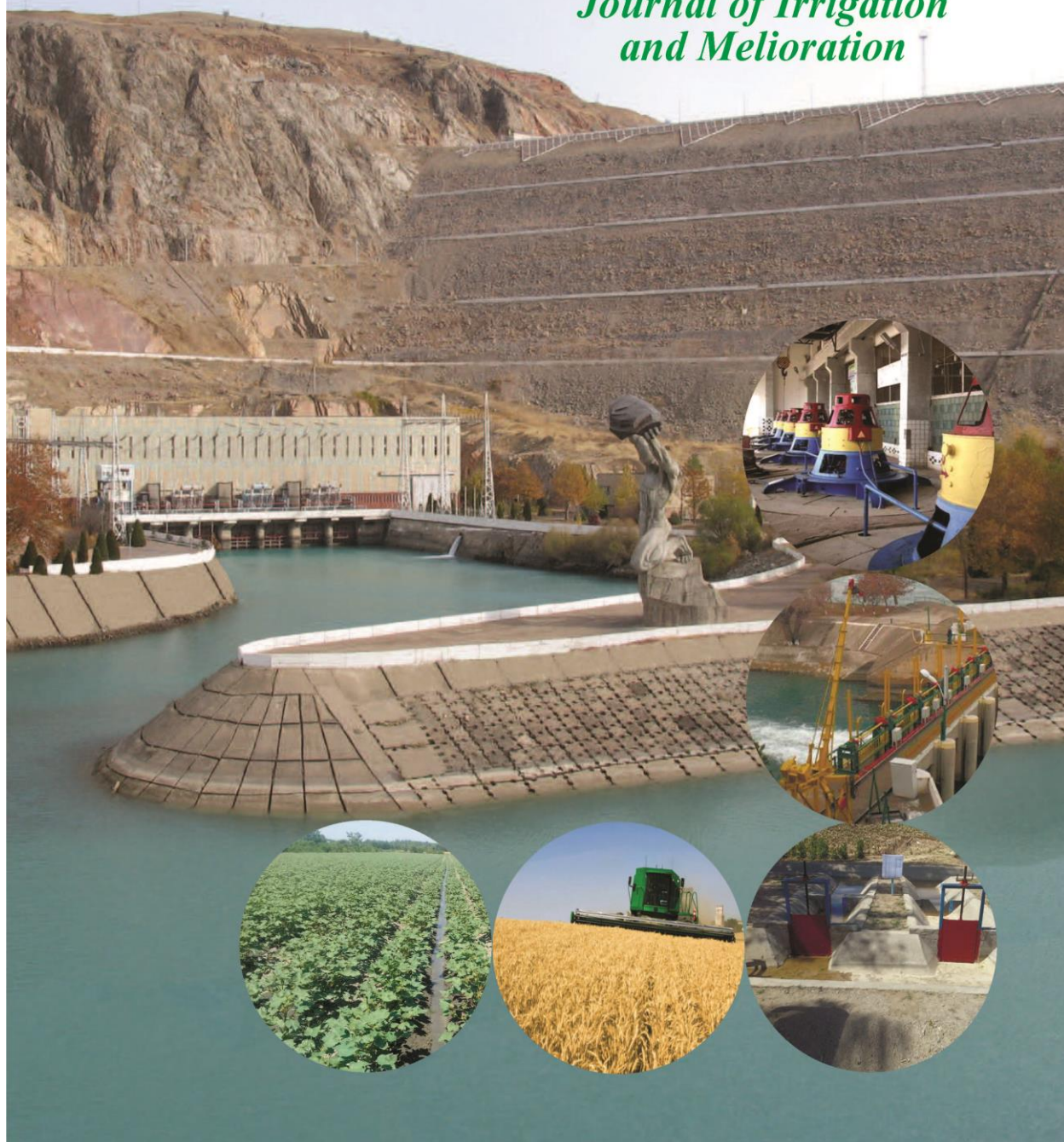


ISSN 2181-8584

IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

Maxsus son. 2020

*Journal of Irrigation
and Melioration*



ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

- Ж.К. Ишчанов, Д.Г. Юлчиев, Е. Шерматов
Экспресс-метод оценки засоленности орошаемых земель.....7
- S. Musayev, E. Atsbeha, I. Musaev
Water, energy and food (WEF) security projections in China.....11

