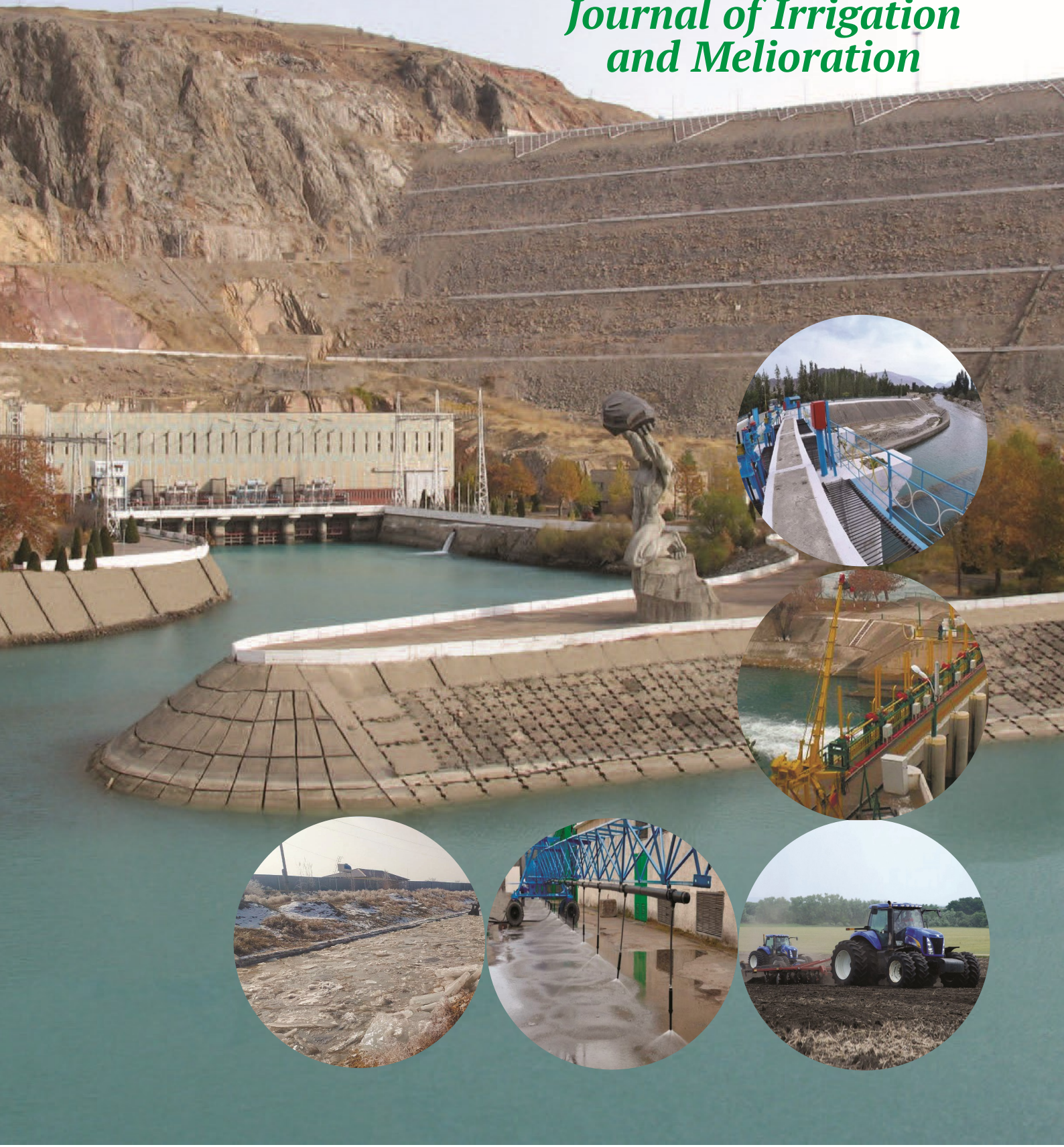


# IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

Maxsus son.2022

*Journal of Irrigation  
and Melioration*





<i>Д.Р.Базаров, Б.Р.Уралов, А.Т.Норкобилов, О.Ф.Вохидов, Д.Б.Арзиева, Д.А.Каландарова</i> <b>Теоретические модели и зависимости для расчета интенсивности гидроабразивного износа рабочих деталей насосов.....</b>	<b>83</b>
<i>А.Абдувалиев</i> <b>Правовые основы гармонизации национальных норм проектирования гидротехнических сооружений с международными нормами.....</b>	<b>87</b>
<i>З.Қ.Шукуров, Б.Ш.Юлдошев</i> <b>Эластик ёпишқоқ суюқликларда Шульман-Хусид моделининг модификациясидан фойдаланиш, бу моделдан Ньютон, Максвел моделларини келтириб чиқариш.....</b>	<b>91</b>
<i>Т.Д.Муслимов, Ф.Р.Юнусова, А.Р.Муратов</i> <b>Гидротехник бетонларнинг туташин зоналаридаги цемент тошининг структураланишига маҳаллий тўлдирувчиларнинг таъсири.....</b>	<b>94</b>
<i>А.А.Янгиев, Д.С.Аджимуратов, О.А.Муратов, Ш.Н.Панжиев, Ш.Н.Азизов</i> <b>Қашқадарё вилояти "Лангар" сел-сув омбори сув келтирувчи ўзанида лойқа-чўкиндиларни бошқариш бўйича чора-тадбирлари.....</b>	<b>100</b>
<i>М.Р.Бакиев, Н.Рахматов</i> <b>Ростловчи иншоотнинг такомиллашган конструкцияси.....</b>	<b>106</b>
<i>В. Khudayarov, F. Turaev, S. K. Shamsitdinov</i> <b>Aerolastic vibrations and stability of viscoelastic plates taking into account the sweep.....</b>	<b>112</b>
<i>Б.Худаяров, Ф.Тураев, С.К.Шамситдинов</i> <b>Колебания вязкоупругой пластины, обтекаемой газовым потоком с одной стороны... </b>	<b>118</b>

## **ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ**

<i>Э.Т.Фармонов</i> <b>Саксовул ва черкез чўл ўсимликлари уруғини экадиган экспериментал экиш машинасининг хўжалик синови.....</b>	<b>122</b>
<i>М.Шоумарова, Т.Абдиллаев, Ш.А.Юсупов</i> <b>Вертикал шпинделли пахта териш машиналарига сервис хизматини кўрсатишни энгиллаштирадиган ўлчов мосламаси.....</b>	<b>129</b>
