



Leibniz-Zentrum für
Agrarlandschaftsforschung
(ZALF) e.V.



INTI
International
University & Colleges

**HERIOT
WATT**
UNIVERSITY
UK | DUBAI | MALAYSIA

**BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI (BUXORO TABIIY
RESURSLARNI BOSHQARISH INSTITUTI) (O‘ZBEKISTON),**

**BIRLASHGAN MILLATLAR TASHKILOTINING
“QISHLOQ XO‘JALIGI VA OZIQ OVQAT” TASHKILOTI (FAO),**

GUMBOLT NOMIDAGI BERLIN UNIVERSITETI (GERMANIYA),

PRESOV UNIVERSITETI (SLOVAKIYA),

VALENSIYA POLITEXNIKA UNIVERSITETI (ISPANIYA),

**ZALF AGROTEXNOLOGIYALAR ILMIY TADQIQOT MARKAZI
(GERMANIYA),**

INTI XALQARO UNIVERSITETI (MALAYZIYA),

HERRIOT WATT UNIVERSITETI (MALAYZIYA)

**“YASHIL ENERGETIKA VA UNING QISHLOQ VA SUV XO‘JALIGIDAGI
O‘RNI” MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY VA ILMIY-TEXNIKAVIY
ANJUMANI**

MATERIALLAR TO‘PLAMI

29-30-aprel, 2025-yil

ISSN: 978-9910-10-082-6
UO‘K 556.182:551.5(08)
BBK 26.222+26.236
«DURDONA» Nashriyoti

“Yashil energetika va uning qishloq va suv xo‘jaligidagi o‘rni” mavzusidagi xalqaro ilmiy va ilmiy-texnikaviy anjumani materiallar to‘plami (2025-yil 29-30-aprel) -B.: Buxoro davlat texnika universiteti (Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti), 2025.

TAHRIR HAY’ATI RAISI:
Imomov Shavkat Jaxonovich –“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti rektori, texnika fanlari doktori, professor.
BOSH MUHARRIR:
Jo‘rayev Fazliddin O‘rinovich –“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektori, texnika fanlari doktori, professor.
MUHARRIR:
Axmedov Sharifboy Ro‘ziyevich –“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti “GTI va NS” kafedrası mudiri, texnika fanlari nomzodi, professor v.b.
TAHRIRIYAT HAY’ATI A’ZOLARI:
Ibragimov Ilhom Ahrorovich -texnika fanlari doktori, dotsent
Jo‘rayev Umid Anvarovich -qishloq xo‘jaligi fanlari doktori, professor.
Rajabov Yarash Jabborovich -texnika fanlari falsafa doktori, dotsent.
Laamarti Yuliya Aleksandrovna - sotsiologiya fanlari nomzodi, dotsent
Marasulov Abdirahim Mustafoevich - texnika fanlari doktori, professor.
Teshayev Muxsin Xudoyberdiyevich -fizika-matematika fanlari doktori, professor
Boltayev Zafar Ixtiyorovich - fizika-matematika fanlari doktori, professor
To‘xtayeva Habiba Toshevna -geografiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), v.b., professor.
Safarov Tolib Tojiyevich -tarix fanlari nomzodi, dotsent.
Boltayev San‘at Axmedovich -texnika fanlari nomzodi, dotsent.
Jamolov Farxod Norkulovich - texnika fanlari falsafa doktori, dotsent.
Barnayeva Muniraxon Abduraufovna - texnika fanlari falsafa doktori, dotsent.

To‘plamga kiritilgan tezislardagi ma’lumotlarning haqqoniyligi va iqtiboslarning tog‘riligiga mualliflar mas’uldir.

© Buxoro davlat texnika universiteti (Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti).
© Mualliflar
Elektron pochta manzili: buxtimi@mail.ru

НЕСТАЦИОНАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УПРУГОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ С ВЯЗКОЙ СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТЬЮ

Ш. Р. Ахмедов, Ф.Ш. Мусулманов, Д. Б. Салимова, Н. Ибодов
Бухарский государственный технический университет

Аннотация. Исследованию проблемы взаимодействия упругой оболочки с вязкой сжимаемой жидкостью посвящены лишь отдельные публикации. В [1] рассматривается осесимметричная задача, а в [2, 4] исследуется ообщая (не осесимметричная) задача о распространении волн в изотропной оболочке, которая заполнена вязкой сжимаемой жидкостью. В статье [5] получено решение для плоского случая нестационарного взаимодействия цилиндрической оболочки с жидкостью. В настоящей работе рассматривается задача нестационарного взаимодействия упругой цилиндрической оболочки конечной длины с вязкой сжимаемой жидкостью.