ГИДРОТЕХНИКА ИНШОУТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

- Т.М. Мавланов, Э.С. Тошматов, Д.П. Жураев
Динамический расчет составной оболочки с вязкоупругими связями.....19
- J.Qosimov, Zh.Mukhiddinov, Zh.Agzamov
Mathematical modeling of the process natural gas dry.....22

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШТИРИШ

- Б.П. Шаймарданов, К.А. Шавазов, Б. Усмналиев
Разработка технологии грядкового выращивания хлопчатника с адресным и равномерным увлажнением корневой системы растения.....27
- О.У. Салимов, Ш.Ж. Имомов, М.К.Султонов, Ф.Ф.Пўлатова, Ж.А.Мажитов
Кичик ҳажмдаги биогаз олиш қурилмаларида углерод миқдорининг водородга ва кислотали жараёнларга бўлган нисбат кўрсаткичи.....33
- К.Д. Астанақулов, А.Т. Умиров
Нью-холланд ТС-5060 комбайнининг сояни йиғиштиришдаги иш кўрсаткичлари.....39
- А.Н. Боротов
Барабанли майдалагич қурилмада пояларни қирқиш узунлигини аниқлаш.....43

ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

- R.T. Gazieva, E. Ozodov
PWB board topology for atmega 2560 microcontroller in the implementation of the automatic water purification system for irrigation.....47
- П.И. Каландаров, А.М. Нигматов
Разработка автоматизированной системы мониторинга аналитического комплекса оценки текущего состояния подземных вод.....51
- А.М. Усманов
Перспективы автоматизации и учета воды на внутрихозяйственной оросительной сети.....56
- П.И. Каландаров, А.М. Нигматов
Разработка автоматизированной системы контроля температуры подземных вод.....60

СУВ ХЎЖАЛИГИ ИҚТИСОДИ ВА ЕР РЕСУРСЛАРИДАН ФЙДАЛАНИШ

Ш.А.Мирзаев Ислоний молия тизимининг хусусиятлари ва унинг глобал молиявий инқирозларнинг олдини олишдаги аҳамияти.....	65
А.С. Чертовичкий О модернизации системы землепользованием государственного лесного фонда.....	74
Ш.К. Нарбаев Модернизация пастбищного землепользования.....	79
З.Ж.Маматкулов, Р.Қ. Оймагов Ерни масофадан зондлаш маълумотлари асосида қишлоқ хўжалиги экин турларини хариталаш.....	85
С.Н. Абдурахмонов Геоахборот тизим ва технологиялари асосида аҳоли хариталарини тузиш технологиясини ишлаб чиқиш.....	89
А.Н. Инамов, О.С. Абдисаматов, З.Ж.Маматкулов, А.Ю. Жўраев Ер сифатини баҳолаш ва хариталаштиришда ГАТ технологияларини қўллаш услубияти.....	94

УДК: 539

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СОСТАВНОЙ ОБОЛОЧКИ С ВЯЗКОУПРУГИМИ СВЯЗЯМИ

*Т.М.Мавланов - д.т.н., профессор, Э.С.Тошматов - старший преподаватель, Д.П.Жураев - PhD студент
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства*

Аннотация

В работе для сложных осесимметричных оболочечных конструкций разработан алгоритм решения вязкоупругих динамических задач. Результаты обобщены для призматических оболочечных конструкции. В общем случае эти конструкции представляют собой набор деформируемых элементов с разными реологическими свойствами. Расчеты показывают, что оболочечные конструкции, имеющие неоднородную вязкоупругую структуру, обладают синергическим эффектом, заключающемся в немонотонном поведении определяющего коэффициента демпфирования при изменении некоторых внутренних параметров конструкции.

