

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES

ISSN 2224-526X

Volume 3, Number 39 (2017), 47 – 51

**Zh. Alipbayev, A. Tansykbayeva**

Eurasian national university named after L. N. Gumilev, Astana, Kazakhstan

### THEORETICAL PRECONDITIONS FOR IMPROVING THE PURIFICATION OF FUELS IN DIESEL ENGINES

**Abstract.** The article was considered the dehydration of the fuel coagulating porous walls. One of the promising methods of dehydration of fuels is filtration through a porous septum coagulating. The mechanism of dehydration of fuels coagulating partition has been analyzed in the following stages: the approach and contact of micro-water droplets with the fibers; the adhesion of micro-droplets of water to the fiber; the gap drops from the surface of the fibers.

**Key words:** the approach and contact of micro-water droplets with the fibers; the adhesion of micro-droplets of water to the fiber; the gap drops from the surface of the fibers.

ӘОЖ 656.136

**Ж. Р. Алипбаев, Ә. С. Таңсықбаева**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

### ДИЗЕЛЬ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫНДА ОТЫНДЫ ТАЗАЛАУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ АЛҒЫШАРТТАРЫ

**Аннотация.** Мақалада дизель қозғалтқыштарында қуысты жабысқыш аражабындармен отынды сусыздандыру түрі қарастырылған. Отынды сусыздандырудың перспективалы әдістерінің бірі қуысты жабысқыш аражабын арқылы сүзгілеу болып табылады. Жабысқыш аражабындармен отынды сусыздандыру механизмінің келесі кезеңдерінде: су микродамшыларының талшықтармен жақындасуы және жанасуы; су микродамшыларының талшыққа қарай жабысуы; талшық бетінен тамшылардың сырғып ағуы бойынша теориялық талдаулар жүргізілді.

**Түйін сөздер:** су микродамшыларының талшықтармен жақындасуы және жанасуы, су микродамшыларының талшыққа қарай жабысуы, талшық бетінен тамшылардың сырғып ағуы.

**Қуысты жабысқыш аражабындармен отынды сусыздандыру механизмі туралы қазіргі заманғы түсініктер.** Қазіргі заманғы түсініктерге сәйкес жабысқыш аражабындармен отынды сусыздандыру механизмінде келесі кезеңдерді енгізеді: су микродамшыларының талшықтармен жақындасуы және жанасуы; су микродамшыларының талшыққа қарай жабысуы; талшық бетінен тамшылардың сырғып ағуы [1].

**Су микродамшыларының талшықтармен жақындасуы және жанасуы.** Су микродамшыларының талшықтармен жақындасуының үш түрін және соңғы жанасуын: ұстап қалу (су микродамшыларының талшықтармен тікелей жанасуы), броундық диффузия және инерциялық қақтығысуы деп ажыратады.

Су микродамшыларын ұстап қалу тиімділігін мына формуланы пайдалана отырып бағалауға болады:

$$E_n = \frac{1}{2 * (2 - \ln \text{Re})} * \left[ 2 * (1 + K_n) * \ln(1 + K_n) + \frac{1}{1 + K_n} \right], \quad (1)$$

мұндағы  $K_n = \frac{d_k}{d_e}$  – ұстап қалу коэффициенті;  $d_e$  – талшық диаметрі, м;  $\text{Re}$  – Рейнольдс саны.

Рейнольдс санын мына формула бойынша анықтайды:

$$\text{Re} = \frac{\rho_m * d_e * V_n}{4 * \mu_m}, \quad (2)$$

мұндағы  $V_n$  – отын ағынының жылдамдығы, м/с.

(1) және (2) формулаларын талдау ұстап қалудың тиімділігі талшық пен тамшы диаметріне байланысты екендігін көрсетеді: талшық диаметрі аз болған сайын тамшы диаметрі үлкен, ұстап қалудың тиімділігі де соншалықты жоғары болады. Ағын жылдамдығы ұлғайған кезде ұстап қалу тиімділігі де ұлғаяды.

