

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДООЧИСТКИ
СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
INCREASE OF EFFICIENCY OF ADDITIONAL CLEANING OF LIGHT OIL
PRODUCTS IN CONDITIONS THE AGRICULTURAL ENTERPRISES**

Д.Е. Молочников
D.E. Molocnikov
Ульяновская ГСХА
Ulyanovsk State Akademy of Agriculture

The estimation of a current state and prospects of application of existing ways and clearing means shows that for clearing of a considerable quantity of fuel of mechanical impurity and water in dynamic conditions the combined ways of clearing based on joint influence on pollution of a centrifugal field and other kinds of force fields are considered as the most perspective.

Общая мощность поршневых двигателей, используемых в народном хозяйстве, превышает 2 млрд. лошадиных сил, что примерно в 5,5 раз больше установленной мощности всех стационарных электростанций. Парк двигателей внутреннего сгорания (ДВС) превышает 21 млн. шт., потребляет 90% бензина, 80% дизельного топлива и 84 % моторных масел, выработанных в странах СНГ. Сельское хозяйство является одним из самых массовых потребителей нефтепродуктов, расходуя более 40 % дизельного топлива и 30% бензина.

Топливо, выпускаемое отечественными нефтеперерабатывающими предприятиями, отвечает требованиям государственных стандартов. Но при транспортировании, хранении, и применении в сельскохозяйственных предприятиях происходит ухудшение его качество. При этом до 70% топлива загрязняется и фактически становится непригодным к применению.

Анализ причин и источников загрязнения топлива показывает, что количественный и качественный состав различного вида загрязнений определяется в основном физико-химическими свойствами перерабатываемых продуктов, техническим состоянием и условиями применения средств хранения и транспортирования, а также несовершенством используемых способов и средств очистки топлив и нарушением правил их эксплуатации.

Сила трения, между движущейся частицей и средой, зависит не только от скорости движения частицы, но и от ее формы, размеров, а также от вязкости и плотности среды.

Следует отметить, что при медленном движении в процессе отстаивания и осаждения используется формула Стокса. Если скорость движения шарообразной частицы превышает известные пределы, начинают проявляться не только силы трения, но и инерционные силы масс, выведенных из состояния покоя. В работе [1] найдены решения, в которых учтены инерционные силы и получена следующая зависимость

$$F_c = 6\pi\mu vr \left(1 + \frac{3}{8} R_e\right), \quad (1)$$

где v – радиальная скорость частицы, м/с, $R_e = \frac{vr}{\nu}$ – число Рейнольдса; μ – коэффициент кинематической вязкости.

Раскрыв величины, входящие в формулу, и зная, что $\mu = \rho\nu$, получим второе слагаемое, учитывающее влияние инерционных сил

$$6\pi\mu vr \frac{3vr}{8\nu} = \frac{9}{4} \pi\mu r^2 \rho \omega^2. \quad (2)$$

Кинетическая энергия тела массой m будет равна $\frac{mv^2}{2}$, где m – масса частицы, v – скорость движения частицы, м/с.

При больших скоростях кинетическая энергия является фактором, значение которого значительно превосходит величину слагаемого, определяющего роль вязкого трения.

При движении жидкости между коаксиальными цилиндрами радиусом R_1 и R_2 возникает вращательное движение, характеризующееся угловой скоростью ω .

Примем, что угловая скорость вращения ω – постоянная. Тогда ускорение a_u зависит от радиуса коаксиальных цилиндров и будет прямо пропорционально ему.

Проанализируем движение частицы когда силы не уравновешены, и скорость постоянно нарастает под влиянием равнодействующей силы.

$$m \frac{dv}{dt} = F_u - F_u - F_c, \quad (3)$$

где $F_u = \frac{3}{4} \pi r^3 \rho \omega^2 R$ – центробежная сила инерции, действующая на частицу, Н; $F_u = \frac{3}{4} \pi r^3 \rho_{\infty} \omega R$ – инерционная сила, обусловленная разностью плотности частицы и жидкости, Н; $F_c = c_R f \rho_{\infty} \frac{v^2}{2}$ – сила сопротивления движению частицы относительно жидкости, Н; $f = \pi r^2$ – площадь сечения частицы, м².

