

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский государственный аграрный университет»  
Институт механизации и технического сервиса  
Кафедра общепрофессиональных дисциплин



## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

*Посвящается памяти д.т.н., профессора  
Мудрова Петра Григорьевича*

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Казань – 2021

**УДК 631.3:637.1**  
**ББК 40.7**

Печатается  
по решению Ученого совета  
Казанского государственного аграрного университета  
№ 10 от 11 ноября 2021 г.

Все права защищены. Ни одна часть данной публикации не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая электронное и фотокопирование, без предварительного письменного разрешения владельца авторских прав.

За достоверность информации в опубликованных материалах ответственность несут авторы публикаций.

**Редакционная коллегия:**

д.т.н. Валиев А.Р., д.т.н., профессор, профессор РАН Зиганшин Б.Г., д.т.н., доцент Калимуллин М.Н., д.т.н., доцент Яхин С.М., к.т.н., доцент Пикмуллин Г.В., к.т.н., доцент Мудров А.П., к.т.н., доцент Вагизов Т.Н., старший преподаватель Салахов И.М.

**Технический секретарь:** старший преподаватель Салахов И.М.

На конференции приняли участие учёные из России и Узбекистана по вопросам механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, технического сервиса в АПК и правовых и экономических аспектов развития АПК.

**Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса /** Научные труды Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Мудрова П.Г. Научное издание. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. – 554 с.

© Казанский государственный аграрный университет, 2021  
© Валиев А.Р., Зиганшин Б.Г., Калимуллин М.Н., Яхин С.М., Пикмуллин Г.В., Мудров А.П., Вагизов Т.Н., Салахов И.М.

УДК 66.015.23

**Хакимов Баходир Базарович***Кандидат технических наук, доцент  
bakhodir.1978@mail.ru***Шарипов Зайниддин Шарипович***Кандидат технических наук, доцент**Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации  
сельского хозяйства, Ташкент, Республика Узбекистан***УСТРОЙСТВО С РОТАЦИОННЫМИ АППАРАТАМИ ДЛЯ  
ПОЛУЧЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**Аннотация.** Рабочая смесь в устройстве с ротационными аппаратами для получения дизельного топлива представляет собой трехфазную среду, состоящую из ацетона, моторных масел имеющих в своём составе отработанных мелких твердых металлических частиц. Условие полного очищения моторных масел от мелких отработанных металлических примесей, определяются степенью прозрачности и уменьшением наносов. Естественно, что математические соотношения, описывающие процессы полного очищения моторных масел, от твердых частиц должно происходить путем диффузионного процесса или законами влаги переноса, как о насыщения жидкой массы ацетоном. В данной работе изучены закономерности движения ацетона, находящегося под действием силы тяжести и гидродинамического давления.

**Ключевые слова:** рабочая смесь, ротационный аппарат, устройства, дизельная топлива, ацетон, моторное масло, твердых частиц, металлические примеси, нанос, сорбции, адсорбции, температура.

***Bahodir B. Khakimov****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
bakhodir.1978@mail.ru****Zainiddin Sh. Sharipov****Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Tashkent Institute of Irrigation and agricultural Mechanization  
Engineers, Tashkent, Republic of Uzbekistan***DEVICE WITH ROTARY DEVICES FOR PRODUCING DIESEL FUEL**