Су тамшыларының және талшықтың диффузиялық өзара әрекеттесу тиімділігін төменгі формула бойынша бағалауға болады:

$$E_o = 2,16 * \left[ \frac{1}{2 * (2 - \ln \text{Re})} \right]^{\frac{1}{3}} * \frac{D}{V_n * d_e}, \quad (3)$$

мұндағы  $D$  – диффузия коэффициенті, м<sup>2</sup>/с.

(3) формуладан көрініп тұрғандай, диффузия тиімділігі ағын жылдамдығының, тамшы және талшық диаметрінің жоғарылауымен азаяды.

Су тамшыларының талшықпен инерциялық қақтығысу тиімділігі [4] формулабойынша анықталады:

$$E_u = \frac{K_u^3}{K_u^3 + 1,54 * K_u^2 + 1,76}, \quad (4)$$

мұндағы  $K_u$  – инерциялық күш коэффициенті.

Инерциялық күш коэффициентін мына формула бойынша есептеуге болады:

$$K_u = \frac{(\rho_e - \rho_m) * V_n * d_k^2}{9 * \mu_m * d_e}. \quad (5)$$

(4) және (5) теңдеулерді талдау инерциялық қақтығысу тиімділігі талшық диаметрі, отын тығыздығы мен динамикалық тұтқырлығы азайған кезде, сондай-ақ тамшы диаметрі мен ағын жылдамдығы ұлғайған кезде жоғарылайтынын көрсетеді. Инерциялық қақтығысу тамшылар жақындаған кезде шамалы байқалады.

Су тамшыларының жеке талшықтармен өзара әрекеттесуінің тиімділігін қарау кезінде алынған жалпы заңдылықтар талшық қабаты үшін де жабысқыш аражабында орналасқан талшыққа су тамшылары жақындаған кездегі жалпы тиімділігін бағалау өте күрделі болса да әділ, өйткені талшықтар онда ретсіз бытыранқы орналасқан. Жабысқыш аражабындағы талшықтың орналасу тығыздығының ұлғаюымен ұстап қалу тиімділігі мен диффузия ұлғаятынын атап өту керек, себебі ұстап қалу үшін бұл ұлғаю диффузияға қарағанда үлкен дәрежеде байқалады. Су тамшыларының талшықтармен өзара әрекеттесуінің барлық түрлерінің тиімділігі температура азайған кезде азаяды. Әсіресе инерциялық қақтығысу тиімділігі азаяды, өйткені инерциялық күштер коэффициенті су мен отын тығыздығына тікелей пропорционалды және керісінше отын тұтқырлығына пропорционалды өзгереді.

Диффузияның температураға байланысты тиімділігі неғұрлым күрделі, өйткені диффузия коэффициенті абсолютті температурадан тікелей тәуелділікте болады және отын тұтқырлығы мен Рейнольдс санынан кері тәуелділікте болады.

Осылайша, ұстап қалу су тамшыларының талшықтарға жақындаған және жанасқан кездегі негізгі түрі болып табылады. Бұл процесте инерциялық қақтығысу маңызды рөлге ие емес, ал диффузия [1] судың өте ұсақ тамшыларының талшықпен жанасуына мүмкіндік туғызады.

**Су тамшыларының талшық бетіне жабысуы.** Талшық бетінен отын қабыршағын ығыстырудан кейін су тамшысының оның бетіне жабысу процесі басталады. Су тамшыларының жабысқышаражабындағы талшық бетіне жабысуыүш фазаға бөлу бетінде еркін энергияны азайту есебінен орын алады.

Су тамшыларының үстіңгі бетке жабысуына әр түрлі факторлардың әсерін белгілеу үшін әдетте бұл процесі жазық, сфералық және цилиндрлік беттерде қарастырады [1].

Үш фазалы жүйеде еркін беттік энергия сұйықтық пен қатты беттің жазықтығы арасындағы бөлінген шекарада тепе-теңдік жағдайда тең:

$$F = \sigma * S, \quad (6)$$

мұндағы  $\sigma$  – сұйықтықтың беттік керілуі, Н/м;  $S$  – сұйықтық пен қатты беттің жанасу ауданы, м<sup>2</sup>.