Подставив значения этих сил, получаем

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

После преобразований получим

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\rho - \rho_{\infty}}{\rho} \omega^2 R - \frac{3}{8} \cdot \frac{c_R \cdot \rho_{\infty} v^2}{r \cdot \rho}. \quad (4)$$

Обозначим

$$\frac{\rho - \rho_{\infty}}{\rho} \omega^2 = a;$$

$$\frac{3}{8} \frac{c_R \rho_{\infty}}{r \rho} = b.$$

Тогда

$$\frac{dv}{dt} = aR - bv^2. \quad (5)$$

Так как $R = vt$, то получим дифференциальное уравнение Бернулли

$$\frac{dv}{dt} avt = -bv^2. \quad (6)$$

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

сти частиц:

$$v = \frac{e^{\frac{a}{2}t^2}}{\left(b \int e^{\frac{a}{2}t^2} dtz c \right)} \quad (7)$$

При равномерном движении осаждающихся частиц, когда $\frac{dv}{dt} = 0$, из уравнения (4) получим:

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

откуда

$$v^2 = \frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_{\infty}}{\rho_{\infty}} \omega^2 \frac{r \rho}{c_R} \rightarrow v = \sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_{\infty}}{\rho_{\infty}} \frac{r \rho}{c_R}} \omega. \quad (9)$$

Из анализа уравнения (9) следует, что скорость движения частиц пропорциональна угловой скорости или линейной скорости вращения, если $w = \frac{u}{R}$, то

$$v = \sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_{\infty}}{\rho_{\infty}} \frac{r}{c_R R^2}} u. \quad (10)$$

Масса оседающих частиц в единицу времени на единичной площади равна

$$n \rho v = n \rho \sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_{\infty}}{\rho_{\infty}} \frac{r}{c_R R^2}} u, \quad (11)$$

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

$$F_3 = c_R f \rho_{\infty} \frac{u^2}{2}. \quad (12)$$

Тогда с учетом силы захвата запишем

$$m v_0 = m v - A m F_3. \quad (13)$$

где v_0 – результирующая скорость осаждения; 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:

$$C = \frac{\left(\sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_{\infty}}{\rho_{\infty}} \frac{r}{c_R R^2}} u - A c_R f \rho_{\infty} \frac{u^2}{2} \right) n}{n_{\text{исх}} v_0} 100\% \quad (14)$$

где C – степень очистки топлива, %; $n_{\text{исх}}$ – количество частиц загрязнений в топливе до очистки, проходящих через единичную площадку.

Из формулы (13) скорость осаждения частиц загрязнений будет равна

$$v_0 = \sqrt{\frac{8}{3} \frac{\rho - \rho_{\infty}}{\rho_{\infty}} \frac{r}{c_R R^2}} u - A c_R f \rho_{\infty} \frac{u^2}{2}. \quad (15)$$

Полученная скорость осаждения подчиняется параболической зависимости от скорости потока и имеет максимум при

$$v'(u) = \sqrt[3]{\frac{8 \rho - \rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}} \frac{r}{c_R R^2}} - A c_R f \rho_{\text{ж}} u = 0, \quad (16)$$

откуда

$$u_{\text{max}} = \sqrt[3]{\frac{\frac{8 \rho - \rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{ж}}} \frac{r}{c_R R^2}}{A c_R f \rho_{\text{ж}}}} \quad (17)$$

В электрическом поле тонкодисперсным частицам сообщается электрический заряд, под действием которого происходит увеличение осаждаемых частиц. При движении потока между соосными цилиндрами на их поверхности создается разность потенциалов, которая предположительно пропорциональна $\Delta\varphi \approx \sqrt{Q}$; $\Delta\varphi \approx \sqrt{u}$. Скорость электроосаждения зависит от размера взвешенных частиц и гидродинамического сопротивления потока.

Литература:

1. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности. Изд. второе.-М.; Пищевая промышленность, 1993, с. 767

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЛИЯНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО, ГРАВИТАЦИОННОГО И ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТОВ НА СТЕПЕНЬ ОЧИСТКИ ТОПЛИВ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ И ВОДЫ RESULTS OF INFLUENCE OF CENTRIFUGAL, GRAVITATIONAL AND TRIBOELECTRIC EFFECTS ON DEGREE OF CLEARING ТОПЛИВ FROM MECHANICAL IMPURITY AND WATER

Д.Е. Молочников, Ю.С. Тарасов
D.E. Molocnikov, Yu.S. Tarasov,
Ульяновская ГСХА
Ulyanovsk State Akademy of Agriculture

The estimation of influence of physical effects and their complex interaction on clearing degree топлив in which course are constructed the regress equation is spent.

Оценка эффективности очистки топлива от механических примесей и воды производилась на специально изготовленной установке, позволяющая моделировать процесс перекачки топлива на нефтебазах сельскохозяйственных предприятий, включающая в себя емкость с загрязненным топливом, в которой установлена мешалка с электроприводом, топливный насос, для перекачки топлива,