<i>Д.Алижанов, Я.Жуматов, К.Шовазов, В.Сахаров</i> <b>Регулирование допусков сопряженных деталей механизмов животноводческих ферм при ремонте.....</b>	<b>133</b>
<i>Я.К.Жуматов</i> <b>Винтсимон озуқа майдалагичининг иккиламчи майдалаш дисксимон пичоғининг пояни қирқиш жараёнини таҳлил қилиш.....</b>	<b>136</b>
<i>Д.Алижанов, Н.Э.Саттаров, А.Р.Турдибеков</i> <b>Чорвачиликни ривожлантириш масалалари ва истиқболлари.....</b>	<b>139</b>
<i>Б.Худаяров, У.Кузиев</i> <b>Комбинациялашган агрегат сферик диски билан пушта тупроғини эгатга улоқтирилиши ва ғўзапояларнинг кўмилиши.....</b>	<b>141</b>
<i>D.Norchayev F.Quziyev, I.Khudaev, Sh.Quziyev, F.Yusupov</i> <b>Definition of traction resistance of disk knives of carrot digger.....</b>	<b>149</b>
<i>Худаяров, Т.А.Абдиллаев, Ф.Э.Фармонова</i> <b>Доривор Олов ўт (silybum) ўсимлиги уруғини экиш агрегати.....</b>	<b>152</b>

## **ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ**

<i>Р.Ф.Юнусов, У.И.Иброхимов, Л.Ж.Маннобов, Н.З.Пулатов</i> <b>Қуёш фотоэлектр тизимида ишловчи кичик насос станцияси.....</b>	<b>156</b>
<i>Ш.У.Йўлдошев, Б.Х.Норов, Х.Н.Холматова, Ш.Б.Мирнигматов</i> <b>Рекомендации по организации технического сервиса мелиоративных машин с учетом логистических операций.....</b>	<b>164</b>

УДК: 620.178.4

## ЭЛАСТИК ЁПИШҚОҚ СУЮҚЛИКЛАРДА ШУЛЬМАН-ХУСИД МОДЕЛИНИНГ МОДИФИКАЦИЯСИДАН ФОЙДАЛАНИШ, БУ МОДЕЛДАН НЬУТОН, МАКСВЕЛ МОДЕЛЛАРИНИ КЕЛТИРИБ ЧИҚАРИШ

З.Қ.Шукуров – PhD, доцент, Самарқанд давлат университети Каттақўрғон филиали,  
Б.Ш.Юлдошев – PhD, доцент, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” миллий тадқиқот университети

### Abstract

Non-stationary and pulsating flows of elastic viscous fluids in channels and pipes, solving concrete practical problems by applying their complex rheological models, and developing analytical methods were conducted and positive results were achieved.