Ключевые слова: призматическая, динамика, неоднородность, составная оболочка, вязкоупругость, конструкция, связь.

ҚОВУШҚОҚ-ЭЛАСТИКЛИК БОҒЛАНИШЛАРГА ЭГА БЎЛГАН ҚЎШМА ҚОБИҚЛИ КОНСТРУКЦИЯЛАРНИ ДИНАМИК ҲИСОБИ

*Т.М.Мавланов - т.ф.д., профессор, Э.С.Тошматов - катта ўқитувчи, Д.П.Жўраев - PhD таянч докторанти
Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти*

Аннотация

Мақолада мураккаб ўққа нисбатан симметрик бўлган қобиқли конструкцияларни динамикасини ҳисоблаш алгоритми ишлаб чиқилган. Бунда конструкция материалининг қовушқоқ-эластиклик хусусияти ҳисобга олинган. Натижалар призматик қобиқли конструкциялар учун умумлаштирилган. Умумий ҳолда конструкция ҳар хил қовушқоқлик хусусиятга эга бўлган элементлардан ташкил топган деб қаралган. Олинган натижалар шуни кўрастдики, структуравий бир жинсли бўлмаганлигини ва қовушқоқлигини ҳисобга олишлик конструкцияни синергик хоссаларини рўй беришига олиб келди. Бу эса ўз навбатида баъзи параметрларни диссипатив хусусиятларини аниқлашга олиб келади.

Таянч сўзлар: призматик, динамика, биржинсли бўлмаган, қўшма қобиқ, қовушқоқ эластик, иншоот, боғланиш.

DYNAMIC CALCULATION OF A COMPOSITE SHELL WITH VISCOELASTIC BONDINGS

*T.M.Mavlanov - d.s.c., professor, E.S.Toshmatov-senior lecturer, D.P.Juraev- PhD student
Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers*

Abstract

An algorithm for solving viscoelastic dynamic problems has been developed for complex axisymmetric shell structures. The results are summarized for a prismatic shell structure. In general, these structures are a set of deformable elements with different rheological properties. Calculations show that shell structures with an inhomogeneous viscoelastic structure have a synergistic effect, which consists in the non-monotonic behavior of the determining damping coefficient when some internal parameters of the structure change.

Key words: prismatic, dynamics, inhomogeneity, compound shell, viscoelasticity, construction, connection.

В современном машиностроении, гидростроительстве широко применяют оболочечные конструкции, выполненные из полимерных материалов и композитов на их основе. В общем случае эти конструкции представляют собой набор деформируемых элементов с разными реологическими свойствами. Для сложных осесимметричных оболочечных конструкций разработан алгоритм решения упругих динамических задач [1]. Обобщим результаты этой работы на вязкоупругие призматические оболочечные конструкции.

Постановка задачи. Рассмотрим сложную призматическую оболочечную конструкцию, представляющую собой произвольную композицию из цилиндрических оболочек

некругового сечения, выполненных из упругого и вязкоупругого материалов. Оболочечные элементы связаны между собой фиктивными или реальными стрингерами произвольного сечения. На торцах призматической конструкции заданы условия шарнирного опирания (условия Навье). Определим спектр собственных частот и форм колебаний, а также оптимальный внутренний параметр конструкции, при котором ее демпфирующая способность максимальна.

