

FTAMP 30.17.23

О. Имамбек | ©



Физ.-мат. ғылым. канд., доцент

ORCID

<https://orcid.org/0000-0001-9207-719>

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,



Алматы қ., Қазақстан Республикасы

[onlas@mail.ru](mailto:onlas@mail.ru)<https://doi.org/10.55956/LWYW3773>

## ҚҰРАМЫНДА ПАРАФИНИ БАР ҚОЗҒАЛТҚЫШ МАЙЫНЫҢ ТҮТҚЫРЛЫҚ ЖӘНЕ АДИАБАТАЛЫҚ СЫҒЫЛҒЫШТЫҚ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІНЕ ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Мақалада әртүрлі мөлшерде қоспалары бар қозғалтқыш майының тұтқырлық және адиабаталық сығылғыштық коэффициенттерінің атмосфералық қысымдағы температураға тәуелділіктері Стокс және акустикалық әдіспен зерттелген. Парафині бар мұнай өнімдері өндіріс орындарында, техникаларда, медицинада жиі қолданылатындықтан, олардың физикалық қасиеттеріне сыртқы параметрлердің әсерін зерттеудің теориялық және практикалық маңызы зор болғандықтан қазіргі таңда өзекті проблемалардың бірі болып табылады. Құрамында 10%, 40% парафині бар қозғалтқыш майы 300-360 К температура аралығында алғаш рет зерттеліп отыр. Эксперименталдық өлшеулер мен теориялық есептеулерден алынған нәтижелер кестелер мен графиктер арқылы өрнектелген.

Зерттелген үлгілердің температурасы реттегіштен, айнымалы тоқ көзінен және мыс-константан термोजұбымен тұратын жүйенің көмегімен автоматты түрде әрбір 10 К температура сайын өлшеніліп отырылды. Ал, үлгідегі қорғасын шардың жылдамдығы оның жүріп өткен жолына кеткен уақытты электрондық секундомермен өлшеп, есептеу арқылы анықталды. Қоспадағы серпімді толқын жылдамдығын импульстік ультрадыбысты жүйені пайдаланып есептелді.

**Тірек сөздер:** динамикалық тұтқырлық, кинематикалық тұтқырлық, адиабаталық сығылғыштық коэффициенттері.



Имамбек, О. Құрамында парафині бар қозғалтқыш майының тұтқырлық және адиабаталық сығылғыштық коэффициенттеріне температураның әсерін зерттеу [Мәтін] / О. Имамбек // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №1(83). – Б.246-253. <https://doi.org/10.55956/LWYW3773>

**Кіріспе.** Құрамында парафині бар мұнай өнімдері практикада жиі пайдаланылатындықтан, олардың физикалық-химиялық қасиеттерін жан-жақты зерттеу қажеттілігі туындайды. Авторлар тәжірибелік өлшеулер жүргізу мақсатында классикалық Стокс әдісіне негізделген зерттелетін үлгілердің тұтқырлық коэффициенттері мен олардағы кума толқынының жылдамдықтарының температураға тәуелділігін анықтайтын қондырғы жинастырды. Парафині бар қозғалтқыш майының тығыздығының

температураға тәуелділігі арнайы ыдыстың ішінде ареометрдің көмегімен өлшенді.

**Зерттеу шарттары мен әдістері.** Динамикалық тұтқырлық коэффициенті белгілі формуланы қолдана отырып есептелді. Қоспада ауырлық күшінің әсерінен құлайтын қорғасын шардың тығыздығы  $\rho_{ш} = 11340 \frac{кг}{м^3}$ , ал зерттелетін үлгінің  $\rho'$  тығыздығы ареометрмен өлшенді. Шардың диаметрі  $d = 2 \cdot 10^{-3} м$  микрометрдің көмегімен анықталып, динамикалық тұтқырлық коэффициенті (1)-(2) формулалармен [1-5] есептелді:

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

Шардың зерттелетін парафині бар қозғалтқыш майындағы жылдамдығы төмендегі қатынаспен анықталды:

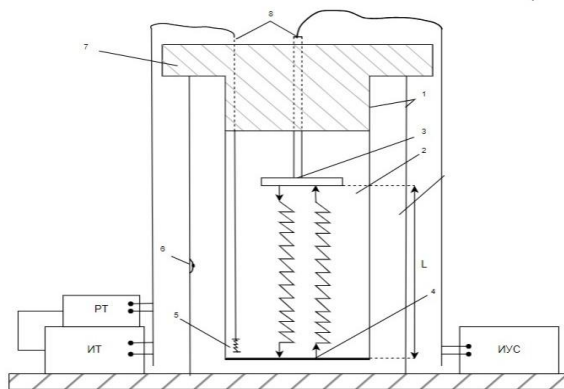
$$\nu = \frac{L}{t} \quad (2)$$

мұндағы:  $L$  – қорғасын шардың жүріп өткен жолы;  $t$  – жолға кеткен уақыт (электронды секундомермен өлшенді).

Құрамында 10% және 20% парафині бар қозғалтқыш майындағы кума толқынның жылдамдығы төмендегі формуламен есептелді [6-7]:

$$\nu = \frac{2L}{r} \quad (3)$$

Қондырғының құрылымы 1-суретте келтірілген.



1 – ішінен ауа сорылған коаксиальды кварцтан жасалған цилиндр ыдыс; 2 – зерттелетін сұйықтық; 3 – резонанстық жиілігі 10 МГц кварцтан жасалған пьезоэлемент; 4 – шағылдырғыш айна; 5 – қыздырғыш; 6 – терможұп; 7 – пенопласттан жасалған қақпақ; 8 – өзекшелер.

Сурет 1. Сұйықтардың тұтқырлық коэффициенттерінің және ондағы кума толқын жылдамдығының қалыпты қысымда температураға тәуелділігін зерттейтін қондырғы құрылымының сызбасы

Кварцтан жасалған резонанстық 10 МГц пьезоэлемент толқын көзінің және қабылдағыштың рөлін атқарды. Толқынның жүріп өткен жолына кеткен

уақыт импульсі ультрадыбыс жүйесіндегі осциллографтың экранындағы жіберілген және шағылып кешігіп келген импульстерді [8] беттестіру арқылы іске асырылды. Зерттелетін үлгінің температурасы оның ішінде орналасқан бір-бірімен байланысқан мыс-константан терможұбынан, температура реттегіштен, айнымалы тоқ көзінен тұратын автоматтандырылған жүйе арқылы әрбір 10 К сайын  $\pm 1$  К дәлдікпен өлшеніп отырылды. Қажетті температура температура реттегіштегі бұранда арқылы қойылды. Егер қажетті температурадан артса, температура реттегіш тоқ көзін өшіреді, ал кемісе – қосады.

**Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.** 1-кестеде құрамында 10% парафині бар қозғалтқыш майының 300-360 К температура аралығындағы ультрадыбыспен өңделген күйінің тығыздығының, қорғасын шардың үлгідегі жылдамдығы мен динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттерінің тәжірибе жүзінде анықталған мәндері келтірілген.

Кесте 1

## Динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттері

Қоспа	T, К	%	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\nu_{\text{ш}} \times 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$\eta \times 10^{-3} \frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$	$\nu \times 10^{-3} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$
Қозғалтқыш майы + парафин	300	10	890	655	1,40	1,57
	310		878	662	1,21	1,37
	320		865	670	1,03	1,19
	330		853	677	0,85	0,99
	340		842	683	0,68	0,08
	350		830	690	0,52	0,06
	360	817	696	0,34	0,04	

1-кестеден 10% парафині бар қозғалтқыш майының тығыздығы мен динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттері кемитіндігі, ал ондағы қорғасын шардың жылдамдығы артатындығы байқалады.