При этом применяются общие решения линеаризованных уравнений Стокса-Навье для вязкой сжимаемой жидкости [1-4]. Для описания движения оболочки используется уравнения, построенные с привлечением гипотез Кирхгофа-Лява. Из полученных результатов в качестве предельных следуют результаты для несжимаемой жидкости.

Рассмотрим цилиндрическую оболочку радиусом R , длиной l и толщиной h , Уравнение движения оболочки запишем в виде

$$\begin{aligned} & \frac{h^2}{12} \left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right)^2 u_r + \frac{1}{R^2} u_r + \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_0}{\partial \theta} + \frac{v_1}{R} \frac{\partial u_z}{\partial z} = \\ & = - \frac{1-v_1^2}{Eh} \left(\rho_1 h \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} + q_r|_{r=R} + p_{rr}|_{r=R} \right); \\ & \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} + \left(\frac{1-v_1}{2} \frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) u_0 + \frac{1-v_1}{2R} \frac{\partial^2 u_z}{\partial z \partial \theta} = \\ & = \frac{1-v_1^2}{Eh} \left(\rho_1 h \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} + q_\theta|_{r=R} + p_{r\theta}|_{r=R} \right); \\ & \frac{v_1}{R^2} \frac{\partial u_r}{\partial z} + \frac{1-v_1}{2R} \frac{\partial^2 u_\theta}{\partial z \partial \theta} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \left(\frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{1-v_1}{2R^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) u_z = \\ & = \frac{1-v_1^2}{Eh} \left(\rho_1 h \frac{\partial^2 u_z}{\partial t^2} + q_z|_{r=R} + p_{rz}|_{r=R} \right); \end{aligned}$$

Здесь u_z, u_r, u_θ — компоненты вектора упругих перемещений точек срединной поверхности; E и v_1 — модуль упругости и коэффициент Пуассона; p_z, p_r, p_θ — заданное нестационарное воздействие на абсолютно жесткую поверхность; $p_{rz}, p_{rr}, p_{r\theta}$ — составляющие тензора напряжений вязкой сжимаемой жидкости;

$$\begin{aligned} p_{rr} &= -p + \lambda_1 \left(\frac{\partial v_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial v_z}{\partial z} + \frac{v_r}{r} \right) + 2\mu \frac{\partial v_r}{\partial r}; \\ p_{r\theta} &= \mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial v_r}{\partial \theta} + \frac{\partial v_\theta}{\partial r} - \frac{v_\theta}{r} \right); \quad p_{rz} = \mu \left(\frac{\partial v_z}{\partial r} + \frac{\partial v_r}{\partial z} \right); \end{aligned}$$

v_z, v_r, v_θ, p — параметры поля скоростей, возникшего вследствие упругих

деформаций оболочки; μ — коэффициент вязкости; $\lambda_1 = -\frac{2}{3}\mu$ — второй

коэффициент вязкости.

На поверхности деформируемой оболочки выполняются; кинематические условия

$$v_z = \frac{\partial u_r}{\partial t}, v_r = \frac{\partial u_r}{\partial t}, v_\theta = \frac{\partial u_\theta}{\partial t} \quad (r = R) \quad (3)$$

Кроме того, будем полагать, что концы оболочки имеют шарнирно-подвижное оперение и в начальный момент времени деформации отсутствуют [6].

