

FTAMP 30.17.23

Т. Бижигитов<sup>1</sup> – негізгі автор | ©  
Э. Мадалиева<sup>2</sup>



<sup>1</sup>Физ.-мат. ғылым. канд., профессор, <sup>2</sup>PhD, қауымдас. профессор

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5276-8033> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-4053-8801>



<sup>1,2</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,



Тараз қ., Қазақстан Республикасы



<sup>2</sup>[elmirabegali@mail.ru](mailto:elmirabegali@mail.ru)

<https://doi.org/10.55956/ZAMQ1141>

## СУДАҒЫ САБЫН ЕРІТІНДІСІНІҢ ТҮТҚЫРЛЫҒЫНА ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Мақалада судағы сабын ертіндісінің динамикалық, кинематикалық тұтқырлық коэффициенттеріне қалыпты қысымда температураның әсері зерттелген эксперименталды өлшеу жұмыстарын жүргізу мақсатында классикалық Стокс әдісіне негізделген қорғасын шардың ауырлық күшінің әсерінен құлап, жүріп өткен жолына кеткен уақыт пен зерттеліп отырған үлгінің температурасы автоматтандырылған кондырғының көмегімен өлшенді. Жинастырылған кондырғы (300-360)°К температура аралығында динамикалық тұтқырлық коэффициентінің температураға тәуелділігі белгілі глицеринді зерттеу арқылы сынақтан өткізілді. Эксперименталды өлшеулер және физикадан белгілі заңдылықтар мен формулаларды қолданып, судағы 25% сабын ертіндісінен динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттері алғаш рет көрсетілген температура аралығында зерттелді. Зерттеу барысында өлшенген параметрлердің бір-біріне тәуелділіктері кестелер мен графиктер арқылы өрнектеліп, алынған нәтижелер теориялық тұрғыдан жан-жақты талқыланып, практикалық маңыздылығына назар аударылған.

**Тірек сөздер:** динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттері, жуғыш сұйықтар.

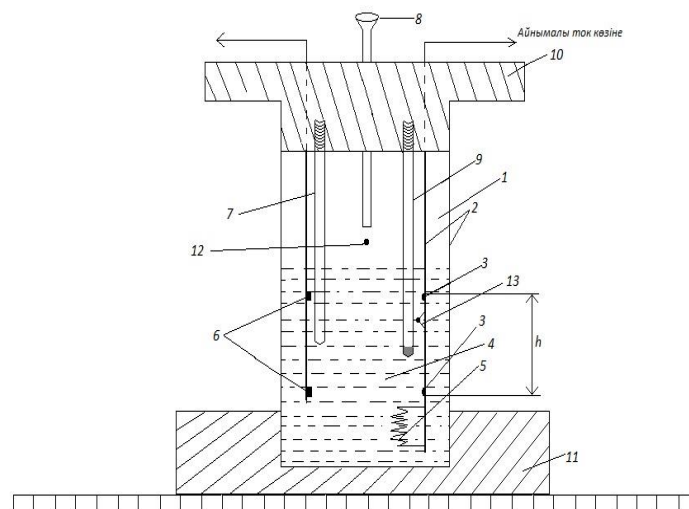


Бижигитов, Т. Судағы сабын ертіндісінің тұтқырлығына температураның әсерін зерттеу [Мәтін] / Т. Бижигитов, Э. Мадалиева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №1(83). – Б.239-245. <https://doi.org/10.55956/ZAMQ1141>

**Кіріспе.** Қазіргі таңда тұрмыста, тұрмыстық техникаларда, өндіріс орындарында, медицинада, технологиялық үдерістерде жуғыш заттарға, температураның, қысымның, магнит, электр өрістері мен басқа да сыртқы параметрлердің әсерін зерттеу ғылымның өзекті мәселелеріне жатады. Өйткені әртүрлі ертінділердің физикалық-химиялық, биологиялық қасиеттеріне сыртқы параметрлердің әсерлерін тәжірибе жүзінде анықтау онда өтетін құбылыстардың механизмдерін ұғынуға үлкен әсерін тигізеді. Әртүрлі әдістермен сұйықтардың тұтқырлықтарына әсер ету арқылы оның ағысының жылдамдығын басқарып, іші мен бетіндегі денелерге әсер ететін күштердің шамаларын жасанды түрде өзгерте аламыз. Демек сұйықтың молекулаларының бір-бірімен әсерлесу күштеріне ықпал етеміз. Эксперименттік зерттеулерден алынған нәтижелерді талдау жалпы жуғыш

сұйықтардың қолдану салаларына байланысты сапаларын жақсартуға мүмкіндік туғызады.