Метод решения. Полученную систему дифференциальных и алгебраических уравнений [1-4], путем разложения всех компонент напряжений и деформаций в ряды Фурье по координате s_2 сводим к системе восьми обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\begin{aligned}
 \dot{y}_1 &= f(\alpha_1, \bar{n}, y) + f_{\omega}(y) + b(\alpha_1, \bar{n}, \tau) \\
 f_1 &= -\Psi(y_1 - T_{22}) - \bar{n}(y_4 - 2k_2H) - k_1y_2, \\
 f_2 &= -\Psi y_2 + \bar{n}(Q_{22} - 2\Psi H) + k_1y_1 + k_2T_{22}, \\
 f_3 &= -\Psi(y_3 - \bar{M}_{22}) + y_2 - 2\bar{n}H, \\
 f_4 &= -2\Psi y_4 + \bar{n}T_{22} + k_2Q_{22}, f_5 = E_{11} - k_1y_6, f_6 = k_1y_5 - y_7, \\
 f_7 &= K_{11}, f_8 = \bar{E}_{12} + \Psi f_8 + \bar{n}y_5; \\
 f_{\omega 1} &= \bar{p}y_5, f_{\omega 2} = \bar{p}y_6, f_{\omega 4} = \bar{p}y_8, f_{\omega 3} = f_{\omega 5} = f_{\omega 6} = f_{\omega 7} = f_{\omega 8} = 0; \\
 b_1 &= -q_1, b_2 = -q_3, b_4 = -q_2, b_3 = b_5 = b_6 = b_7 = b_8 = 0.
 \end{aligned}$$

В силу линейности этих уравнений можно установить однозначную зависимость между краевыми усилиями Q_{ijs} и перемещениями W_{ijs} контура ij s - го оболочечного элемента:

$$Q_{ijs} = [K_{ijs}] W_{ijs} \quad (1)$$

где $[K_{ijs}]$ - матрица жесткости ij s - го оболочечного элемента, примыкающего к i -му и j -му узлу соответственно. Формирование матриц жесткости для каждой оболочки осуществляется ортогональной прогонкой с использованием метода численного интегрирования системы обыкновенных дифференциальных уравнений для оболочечного элемента. При этом предполагается что законы колебаний оболочечного и узлового элементов имеют вид

$$W_p = W_0 p e^{i\omega t}; W_r = W_0 r e^{i\omega t} \quad (2)$$

где $\omega = \omega R + i\omega I$ - комплексное собственное значение (ωR - собственная частота; ωI - коэффициент демпфирования); $W_0 p$ и $W_0 r$ - собственные формы колебаний оболочки и стрингера соответственно.

Перемещения W_{ijs} прямолинейного контура ij s - го оболочечного элемента связаны с перемещениями Δ срединных линий узловых элементов соотношениями

$$W_{ijs} = [\chi_{ijs}] \Delta \quad (3)$$

где χ_{ijs} - матрица связи перемещений узловых элементов с перемещениями контура оболочки.

Подставив (2) в (3), получим зависимость, связывающую краевые усилия на контуре оболочечного элемента с перемещениями узловых элементов, к которым примыкает оболочка:

$$Q_{ijs} = [K_{ijs}][\chi_{ijs}] \Delta \quad (4)$$

Подставив (3) и (4) в уравнения движения узловых элементов оболочечной конструкции и рассмотрев все узлы, получим систему комплексных алгебраических уравнения

$$[P(n, \omega)] \Delta = 0 \quad (5)$$

где n - номер гармоники разложения Фурье.

Приравняв определитель системы (5) нулю, получим частотное уравнение относительно ω . Корни уравнения ищем с помощью метода Мюллера [11]

Численные результаты. В качестве иллюстрации методики оптимизации диссипативных свойств оболочечных систем была рассмотрена многосвязная структурно-неоднородная оболочечная конструкция, схема которой приведена на рис. 1 (размеры в метрах). Элементы оболочки двухслойные, выполнены из упругого ($E_N = 2 \times 10^{11}$ Па; $\nu_N = 8 \cdot 10^{-3}$) и вязкоупругого ($E_{\nu} = 2 \times 10^9$ Па; $\nu_{\nu} = 8 \cdot 10^{-3}$) материалов. Толщина вязкоупругих слоев (выделены утолщенными линиями) всюду одинакова ($h_{\nu} = 0,005$ м). Для описания реологических процессов в вязкоупругом материале выбрано слабосингулярное ядро типа $R(t) = Ae^{-\beta t} \alpha - 1A = 0,01$; $\alpha = 0,1$; $\beta = 0,05$.

Рассмотрим составную конструкцию, представленной на рис. 1.

