

Библиографический список

1. Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. — М.: Изд-во МГАУ им. В.П. Горячкина, 2007. — 400 с., ил.

2. Уханов, А.П. Рапсовое биотопливо / А.П. Уханов, В.А. Рачкин, Д.А. Уханов // Пенза: РИО ПСА. - 2008. - 229 с.

3. **Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения.** - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. - 68 с.

4. Картамышева Е.В. Проблемы и перспективы возделывания горчицы сарептской // Е.В.Картамышева «Земледелие» № 4. - 2006 - с.25-26.

5. Болтинский В.Н. Теория, конструкция и расчет тракторных и автомобильных двигателей/ М.: Сельхозиздат, - 1962. - 391с.

6. Иванов В.А. Оценка эксплуатационных показателей трактора класса 14 кН при работе на растительно-минеральном топливе. Автореф. дис. канд. техн. наук: Пенза., 2010. - 21 с.

УДК 621.43; 631.37

ОЧИСТКА ОТРАБОТАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕМ

М. М.Замальдинов, инженер, аспирант кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования»,

ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия».

тел. 8(8422)55-95-13

Ключевые слова: центрифуга, механические примеси, масло, частица.

Приведено теоретическое обоснование процесса очистки отработанных моторных масел методом центрифугирования. На основании теоретических закономерностей, описывающих истечение жидкостей из сопла центрифуг, определены критерий сепарации и количество отделяемых частиц из потока очищаемого масла.

Для подтверждения полученных теоретических зависимостей проведены исследования по выбору режимов центрифугирования от состояния системы «масло – микропримеси».

Особенности сельскохозяйственного производства требуют применения простых, надёжных и эффективных методов продления срока службы масел, заливаемых в двигатели внутреннего сгорания.

Отработанные масла подлежат очистке, при которой происходит удаление загрязняющих их примесей и воды, после чего эти масла можно повторно использовать наряду со свежими маслами соответствующих марок. Отработанные минеральные масла очищают различными методами с использованием разнообразных технических средств. Широкое применение получили технические средства очистки отработанных масел в силовых полях. К ним относят различного рода центрифуги и сепараторы.

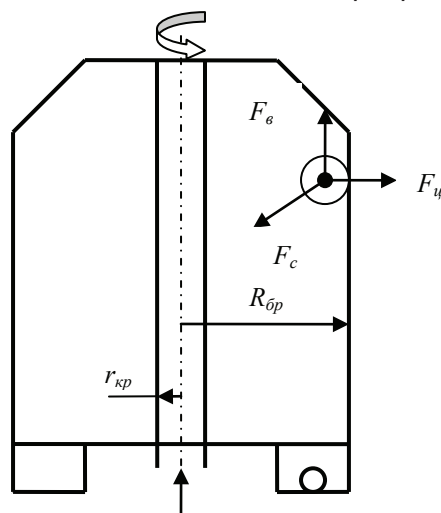


Рис. 1. - Силы, действующие на частицы в поле динамической системы «ротор центрифуги – жидкое тело»

Теоретические основы процесса центрифугирования жидкостей центробежными очистителями разработаны многими отечественными учеными: Григорьевым М.А., Соколовым В.И., Дегтяревым В.А., Рябининым И.П., Пироженом Е.М., Ходаковым В.А. [1, 2] и другими.

Частица механических примесей в поле центробежных сил находится в основном под действием трех сил [3]: F_u – центробежной, F_g – выталкивающей и F_c – силы сопротивления жидкости частицам при их движении (рис.1).

Вход подсистемы «масло – механические примеси» будет осуществляться в центрифугу по оси, а выделение примесей, по мере накопления, будет происходить на внутренней поверхности ротора.