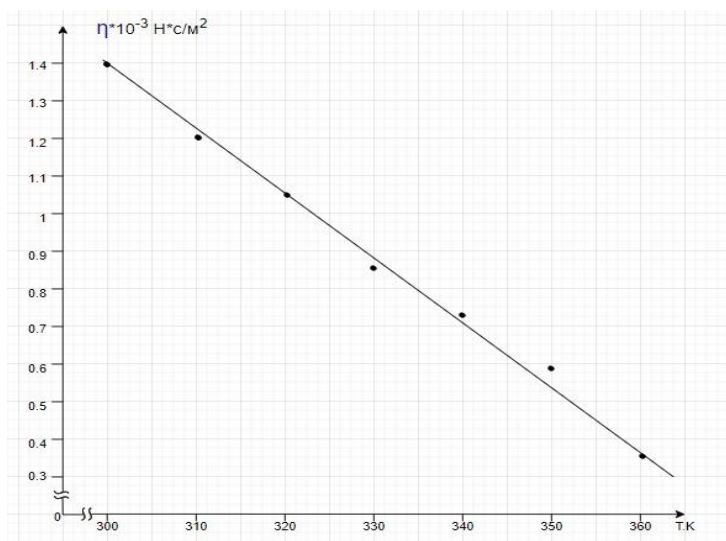
2-кестеде 10%, 20%, 30%, 40%, 50% парафині бар қозғалтқыш майының 230 К температурадағы тығыздығының, қорғасын шар жылдамдығының, тұтқырлық коэффициенттерінің концентрацияға тәуелділігі келтірілген. 2-кестеден концентрацияның пайыздық мөлшері ұлғайғанда тығыздық пен қорғасын шардың жылдамдығы артатындығын, ал динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттерінің кемитіндігін көреміз.

Кесте 2

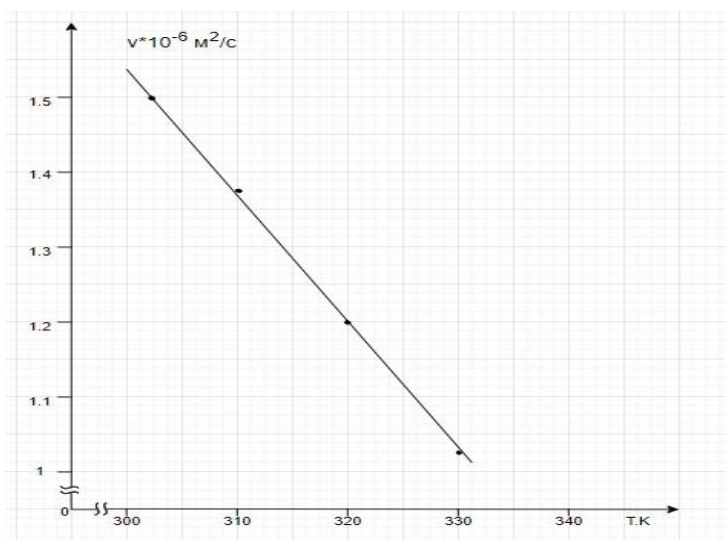
## Тұтқырлық коэффициенттерінің концентрацияға тәуелділігі

Қоспа	T, К	%	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\nu * 10^{-2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$\eta * 10^{-3} \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$	$\nu * 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$
Қозғалтқыш майы + парафин	230	10	890	1,000	0,850	0,95
		20	896	1,150	0,775	0,86
		30	901	1,302	0,650	0,72
		40	907	1,405	0,555	0,61
		50	910	1,500	0,457	0,50

1-ші, 2-ші және 3-суреттерде 10% парафині бар қозғалтқыш майының динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттерінің температураға тәуелділігі графиктері тұрғызылған.

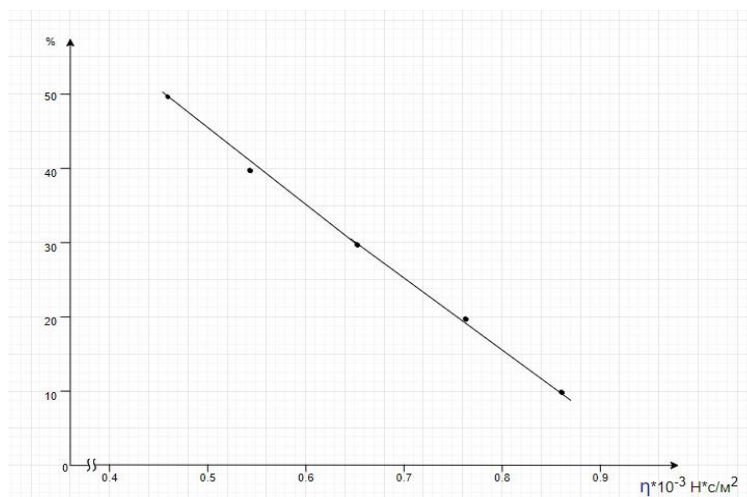


Сурет 2. Құрамында 10% парафині бар өңделген қозғалтқыш майының динамикалық тұтқырлық коэффициентінің температураға тәуелділігі

