

СПОСОБ ОЧИСТКИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ И ВОДЫ

Д.Е. Молочников, кандидат технических наук, доцент
denmol@yandex.ru, тел. 8(8422) 55-95-35

Н. П. Аюгин, кандидат технических наук, доцент

В.А. Голубев, кандидат технических наук, доцент

Р.К. Сафаров, кандидат технических наук, доцент
270571@list.ru

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

Ключевые слова: диэлектрическая жидкость, гидроциклон, центробежная очистка топлива от механических примесей и воды.

В статье рассмотрены теоретические аспекты очистки диэлектрических жидкостей посредством гидроциклона под действием сил электростатического взаимодействия и осаждения за счет центробежной, гравитационной силы и силы Лоренца.

Анализ работ в области совершенствования способов очистки диэлектрических жидкостей показывает, что повышение степени очистки может быть обеспечено за счет разработки и применения комбинированных способов и устройств для их реализации.

Сущность способа очистки состоит в преобразовании в рабочей камере гидроциклона поступательного движения жидкости, содержащего механические примеси и воду, в поступательно-вращательное с одновременным приданием частицам загрязнений зарядов противоположных знаков при их трении о сосновые цилиндры, изготовленные из материалов трибоэлектрического ряда, коагуляцией примесей под действием сил электростатического взаимодействия и осаждения за счет центробежной, гравитационной силы и силы Лоренца, созданной постоянным магнитом, вектор магнитной индукции которого направлен вдоль оси рабочей камеры [1, 2, 4].

Движение частицы загрязнений можно описать следующим уравнением

$$m \frac{dv}{dt} = F_{\ddot{o}} - F_{\dot{e}} - F_{\ddot{n}}, \quad (1)$$

где $F_{\ddot{o}}$ – центробежная сила инерции, действующая на частицу, Н;

F_u – инерционная сила, обусловленная разностью плотности частицы и жидкости, Н;

$F_{\ddot{n}}$ – сила сопротивления движению частицы относительно жидкости, Н.

Подставив значения этих сил, получаем

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho \frac{dv}{dt} = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho \omega^2 R - \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_{\omega} \omega^2 R - c_R f \rho_{\omega} \frac{v^2}{2} \quad (2)$$

После преобразований получим

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\rho - \rho_{\omega}}{\rho} \omega^2 R - \frac{3}{8} \cdot \frac{c_R \cdot \rho_{\omega} v^2}{r \cdot \rho}$$

$$\frac{dv}{dt} = aR - bv^2$$

Тогда

Так как $R = v t$, то получим дифференциальное уравнение Бернулли [3]

$$\frac{dv}{dt} a v t = -b v^2 \quad (3)$$

$$z = \frac{1}{v}$$

При помощи замены $z = \frac{1}{v}$ получим общее решение для определения скорости частиц

$$v = \frac{e^{\frac{a}{2} t^2}}{\left(b \int e^{\frac{a}{2} t^2} dt z c \right)} \quad (4)$$

При равномерном движении осаждающихся

частиц, когда $\frac{dv}{dt} = 0$, из уравнения (6) получим:

$$\frac{3c_R \rho}{8r \rho} v^2 = \frac{\rho - \rho_a}{\rho} \omega^2 R, \quad (5)$$

откуда

$$v^2 = \frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_a}{\rho_a} \omega^2 \frac{r \rho}{c_R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_a}{\rho_a} \frac{r \rho}{c_R}} \omega. \quad (6)$$

Из анализа уравнения (6) следует, что скорость движения частиц пропорциональна угловой скорости

$$\omega = \frac{u}{R}$$

сти или линейной скорости вращения, если, то

$$v = \sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_a}{\rho_a} \frac{r}{c_R R^2}} u. \quad (7)$$

т.е. $v \sim u$.

Масса оседающих частиц в единицу времени на единичной площади равна

$$n \rho v = n \rho \sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_a}{\rho_a} \frac{r}{c_R R^2}} u, \quad (8)$$

где n – число осевших частиц на данной единичной площади.

Под действием силы захвата, которая будет потоком увлекать часть частиц, оседающих на цилиндрической поверхности, масса осадка будет уменьшаться.

Масса захватываемых частиц будет пропорциональна числу частиц и силе захвата F_3 , которая определяется выражением

$$F_3 = c_R f \rho \frac{u^2}{2}. \quad (9)$$

Тогда с учетом силы захвата запишем

$$m v_0 = m v - A m F_3. \quad (10)$$

где v_0 – результирующая скорость осаждения, м/с;
 A – коэффициент обратно пропорциональный массе осадка в единицу времени, с/кг.