В качестве варьируемых параметров в методике опти-

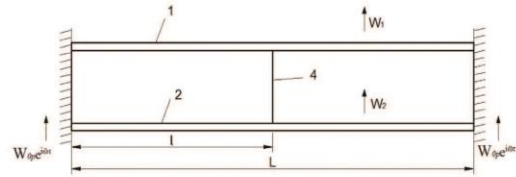


Рис.1. Составная оболочка с вязкоупругой связью

мизации диссипативных свойств конструкции выбирают один из геометрических размеров, механические свойства какого-либо элемента или всей конструкции, параметры ядер релаксации и т. п. Расчеты показывают, что оболочечные конструкции, имеющие неоднородную вязкоупругую структуру, обладают синергическим эффектом, заключающемся в немонотонном поведении определяющего коэффициента демпфирования при изменении некоторых внутренних параметров конструкции. В отличие от однородных в структурно-неоднородных конструкциях поглощение энергии существенно зависит от взаимодействия форм колебания с близкими частотами, причем соответствующие частоты в области максимального коэффициента демпфирования имеют тенденцию к сближению. В качестве изменяемого параметра для указанной оболочечной конструкции была выбрана толщина h_{ν} упругих слоев.

В результате расчетов получены зависимости собственных частот и коэффициентов демпфирования от h_{ν} (рис. 2). Наличие структурной неоднородности в механической системе позволило построить зависимость определяющего коэффициента демпфирования ωI^* от h_{ν} , который характеризует диссипативные свойства конструкции. Эта зависимость немонотонная: максимальные диссипативные характеристики оболочечной конструкции проявляются при $h_{\nu} = h_{opt} = 0,0226$ м. Кривые зависимостей соответствующих собственных частот в окрестности точки пересечения зависимостей коэффициентов $\omega I^*(h_{\nu})$ и $\omega I^2(h_{\nu})$ несколько сближаются.

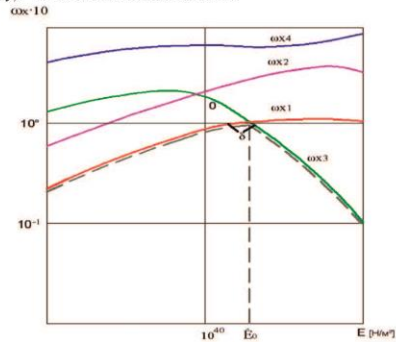


Рис.2. Зависимости реальной и мнимой части собственной частоты в зависимости от h_{ν} .

Выводы. Наличие реологических свойств разнородного материала в механической системе вызывает синергизм диссипативных свойств. Усиливающееся при этом взаимодействие форм движения сопровождается увеличением защитного ресурса конструкции при динамическом нагружении. Немонотонность основных реологических характеристик структурно-неоднородных систем способствует их оптимизационному конструированию.