**Зерттеу шарттары мен әдістері.** Тәжірибелік өлшеулер жүргізетін қондырғының құрылысы 1-суретте көрсетілген. Құрылғының жүйесін құрайтын элементтер өндіріс орындарында шығарылып, арнайы дүкендерде сатылатындықтан, оны жинастыру қиындықтар туғызбады. Жинастырылған қондырғы дұрыс өлшеулер жүргізетіндіктен тексеру глициринді зерттеу арқылы іске асырылды. Глицериннің анықтамалардан алынған тығыздығы мен динамикалық тұтқырлық коэффициенттерінің температураға тәуелділігі біздің эксперименттен алған нәтижелермен салыстырылды. Олардың бір-бірінен айырмашылығы шамалы екендігі анықталды.



1 – ауасы сорылып алынған кеңістік; 2 – кварцтан жасалған цилиндр пішінді коауциальды ыдыс; 3 – жарық көздері; 4 – зерттелетін сұйықтық; 5 – қыздырғыш; 6 – фотодиодтар; 7 – ареометр; 8 – қорғасын шарды бағыттайтын құбыршақ; 9 – термометр; 10 – пенопластан жасалған қақпақ; 11 – шынытекстолиттен жасалған жылуоқшаулағыш; 12 – қорғасын шар; 13 – мыс-констант терможұбы.

Сурет 1. Зерттеу жұмысын жүргізетін қондырғының құрылымы

Шардың тұрақты жылдамдықпен жүріп өткен жолына ( $h$ ) кеткен уақыт бір-бірінен  $h$  қашықтықта қарама-қарсы орналасқан екі жарық көзінен және екі фотодиодтан тұратын жүйенің көмегімен іске асырылды. Жүйе цифрлы секундомерге жалғанған. Шар бірінші жарық көзімен фотодиодтың арасынан өткенде фотодиодқа түсетін жарық сәулесі жабылып электронды секундомер іске қосылады. Ал, екіншісінің арасынан өткенде электрондық секундомер тоқ көзінен ажыратылып жолға кеткен уақыт өлшенді. Зерттелетін шарда құлайтын шардың жылдамдығы мына формуламен есептелді [1,2]:

$$v = \frac{h}{t} \quad (1)$$

Зерттелетін үлгінің температурасы термометрдің және айнымалы ток көзінен, температура реттелгіштен, терможұптан (мыс-константан) тұратын жүйенің көмегімен қажетті судағы  $\pm 1^\circ\text{C}$  дәлдікпен өлшенді.

Судағы 25% сабын ерітіндісінің динамикалық тұтқырлық коэффициенті төмендегі формуламен есептелді [2,3]:

$$\eta = \frac{(\rho - \rho^1)gd^2}{18\nu} \quad (2)$$

мұндағы:  $\rho$  – қорғасын шардың тығыздығы;  $\rho^1$  – ертіндінің тығыздығы;  $g = 10 \text{ м/с}^2$  еркін түсу үдеуі;  $\nu$  – шардың жылдамдығы.

Қарастырып отырған температура аралығында шардың тығыздығы өте аз шамаға өзгертіндіктен  $\rho = \text{const}$  деп алдық. Ал  $\rho^1$  судағы сабын ерітіндісінің температураға тәуелділігі ареометрмен өлшенді. Шардың диаметрін ареометрдің көмегімен ( $d = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ) анықтадық. Үлгінің кинематикалық тұтқырлық коэффициентін мына қатынспен есептедік [3-6]:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho^1} \quad (3)$$

мұндағы,  $\rho^1$  – температураға тәуелді зерттеліп отырған үлгінің тығыздығы.