В работах [1—4] получено общее решение уравнений Стокса-Навье для вязкой сжимаемой жидкости. Согласно [1] получаем

$$\vec{v} = \frac{\partial}{\partial t} \left[\vec{\nabla} \psi + \vec{\nabla} \times \vec{e}_3 \chi_1 + \vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{e}_3 \chi_2) \right];$$

$$p = p_0 \left(\frac{\lambda_1 + 2\mu}{p_0} \Delta - \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial}{\partial t} \psi;$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{p_0}{a_0^2} \left(\frac{\lambda_1 + 2\mu}{p_0} \Delta - \frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial}{\partial t} \psi;$$

Здесь потенциалы ψ, χ_1, χ_2 удовлетворяют уравнениям

$$\left[\left(1 + \frac{\lambda_1 + 2\mu}{p_0} \right) \Delta - \frac{1}{a_0^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] \psi = 0;$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} - \nu \Delta \right) \chi_1 = 0; \quad \left(\frac{\partial}{\partial t} - \nu \Delta \right) \chi_2 = 0.$$

Из (1.4) следуя работам [1—4], получаем представление составляющих вектора скорости через потенциалы

$$v_r = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \psi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \chi_1}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 \chi_2}{\partial r \partial z} \right); v_\theta = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \theta} - \frac{\partial \chi_1}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \chi_2}{\partial \theta \partial z} \right);$$

$$v_z = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} - \frac{\partial^2 \chi_2}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial \chi_2}{\partial r} - \frac{1}{r^2} \frac{\partial \chi_2}{\partial \theta} \right)$$

Для нестационарных задач решение уравнений (7), (8) будем искать в виде

$$\psi = f_1(r, z, t) \cos m\theta; \quad \chi_1 = f_2(r, z, t) \sin m\theta; \quad \chi_2 = f_3(r, z, t) \cos m\theta \quad (9)$$

К уравнениям: (7), (8) применим преобразование Лапласа по времени t и преобразование Фурье по координате z на конечном интервале [8]; Тогда (7) и (8) с учетом соотношений (9) приводятся к следующему уравнению:

$$\frac{d^2 f_i^{FL}}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{df_i^{FL}}{dr} + \left(\eta_i^2 - \frac{m^2}{r^2} \right) f_i^{FL} = 0 \quad (i=1, 2, 3) \quad (10)$$

Здесь

$$\eta_1 = \sqrt{\beta^2 + \frac{3\lambda^2}{3a_0 + \lambda\nu}}; \quad \eta_2 = \eta_3 = \sqrt{\beta^2 + \frac{\lambda}{\nu}};$$

$$f_1^{FL} = \int_0^\infty e^{-\lambda t} \left[\int_0^t f_1(r, z, t) \sin \beta z dz \right] dt;$$

$$f_2^{FL} = \int_0^\infty e^{-\lambda t} \left[\int_0^t f_2(r, z, t) \sin \beta z dz \right] dt;$$

$$f_3^{FL} = \int_0^\infty e^{-\lambda t} \left[\int_0^t f_3(r, z, t) \sin \beta z dz \right] dt;$$

β и λ – параметры преобразования Фурье и Лапласа; индекс FL , обозначает изображение соответствующей величины,

Решение уравнения (1.10) в общем виде представим в форме

$$f_i^{FL} = A_i Z_m(\eta_i r),$$

Где $Z_m(x)$ – цилиндрические функции.

Для потенциалов (9) в области изображения решения (11) приводят к следующим выражениям:

$$\psi^{FL} = [A_1 I_m(\eta_1 r) + B_1 K_m(\eta_1 r)] \cos m\theta; \chi_1^{FL} = [A_3 I_m(\eta_2 r) + B_3 K_m(\eta_2 r)] \sin m\theta;$$

$$\chi_2^{FL} = [A_2 I_m(\eta_3 r) + B_2 K_m(\eta_3 r)] \cos m\theta,$$

Где $I_m(x)$ -модифицированные функции Бесселя; $K_m(x)$ -функции Макдональда.