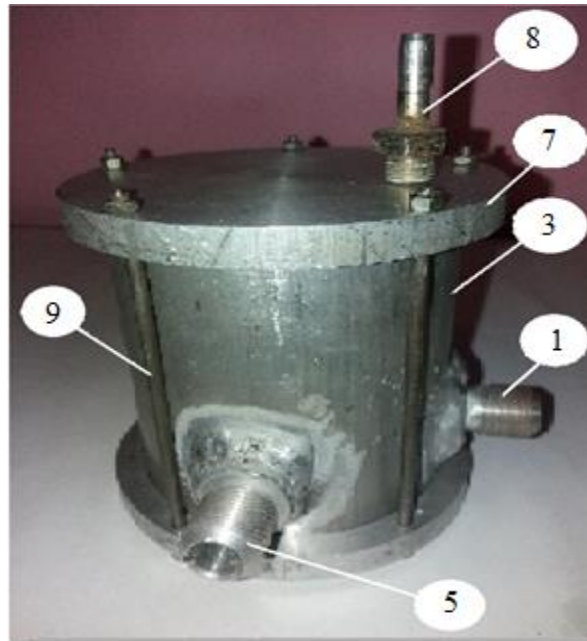
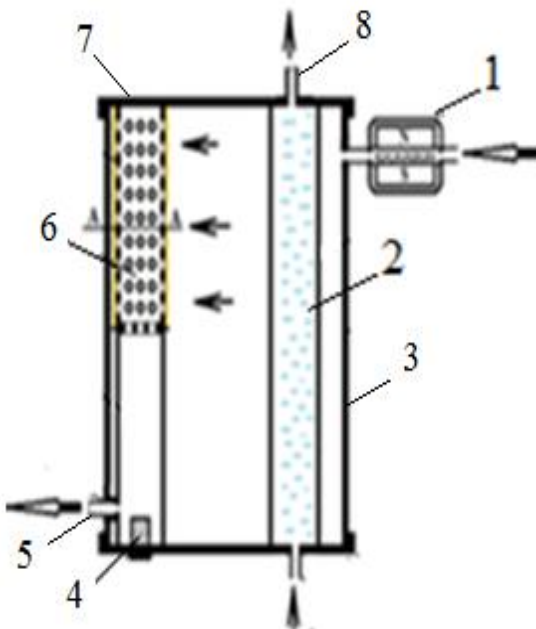
**Abstract.** The working mixture in combination with rotary apparatuses for the production of diesel fuel is a three-phase medium consisting of acetone, motor oils containing spent fine solid metal particles. The condition of complete purification of motor oils from fine spent metal impurities is

determined by the degree of transparency and reduction of sediments. Naturally, the mathematical relations describing the processes of complete purification of motor oils from solid particles should occur by a diffusion process or by the laws of moisture transfer, as about saturation of the liquid mass with acetone. In this paper, the regularities of the movement of acetone under the influence of gravity and hydrodynamic pressure are studied.

**Keywords:** working mixture, rotary apparatus, devices, diesel fuel, acetone, engine oil, solid particles, metal admixtures, nanos, sorption.

При неполном насыщении силы, действующие на жидкость со стороны скелета мелких твердых частиц -силы сорбции и адсорбции, имеют тот же порядок, что и сила тяжести, а при малой вязкости и являются преобладающими. Большую роль также начинают играть силы, возникающие под действием температурного градиента, градиента концентрации, растворенных в масле веществ и др. Определяющей характеристикой процессов массопередачи, протекающих в трехфазных потоках, является взаимодействие фаз, от которой зависит величина межфазной поверхности.

Поэтому аппараты для проведения процессов массопередачи должны конструироваться так, чтобы в них максимально развивалась поверхность контакта. В соответствии с этим и в основу классификации диффузионной аппаратуры положен принцип образования межфазной поверхности (рисунок 1) [1-2].



1- магнитное устройство; 2- тепловая трубка; 3-корпус; 4- фильтр;  
5 – штуцер; 6 - щелевая трубка; 7 – крышка; 8 – тепловая штуцер  
Рисунок 1 - Диффузионный аппарат дополнительным магнитным устройством

Классификация предусматривает как геометрические особенности аппарата, так и создаваемую в ней гидродинамическую обстановку. Так в аппаратах с фиксированной поверхностью, например, в пленочных колоннах с орошаемыми стенками, в режимах, близких к захлебыванию, фиксация поверхности стенкой нарушается. Однако основная тенденция при конструировании таких аппаратов - создать тонкую пленку жидкости на поверхности стенок - остается доминирующей.

