

УДК 621.52

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ВАКУУМНОГО МАСЛА PFEIFFER VAKUUM P3, MINERAL OIL**

¹ Д.Л. Зиганшин, ¹ Д.А. Сагдеев, ² В.И. Тюлькин, ¹ Д.И. Сагдеев

¹ КНИТУ, Казань, ул. К. Маркса, 68

² ОИЯИ, Дубна, ул. Жолио-Кюри, 6

e-mail: sagdeevdamir1948@mail.ru

Выбор и своевременная замена вакуумного масла играют критическую роль в обеспечении надежности и эффективности вакуумных насосов. Эти насосы являются неотъемлемой частью многих производственных, научных и медицинских процессов, где требуется поддержание точно контролируемого давления.

Замена масла является ключом к поддержанию оптимального функционирования насоса. С течением времени масло загрязняется, теряет свои первоначальные свойства – например, коэффициент преломления, плотность, вязкость и способность сопротивляться окислению. Это может привести к ухудшению его работоспособности. Правильный выбор и регулярная замена вакуумного масла не только обеспечивают бесперебойную работу оборудования, но и снижают эксплуатационные расходы, предотвращая дорогостоящий ремонт или замену вакуумных насосов.

Перед нами была поставлена задача исследовать основные эксплуатационные характеристики вакуумного масла Pfeiffer Vacuum P3, mineral oil (чистого и отработанного) в пластинчато-роторном вакуумном насосе Pfeiffer Vacuum DUO 65 230/400 V.

Рабочая жидкость для пластинчато-роторных вакуумных насосов Pfeiffer Vacuum DUO 65 230/400 V предназначена для очистки паров при низких давлениях, что сохраняет рабочее давление в камере насоса дольше и эффективнее, а в нашем случае в течении полугода работы для форвакуумной откачки на стенде испытания магнитов на гелиевые течи.

Для оценки чистоты использованного образца было проведено исследование его плотности, вязкости и показателя преломления при температуре 20°C, которые представлены в табл.1.

Таблица 1 – Свойства образцов вакуумного масла Pfeiffer Vacuum P3, mineral oil
при T=293,15 К и атмосферном давлении

n/ п	Образец вакуумного масла	Плотность, $\rho_{ж_{20}}$, кг/м ³	Кинематическая вязкость, $\nu_{ж_{20}} \cdot 10^{-6}$, м ² /с	Динами- ческая вязкость, $\mu_{ж_{20}} \cdot 10^{-3}$, Па*с	Показатель преломления, n_D^{20}
1	Чистое	866,39	363,76	315,18	1,4769
2	Отработан.	842,61	260,75	219,71	1,4662

Для измерения показателя преломления нами был использован рефрактометр ИРФ-23, который предназначается для определения показателей преломлений жидких и твердых тел в интервале 1,33–1,78 с точностью до $1,0 \cdot 10^{-4}$ и их дисперсии с точностью до $1,5 \cdot 10^{-5}$.

Для большей достоверности полученных результатов при атмосферном давлении были проведены измерения коэффициентов кинематической вязкости образцов вакуумного масла Pfeiffer Vakuum P3, mineral oil методом капилляра стандартными вискозиметрами капиллярными стеклянными марки ВПЖ-2м фирмы LABTEX ГОСТ 10028-81.

Для точного описания измеренной плотности образцов вакуумного масла Pfeiffer Vakuum P3, mineral oil при атмосферном давлении от температуры (t , °C) использована квадратичная функция (1) значения коэффициентов которой представлены в табл.2.

$$\rho(t) = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2, \quad (1)$$

Таблица 2 – Значения коэффициентов выражения (1) для исследованных образцов Pfeiffer Vakuum P3, mineral oil

Наименование образца	Коэффициенты выражения			
	a_0	a_1	a_2	R^2
Чистое	$8,75860 \cdot 10^2$	$-4,51630 \cdot 10^{-1}$	$-1,07423 \cdot 10^{-3}$	$9,99673 \cdot 10^{-1}$
Отработан.	$8,52827 \cdot 10^2$	$-5,11164 \cdot 10^{-1}$	$-7,80279 \cdot 10^{-4}$	$9,98550 \cdot 10^{-1}$

Отклонение экспериментальных значений от рассчитанных по математическому описанию (1) составило $\pm 0,02\%$.

Для точного описания измеренного коэффициента динамической вязкости образцов вакуумного масла Pfeiffer Vakuum P3, mineral oil при атмосферном давлении от температуры использована квадратичная функция логарифма динамической вязкости ($\ln \mu$) от приведенной температуры ($T_r = T/100$), а значения коэффициентов представлены в табл.3.

$$\ln \mu(T_r) = b_0 + b_1 \cdot T_r + b_2 \cdot T_r^2, \quad (2)$$

Таблица 3 – Значения коэффициентов выражения (2) для исследованных образцов вакуумного масла Pfeiffer Vakuum P3, mineral oil

Наименование образца	Коэффициенты выражения			
	b_0	b_1	b_2	R^2
Чистое	$5,79082 \cdot 10^1$	$-2,84153 \cdot 10^1$	$3,62410 \cdot 10^0$	$9,97890 \cdot 10^{-1}$
Отработан.	$4,91502 \cdot 10^1$	$-2,36318 \cdot 10^1$	$2,96947 \cdot 10^0$	$9,97827 \cdot 10^{-1}$

Отклонение экспериментальных значений от рассчитанных по математическому описанию (2) составило $\pm 5\%$.