Судағы сфералық тамшы жанасқаннан кейін жазық қатты бетте ағып кетеді және  $\theta$  шеткі бұрышымен тепе-теңдік жағдайға қол жеткізеді.

Бұл ретте [2] ара қатысы:

$$\sigma_{n-m} - \sigma_{n-e} = \sigma_{e-m} * \theta, \quad (7)$$

мұндағы  $\sigma_{n-m}$ ,  $\sigma_{n-e}$ ,  $\sigma_{e-m}$  – фаза аралық керілуі, соған сәйкес «беті – отын», «беті – су» және «су – отын» бөлінген шекарада.

(6) формула негізінде еркін беттік энергия бөлу бетінде:

- жабысқанға дейін (адгезияға):

$$F_0 = \sigma_{e-m} * S_0 + \sigma_{n-m} * S_{n-e}; \quad (8)$$

- жабысқаннан кейін (адгезиядан):

$$F = \sigma_{e-m} * S_{e-m} + \sigma_{n-m} * S_{n-e}. \quad (9)$$

Су тамшыларының үстіңгі бетке жабысу нәтижесінде еркін энергияның азайғанын мына өрнектен анықтауға болады:

$$-\frac{\Delta F}{\sigma_{e-m} * S_0} = 1 - \frac{1}{2} * [2 * (1 - \cos \theta)^2 * (2 + \cos \theta)]^{\frac{1}{3}}; \quad (10)$$

$$\frac{S_{e-m}}{S_0} = \left[ \frac{2}{(1 - \cos \theta) * (2 + \cos \theta)^2} \right]^{\frac{1}{3}}, \quad (11)$$

мұндағы  $-\frac{\Delta F}{\sigma_{e-m} * S_0}$ ,  $\frac{S_{e-m}}{S_0}$  – соған сәйкес еркін беттік энергияның салыстырмалы азаюы және 0<sup>0</sup>-тан 180<sup>0</sup>-қа шеткі бұрыштары үшін үстіңгі бетке су тамшыларының жабысуы салдарынан отын мен су тамшылары арасындағы бөлу бетінің салыстырмалы өзгеруі.

Осылайша, (10) және (11) өрнектерден су тамшыларының жазық қатты бетке жабысуы осы беттің қасиеттерімен, яғни шеткі бұрыштың шамасымен анықталады.

(1) формула әділ және су тамшылары сфералық бетке жабысқан жағдайда белгіленген. б-суретте  $\theta$  шеткі бұрышпен қатты сфералық беттегі тамшылардың тепе-теңдік жағдайы көрсетілген [3].

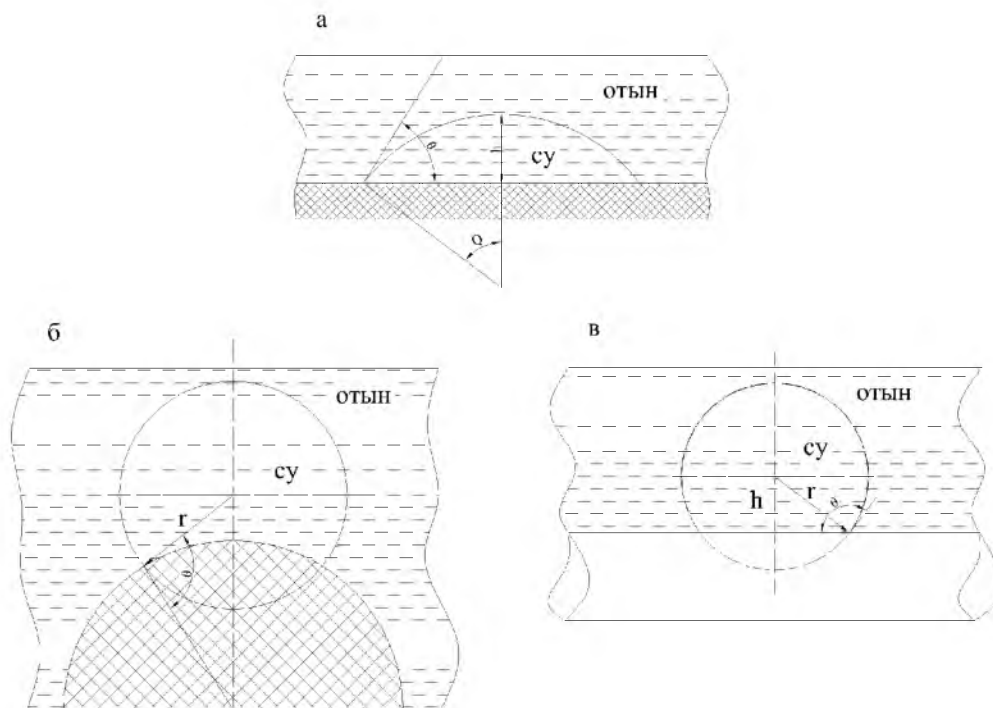
Сфералық бет үшін теңдеу мына түрде болады:

$$-\frac{\Delta F}{\sigma_{e-m} * S_0} = \frac{1 - r * (2 * r - y) - R * x * \cos \theta}{2r_0^2}; \quad (12)$$

$$\frac{S_{e-m}}{S_0} = \frac{r * (2 * r - y)}{2 * r_0^2}, \quad (13)$$

мұндағы  $r_0$  – тамшылардың салыстырмалы радиусы, м.

Сондықтан, сфералық бетке су тамшыларының жабысуы (адгезия) тамшылар диаметрінің азаюымен және шеткі бұрыштың ұлғаюымен азаяды. Сфералық бетте еркін беттік энергияның салыстырмалы азаюы жазық бетке қарағанда сфералық бетке су тамшыларының жабысуы (адгезия) кезінде аз байқалады.



Үстіңгі беттегі тамшылардың тепе-тең жағдайы: а – жазық беті; б – сфералық беті; в – цилиндрлік беті

Цилиндрлік бетке су тамшыларының жабысуы кезінде (в-сурет)еркін беттік энергияның салыстырмалы азаюы жазық және сфералық беттер үшін көрсеткіштер арасында болатын аралық мәндерінде болады [1].

Осылайша, жабысу (адгезия) процесіне жүргізілген талдаудан көрінгендей:

– су тамшыларының талшықтармен жабысу тиімділігі оның беттік қасиеттерімен ( $\theta$  бұрышымен) және диаметрімен, сондай-ақ су тамшыларының өлшемдерімен анықталады;

– талшық диаметрі аз болған сайын тамшылардың өлшемдері де үлкенірек, талшық бетіне тамшылардың жабысуы да жылдамырақ жүреді.

Сондықтан, су бөлгіш-сүзгі үшін жабысқыш элементтерді әзірлеу кезінде талшықтардың беттік қасиеттерін ескеру қажет, өйткені оларды дұрыс іріктеуден көбінесе талшықты қабатқа су микротамшыларының жабысу процесі және коалесценция тиімділігі байланысты болады.

**Талшық бетінен су тамшыларының сырғып түсіп қалуы.** Тамшылар белгілі бір сындарлы өлшемдерге жеткен кезде ағынның гидродинамикалық күшінің және меншікті массасының әсерінен талшық бетінен сырғып түсіп қалады, қуыс талшықты қабаттан тұндырғыш аймаққа шығарылады, жылдамдықтың күрт азаюы және ағын бағытының өзгеруі салдарынан тұндырғышқа тұнады.