В соответствии с этой классификацией наиболее широко применяемые в автопромышленности аппараты, распределяющиеся с внешним подводом энергии для получения качественного дизельного топлива с регулирующей вязкостью магнитным присоединением.

Процесс взаимодействия и протекания двух фаз, т.е. фаз дизельного топлива и фаз биоэтанола через внутреннюю щелевую трубку, показанную на рисунке 1. Перенос вещества через щелевую трубку биоэтанола и дизельного топлива осуществляется в соответствии с диффузионным уравнением. Если в диффузионное устройство подводится дополнительная энергия с мешалками, магнитным устройством или ротационными аппаратами, то в фактор  $f$  должна быть введена величина, учитывающая этот дополнительный подвод энергии (рисунок 1).

Дополнительный подвод энергии, выраженный через работу, сообщаемую дизтопливу в единице объема, может быть представлен в виде соотношения дополнительной энергии:

$$\mathfrak{E} = \frac{Ln_m^2 d^2}{gHD^2} \quad (1)$$

где  $L$  - количество обрабатываемого дизельного топлива, кг;

$n_m$  - число оборотов рабочего органа в 1 сек;

$d$  - определяющий размер рабочего органа, м;

$H$  — высота зоны контакта, м;

$D$  - диаметр аппарата, м;  $g$  - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>.

Фактор гидродинамического состояния двухфазной системы для аппаратов с дополнительным подводом энергии рассчитывается по уравнению:

$$f = \frac{\Delta p_{z-ж} + \mathfrak{E} - \Delta p_z}{\Delta p_z} \quad (2)$$

Для максимального протекания смеси дизтоплива и этанола проведем гидравлический расчет щелевой трубки. Для расчета числа щелей, приходящихся смесь на одну тарелку, используем уравнение [3, 4]:

$$X = \frac{0,785D^2 F_c}{100l_0 b} = \frac{1}{n} \left( \sqrt{n^2 - 1} + \dots + \sqrt{n^2 - (n^2 - 1)} \right) \quad (3)$$

где  $D$  - диаметр колонны, м;

$F_c$  - свободное сечение тарелки,  $m^2$ ;

$b$  - ширина щели,  $m$ ;

$l_0$  - длина щели, расположенной по диаметру тарелки,  $m$ ;

$n$  - число щелей.

Общую длину  $l$  всех щелей определяют из соотношения [4]:

$$l = \frac{\pi D^2 F_c}{4b} \quad (4)$$

Шаг между щелями вычисляют по формуле:

$$\frac{l_0}{n} = c + b \quad (5)$$

где  $c$  - ширина промежутка между соседними щелями,  $m$ .

Решение уравнения (1) относительно числа щелей (рисунок 2) приведено в таблице 1.

Таблица 1.

$n$	$X$	$n$	$X$	$n$	$X$
1	0,000	11	8,042	21	15,915
2	0,866	12	8,832	22	16,713
3	1,688	13	9,620	23	17,500
4	2,498	14	10,411	24	18,287
5	3,296	15	11,200	25	19,074
6	4,093	16	11,982	26	19,860
7	4,887	17	12,776	27	20,648
8	5,679	18	13,564	28	21,432
9	6,471	19	14,352	29	22,219
10	7,257	20	15,138	30	23,005