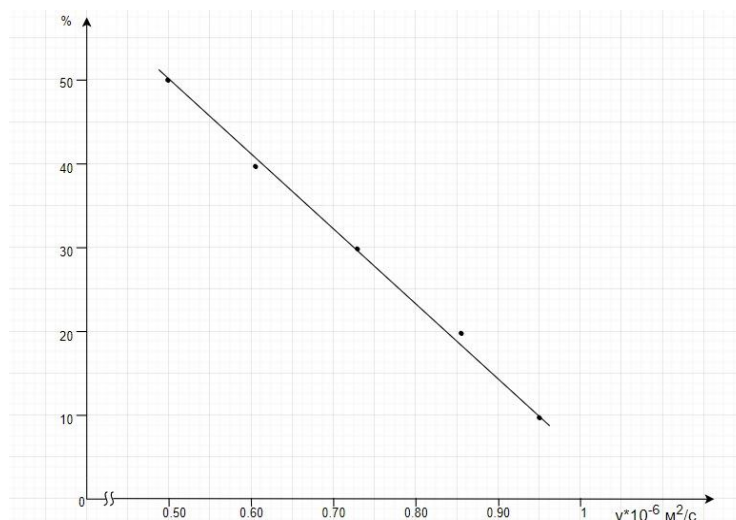


Сурет 3. Құрамында 10% парафині бар өңделген қозғалтқыш майының кинематикалық тұтқырлық коэффициенті

4-ші және 5-суреттерде қозғалтқыш майының тұрақты температурадағы ( $T=230\text{К}$ ) динамикалық, кинематикалық тұтқырлық коэффициенттерінің парафиннің пайыздық мөлшеріне тәуелділігі көрсетілген.



Сурет 4. Қоғалтқыш майының динамикалық тұтқырлық коэффициентінің парафиннің пайыздық мөлшеріне тәуелділігі



Сурет 5. Қозғалтқыш майының кинематикалық тұтқырлық коэффициентінің парафиннің пайыздық мөлшеріне тәуелділігі

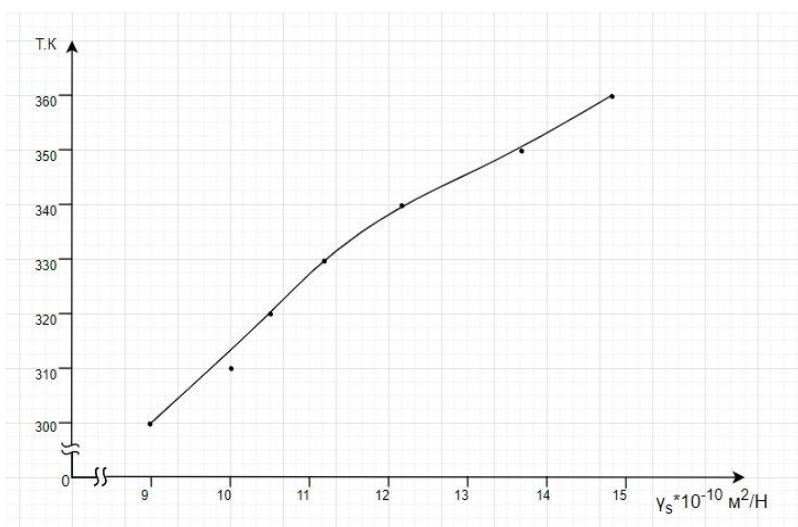
Келтірілген кестелер мен графиктерден парафиннің пайыздық мөлшері артқан сайын динамикалық және кинематикалық тұтқырлық коэффициенттерінің кемитіндігін көреміз. Яғни қозғалтқыш майы сұйытылады. Құрамында 10% парафині бар қозғалтқыш майындағы кума толқын жылдамдығы мен адиабаталық сығылғыштық коэффициентінің температураға тәуелділіктері 3-кесте мен 6-шы және 7-суреттерде келтірілген. Адиабаталық сығылғыштық коэффициенті (4) формуламен [8,9] есептелді:

$$\gamma(T) = \frac{1}{\rho(T)v^2(T)} \tag{4}$$

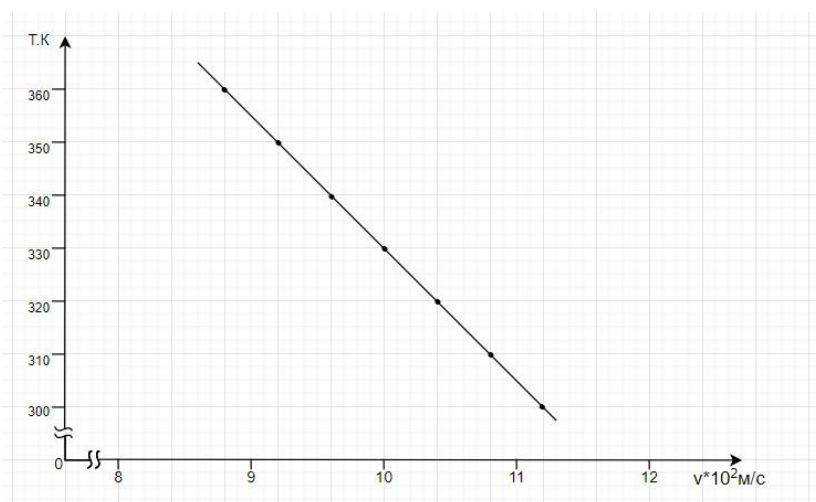
Кесте 3

Құрамында 10% парафині бар қозғалтқыш майындағы қума толқын жылдамдығы мен адиабаталық сығылғыштық коэффициенті

T, K	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$v \cdot 10^2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$\gamma \cdot 10^{-10} \frac{\text{м}^2}{\text{Н}}$
300	910	11,20	9,09
310	903	10,80	10,00
320	897	10,40	10,41
330	891	10,00	11,23
340	885	9,60	12,35
350	879	9,20	13,70
360	872	8,80	14,92



Сурет 6. Құрамында 10% парафині бар қозғалтқыш майының адиабаталық сығылғыштық коэффициентінің температураға тәуелділігі



Сурет 7. Құрамында 10% парафині бар қозғалтқыш майындағы ультрадыбыс жылдамдығының температураға тәуелділігі

Графиктерден құрамында 10% парафині бар қозғалтқыш майының адиабаталық сығылғыштық коэффициенті температура ұлғайғанда артатындығын, ал кума толқынның ондағы жылдамдығы кемитіндігін көреміз.

**Қорытынды:**

- 1) Экспериментальді зерттеулер жүргізетін қондырғы жинастырылды;
- 2) Құрамында 10%, 20%, 30%, 40%, 50% парафині бар қозғалтқыш майлары дайындалды;
- 3) Қозғалтқыш майының тұтқырлық коэффициенттерінің парафиннің пайыздық мөлшерлеріне тәуелділіктері анықталды;
- 4) Зерттелетін үлгідегі кума толқын жылдамдығы мен адиабаталық сығылғыштық коэффициенттеріне атмосфералық қысымда температураның әсері зерттелді.

**Әдебиеттер тізімі**

1. Кикоин, И.К. Молекулярная физика [Текст]: учебное пособие / И.К. Кикоин, А.К. Кикоин. – М.: Наука, 1963. – 498 с.
2. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст]: учебное пособие / Т.И. Трофимова. – М.: Академия, 1987. – 560 с.
3. Матвеев, А.Н. Молекулярная физика [Текст]: учебник / А.Н. Матвеев. – М.: Высшая школа, 1987. – 359 с.
4. Бижигитов, Т. Жалпы физика курсы [Мәтін]: оқулық / Т. Бижигитов. – Алматы: Экономика, 2013. – 890 б.
5. Бижигитов, Т. Молекулалық физика [Мәтін]: оқулық / Т. Бижигитов, Е.К. Актаев. – Алматы: Экономика, 2017. – 481 б.
6. Кухлинг, Х. Справочник по физике [Текст] / Х. Кухлинг. – М.: Мир, 1982.
7. Мишика, О.О. Ультразвук и его применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.Scienceforum>.
8. Аргант, Б.А. Основы физики и техники ультразвука [Текст]: учебное пособие / Б.А. Аргант. – М.: Высшая школа, 1987. – 352 с.
9. Красильников, В.А. Звуковые и ультразвуковые волны в воздухе, в воде и твердых телах [Текст]: учебное пособие / В.А. Красильников. – М.: Физматгиз, 1960. – 560 с.