Ағынның сындарлы жылдамдығы ( $V_{кр}$ ), қысым айырымы ( $\Delta P_{кр}$ ) және тамшылардың көлемі ( $U_{кр}$ ), сол кезде тамшылар талшықтан сырғып түсіп қалады, оны мына формулалар бойынша анықтауға болады:

$$V_{кр} = \frac{K_n}{\mu * S_n * L} \sqrt{l^2 * (\sigma_e - \sigma_m + \sigma_{e-m} * \cos \theta)^2 - U^2 * g^2 * (\rho_e - \rho_m)^2}; \quad (14)$$

$$U_{кр} = \frac{1}{K_n * (\rho_m - \rho_e) * g} \sqrt{l^2 * (\sigma_e - \sigma_m + \sigma_{e-m} * \cos \theta * K_n)^2 - V^2 * \mu^2 * S_n^2 * L^2}; \quad (15)$$

$$\Delta P_{кр} = \frac{1}{S_n} \sqrt{l^2 * (\sigma_e - \sigma_m + \sigma_{e-m} * \cos \theta)^2 - U^2 * g^2 * (\rho_e - \rho_m)^2}, \quad (16)$$

мұндағы  $K_n$  – өткізгіштік коэффициенті,  $m^2$ ;  $U$  – тамшы көлемі,  $m^3$ ;  $S_n$  – қуыстың көлденең қимасы,  $m^2$ ; – талшық бетімен тамшылардың жанасу периметрі,  $m$ .

Тендеулерді (14–16) талдау тамшылардың талшықпен жанасу периметрінің ұлғаюымен аталған көрсеткіштер ұлғаятынын көрсетеді.

Сондықтан, тамшылардың талшық бетінен сырғып түсіп қалу күшін азайту үшін жабысқыш аражабын үшін талшықты дұрыс таңдау маңызды орын алады.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Рыбаков К.В., Жұлдыбин Е.Н., Коваленко В.П. Обезвоживание авиационных горюче-смазочных материалов. – М.: Транспорт, 1979. – 184 с.
- [2] Рыбаков К.В., Жұлдыбин Е.Н. Приборы для определения содержания свободной воды и механических примесей в нефтепродуктах. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1968. – 50 с.
- [3] Lawson G.B. Coalescence process // Chem. Process Eng. – 1967. Vol. 48, N 5. P. 45.
- [4] Osipow L.J. Surface chemistry. American chemistry society monograph serie. Renhold publishing corporation. – New-York, 1962. – 481 p.
- [5] Семернин А.Н., Аширов Ф.А., Мирошниченко В.В. Анализ системочистки топлива: Аналитический обзор. – Тараз: Жамбылский ЦНТИ, 2007. – 20 с.

#### REFERENCES

- [1] Rybakov K.V., Zhuldybin E.N., Kovalenko V.P. Dehydration of aviation fuel and lubricants. M.: Transport, 1979. 184 p.
- [2] Rybakov K.V., Zhuldybin E.N. Instruments for determining the content of free water and mechanical impurities in petroleum products. M.: TsNITE petrokhim, 1968. 50 p.
- [3] Lawson G.B. Coalescence process // Chem. Process Eng. 1967. Vol. 48, N 5. P. 45.
- [4] Osipow L.J. Surface chemistry. American chemistry society monograph serie. Renhold publishing corporation. New York, 1962. 481 p.
- [5] Semernin A.N., Ashirov F.A., Miroshnichenko V.V. Analysis of fuel cleaning systems: Analytical review. Taraz: Zhambyl CSTI, 2007. 20 p.

**Ж. Р. Алимбаев, Ә. С. Таңсықбаева**

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ТОПЛИВ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

**Аннотация.** В статье рассмотрены обезвоживания топлив пористыми коагулирующими перегородками. Одним из перспективных методов обезвоживания топлив является фильтрация через пористую коагулирующую перегородку. В механизме обезвоживания топлив коагулирующей перегородкой был произведен анализ в следующих этапах: приближение и соприкосновение микрокапель воды с волокнами; адгезию микрокапли воды к волокну; отрыв капли с поверхности волокна.

**Ключевые слова:** приближение и соприкосновение микрокапель воды с волокнами; адгезию микрокапли воды к волокну; отрыв капли с поверхности волокна.