In this paper, we investigate the modified Shulman-Khusid model for studying the unsteady behavior of elastic viscous fluids in channels and pipes. And we show that this model is superior to other models, especially Newton's and Maxwell's models, and their generality.

**Key words:** Elastic viscous fluid, channel, pipe, unsteady flow, model, relaxation, spectrum, modification.

Эластик ёпишқоқ суюқликларнинг математик модели асосан суюқлик эластиклигининг ўзгаришини ҳисобга олишга асосланган. Энг умумий ҳолда муҳит ҳолатнинг реологик тенгламалари Коши ва Фингер чекли деформациялари тензор боғланиши билан ифода-ланган кучланишлар тензори кўринишида берилган [14, 15]. Кейин эластик ёпишқоқ суюқликларнинг ҳолатлари чизиқсиз реологик тенгламалари Максвелл модели кўринишида умумлаштирилган [1, 6, 7, 17, 20]. У ерда релаксацион ва интеграл типдаги ҳолатлар чизиқсиз эластик ёпишқоқ реологик тенгламаларнинг математик эквивалентлиги шартлари асосида аниқланади.

Ясси ва ҳалқасимон доиравий кесимли узун каналларда эластик ёпишқоқ суюқлик оқими З.П.Шульман, Б.М.Хусидлар томонидан тадқиқ этилган [17].

Босим градиентининг вақт бўйича ўзгариши натижа-сидаги ёпишқоқ Ньютон суюқликларининг ламинар но-стационар ва стационар оқимлар масалалари [2, 3, 4, 8] тадқиқот ишларида қаралган бўлса, турбулент режимдаги оқимлар [13, 16] ишларда тадқиқ қилинган.

Ньютон суюқлиги ҳаракатини кўпфазоли муҳит сифа-тида қараш, бу соҳадаги назарий тадқиқот ишларининг тажриба натижаларига яқинлаштириш имконини бера-ди, бундай тадқиқотлар [5, 13] ишда мукамал ва амали-ётга тадбиқлари асосида келтирилган.

Аммо ноньютон суюқликлар ҳаракатини ўрганишда кўплаб тадқиқотлар олиб борилганига қарамай, ҳозирги кунда Шульман-Хусид модели ёрдамида масалалар етар-ли даражада тадқиқ қилинмаган ва амалиётга тадбиқ этилмаган.

Жумладан, эластик ёпишқоқ суюқликларнинг оқи-мида, босим градиентининг кескин ўсиши ва кескин ка-майиб нолга тенг бўлишидаги ностационар оқимларида содир бўладиган гидродинамик ўзгаришлар батафсил ўр-ганилмаган [10, 14, 17, 18, 19, 20].

**Масаланинг янгилиги ва унинг ечими.** Маълум-ки, кўпчилик ҳолларда эластик ёпишқоқ суюқлик оқими учун Максвеллнинг бир ўлчовли фазодаги классик моде-ли эластик ёпишқоқ суюқликлар оқими учун қўлланилиб келинган [1, 8, 9]:

$$\tau + \lambda \dot{\tau} = 2\eta D \quad (1)$$

бу ерда  $\tau$  – кучланишлар тензори;  $\tau$  – кучланишлар тензорининг вақт бўйича ҳосиласи;  $n$  – суюқликнинг ди-намик ёпишқоқлик коэффиценти;

$$\lambda = \frac{\eta}{E} \text{ – релаксация коэффиценти; } E \text{ – ёпишқоқ су-}$$

уюқликнинг эластиклик модули;

$$D = \frac{1}{2} \frac{\partial u}{\partial y} \text{ – муҳитнинг силжиш деформацияси тезли-}$$

ги.