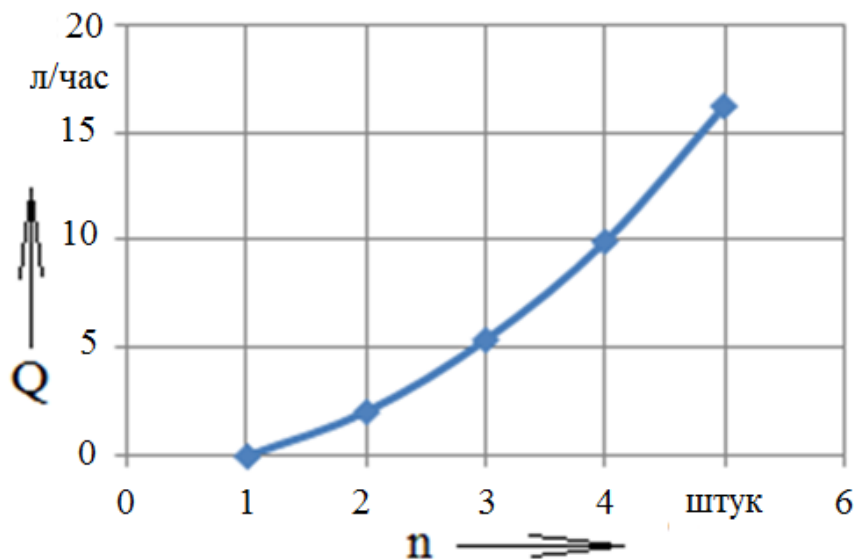


Рисунок 2 - График зависимости прожимимости на количество щелей в пластинке

Применительно к щелевой трубки сопротивление при движении однофазного потока может быть выражено:

$$\Delta P_{\Gamma} = \xi_{\Gamma p} \frac{\delta_{\Gamma}}{d_{\circ}} \cdot \frac{\rho^2 \gamma}{2g} \quad (6)$$

где  $\Delta P_{\Gamma}$  - сопротивление щелевой трубки,  $\text{кГ/м}^2$  ;

$\xi_{\Gamma p}$  - коэффициент трения, рассчитываемый для щелей или отверстий;

$\delta_{\Gamma}$  - толщина стенки трубки, м.

$d_{\circ}$  - эквивалентный диаметр щелевой трубки, м;

$\rho$  - скорость потоков в щелях трубки,  $\text{м/сек}$  ;

$\gamma$  - удельный вес потока,  $\text{кГ/м}^3$  ;

$g$  - ускорение силы тяжести,  $\text{м/сек}^2$  .

В соответствии с определением фактора гидродинамического состояния двухфазной системы  $f$  сопротивление орошаемой провальной трубки определяется по зависимости:

$$\Delta P_{\Gamma-\text{жс}} = \Delta P_{\Gamma} (1 + f) \quad (7)$$

Фактор  $f$  подсчитывается в соответствии с режимом по одному из уравнений:

- для барботажного режима:

$$f = 90 \left( \frac{\delta_{\Gamma}}{b} \right)^{1,5} \left( \frac{L}{G} \right)^{0,52} \left( \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right)^{0,26} ; \quad (8)$$

- для режима эмульгирования:

$$f = 2,5 \cdot 10^3 \left( \frac{L_{CT}}{L} \right)^{1,7} \left( \frac{L}{G} \right)^2 \left( \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right), \quad L_{cm} = 8060 \frac{\text{кГ} \cdot \text{ч}}{\text{м}^2} ; \quad (9)$$

- для факельного режима:

$$f = \frac{9}{F_c} \left( \frac{D_{CT}}{D} \right)^{1,5} \left( \frac{L}{G} \right)^{0,82} \left( \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right)^{0,41} \quad D_{cm} = 100 \text{мм}; \quad (10)$$

- для точки повисания (для трубок диаметром  $\leq 114 \text{мм}$  при  $\left( \frac{L}{G} \right)^2 \left( \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right) > 10^{-3}$ ):

$$f = 160 \left( \frac{a_{CT}}{a} \right)^{1,5} \left( \frac{L}{G} \right)^{0,82} \left( \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right)^{0,41} \quad a_{cm} = 3 \text{мм}; \quad (11)$$

- для точки инверсии фаз:

$$f = 63 \left( \frac{a_{CT}}{a} \right)^3 \left( \frac{L}{G} \right)^{0,52} \left( \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{\text{жс}}} \right)^{0,26} . \quad (12)$$