Найдем решение для осесимметричного случая ($m=0$). Переводя (9) в область изображения и подставляя (12) получаем

$$v_r^{FL} = \lambda [A_1 \eta_1 I_1(\eta_1 r) - B_1 \eta_1 K_1(\eta_1 r) - \beta \eta_2 A_2 I_1(\eta_2 r) + \beta \eta_2 B_2 K_1(\eta_2 r)];$$

$$v_z^{FL} = \lambda [\beta A_1 I_0(\eta_1 r) + \beta B_1 K_0(\eta_1 r) - \beta \eta_2^2 A_2 I_0(\eta_2 r) - \eta_2^2 B_2 K_0(\eta_2 r)];$$

$$p^{FL} = \frac{4}{3} p_0 v \lambda \left(\eta_1^2 - \beta^2 - \frac{3\lambda}{4v} \right) [A_1 I_0(\eta_1 r) + B_1 K_0(\eta_1 r)]$$

Значения (13) позволяют записать нагрузку (2), обусловленную полем скоростей, в форме

$$p_{rz}^{FL} \big|_{r=R} = a_1 A_1 + a_2 B_1 + a_3 A_2 + a_4 B_2; \quad p_{rr}^{FL} \big|_{r=R} = b_1 A_1 + b_2 B_1 + b_3 A_2 + b_4 B_2;$$

Здесь

$$a_1 = 2\eta_1 \beta \mu \lambda I_1(\eta_1 R); a_2 = 2\eta_1 \beta \mu K_1(\eta_1 R);$$

$$a_3 = \eta_2 (\eta_2^2 + \beta^2) \mu \lambda I_1(\eta_2 R); a_4 = -\eta_2 (\eta_2^2 + \beta^2) \mu \lambda K_1(\eta_2 R);$$

$$b_1 = -\lambda \left(\frac{2}{3} \mu \beta^2 + p_0 \lambda \right) I_0(\eta_1 R) + \frac{2\mu \lambda \eta_1}{R} I_1(\eta_1 R);$$

$$b_2 = -\lambda \left(\frac{2}{3} \mu \beta^2 + p_0 \lambda \right) K_0(\eta_1 R) + \frac{2\mu \lambda \eta_1}{R} K_1(\eta_1 R);$$

$$b_3 = 2\mu \lambda \beta \eta_2^2 \left[I_0(\eta_2 R) - \frac{I_1(\eta_2 R)}{\eta_2 R} \right]; b_4 = 2\mu \lambda \beta \eta_2^2 \left[K_0(\eta_2 R) - \frac{K_1(\eta_2 R)}{\eta_2 R} \right].$$

Решение уравнений (1) с учетом (14) принимает вид

$$u_r^{FL} = m_1 A_1 + m_2 B_1 + m_3 A_2 + m_4 B_2 + \Pi_1;$$

$$u_z^{FL} = m_5 A_1 + m_6 B_1 + m_7 A_2 + m_8 B_2 + \Pi_2;$$

Где

$$m_1 = \frac{a_1 c_3 - b_1 c_2}{\Delta_1}; m_2 = \frac{a_2 c_3 - b_2 c_2}{\Delta_1}; m_3 = \frac{a_3 c_3 - b_3 c_2}{\Delta_1}; m_4 = \frac{a_4 c_3 - b_4 c_2}{\Delta_1};$$

$$m_5 = \frac{b_1 c_1 - a_1 c_2}{\Delta_1}; m_6 = \frac{b_2 c_1 - a_2 c_2}{\Delta_1}; m_7 = \frac{b_3 c_1 - a_3 c_2}{\Delta_1}; m_8 = \frac{b_4 c_1 - a_4 c_2}{\Delta_1};$$

$$\Pi_1 = \frac{c_3 h_1 - c_2 h_2}{\Delta_1}; \Pi_2 = \frac{c_1 h_2 - c_2 h_1}{\Delta_1}; h_1 = q_r^{FL} \big|_{r=R}; h_2 = q_z^{FL} \big|_{r=R};$$

$$c_1 = -\left(\frac{Eh\beta^2}{1-v_1^2} + \lambda^2 p_1 h\right); c_2 = \frac{v_1 Eh\beta^2}{R(1-v_1^2)};$$

$$c_3 = -\left[\frac{Eh}{R^2(1-v_1^2)} + \frac{Eh^2\beta^4}{12(1-v_1^2)} + \lambda^2 p_1 h\right]; \Delta_1 = c_1 c_3 - c_2^2.$$

Для определения коэффициентов A_1, A_2, B_1, B_2 используем кинематические условия (3), которые в области изображений имеют вид

$$v_r^{FL} = \lambda u_r^{FL}; v_z^{FL} = \lambda u_z^{FL} \quad r = R \quad (16)$$

а также условия на бесконечности или на оси ($r=0$).