Относительное перемещение в радиальном направлении S частицы в роторе зависит от ее радиальной скорости v_p и времени перемещения τ :

$$S = \varphi(v_p, \tau), \quad (1)$$

Перемещение частицы за время τ под действием результирующей (центробежной силы F_u) определяется ее положением в элементарном кольцевом объеме ротора:

$$dV_{\text{эк}} = 2\pi R_{\kappa} H_p d_{\chi}, \quad (2)$$

где $dV_{\text{эк}}$ – элементарный кольцевой объем ротора, м^3 ; R_{κ} – радиус расположения кольцевого объема, м ; H_p – высота ротора центрифуги, м ; d_{χ} – диаметр частицы, м .

Объем выделенной массы примесей $V_{\text{эм}}$ в единицу времени, или производительность центрифуги $\Pi_{\text{пр}}$, можно определить как:

$$V_{\text{эм}} = \Pi_{\text{пр}} = \frac{dV_{\text{эк}}}{d\tau}, \quad (3)$$

где $d\tau$ – продолжительность пребывания разделяемой системы в данном элементарном кольцевом объеме, с .

За промежуток времени $d\tau$ взвешенная в масле частица переместится в направлении стенки ротора на расстояние dS , двигаясь со скоростью

$$v = v_0 \frac{\omega^2 d_{\chi}}{2g}, \quad (4)$$

где v_0 – скорость осаждения частиц в гравитационном поле, м/с ; ω – угловая частота вращения ротора, с^{-1} ; g – ускорение

свободного падения, м/с^2 .

Перемещение dS элементарного объема частиц V_{κ} внутри ротора через интервал времени $d\tau$ определяется как:

$$dS = v d\tau, \quad (5)$$

Подставив в (5) значение $d\tau$ по (3), скорости v по (4) и $dV_{\text{эк}}$ по (2), получим:

$$dS = v d\tau = v \frac{dV_{\text{эк}}}{\Pi_{\text{пр}}} = v_0 \frac{\omega^2}{g \Pi_{\text{пр}}} 2\pi R_{\kappa} H_p d_{\chi}. \quad (6)$$

Скорость движения частиц в масле под действием сил тяжести

$$v_0 = \frac{d_{\chi}^2 \Delta g}{18 \mu_m}, \quad (7)$$

где Δ – разность плотностей механических примесей и масла, кг/м^3 ; μ_m – кинематическая вязкость масла, $\text{мм}^2/\text{с}$.

Кольцевой объем $dV_{\text{эк}}$ в роторе центрифуги ограничен радиусом колонки $r_{\text{кр}}$ и радиусом барабана ротора $R_{\text{бр}}$ (рис.1).

Проинтегрировав левую часть уравнения (6) от 0 до S , а правую – от $r_{\text{кр}}$ до $R_{\text{бр}}$ и, подставив в нее значение v_0 (7), получим объемный выход частиц примесей

$$V_{\text{эм}} = \Pi_{\text{пр}} = \frac{1}{18} \frac{\Delta}{\mu_m} d_{\chi}^2 \omega^2 \frac{2}{3} \pi H \frac{R_{\text{бр}}^3 - r_{\text{кр}}^3}{R_{\text{бр}} - r_{\text{кр}}}, \quad (8)$$

Скорость выделения частиц примесей из подсистемы

$$v_{\text{эч}} = \frac{\Delta d_{\chi}^2 \omega^2 2\pi H (R_{\text{бр}}^3 - r_{\text{кр}}^3)}{18 \mu_m 3 (R_{\text{бр}} - r_{\text{кр}})}, \quad (9)$$

Как следует из (9), скорость $v_{\text{эч}}$ выделения частиц является функцией следующих параметров: d_{χ} , Δ , ω , $R_{\text{бр}}$, H_p , $r_{\text{кр}}$, μ_m .

d_{χ} , Δ , μ_m – это параметры рассматриваемых подсистем; H_p , $R_{\text{бр}}$, $r_{\text{кр}}$ – это постоянные параметры для конкретной центрифуги, а один из них $R_{\text{бр}} = R$ является составляющим параметром напряженности поля $E = \omega^2 R$.

$$\text{Обозначив через } C = \frac{1}{18} \frac{2}{3} \pi H r_{\text{кр}} = \text{const},$$

получим из (9) обобщенную зависимость скорости выделения частиц механические примесей в функции некоторых параметров:

$$v_{\text{эм}} = f(d_{\chi}, \Delta, \mu_m, E, C), \quad (10)$$

Очевидно, что скорость выделения частиц механических примесей $v_{\text{эч}}$ из подсистемы «масло – механические примеси» будет зависеть и от объемного содержания механических примесей $V_{\text{пр}}$.