Линейная скорость, биоэтанола в точке повисания для тарелок диаметром  $>120$  мм и для тарелок меньшего диаметра при значениях величины:

$$\left(\frac{L}{G}\right)^2 \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{жс}}\right) < 10^{-3}$$

рассчитывается по уравнению [5-7].

$$\lg\left(\frac{g^2}{gF_c^2 b} \cdot \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{жс}} \mu_{жс}^{0,16}\right) = 0,70 - 1,75 \left(\frac{L}{G}\right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{жс}}\right)^{\frac{1}{8}}.$$

Для других режимов используется уравнение:

$$\lg\left(\frac{g^2}{gF_c^2 b} \cdot \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{жс}} \mu_{жс}^{0,16}\right) = 0,10 - 2,45 \left(\frac{L}{G}\right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_{жс}}\right)^{\frac{1}{8}}. \quad (13)$$

Для ориентировочного расчета коэффициента массопередачи можно использовать [4] в трубках малого диаметра (до 57 мм) и при абсорбции хорошо растворимых газов и ректификации уравнения:

$$\frac{K_{oy} m}{3600 g_0} = 4,85 \cdot 10^{-6} \text{Re}_{\Gamma}^{1,2} \left(\frac{b_{cm}}{b}\right) (1 + f), \quad (14)$$

где  $K_{oy}$  - общий коэффициент массопередачи, отнесенный к площади трубки, м/ч;

$g_0$  - скорость газа (пара) в щелях, м/сек;  $b_{cm} = 3$  мм.

$$\text{Re}_{\Gamma} = \frac{g_0 d_0 \gamma_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}}, d_0 = 2b.$$

$m$  - коэффициент Генри ( $m$  выражается при абсорбции в килограммах абсорбируемого вещества на 1 кг абсорбента, а при ректификации - в килограммах высококипящего компонента на 1 кг низкокипящего);

$f$  - фактор, который подсчитывается в зависимости от режима работы по уравнениям (6) - (10).

#### Выводы:

1. Условие полного очищения моторных масел от мелких отработанных металлических примесей, определяются степенью прозрачности и уменьшением наносов.

2. Определяющей характеристикой процессов массопередачи, протекающих в трехфазных потоках, является взаимодействие фаз, от которой зависит величина межфазной поверхности.

#### Литература

1. О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан : сайт / LexUZ on-line. – URL: <http://www.lex.uz/docs/3107036> (дата обращения: 25.10.2021).



2. Худайкулов, С.И. Математические модели гидравлического удара в гидросооружениях и производственных комплексах: монография / С.И. Худайкулов, Д.С. Яхшибоев. – Ташкент: Изд-во «Наврўз», 2017. - 160 с.
3. Зелинский, Ю.Г. Химическая промышленность / Ю.Г. Зелинский, В.В. Кафаров. - М.:1961. - № 2.
4. Хамидов, А.А. Теория струй многофазной вязкой жидкости / А.А. Хамидов, С.И. Худойкулов. – Т.: «Фан», 2005.
5. Зелинский, Ю.Г., Кафаров В.В. Распределение биоэтанола. М.: Медицинская промышленность, 1963.
6. Математическая модель установления параметров устройства для получения качественной смеси дизельного топлива и биоэтанола механика муаммолари / Б.Б. Хакимов, Х.Х. Нишонов, С.И. Худойкулов, У.Т. Жавлиев // Механика муаммолари. – Тошкент. 2017.
7. Крамаренко, Г.В. Качество топлива и надежность автотракторных двигателей / Г.В. Крамаренко, А.У. Салимов, Н.Т. Каримходжаев. – Ташкент: Изд-во ФАН РУз, 1992. – 126 с.
8. Синицкий, С. А. Особенности применения растительных масел в качестве альтернативного вида топлива для дизельных двигателей МТА / С. А. Синицкий // Научное сопровождение технологий агропромышленного комплекса: теория, практика, инновации: Научные труды I-ой Международной научно-практической конференции (Казань, 06–07 февраля 2020 года). – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2020. – С. 182-184.