

УДК 631.37

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

*Замальдинова Ю.М., студентка 1 курса, факультета физико-математического и технологического образования
ФГБОУ ВО Ульяновский ГПУ*

*Научный руководитель - Замальдинов М.М., кандидат
технических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

Ключевые слова: центрифугирование, частица, механические примеси.

В статье рассматривается теоретическое обоснование процесса центрифугирования механических примесей в отработанных минеральных маслах.

Частица механических примесей $k_{\text{мх}}$ в поле центробежных сил находится в основном под действием трех сил: $F_{\text{ц}}$ – центробежной, $F_{\text{с}}$ – выталкивающей и $F_{\text{с}}$ – сила сопротивления жидкости частицам при их движении (рис. 1) [1-4].

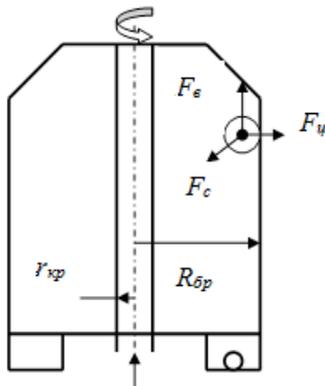


Рисунок 1- Силы, действующие на частицы в поле динамической системы

Положение частицы $K_{\text{мх}}$ за время τ под действием центробежной силы $F_{\text{рц}}$ определится их положением в элементарном кольцевом объеме ротора:

$$dV_{\text{ЭК}} = 2\pi R_{\text{к}} H_{\text{р}} d_{\text{ч}}, \quad (1)$$

где $dV_{\text{ЭК}}$ – элементарный кольцевой объем ротора (с выявляемой массой частицы), м^3 ; $R_{\text{к}}$ – радиус расположения кольцевого объема, м ; $H_{\text{р}}$ – высота ротора центрифуги, м ; $d_{\text{ч}}$ – диаметр частицы, м .

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

$$V_{\text{вм}} = \Pi_{\text{пр}} = \frac{dV_{\text{ЭК}}}{d\tau}, \quad (2)$$

где $d\tau = (dV_{\text{ЭК}} / u_{\text{вм}})$ – продолжительность пребывания разделяемой системы в данном элементарном кольцевом объеме; $u_{\text{вм}}$ – скорость выделение частиц мехпримесей.

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

$$v = v_0 \frac{\omega^2 r}{g}, \quad (3)$$

где v_0 – скорость осаждения частиц в гравитационном поле; ω – угловая частота вращения ротора; r – радиус частицы, м .

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

$$dS = v d\tau, \quad (4)$$

Подставив в (4) значение $d\tau$ по (2), скорости v по (3) и $dV_{\text{ЭК}}$ по (1), получим:

$$dS = v d\tau = v \frac{dV_{\text{ЭК}}}{\Pi_{\text{пр}}} = v_0 \frac{\omega^2}{g \Pi_{\text{пр}}} 2\pi R_{\text{к}} H_{\text{р}} d_{\text{ч}}, \quad (5)$$

Скорость движения частиц u_0 в масле под действием сил тяжести определяется по закону Стокса:

$$v_0 = \frac{d_{\text{ч}}^2 \Delta g}{18 \mu_{\text{м}}}, \quad (6)$$

Кольцевой объем $dV_{\text{ЭК}}$ в роторе центрифуги отражен радиусом ко-

лонки $r_{кр}$ и радиусом барабана ротора $R_{бр}$.

Проинтегрировав dS (5) – левую часть от 0 до S , а правую – от $r_{кр}$ до $R_{бр}$ и подставив в нее значение u_0 (6), получим:

$$v_{вч} = \Pi_{пр} = \frac{1}{18} \frac{\Delta}{\mu_m} d_ч^2 \omega^2 \frac{2}{3} \pi H \frac{R_{бр}^3 - r_{кр}^3}{R_{бр} - r_{кр}}, \quad (7)$$

Скорость выделения частиц мехпримесей $u_{вм}$ из подсистемы, их объемный выход $V_{вч}$, или в конечном итоге производительность центрифуг ($V_v \approx \Pi_{пр} \approx V_{вч}$), определяется зависимостью:

$$v_{вч} = \frac{\Delta d_ч^2 \omega^2 2 \pi H (R_{бр}^3 - r_{кр}^3)}{18 \mu_m 3 (R_{бр} - r_{кр})}, \quad (8)$$

Очевидно, что скорость выделения частиц мехпримесей $u_{вч}$ из системы «масло – мехпримеси будет зависеть и от объемного содержания мехпримесей $V_{пр}$.

Таким образом, скорость разделения системы «масло – механические примеси» методом центрифугирования пропорциональна напряженности поля, содержанию механических примесей в системе, разности плотностей фаз подсистемы, размеров частиц мехпримесей и обратно пропорциональна вязкости подсистемы [5-8].

Библиографический список:

1. Замальдинов, М.М. Математическое описание процесса выпаривания / М.М. Замальдинов, К.У. Сафаров // Материалы III-й Международной научно-практической конференции: Молодежь и наука XXI века. - Ульяновск: ГСХА, 2010. С. 37-41.
2. Замальдинов, М.М. Математическое описание процесса центрифугирования / М.М. Замальдинов, К.У. Сафаров // Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых: Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России. - Ульяновск: ГСХА, 2010. С. 138-140.
3. Замальдинов, М.М. Теоретическое обоснование процесса отстаивания воды в отработанных минеральных маслах / М.М. Замальдинов, С.А. Яковлев, Ю.М. Замальдинова // Материалы Международной научно-практической конференции: Достижения техники и технологий в АПК. - Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2018. С. 276-281.
4. Замальдинов, М.М. Теоретическое обоснование процесса отстаивания механических примесей в отработанных минеральных маслах / М.М. Замаль-

динов, Ю.М. Замальдинова // Материалы Международной научно-практической конференции: Достижения техники и технологий в АПК. - Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2018. С. 281-286.

5. Замальдинов, М.М. Технологический процесс компаундирования очищенных отработанных моторных минеральных масел / М.М. Замальдинов, С.А. Яковлев, А.К. Шленкин // Материалы IX Международной научно-практической конференции: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. - Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2018. С. 159-162.
6. Замальдинов, М.М. Результаты исследования минеральных масел на содержание продуктов износа / М.М. Замальдинов, С.А. Яковлев, Ю.М. Замальдинова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4 (44). С. 14-19.
7. Замальдинов, М.М. Восстановление эксплуатационных свойств масел / М.М. Замальдинов, А.А. Глущенко, С.Ш. Хасянов // Материалы Международной научно-практической конференции: Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России. - Пенза: ГСХА. 2016. С. 75-79.
8. Замальдинов, М.М. Восстановление деталей топливного насоса низкого давления дизелей методом электроконтактной наплавки / М.М. Замальдинов, С.Ш. Хасянов // Материалы VIII международной научно-практической конференции: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. - Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2017. С. 90-94.

THE ORETICAL JUSTIFICATION OF CENTRIFUGING PROCESS

Zamaldinova Y.M.

Key words: centrifugation, particle, mechanical impurities.

The article discusses the theoretical substantiation of the process of centrifugation of mechanical impurities in waste mineral oils.