Применив к решению функции (10) метод анализа размерностей, получим скорость разделяемости подсистемы «масло – механические примеси»:

$$v_{pr} = A \frac{d\Delta EV_{\text{м.п.}}}{\mu}, \quad (11)$$

где A – коэффициент пропорциональности, определяемый опытным путем ($A = 1 \cdot 10^{-5} \dots 2 \cdot 10^{-5}$ при $E = 2,7 \cdot 10^4 \dots 3,6 \cdot 10^4$ м/с²).

Таким образом, скорость разделения подсистемы «масло – механические примеси» методом центрифугирования пропорциональна напряженности поля, содержанию механических примесей в подсистеме, разности плотностей фаз подсистемы, размеров частиц механических примесей и обратно пропорциональна вязкости подсистемы.

Для отделения частицы в центрифуге существенное значение имеют три величины: скорость сепарации v_c , толщина слоя осадения и время пребывания частицы в роторе центрифуги τ . Из этих трех величин может быть составлен параметр – критерий сепарации, определяющий количество отделяемых частиц из потока очищаемого масла:

$$K_c = \frac{v_{pr}\tau}{\lambda}, \quad (12)$$

где $\lambda = R_{\text{сп}} - r_{\text{кр}}$ – толщина слоя осадения, м.

Выполнив замену и подставив в (12) значение v_{pr} , получим:

$$K_c = A \frac{d\Delta EV_{\text{м.п.}}(R_{\text{сп}} - r_{\text{кр}})}{\mu} \quad (13)$$

В этом случае качество очистки центрифуги можно определить как унос частиц через сливное отверстие, выраженный в процентах от общего объема примесей, поступающих в центрифугу с очищаемым маслом:

$$\phi = \frac{V_{\text{м.п.}} - K_c}{V_{\text{м.п.}}} \cdot 100. \quad (14)$$

Таким образом, качество очистки масла будут определять геометрические параметры центрифуги и время нахождения частицы в роторе, зависящее от скорости осадения.

На основании проведенных исследований процесса очистки масла в центрифуге на различных режимах получено уравне-

ние регрессии:

$$Y = 0,6092 - 0,0224X_1 + 0,393X_2 + 0,0004X_1^2 - 0,031X_1X_2 + 0,6476X_2^2 \quad (15)$$

где Y – степень очистки, %; X_1 – скорость разделения подсистемы, м/с; X_2 – время осаждения, с.

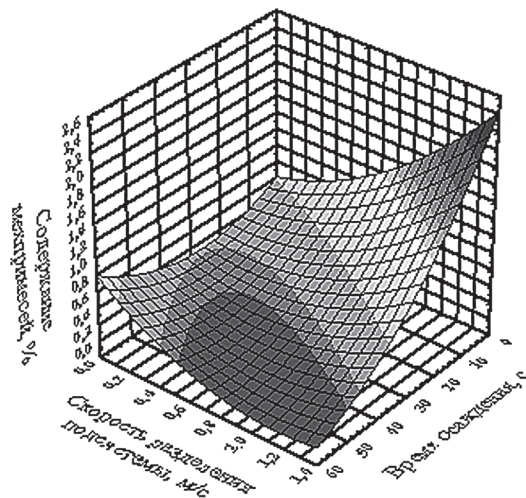


Рис. 2. - Поверхность отклика от взаимодействия скорости разделения подсистемы и времени осаждения