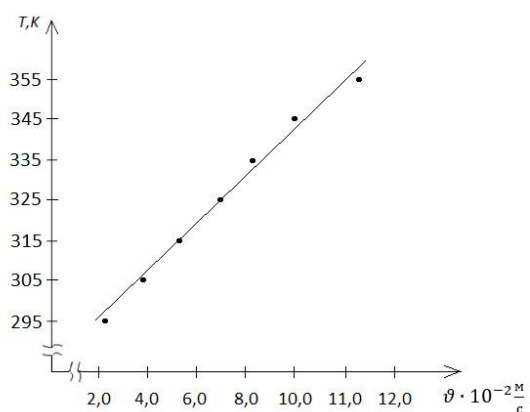
**Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.** 1-кестеде зерттеліп отырған үлгінің  $\eta = \eta(T)$ ,  $\nu = \nu(T)$  тәуелділіктері мен қорғасын шардың жылдамдығының температураға тәуелділігі келтірілген.

Кесте 1

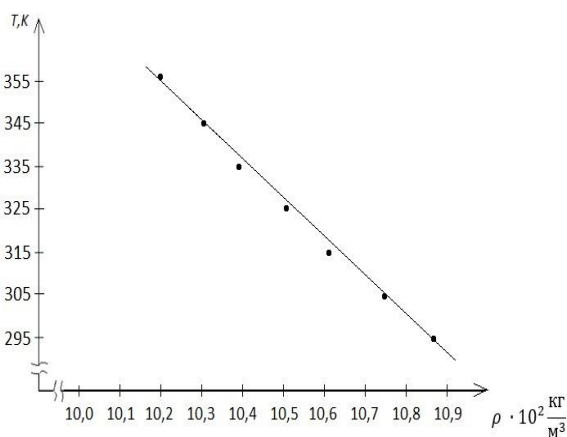
$\eta = \eta(T)$ ,  $\nu = \nu(T)$  тәуелділіктері мен қорғасын шардың жылдамдығының температураға тәуелділігі

T, K	$\rho^1, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\nu, \frac{\text{м}}{\text{с}}$	t, сек	$\eta \times 10^{-3} \frac{\text{Нс}}{\text{м}^2}$	$\nu \times 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$
295	1088	0,022	90,11	2,49	2,28
305	1076	0,038	78,92	2,42	2,24
315	1063	0,054	67,72	2,35	2,21
325	1052	0,070	56,55	2,27	2,15
335	1039	0,085	46,36	2,18	2,09
345	1027	0,102	34,21	2,11	2,05
355	1016	0,118	23,02	2,02	1,98

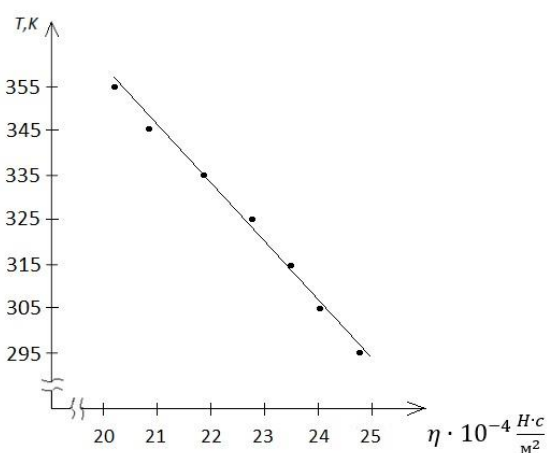
Келтірілген кестеден зерттеліп отырған судағы 25% сабын ерітіндісінің тығыздығы, динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттері температура ұлғайғанда кемитіндігі, ал қорғасын шардың жылдамдығы артатындығы байқалады.