№	Литература	References
1	Мяченков В.И., Мальцев В. Методы и алгоритмы расчета пространственных конструкций на ЭВМ. – Машиностроение, 1984. – 278 с.	Myachenkov V.I. and Maltsev V. <i>Metody i algoritmy rascheta prostranstvennykh konstruksiy na EVM</i> [Methods and algorithms for calculating spatial structures on a computer]. Mechanical engineering, 1984, 278 p. (in Russian)
2	Ильюшин А.А., Победря Б. Основы математической теории термовязкоупругости. – Москва: наука, 1970. – 280 с.	Ilyushin A.A. and Pobedrya B. <i>Osnovy matematicheskoy teorii termov'yazko-uprugosti</i> [Fundamentals of the mathematical theory of thermoviscoelasticity] Moscow: Naukap.1970. p. 280. (in Russian)
3	Мавланов Т. Динамика вязкоупругих осесимметричных и призматических конструкций. – Москва: Машиностроение, 1988. вып.28. – С.186-199.	Mavlanov T. <i>Dinamika v'zkouprugikh osesimmetrichnykh i prizmaticheskikh konstruksiy</i> [Dynamics of viscoelastic axisymmetric and prismatic structures] Moscow: Strength calculations Engineering 1988 issue 28. Pp.186-199. (in Russian)
4	Мавланов Т.М., Дремова Н.В., Абдиева Г.Б. Динамическая прочность элементов текстильных машин на действии реальной осциллограммы. – Ташкент, 2013. – 36 с.	Mavlanov T. M., Dremova N. V. and Abdieva G. B. <i>Dinamicheskaya prochnost' elementov tekstilnykh mashin na deystvie realnoy ostsillogrammy</i> [The dynamic strength of textile machines elements on the action of a real oscillogram] Tashkent, 2013. p. 36. (in Russian)
5	Мальцев Л.Е. Замена точного уравнения динамической задачи вязкоупругости «приближенным» // Ж.: «Механика полимеров», 1977. №3, – С.408-416.	Maltsev L.E. <i>Zamena tochnogo uravneniya dinamicheskoy zadachi v'zkouprugosti «priblizhennym»</i> , «Mekhanika polimerov», [Replacing the exact equation of the dynamic problem of viscoelasticity with "approximate" one Mechanics of Polymers] 1977 No3 Pp. 408-416. (in Russian)
6	Т.Мавланов, Э.Тошматов, Ж.Ярашов «ASVOO1Z» Собственные колебания вязкоупругих осесимметричных оболочечных конструкций № DGU 03349.	T. Mavlanov, E. Toshmatov, J. Yarashov «ASVOO1Z» <i>Sobstvennyye kolebaniya v'zkouprugikh osesimmetrichnykh obolocheknykh konstruksiy</i> ["ASVOO1Z" Natural vibrations of viscoelastic axisymmetric shell structures] NoDGU 03349. (in Russian)
7	Биргер И.А. Прочность, устойчивость, колебания Справочник, т.3, Москва, 1968. 438 с.	Birger I. A. <i>Prochnost', ustoychivost', kolebaniya</i> [Strength stability vibrations] Reference vol 3 Moscow: 1968. 438 p. (in Russian)
8	Arnold R.N., Warburton G.B. Flexural vibrations of the walls of thin cylindrical shells having freely supported ends., Proc. Roy.Soc., vol 197A, n.1049, 1949.	Arnold R.N., Warburton G.B. Flexural vibrations of the walls of thin cylindrical shells having freely supported ends., Proc. Roy.Soc., vol 197A, n.1049, 1949.
9	Weingarten V.I. Free vibration of thin cylindrical shells., AIAA Journal, vol 2, n 4, 1964.	Weingarten V.I. Free vibration of thin cylindrical shells., AIAA Journal, vol 2, n 4, 1964.
10	Поверус Л.Ю., Рялит Р.К. Малые не осесимметричные собственные колебания упругих тонких конических и цилиндрических оболочек. Тр. Таллинского политехнического института, серия А, №147, 1958.	Poverus L. Yu. and Ryalit R. K. <i>Malye ne osesimmetrichnyye sobstvennyye kolebaniya uprugikh tonkikh konicheskikh i silindricheskikh obolochek</i> [Small non-axisymmetric natural vibrations of elastic thin conical and cylindrical shells] Tr. Tallinn Polytechnic Institute series A No 147. 1958. (in Russian)
