alpha}{4H' (1-\nu_0)} \right] w_n + \frac{1}{2} m_0' H' \alpha G \frac{d^2 w_n}{d\tau^2}. \quad (9)$$

Преобразуя (1) с учетом (7) и (9), получаем для определения коэффициентов Фурье систему обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{d^2 u_n}{d\tau^2} = \frac{-2n^2 \pi^2}{\delta^2 (1-\nu)} u_n + \frac{2\nu n \pi}{\delta (1-\nu)} w_n; \quad (10)$$

$$\frac{d^2 w_n}{d\tau^2} = \frac{2\nu n \pi}{\delta (1-\nu) \epsilon} u_n - \frac{2}{(1-\nu) \epsilon} \varphi(n) w_n - \frac{1}{G \alpha^2 \epsilon} p_n;$$

$$\varphi(n) = 1 + \frac{\alpha^2 \pi^4 n^4}{12(1-\nu)\delta^4} - \frac{n^2 \pi^2 G' H' (1-\nu)}{4\alpha \delta^2} - \frac{\pi^2 G' (1-\nu)}{8\alpha H' (1-\nu_0)}; \quad (11)$$

$$\epsilon = 1 - \frac{m_0' H'}{2\alpha}.$$

Уравнения (10) обычным путем приводятся к задаче Коши, которая затем интегрируется с нулевыми начальными условиями на ЭВМ по методу Рунге — Кутты.

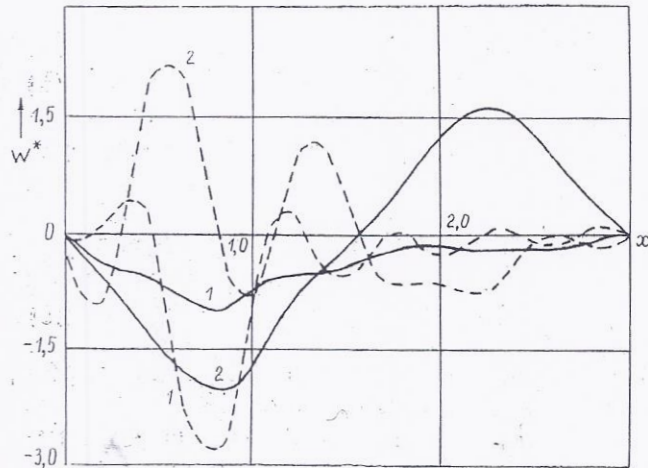


Рис. 1

В результате интегрирования массивы данных  $u_n(\tau)$ ,  $w_n(\tau)$  для необходимых моментов времени запоминаются, что позволяет затем их многократно использовать при подстановке в ряды вида (7) для различных значений  $x'$  и строить картины распределения перемещений и напряжений в трубопроводе по его длине в данный момент времени.

Предложенный ал-

горитм позволяет проводить расчеты для любого закона изменения радиальной нагрузки во времени и произвольного места ее приложения. При этом будет лишь изменяться вид функций  $p_n(\tau)$  в уравнениях (10).

В качестве примера численные результаты получены для сосредоточенной постоянной во времени радиальной нагрузки, приложенной на одной четверти длины оболочки от левого торца. Имеем

$$p = p_0 \delta(x-a), \quad (12)$$

где  $\delta(x)$  — дельта-функция Дирака.

В этом случае  $p_n$  имеет вид

$$p_n = \frac{2p_0}{L} \sin \frac{n\pi}{L} a. \quad (13)$$

Расчеты проведены при таких значениях безразмерных параметров:  $\kappa = 0,004$ ;  $\delta = 3$ ;  $\nu = \nu_0 = 0,3$ ;  $a' = \frac{a}{L} = \frac{\delta}{4} = 0,75$ ;  $G' = 10,0$ ;  $H' = 3,0$ ;  $m_0' = 1,0$ . Результаты выдавались для различных моментов времени. Сходимость рядов Фурье и точность решения задачи Коши для каждой гармоники контролировались численными экспериментами. Число членов ряда выбиралось на ЭВМ автоматически по достижению заданной относительной погрешности.

На рис. 1 показано распределение по длине трубопровода безразмерных прогибов ( $w^* = w \cdot \frac{G\kappa}{p_0}$ ) для различных моментов времени, при этом сплошные линии отвечают оболочке в грунте, а пунктирные соответствуют уменьшенным в 100 раз прогибам той же оболочки в вакууме. Для кривых 1 —  $\tau = 3$ ; 2 —  $\tau = 12$ . Из рисунка видно, что наличие грунта меняет характер изменения прогибов, делая его более плавным.