Биз Максвелл модели кўринишидаги барча эластик ёпишқоқ суюқликларнинг реологик моделларини топо-логик модель шаклида умумлаштирувчи Шульман-Ху-сиднинг моделида келтирамыз:

$$T = \sum_{k=1}^{\infty} \left( 1 + \frac{\varepsilon}{2} \right)' T_k^{(1)} + \frac{\varepsilon}{2} T_k^{(2)}, \quad T_k^{\nabla(1)} + \frac{g_k}{\lambda_k} T_k^{(1)} = 2p_k D,$$

$$T_k^{\Delta(2)} + \frac{g_k}{\lambda_k} T_k^{(2)} = -2p_k D, \quad \frac{Dp_k}{Dt} + \frac{g_k}{\lambda_k} p_k = \frac{\eta_k}{\lambda_k^2} f_k. \quad (2)$$

Бу ерда юқори конвектив ҳосила ушбу ифода орқали

$$T_k^{\nabla(1)} = \frac{DT_k^{(1)}}{Dt} - T_k^{(1)} \nabla V^T - \nabla V \cdot T_k^{(1)}$$

пастки конвектив ҳосила эса куйидаги ифода орқали аниқланади:

$$T_k^{\Delta(2)} = \frac{DT_k^{(2)}}{Dt} + T_k^{(2)} \nabla V + \nabla V^T \cdot T_k^{(2)}$$

Яуманн ҳосиласи эса ушбу кўринишда берилган:

$$\frac{DA}{Dt} = \frac{\partial A}{\partial t} + V \nabla A + W A - A W$$

бу ерда бўлиб,

$$\nabla V = D + W, \quad D = \frac{1}{2} (\nabla V^T + \nabla V), \quad W = \frac{1}{2} (\nabla V - \nabla V^T)$$

бўлиб,  $\mathbf{D}$  – деформация тезлиги тензори;  $\nabla V$  – деформация тезлиги градиенти;  $\nabla V^T$  – транспонирланган деформация тезлиги градиенти; нолданфаркли иккинчи нормал кучланишлар айирмасини ифодаловчи  $\mathcal{E}$  параметр сифатида киритилган бўлиб, у қуйидаги формула орқали аниқланади  $\frac{\varepsilon}{2} = \frac{\Psi_2}{\Psi_1}$ . Бу ерда

$\Psi_1 = (\sigma_{11} - \sigma_{22})/\gamma^2$ ,  $\Psi_2 = (\sigma_{22} - \sigma_{33})/\gamma^2$  функциялар, мос равишда, биринчи ва иккинчи, иккинчи ва учинчи кучланишлар айирмаси;  $p_k$  – тенгламанинг ўзидан аниқланувчи параметр;  $T_k^{(1)}$ ,  $T_k^{(2)}$  – ҳар бири учун тўққизта

элементдан ташкил топган кучланиш тензорлари;  $T_k^{(1)}$ ,  $T_k^{(2)}$  – ихтиёрий танланган координаталар системасида берилган кучланиш тензорлари бўлиб, улар учун белгиланган ҳосилалар, мос равишда, юқори ва пастки конвектив ҳосилаларни билдиради [18-19].

Юқорида келтирилган (2) умумий кўринишдаги эластик ёпишқоқ суюқликлар моделига жуда кўп полимер суюқликлар ва бошқа эластик ёпишқоқ суюқликлар моделлари киради. Асосан, бу моделларнинг бир-биридан фарқи, эластик ёпишқоқ суюқликлар хусусиятларига қараб (2) тенгламага кирувчи  $f_k(S_D(t'))$  ва  $g_k(S_D(t'))$

функцияларнинг аниқланишидадир. Хусусан, кичик деформацияларда  $f_k = g_k = 1$  бўлиб, бу ҳолда эластик ёпишқоқ суюқликлар модели чизикли кўринишга келади. Сонли ҳисоб юритишда  $\lambda_k$  ва  $\eta_k$  катталиклар, жумладан,

$\lambda_k = \frac{\lambda}{k^\alpha}$ ,  $\eta_k = \frac{\eta}{\xi(\alpha)k^\alpha}$  кўринишида олинади, бу ерда  $\eta$  –

бошланғич ҳолатдаги Ньютон суюқлигининг динамик ёпишқоқлик коэффициенти;  $\lambda$  – релаксация коэффициенти (вақти);  $\alpha$  – релаксация вақти тақсимланиш спектрини характерловчи сон;  $\xi(\alpha)$  – Римanning дзета функцияси, у

кўринишидаги ифода орқали аниқланади.  $\xi(\alpha) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^\alpha}$

Шуни айтиш керакки, юқори конвектив ҳосила, пастки конвектив ҳосила ва Яуманн ҳосиласи ихтиёрий координаталар системасида олинган бўлиб, улар ортогонал Декарт ва цилиндрик координаталар системаларида оддий ҳосилаларга айланади.