*Материал редакцияға 15.01.24 түсті.*

**О. Имамбек**

*Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЯЗКОСТИ И АДИАБАТИЧЕСКОЙ СЖИМАЕМОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА, СОДЕРЖАЩЕГО ПАРАФИН**

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследования зависимости коэффициентов вязкости и адиабатической сжимаемости моторного масла с различными количествами примесей от температуры при атмосферном давлении Стокса и акустическим методом. Поскольку парафинсодержащие нефтепродукты часто используются на производственных предприятиях, в технике, в медицине, изучение влияния внешних параметров на их физические свойства имеет большое теоретическое и практическое значение, в настоящее время является одной из актуальных проблем. Впервые исследуется моторное масло, содержащее 10%, 40% парафина в диапазоне температур 300-360 К. Результаты экспериментальных измерений и теоретических расчетов представлены в таблицах и графиках. Температура исследуемых образцов автоматически измерялась через каждые 10 К

температуры с помощью системы, состоящей из регулятора, источника переменного тока и термоусадочной меди-константана. А скорость свинцового шара в образце определялась путем измерения и вычисления времени, затраченной на пройденный им путь электронным секундомером. Рассчитана скорость упругой волны в смеси с помощью импульсной ультразвуковой системы.

**Ключевые слова:** динамическая вязкость, кинематическая вязкость, коэффициенты адиабатической сжимаемости.

**O. Imambek**

*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

#### **INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE VISCOSITY COEFFICIENTS AND ADIABATIC COMPRESSIBILITY OF ENGINE OIL CONTAINING PARAFFIN**

**Abstract.** The article examines the dependences of the viscosity coefficients and adiabatic compressibility of engine oil with various amounts of impurities on the temperature at atmospheric pressure by the Drain and acoustic method. Since paraffin-containing petroleum products are often used in manufacturing enterprises, in engineering, in medicine, the study of the influence of external parameters on their physical properties is of great theoretical and practical importance, currently one of the urgent problems is blip. For the first time, an engine oil containing 10%, 40% paraffin in the 300-360 K temperature range is being investigated. The results of experimental measurements and theoretical calculations are expressed in tables and graphs. The temperature of the studied samples was automatically measured every 10 K of temperature using a system consisting of a regulator, an alternating current source and a heat-shrinkable copper constantane. The speed of the lead ball in the sample by measuring and calculating the time spent on the path it traveled with an electronic stopwatch were determined. The velocity of the elastic wave in the mixture is calculated using a pulsed ultrasonic system.

**Keywords:** dynamic viscosity, kinematic viscosity, coefficients of adiabatic compressibility.

#### **References**

1. Kikoin, I.K., Kikoin, A.K. Molekulyarnaya fizika [Molecular physics]. Textbook. – Moscow: Science, 1963. – 498 p. [in Russian]
2. Trofimova, T.I. Course of physics. Textbook. – Moscow: Academy, 1987. – 560 p. [in Russian]
3. Matveev, A.N. Molekulyarnaya fizika [Molecular physics]. Textbook. – Moscow: Higher School, 1987. – 359 p. [in Russian]
4. Bizhigitov, T. Jalpi fizika kwrsı [Course of general physics]. – Almaty: Economics, 2013. – 890 p. [in Kazakh]
5. Bizhigitov T., Aktaev E.K. Molekwlılıq fizika [Molecular physics]. – Almaty: Economics, 2017. – 481 p. [in Kazakh]
6. Kuhling H. Spravochnik po fizike [Handbook of Physics]. – Moscow: Mir, 1982. [in Russian]
7. Mishika, O.O. Ultrasound and its application [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.Scienceforum>. [in Russian]
8. Argant, B.A. Fundamentals of physics and ultrasound technology. Study guide. – Moscow: Higher school, 1987. – 352 p. [in Russian]
9. Krasilnikov, V.A. Sound and ultrasonic waves in air, water and solids. – Moscow: Fizmatgiz, 1960. – 560 p. [in Russian].