Изменение перерезывающей силы ( $Q^* = Q \cdot \frac{p_0}{h}$ ) по длине оболочки в грунте для различных моментов времени приведено на рис. 2. При этом для кривой 1 —  $\tau = 3$ ; 2 —  $\tau = 6$ ; 3 —  $\tau = 12$ .

Предложенный алгоритм позволяет производить расчеты на динамическую прочность различного рода подземных сооружений, исследовать переходные процессы и определять места возникновения максимальных напряжений и моменты времени, когда эти максимумы появляются.

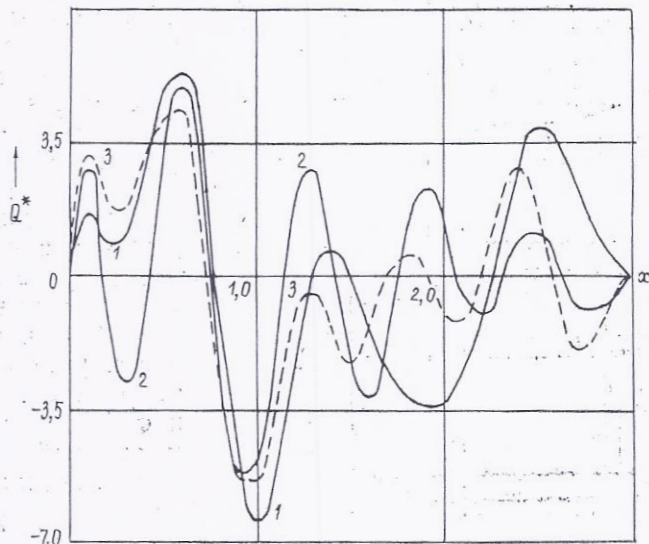


Рис. 2

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yogananda G. V. Shastri Balakrishna Symmetric Solution for a cylindrical shell enclosed in an elastic medium under a band of pressure.— J. Inst. Eng. (India) Mech. Eng. Div., 1969, vol. 50, N 3, part. 2.— p. 88—95.
2. Пожухов В. И. Скручивание оболочки с амортизирующим слоем в упругой среде // Изв. вузов. Строительство и архитектура.— 1990.— № 3.— С. 27—30.

3. Горшков А. Г., Пожуйев В. И. Стационарные задачи динамики для пластин и оболочек, взаимодействующих с инерционными средами//Итоги науки и техники. Механика деформируемого твердого тела.—1989.—Вып. 20.—С. 3—83.
4. Пожуйев В. И. Нестационарная задача для цилиндрической оболочки в упругой среде//Сопротивление материалов и теория сооружений.—1983.—Вып. 43.—С. 95—98.
5. Власов В. З., Леонтьев Н. Н. Балки, плиты и оболочки на упругом основании.—М.: Физматгиз, 1960.—492 с.
6. Львовский В. М. К определению приведенной массы и упругих характеристик однослойных и многослойных оснований с постоянными и переменными модулями упругости//Изв. вузов. Строительство и архитектура.—1971.—№ 3.—С. 38—46.

Получено 06.06.90

УДК 624.15.001.57 : 624.042.5

Г. П. ТАРИКОВ, А. В. МОВШОВИЧ, кандидаты техн. наук, доценты (Гомельский политехнический институт)

### РЕШЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕРМОУПРУГОСТИ ДЛЯ СЛУЧАЯ ВНЕЦЕНТРЕННО НАГРУЖЕННОГО ФУНДАМЕНТА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Исследование влияния температуры на характер распределения реактивного давления под внецентренно нагруженным фундаментом, находящимся на упругом основании, представляет известный интерес.

Фундамент с плоской подошвой, квадратной формы в плане, вдавливается в упругое основание под действием внецентренно приложенной силы  $P$  (рис. 1). Полагаем, что фундамент нагревается до некоторой температуры  $T(x)$ , а термический контакт является идеальным. Примем фундамент за абсолютно жесткий (штамп), а схему основания в виде линейно-деформируемого полупространства [1]. Считаем, что эксцентриситет  $e$  таков, что отрыва фундамента от упругого основания не происходит. Условие при котором выполняется это допущение, достаточно подробно рассмотрено в работе [2].