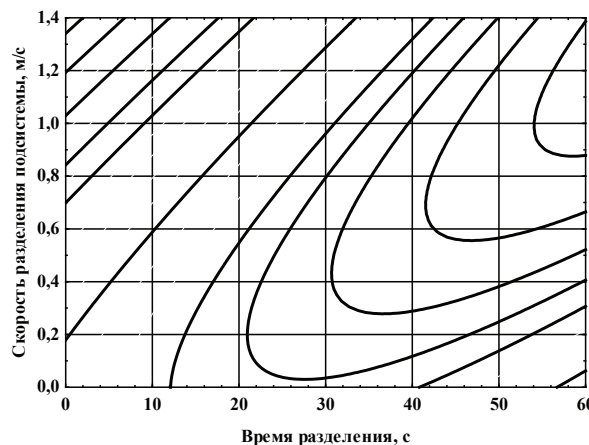


Рис. 3. - Двухмерное сечение, характеризующее степень очистки от скорости разделения подсистемы и времени осаждения

Результаты исследований показывают, что наилучшая степень очистки соответствует максимальной скорости разделения подсистемы и времени осаждения (рис. 2, 3). Также было установлено, что наибольшая степень очистки масла от примесей происходит при скорости разделения подсистемы 1...1,2 м/с и времени осаждения – 55...60 с.

С учетом полученных теоретических

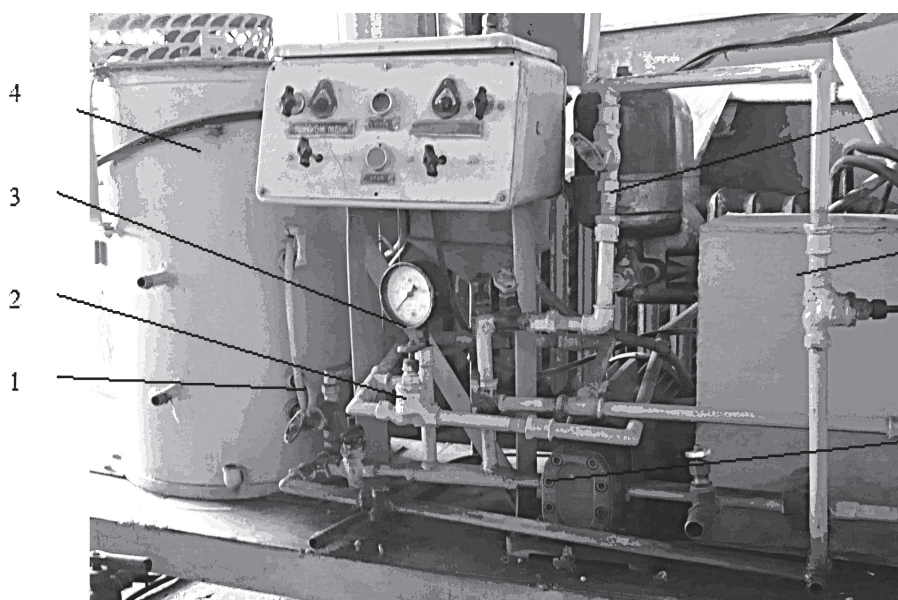


Рис. 4. - Центробежная очистительная установка (обозначения в тексте)

зависимостей была смонтирована центробежная очистительная установка (рис. 4).

Она включает в себя: ТЭН –1; магистральный кран – 2; дроссельный расходомер типа ДР - 70 – 3; ёмкость для отстоя и нагрева масла – 4; две полнопоточные масляные центрифуги – 5; ёмкость для сбора очищаемого моторного масла – 6; шестерёнчатый насос –7. Установка работает следующим образом. Отработанное минеральное моторное масло заливают в ёмкость для отстоя масла 4. В ней масло нагревается с помощью ТЭНа 1 до температуры 100...105°С. Происходит осаждение механических примесей и испарение легких топливных фракций и воды. После отстоя механические примеси сливают в отдельную ёмкость. Данный процесс является первой

ступенью очистки. Затем с помощью шестеренчатого насоса 7 масло подают на вторую ступень очистки - полнопоточные масляные центрифуги 5 под давлением 0,3 МПа, регулируемым дроссельным расходомером 3. Кратность прохода отработанного минерального моторного масла через центрифуги зависит от степени его загрязнения. После очистки масло сливают в ёмкость для сбора очищенного моторного масла 6, а затем проводят его анализ по

показателям качества очистки.