Максвелл типидagi моделларда  $f_k = g_k = 1$  ва  $p_k = \frac{\eta_k}{\lambda_k}$

эканлигидан, юқорида келтирилган Шульман-Хусид модели тўлиқ чизикли кўринишга келади. Шундай экан Шульман-Хусид моделини, ушбу кўринишдаги модификацияланган модель шаклига келтирамыз [10, 11]:

Декарт координаталар системаси учун ушбу кўринишда:

$$T = \sum_{k=1}^{\infty} T_k, \quad \lambda_k \frac{\partial T_k}{\partial t} + T_k = 2\eta_k \mathbf{D},$$

$$\mathbf{D} = \frac{1}{2} \frac{\partial u}{\partial y};$$

(3)

цилиндрик координаталар системаси учун эса ушбу кўринишда келтирамыз:

$$T = \sum_{k=1}^{\infty} T_k, \quad \lambda_k \frac{\partial T_k}{\partial t} + T_k = 2\eta_k \mathbf{D},$$

$$\mathbf{D} = \frac{1}{2} \frac{\partial \vartheta_x}{\partial r}.$$

(4)

Бу ерда келтирилган модификацияланган Шульман-Хусид моделидан хусусий ҳолда Ньютон, Максвелл моделлари келиб чиқишини келтирамыз. Релаксация коэффициенти  $\lambda$  нолга интилган ҳолатида хусусий ҳол сифатида Ньютон модели келиб чиқади. Ҳақиқатдан ҳам, (3) ва (4) тенгламаларда  $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \lambda_k = 0$  десак, у ҳолда Декарт

координаталар системаси учун

$$T = \eta \frac{\partial u}{\partial y}$$

(5)

Модификацияланган Шульман-Хусид моделининг хусусий ҳоли сифатида, релаксация вақти спектрини тақсимланишини характерловчи сон  $\alpha$  чексизликка интилганда, Максвелл суюқлиги учун реологик тенглама ҳосил бўлади. Яъни (3) ва (4) тенгламаларда  $\alpha \rightarrow \infty$  бўлганда, Декарт координаталар системасида

$$\tau + \lambda \dot{\tau} = \eta \frac{\partial u}{\partial y}$$

(7)

тенгламани ва цилиндрик координаталар системасида

$$\tau + \lambda \dot{\tau} = \eta \frac{\partial \vartheta_x}{\partial r}$$

(8)

тенгламани ҳосил қиламыз. Бу тенгламалар Максвелл тенгламаларини ифода қилади.

**Масала ечимининг муҳокамаси.** Ньютон моделининг камчилиги суюқликнинг эластиклик хусусиятини эътиборга олмаслигида, афсуски эластиклик хусусиятини ўз ичига олувчи суюқликлар техника ва технологик жараёнларда жуда кўплаб учрайди [20].

Келтирилган Максвелл моделининг Шульман-Хусид моделига нисбатан камчилиги шундаки, бу ерда эластик ёпишқоқ суюқлик бир жинсли суюқликдан иборат деб, фақат битта релаксация вақти (коэффициенти) орқали аниқланади.

Шульман-Хусид моделининг модификациясида эса эластик ёпишқоқ суюқлик бир жинсли эмас деб қаралади ва релаксация вақти (коэффициенти) чексиз кўп яқинлашувчи кетма-кетлик сифатида ифодаланиб, булар ичидаги энг катта релаксация коэффициенти танланади, ундан кейинги релаксация коэффицентлари эса унинг маълум бир қонуниятига бўйсинувчи улуши сифатида аниқланади. Шу боисдан ҳам Шульман-Хусид моделининг модификацияси Максвелл моделининг умумлашмаси сифатида қаралади [17-20].

#### Хулоса

Юқорида таклиф этилган эластик ёпишқоқ суюқлик реологик моделлари асосида эластик ёпишқоқ ва сиқилмайдиган, суюқликнинг ҳаракати ламинар тарзда бўладиган канал ва қувурлардаги ностационар, пульсацияли оқимлар масалалари ечимлари ўрганилади [12].