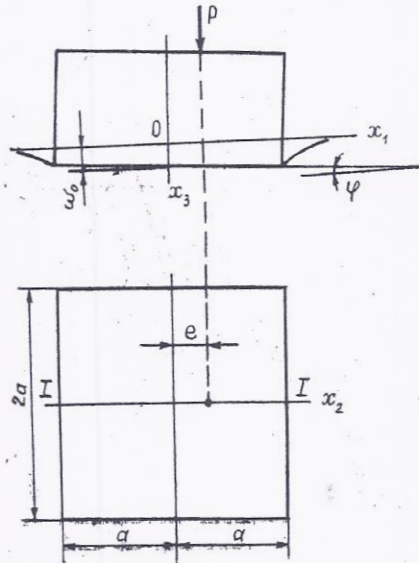


Рис. 1

Обозначим вертикальное перемещение и угол поворота штампа относительно оси  $x_2$  соответственно через  $w_0$  и  $\varphi$ . Тогда, для определения перемещения любой точки основания штампа можно воспользоваться выражением

$$w(x) = w_0 \pm c \operatorname{tg} \varphi,$$

где  $c$  — расстояние от оси  $x_2$  до рассматриваемой точки.

Принимаем следующие механические и температурные граничные условия:

$$\sigma_{13}(x, 0) = \sigma_{23}(x, 0) = 0, \quad 0 \leq x_1 < \infty; \quad u_3(x, 0) = w(x), \quad x \in \Sigma;$$

$$\sigma_{33}(x, 0) = 0, \quad x \notin \Sigma; \quad x = (x_1, x_2), \quad |x| = (x_1^2 + x_2^2)^{1/2};$$

$\Sigma$  — область контакта;

$$T(x, 0) = t = \operatorname{const}, \quad x \in \Sigma; \quad T(x, 0) = 0, \quad x \notin \Sigma.$$

**Article 1 :** La déformation non stationnaire d'une conduite souterraine de longueur finie soumise à l'action d'une pression radiale uniformément répartie sur le pourtour de la section.

Les constructions du genre de coque cylindrique noyée dans un milieu élastique sont très utilisées dans le génie civil et industriel. C'est par exemple à ce type de schéma de calcul qu'on ramène les problèmes liés aux blindages des tunnels, les galeries minières maîtresses, les conduites diverses et autres ouvrages souterrains. Mais jusqu'à tout récemment, ces problèmes avaient toujours été vus sous l'angle d'un régime de vibrations stationnaires.

Dans le présent article, nous avons étudié les vibrations turbulentes d'une conduite souterraine de longueur finie soumise à l'action brusque d'une pression radiale fixe intérieure, uniformément répartie sur le pourtour de la section.

Les équations caractéristiques de la conduite sont obtenues à partir des équations de la théorie des coques basées sur les hypothèses de Kirchhoff – Love.

Le massif de fondation qui a été considéré monocouche et uniforme sur toute son épaisseur a été décrit par le modèle bi paramétrique de Vlassov –Pasternak suivant la modification proposée par V. M. Lvovski.

Aux deux extrémités de la conduite on a considéré des appuis rotulés.

Les conditions aux limites sont prises égales à zéro.

L'algorithme de résolution est basé sur une décomposition de toutes les données et variables du problème en séries de Fourier suivant la coordonnée axiale et sur l'utilisation de la méthode de Runge-Kutta pour l'intégration.

En guise d'exemple, des résultats numériques ont été obtenus pour une charge radiale fixe appliquée au quart de la longueur de la conduite à partir de son bord gauche.

Il a été construit les épures des déflexions adimensionnelles en fonction de la coordonnée axiale de la conduite pour diverses valeurs du temps, lorsque la conduite est considérée noyée dans le massif

de fondation et aussi lorsqu'elle est considérée sous vide. Outre, la différence dans les valeurs numériques, nous avons constaté que la présence du massif de fondation change le caractère des ondulations, les rendant plus étalées.

Le graphique des épures de l'effort tranchant adimensionnel sur la longueur de la conduite pour diverses valeurs du temps montre le caractère très ondulatoire de ces dernières avec de grandes amplitudes aux voisinages de la section chargée.

Le présent algorithme permet de conduire des calculs de résistance dynamique de différents ouvrages souterrains, d'étudier les processus de transition entre régimes de vibrations turbulentes et stationnaires, de définir les sections où apparaissent les contraintes maximales et les temps y correspondants.