Зная эффективность очистки отработанного масла и исходя из степени его загрязненности, можно подобрать режимы очистки для достижения необходимого качества масла.

Предлагаемая центробежная очистительная установка очистки отработанного минерального моторного масла отличается от других тем, что позволяет очищать моторное масло многократно в зависимости от степени его загрязненности.

Проведенные исследования качества очистки отработанного моторного масла на предлагаемой установке показали следующие результаты (табл. 1).

В процессе отстоя на первой ступени

Таблица 1

Результаты анализа отработанного моторного масла М-10Г₂к на центробежной очистительной установке

Ступени очистки	Показатели			
	Содержание примесей, %	Содержание воды, %	Кинематическая вязкость, мм ² /с	Температура вспышки, °С
Отработанное моторное масло	0,97	0,3	12,2	182
I ступень очистки	0,84	0,01	12,8	205
II ступень очистки	0,33	отсутств.	13,1	206
Товарное масло М-10Г ₂ к	0,28	0,03	10,9	208

наблюдалось следующее изменение показателей масла: содержание примесей снизилось с 0,97 до 0,84%, содержание воды до 0,01%, кинематическая вязкость повысилась до 12,8 мм²/с, а температура вспышки - с 182°С до 205°С.

После второй ступени очистки при центрифугировании содержание примесей снизилось с 0,84% до 0,33%, кинематическая вязкость увеличилась до 13,1 мм²/с, температура вспышки повысилась до 206°С. Воды в очищенном масле не обнаружено.

Таким образом, очистка отработанного моторного масла на предлагаемой установке позволила снизить содержание примесей на 65,9%, это составило 0,33% от объема очищаемого масла, при содержании примесей в товарном масле М-10Г₂к – 0,28%. Вода в очищенном масле отсутствовала, а допустимое значение ее содержания в товарных маслах – 0,03%. Температура вспышки составила 206°С, что находится в пределах требований технических условий. Кинематическая вязкость составила 13,1 мм²/с

(табл. 1).

Предлагаемая центробежная очистительная установка позволяет очищать отработанное моторное масло с требуемым качеством. Очищенное масло можно использовать в гидросистемах сельскохозяйственной техники, станочном оборудовании или в качестве базового масла для компаундирования и дальнейшего восстановления его свойств.

Библиографический список

1. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях. – М.: Машиностроение, 1970. – 270с.
2. Пальчевский Б. А. Научное исследование: объект, направление, метод. – Львов: вища школа, 1979. – 180с.
3. Бутов Н.П. Научные основы проектирования малоотходной технологии переработки и использования отработанных минеральных масел. – зерноград, ВНИПТИ-МЭСХ, 2000. -410с.

УДК 631.331.022

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЕМЯН СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Ю.М. Исаев, доктор технических наук, доцент,
Н.М. Семашкин, кандидат технических наук, ассистент,
Н.Н. Назарова, аспирант Ульяновской ГСХА,
тел.8 (84231) 55-95-49
isummi@yandex.ru

Ключевые слова: спиральный винт, посев мелкосеменных культур, теоретические исследования, активный слой, подача, спиральный винт, угловая скорость.

Рассмотрена теория вертикального перемещения мелкосеменных культур спирально-винтовым рабочим органом, особенности взаимодействия зерна с винтовой спиралью. Получена зависимость угловой скорости зерна от параметров рабочего органа и физических свойств зерна при его движении вдоль винтовой линии.

Разработка рабочих органов высевающих машин является одной из основных

задач механизации сельскохозяйственного производства. Это связано с тем, что существующие высевающие аппараты не в полной