## Адабиётлар

1. Астарита Дж., Марруччи Дж. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей – М.: Мир, 1978. – 309 с.
2. Валуева Е.П., Пурдин М.С. Гидродинамика и теплообмен пульсирующего ламинарного потока в каналах // Теплоэнергетика 2015, №9. – С. 24-33.
3. Колосов Б.В. О механизме неньютоновского поведения жидкости // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015, №1. <http://ogbus.ru>. – С. 56-61.
4. Матвиенко В.Н., Кирсанов Е.А. Структурное обоснование неньютоновского течения // Вестник Московского государственного университета им. Ломоносова сер.2. Химия, 2017. Т. 58, №2. – С. 105-113.
5. Нигматулин Р.И. Основы механики гетерогенных сред. – М.: Наука, 1978. – 336 с.
6. Трусделл К. Первоначальный курс рациональной механики сплошных сред. – М.: Мир, 1975. – 592 с.
7. Улкинсон У.Л. Неньютоновские жидкости гидромеханика, премешивание и теплообмен Изд. «МИР» Москва 1964. – 216 с.
8. AkilovZh.A., Dzhabbarov M.S. and Khuzhayorov B.Kh. Tangential Shear Stress under the Periodic Flow of a Viscoelastic Fluid in a Cylindrical Tube// SSN 0015-4628, Fluid Dynamics, 2021, Vol. 56, №2. P. 189-199.
9. ChhabraR.P., RichardsonJ.F. Non-Newtonian Flow and applied rheology, (Engineering applications). 2008. P 518.
10. Navruzov K., Sharipova Sh., Kujatov N., Begjanov A. General rheological model of elastic viscosity fluids // Novateur publications Journal NX-A Multidisciplinary peer reviewed Journal ISSN 2581-4230.2020.vol. 6. P.138-142.
11. Navruzov K., Shukurov Z. K., Begjanov A. Sh. Method for determining hydraulic resistance during fluid flow in pipes // Electronic journal of actual problems of modern science, education and training 2019-II Issn 2181-9750. UDC: P. 532-542.
12. Шукуров З. К. Нестационарное течение вязкоупругой жидкости в плоском канале при наличии перепада давления. Publishing House "Education and Science". Praha, Czech Republic 2021. P. 29-31.
13. Shukurov Z.K., Assistant Umarov N. Investigation of the hydraulic resistance of pulsating flows of a viscous fluid in an elastic pipe. Journal of Tianjin University Science and Technology ISSN (Online): 0493-2137 E-Publication: Online Open Access Vol:65 Issue:4: 2022 DOI 10.17608/TDX.IO/HJQB6
14. Shukurov Z. Pulsating flows of a viscous fluid in a flat channel with variable walls // Asian Journal of Research №3, 2019. – pp. 169-174. (№35 CrossRef. Impact factor: 5.1).
15. Шишляниников В.В. Теплообмен неньютоновских жидкостей в круглой трубе // Известия Волг.ГТУ, 2010, №1. – С. 53-56.
16. Shukurov Zoxid Kuchkarovich. General rheological model of Maxwell-type elastic valuable fluids // European Journal of Molecular & Clinical Medicine. ISSN 2515-8260 Volume 07, Issue 05, 2020. – pp. 1716-1721. (01.00.00 (№3. Scopus. №35 CrossRef)).
17. Шульман З.П., Хусид Б.М. Нестационарные процессы конвективного переноса в наследственных средах. – Минск, 1983. – 256 с.
18. Shukurov Zoxid, Sag'dullayev Otabek. Method for determining hydraulic resistance during fluid flow in pipes // Novateur publications international Journal of innovations in Engineering Research and Technology. Volume 8, Issue 12, Dec. -2021.
19. Shukurov Zoxid, Umarov Nurbek, Bozorov Bobur. An impendant method of detecting a reduction in hydraulic resistance in arterial vessels. Middle European Scientific Bulletin, Volume 21 Feb 2022.
20. Шукуров Зоҳид. Шульман-Хусид моделининг модификацияси ва, хусуса Ньютон, Максвел моделлардан авзаллиги. Results of national Scientific Research Volume 1| Issue 6 2022 Sijif- 4.431