11	Мальцев А.А., Мальцев В.П., Мяченков В.И. Динамика осесимметричных оболочечных конструкций. Механика деформируемых систем. ГГУ, 1979, С.150-158.	Maltsev A.A., Maltsev V.P. and Myachenkov V.I. <i>Dinamika osesimmetrichnykh obolocheknykh konstruksiy</i> [Dynamics of axisymmetric shell structures] Mechanics of deformable systems GSU. 1979. Pp. 150-158
12	Mirsaidov, M.M. An account of the foundation in assessment of earth structure dynamics. E3S Web of Conferences. 2019. 97, 04015	Mirsaidov, M.M. An account of the foundation in assessment of earth structure dynamics. E3S Web of Conferences. 2019. 97, 04015
13	Mirsaidov, M.M., Abdikarimov, R.A., Vatin, N.I., Khodzhaev, D.A., Normuminov, B.A. Nonlinear parametric oscillations of viscoelastic plate of variable thickness. Magazine of Civil. Engineering. 2018. 82(6), Pp. 112-126.	Mirsaidov, M.M., Abdikarimov, R.A., Vatin, N.I., Khodzhaev, D.A., Normuminov, B.A. Nonlinear parametric oscillations of viscoelastic plate of variable thickness. Magazine of Civil. Engineering. 2018. 82(6), Pp. 112-126.
14	Ш.Худойназаров, Б.Юлдошов, Э.Тошматов, Б.Уринов, Ж.Ярашов. Исследования установившихся колебаний грунтовых сооружений. Журнал "Irrigatsiya va Melioratsiya". – 2018. – №3. – С. 24-30	Khudainazarov Sh., Yuldoshov B., Toshmatov E., Urinov B. and Yarashov J. <i>Issledovaniya ustanovivshixsya kolebaniy gruntovykh sooruzheniy</i> [Studies of steady-state oscillations of soil structures] Journal "Irrigatsiya va Melioratsiya" No3 2018. Pp. 24-30. (in Russian)
15	Mirsaidov, M.M., Sultanov, T.Z. Use of linear heredity theory of viscoelasticity for dynamic analysis of earthen structures. Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2013. 49(6), Pp. 250-256.	Mirsaidov, M.M., Sultanov, T.Z. Use of linear heredity theory of viscoelasticity for dynamic analysis of earthen structures. Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2013. 49(6), Pp. 250-256.
16	Koltunov M.A., Mirsaidov M and Troyanovsky I.E. Transient vibrations of axisymmetric viscoelastic shells Polymer Mechanics 1978. 14(2) Pp. 233-238	Koltunov M.A., Mirsaidov M and Troyanovsky I.E. Transient vibrations of axisymmetric viscoelastic shells Polymer Mechanics 1978 14(2) Pp. 233-238
17	Mirsaidov M. Troyanovsky I. E. Forced axisymmetric oscillations of a viscoelastic cylindrical shell Polymer Mechanics 11(6) Pp. 953-955	Mirsaidov M. and Troyanovsky I. E. 1975 Forced axisymmetric oscillations of a viscoelastic cylindrical shell Polymer Mechanics 11(6) Pp. 953-955
18	Т. Султанов, Ж. Ярашов Т. Мавланов Оценка состояния оболочечных элементов гидротехнических сооружений их защита от различных динамических воздействий "Агро илм" журналы. – Ташкент, 2018. Махсус сони. – Б.39-40.	Sultanov T., Yarashov Zh. and Mavlanov T. <i>Otsenka sostoyaniya obolocheknykh elementov gidrotekhnicheskikh sooruzheniy ikh zahita otrazlichnykh dinamicheskikh vozdeystviy</i> [Assessment of the state of shell elements of hydraulic structures and their protection from various dynamic influences] Tashkent, 2018. Pp. 39-40. (in Russian)
19	Mirsaidov M. and Mekhmonov Ya. 1987 Non-axisymmetric vibrations of axisymmetric structures with associated masses and hollows (protrusions). Strength of Materials. March Vol.19, Iss. 3, Pp. 424-430 DOI: 10.1007/BF01524147	Mirsaidov M. and Mekhmonov Ya. 1987 Non-axisymmetric vibrations of axisymmetric structures with associated masses and hollows (protrusions). Strength of Materials. March Vol.19, Iss. 3, Pp. 424-430 DOI: 10.1007/BF01524147
20	Sultanov T., Yuldoshev B., Toshmatov E., Yarashov J., Ergashov R., Mirsaidov M. Strength assessment feartdams. MATEC Web Conferences 265, 04015 (2019), GCCETS 2018.	Sultanov T., Yuldoshev B., Toshmatov E., Yarashov J., Ergashov R., Mirsaidov M. Strength assessment feartdams. MATEC Web Conferences 265, 04015 (2019), GCCETS 2018.