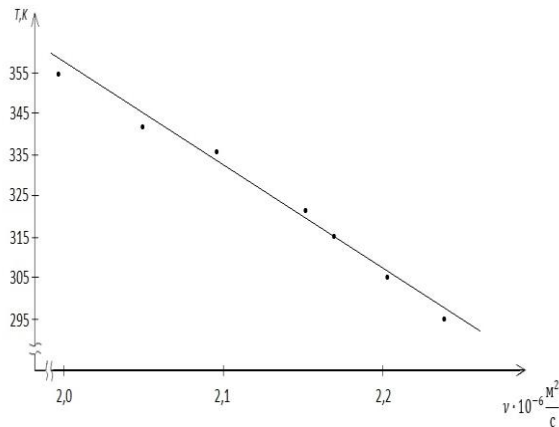
Сурет 2. Зерттелген үлгіде ауырлық күннің әсерінен құлайтын шардың жылдамдығының температураға тәуелділігі



Сурет 3. Судағы 25% сабын ертінідісінің тығыздығының температураға тәуелді графигі



Сурет 4. Судағы 25% сабын ертінідісінің динамикалық тұтқырлық коэффициентінің температураға тәуелді графигі



Сурет 5. Судағы 25% сабын ертінідісінің кинематикалық тұтқырлық коэффициентінің температураға тәуелділік графигі

Тұрғызылған  $\rho^1 = \rho^1(T)$ ,  $v = v(T)$   $\eta = \eta(T)$ ,  $v = v(T)$  графиктерінен тәуелділік сызықты және физика заңдылықтарына бағынатындығы шығады. Алынған нәтижелерден ешқандай аномальді құбылыстар байқалмады.

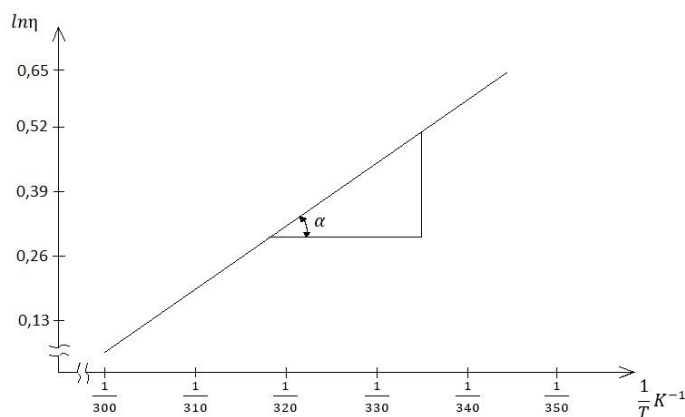
Сұйықтардың динамикалық тұтқырлық коэффициентінің эмпирикалық формуласынан [4-6] молекулалардың активациялық энергиясын анықтай аламыз:

$$\eta = c \exp\left(\frac{E}{RT}\right) \quad (4)$$

Ол үшін теңдікті натурал логарифмдесек, төмендегі өрнек шығады:

$$\ln \eta = const + \frac{E}{RT} = \frac{A}{T} \quad (5)$$

$E = \kappa A = \kappa t g \alpha$ ,  $\ln \eta = f\left(\frac{1}{T}\right)$  функциясы түзу сызықпен сипатталды.  $\alpha$ - бұрышы сызықтың еңкіштік бұрышы.



Сурет 6. Судағы 25% сабын ертінідісінің динамикалық тұтқырлық коэффициентінің натурал логарифмінің температурасының кері шамаға тәуелділік графигі

Графикті пайдаланып активациялық энергияны табамыз.

$$E = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 0,98 = 1,35 \cdot 10^{-20} \text{Мдж} \quad (6)$$

Молекулалардың активациялық энергиясы деп физикада донорлық коспадағы электронға өткізгіштік аймаққа өту үшін жұмсаған энергияны айтса, химияда реакцияның жылдамдығына сипаттама беретін шаманы айтады. Сондықтан активациялық энергияны тәжірибе жүзінде анықтаудың маңыздылығы орасан.

**Қорытынды.** Тәжірибелік зерттеулер жүргізу мақсатында үлгінің температурасы мен қорғасын шардың гравитациялық күштің әсерінен зерттелетін үлгінің тұтқырлық коэффициенттерін өлшеу үшін автоматтандырылған қондырғы жинастырылып сынақтан өткізілді.