Степень очистки топлива от загрязнений в зависимости от скорости потока жидкости в устройстве и скорости осаждения частиц в очистителе определяется выражением:

$$C = \frac{\left(\sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_a}{\rho_a} \frac{r}{c_R R^2}} u - A c_R f \rho \frac{u^2}{2} \right) n}{n_{\text{исх}} v_0} 100\% \quad (11)$$

где C – степень очистки топлива, %;

$n_{\text{исх}}$ – количество частиц загрязнения в топливе до очистки, проходящих через единичную площадку.

Степень очистки топлива определяется выражением

$$C = \frac{m_0 - m}{m_0}, \quad (12)$$

где m_0 – масса загрязнений в топливе до очистки, кг;
 m – масса загрязнений в топливе после очистки, кг.

Степень очистки топлива пропорциональна скорости потока жидкости. Процесс очистки запишем в виде дифференциального уравнения

$$\frac{dC}{dQ} = A - BQ, \quad (13)$$

где A, B – коэффициенты дифференциального уравнения.

Интегрируя уравнение (13)

$$\int dC = A \int dQ - B \int Q dQ.$$

Общее решение уравнения

$$C = AQ - \frac{BQ^2}{2} + K. \quad (14)$$

Используя результаты экспериментальных исследований, найдем числовые значения неизвестных коэффициентов.

Подставляя найденные константы, получим

$$\frac{dC}{dQ} = 0$$

частное решение для части равным

при $Q = 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с} \rightarrow B = 10^3 \text{ А}$ или $A = 10^5$; $B = 10^8$; $K = 0$.

После подстановки значений A, B, K дифференциальное уравнение имеет вид:

$$C = 10^5 Q - 5 \cdot 10^7 Q^2. \quad (15)$$

Степень очистки топлива от загрязнений зависит от скорости потока жидкости в устройстве и скорости осаждения частиц.

Библиографический список:

1. Молочников, Д.Е. Центробежная очистка светлых нефтепродуктов / Д.Е. Молочников, П.Н. Аюгин // Молодежь и наука XXI века. Материалы III-й Международной научно-практической конференции. Редколлегия: А.В. Дозоров, В.А. Исачев. – 2010. – С. 81-84.
2. Патент на полезную модель 59447 Россия, МПК В 04 В 5/10. Устройство для очистки диэлектрических жидкостей / В.М. Ильин, Д.Е. Молочников, Л.Г. Татаров. – № 2006108222/22; Заяв. 15.03.2006; Опубл. 27.12.2006, Бюл. № 36.
3. Глущенко А.А. Обоснование параметров гидроциклона для очистки отработанных масел. Вестник МГАУ, Агроинженерия, №3. – Москва, 2009. – С. 82-85.
4. Замальдинов, М.М. Многоступенчатый способ очистки и частичного восстановления эксплуатационных свойств отработанных моторных минеральных масел: монография/ М. М. Замальдинов. - Ульяновск: УГСХА им. П.А.Столыпина, 2012. – 207с.

THE METHOD OF CLEANING A DIELECTRIC FLUIDS FROM MECHANICAL IMPURITIES AND WATER

Molochnikov D.E., Ayugin N. P., Golubev V.A., Safarov R.K.

Keywords: *dielectric liquid hydrocyclone, centrifugal fuel cleaning from mechanical impurities and water electrostatic interaction.*

The article considers the theoretical aspects of cleaning the dielectric-ical fluids (fuels) from mechanical impurities and water through the hydrocyclone under the action of electrostatic forces of interaction and deposition due to centrifugal gravitational force and the Lorentz force.

УДК 631.371

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ДОРНОВАНИЕМ

А.В. Морозов, кандидат технических наук, доцент
Тел. 8(8422)559597, alvi.mor@mail.ru

В.А. Фрилинг, кандидат технических наук, ст. преподаватель
Тел. 8(8422)559597, friling.vladimir@mail.ru

Д.В. Мушарапов, студент 4 курса

С.С. Акулунин, студент 4 курса

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

Ключевые слова: *электромеханическое дорнование, точность обработки отверстий, инструментальная оснастка.*

В статье обоснована необходимость обеспечения точности при обработке электромеханическим дорнованием. Выполнен краткий анализ инструментальной оснастки применяемой при электромеханическом дорновании. На основании выявленных недостатков существующей инструментальной оснастки предложено универсальное приспособление для обеспечения точности обработки отверстий электромеханическим дорнованием.