При внешнем взаимодействии оболочки с жидкостью поле скоростей, возникшее вследствие деформаций поверхности, с удалением от поверхности должно. Так как при $r \rightarrow \infty$ $I_0(x)$ и $I_1(x) \rightarrow \infty$, то в решениях (13), (15) необходимо положить $A_1 = A_2 = 0$. Значение коэффициентов B_1 и B_2 определяем из условия (16)

$$B_1 = \frac{1}{\Delta_2}(\Pi_2 k_8 - \Pi_1 k_6); B_2 = \frac{1}{\Delta_2}(\Pi_1 k_5 - \Pi_2 k_7);$$

Где

$$k_5 = -\eta_1 K_1(\eta_1 R) - m_6; k_6 = \beta \eta_2 K_1(\eta_2 R) - m_8;$$

$$k_7 = \beta K_0(\eta_1 R) - m_2; k_8 = -\eta_2^2 K_0(\eta_2 R) - m_4; \Delta_2 = k_5 k_8 - k_6 k_7$$

При внутреннем взаимодействии на оси оболочки ($r = R$) функции $K_0(x), K_1(x) \rightarrow \infty$, поэтому в решениях (13), (15) следует положить

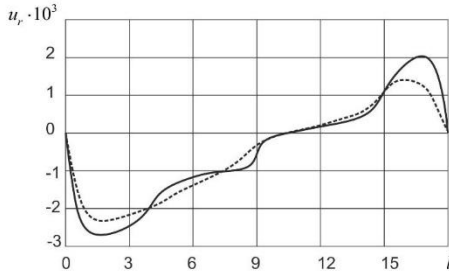


Рис. 1

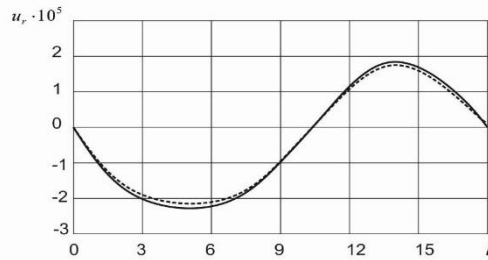


Рис. 2

$B_1 = B_2 = 0$ Значения A_1 и A_2 определяем также из граничного условия

$$A_1 = \frac{1}{\Delta_3}(\Pi_2 k_4 - \Pi_1 k_2); A_2 = \frac{1}{\Delta_3}(\Pi_1 k_1 - \Pi_2 k_3);$$

Здесь

$$k_1 = \eta_1 I_1(\eta_1 R) - m_5; k_2 = -\beta \eta_2 I_1(\eta_2 R) - m_7;$$

$$k_4 = -\eta_2^2 I_0(\eta_2 R) - m_3; \Delta_3 = k_1 k_4 - k_2 k_3.$$

Если рассматривать задачу взаимодействия жидкости, находящуюся между упругими коаксиальными цилиндрами с радиусами R_1 и R_2 ($R_1 > R_2$), то в силу ограниченности расстояния между поверхностями, в решениях (13) и (15) следует сохранить все коэффициенты. При этом необходимо дополнительно удовлетворить эти решения граничному условию на второй оболочке, формально совпадающему с (16). Тогда A_1, A_2, B_1, B_2 будут определены системой

$$A_1 k_{11} + B_1 k_{12} + A_2 k_{13} + B_2 k_{14} = \Pi_{11}; A_1 k_{15} + B_1 k_{16} + A_2 k_{17} + B_2 k_{18} = \Pi_{12};$$

$$A_1 k_{21} + B_1 k_{22} + A_2 k_{23} + B_2 k_{24} = \Pi_{21}; A_1 k_{25} + B_1 k_{26} + A_2 k_{27} + B_2 k_{28} = \Pi_{22};$$

Здесь индекс 1 соответствует оболочке радиусом R_1 а индекс 2-оболочке радиусом R_2

В качестве числового примера исследовались решения внутреннего взаимодействия, когда деформация поверхности вызывалась изменением перепада давления по закону (7)

$$\Delta p_0 = -ap_0 \cos \omega t$$

В этом случае

$$h_1 = 0; h_2 = -\frac{\lambda}{\beta(\lambda^2 + \omega^2)} [p_1 + (-1)^n p_2].$$