$\rho^1 = \rho^1(T)$ ,  $v = v(T)$   $\eta = \eta(T)$ ,  $\nu = \nu(T)$  графиктері тұрғызылып, алынған нәтижелер жан-жақты талқыланды. Молекулалардың активациялық энергиясын графиктік есептеу әдісі көрсетілді.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст]: учебное пособие / Т.И. Трофимова. – М.: Академия. 1987. – 560 с.
2. Кикоин, И.К. Молекулярная физика [Текст]: учебное пособие / И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. – М.: Наука, 1963. – 498 с.
3. Матвеев, А.Н. Молекулярная физика [Текст]: учебник / А.Н. Матвеев. – М.: Высшая школа. 1987. – 359 с.
4. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Текст]: учебник. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин. – М.: «Физматлит», 2006. – 560 с.
5. Бижигитов, Т. Жалпы физика курсы [Мәтін]: оқулық / Т. Бижигитов. – Алматы: Экономика, 2013. – 890 б.
6. Кухлинг, Х. Справочник по физике [Текст] / Х. Кухлинг. – М.: Мир, 1982.

Материал редакцияға 15.01.24 түсті.

Т. Бижигитов<sup>1</sup>, Э. Мадалиева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЯЗКОСТЬ МЫЛЬНОГО РАСТВОРА В ВОДЕ

**Аннотация.** В статье влияние температуры при нормальном давлении на динамические, кинематические коэффициенты вязкости мыльного раствора в воде измеряли с помощью автоматизированной установки. Собранный установка была испытана путем исследования глицерина с известной температурной зависимостью коэффициента динамической вязкости в диапазоне температур 300-360°K. Экспериментальные измерения и коэффициенты динамической и кинематической вязкости из 25% мыльного раствора в воде были впервые исследованы в пределах указанных температурных интервалов с использованием известных из физики закономерностей и формул. В ходе исследования зависимости измеренных параметров друг от друга выражались с помощью таблиц и графиков, а полученные результаты подробно обсуждались с теоретической точки зрения и переводились с практической значимости.

**Ключевые слова:** коэффициенты динамической и кинематической вязкости, моющие жидкости.

T. Bizhigitov<sup>1</sup>, E. Madaliyeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan*

**STUDYING THE EFFECT OF TEMPERATURE  
ON THE VISCOSITY OF SOAP SOLUTION IN WATER**

**Abstract.** In the article, the effect of temperature at normal pressure on the dynamic, kinematic viscosity coefficients of a soap solution in water was measured using an automated installation, the time spent on the path of falling of a lead ball under the influence of gravity based on the classical Stokes method, and the temperature of the sample under study in order to carry out the experimental measurement work studied. The assembled unit was tested by examining glycerol with a known temperature dependence of the dynamic viscosity coefficient in the temperature range 300-360°K. Experimental measurements and coefficients of dynamic and kinematic viscosity from 25% soap solution in water were studied for the first time within the specified temperature ranges using patterns and formulas known from physics. During the study, the dependencies of the measured parameters on each other were expressed using tables and graphs, and the results were discussed in detail from a theoretical point of view and translated from practical significance.

**Keywords:** coefficients of dynamic and kinematic viscosity, detergents.

**References**

1. Trofimova, T.I. Kurs fiziki [Course of physics]. Textbook. – Moscow: Academy, 1987. – 560 p. [in Russian].
2. Kikoin, I.K., Kikoin, A.K. Molekulyarnaya fizika [Molecular physics]. Textbook. – Moscow: Science, 1963. – 498 p. [in Russian].
3. Matveev, A.N. Molekulyarnaya fizika [Molecular physics]. Textbook. – Moscow: Higher School. 1987. – 359 p. [in Russian].
4. Sivukhin, D.V. Obschi kurs fiziki [General course of physics]. Textbook. Volume 2. Termodinamika i molekulyarnaya fizika [Thermodynamics and molecular physics]. – Moscow: Fizmatlit, 2006. – 560 p. [in Russian].
5. Bizhigitov, T. Jalpi fizika kwrsı [Course of general physics]. Textbook. – Almaty: Economics, 2013. – 890 p. [in Kazakh].
6. Kuhling, H. Spravochnik po fizike [Handbook of Physics]. – Moscow: Mir, 1982. [in Russian].