Переход от изображения к оригиналу осуществлялся численно с использованием кусочно-полиномиальных функций при таких значениях параметров: $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па; $R = 4.5 \text{ см}; l = 18 \text{ см}; h = 0.25 \text{ см}; \nu = 0.74 \text{ см}^2/\text{с}; p_1 = 3.7 \cdot 10^4 \text{ Па}; p_2 = 2.49 \cdot 10^4 \text{ Па}$

На рис. 1 и 2 показано изменение радиального перемещения оболочки для вязкой сжимаемой жидкости (сплошная линия) и для вязкой несжимаемой жидкости (штриховая линия) соответственно при $t = 0.5$ и $t = 20$. Как видно, с увеличением времени влияние сжимаемости жидкости проявляется меньше.

В заключение отметим, что если в решениях (1.13), (1.15) положить $a_0 \rightarrow \infty$ то получим представление решения для несжимаемой вязкой жидкости, совпадающего с результатами [6].

Литература

1. **I. Safarov, M. Teshayev, Sh. Axmedov, D. Rayimov, F. Homidov**, *Manometric Tubular Springs Oscillatory Processes Modeling with Consideration of its Viscoelastic Properties*, International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO-2021), (01010), <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126401010>
2. **I I Safarov, M Kh Teshayev, Sh R Axmedov, S A Boltayev, Sh N Almuratov**, *Intrinsic oscillations of viscoelastic three-layer truncated conical shell*, Journal of Physics: Conference Series, Volume 2388, IV International Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering 2022 (APITECH-IV 2022) 05/10/2022-08/10/2022 Bukhara, Uzbekistan
3. **S.R. Akhmedov, T.O. Zhuraev, D. Agzamova**, “On resonance damping vibrations of tubular structures”, Bukhoro-1998,
4. **Sh R Akhmedov, X T Tuxtaeva, Z U Amanova, I N Tursunov, Sh H Hakimov, M M Rajabova, M B Bahriddinov, Sh Egamurodov, S Mirzayev**. “Scientific basis of the effect of groundwater sources on annual plant growth current natural conditions”, 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1138 012034. doi:10.1088/1755-1315/1138/1/012034
5. **Ахмедов, Ш. Р.** Модульное исследование влияния термических эффектов источников орошения на продуктивность хлопкового поля. Диссертация на учен. ст. к. т. н. Ташкент, 1991.
6. **Tursunov I. N., Radjabova M. M., Ergashev M. G'**, *Vegetatsiya davrida yer osti suvlaridan qishloq xo'jaligi ekinlar (kungaboqar)ni yetishtirishda bo'ladigan ta'sirni aniqlash*. Journal of new century innovations, <http://newjournal.org/index.php/new/article/view/8749>
7. **Ismoil Safarov, MuhsTeshayev, Sharif Axmedov, Navruzбек Qalandarov, Abdurakhim Marasulov**, “Dynamic stress-stratates viscoelastic half-spaces from the effects of cylindrical inclusion loads”, PROCEEDINGS OF THE II INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES MATERIALS, SYSTEMS AND TECHNOLOGIES: (CAMSTech-II 2021), <https://doi.org/10.1063/5.0092396>
8. **Sh.R.Akhmedov, T.O. Juraev, U.Kh.Umedova**. (2022). *Impact of Seismic Waves on Structures a Deformable Medium*. Texas Journal of Engineering and Technology, 7, 53–56. <https://zienjournals.com/index.php/tjet/article/view/1443>
9. **N.Duskaraev, Sh.R.Akhmedov, T.O.Juraev, U.X.Umedova**. (2022). Dynamic Stresses Near the Working Surface from A Plane Wave. *Eurasian Scientific Herald*, 7, 125–132. <https://geniusjournals.org/index.php/esh/article/view/1082>
10. **Akhmedov, S., Juraev, T., Abrorov, A., Gafurova, N., Mirzaev, J.** (2023). Determination of loads of blast wave on aboveground and underground structures. *E3S Web of Conferences* (Vol. 390). EDP Sciences.