для небольших холодильных установок, компрессорных станций небольшой мощности [6]. Градирня БМГ-3000 имеет 2 секции и эксплуатируется с 2011 г. на Карагандинской ТЭЦ, Казахстан (рис. 5).

Рисунок 5. БМГ-3000 (г. Караганда, Казахстан) [8]

Выводы

В результате краткого анализа установлено:

- открытые градирни охлаждают воду за счет непосредственного ее контакта с воздухом; различают следующие брызгальные и эжекционные охладительные градирни;
- безнасадочные градирни работают за счет распыления воды, раздробленной на мелкие капельки; как раз на поверхности каждой отдельной капельки происходит теплообмен;
- существенное отличие брызгальных градирен от эжекционных заключается значением давления, под которым происходит процесс дробления воды.

1. Градирни и очистные сооружения | Агростройсервис [Электронный ресурс] URL: <https://acs-nnov.ru/gradirnya.html> (дата обращения: 23.09.2021).
2. Завод градирен NCT (Санкт-Петербург) [Электронный ресурс] URL: <https://nc-t.ru/stati/typy-gradiren/> (дата обращения: 23.09.2021).
3. Градирни в России [Электронный ресурс] URL: <https://gradirni.org/gradirni/Classification/> (дата обращения: 23.09.2021).
4. Сделано у нас [Электронный ресурс] URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/57625/> (дата обращения: 23.09.2021).
5. Эжекционные градирни [Электронный ресурс] URL: <https://gradirni-nt.ru> (дата обращения: 09.10.2021).
6. Энергетика. ТЭС и АЭС. Всё о тепловой и атомной энергетике [Электронный ресурс] URL: <https://tesiaes.ru/?p=10979> (дата обращения: 27.09.2021).
7. Справочник химика 21 [Электронный ресурс] URL: <https://www.chem21.info/pics/492485/> (дата обращения: 27.09.2021).
8. Градирни: строительство и модернизация [Электронный ресурс] URL: <https://gradirni.tmim.ru/novosti/item/271-pyatyj-god-uspeshno-ekspluatiruyutsya-gradirni-bmg-3000> (дата обращения: 09.10.2021).

Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А.
Способы очистки моторных масел

*Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-11-2021-54

Аннотация

В данной статье рассмотрены классификации различных способов удаления загрязнений моторных масел самодвижущихся машин в различных стадиях их эксплуатации.

Выявлена и обоснована главная нерешенная задача исследования загрязненных рабочих жидкостей. На основе проведенного анализа авторами исследованы назначение, область применения, фазовое состояние, состав, причины возникновения, условия проявления в различных марках масла в различных местах взятия проб и содержание загрязнений.

Ключевые слова: эксплуатационные материалы, загрязнения, моторные масла, компрессоры, диэлектрики, износ, изоляция, гранулометрический состав.

Abstract

This article discusses the classifications of various methods of removing contaminants from motor oils of self-propelled machines at various stages of their operation. The main unsolved problem of the study of contaminated working fluids has been identified and substantiated. Based on the analysis, the authors investigated the purpose, scope, phase state, composition, causes, conditions of manifestation in various brands of oil in various sampling sites and the content of contamination.

Keywords: operational materials, pollution, engine oils, compressors, dielectrics, wear, insulation, granulometric composition.

Масла защищают от попадания в них загрязнений и очищают различными методами. ГОСТ 6370-19 содержание механических примесей в количестве до 0,005% по массе трактует как их отсутствие. Между тем, допускаемая загрязненность 0,005% по массе означает, что в 100 см^3 (масса 83,5 г) масла может содержаться механических примесей в количестве $41,75 \cdot 10^{-4}$ г. Если предположить, что все примеси состоят из твердых частиц кубической формы, то в 100 см^3 рабочей жидкости будет находиться [1] (таблица 1):

Таблица 1

Частиц, шт.	Размером, мкм	Частиц, шт.	Размером, мкм
$5,35 \cdot 10^2$	100	$5,38 \cdot 10^5$	10
$4,25 \cdot 10^3$	50	$4,28 \cdot 10^6$	5
$3,42 \cdot 10^4$	25	$6,69 \cdot 10^7$	2
$6,69 \cdot 10^4$	20	$5,35 \cdot 10^8$	1

Такое количество загрязнений в маслах совершенно недопустимо. Способствовать удовлетворению возросших требований к чистоте масел призван ГОСТ 17216-01 «Промышленная чистота. Классы чистоты жидкостей». В соответствии с этим ГОСТ и требованиями заводов масла считаются пригодными для заправки в системы ЛА, если класс чистоты не превышает 8. Уровень чистоты в процессе эксплуатации не улучшается и составляет уже 9-13 классы чистоты [2]. Теоретически можно предположить, что любой фильтр обеспечивает удаление не менее 97% загрязнений за один проход [3]. Таким образом, для очистки масел могут применяться различные способы, методы и технические средства. При этом предпочтительны физические способы очистки, позволяющие удалять из масла твердые загрязнения, воду и частично легкие топливные фракции [3].

Гравитационный метод очистки масел от загрязняющих примесей и воды – прост, но малоэффективен и длителен. Степень очистки примесей не более 20...80 мкм при обычных температурах, а при пониженных он вообще не эффективен [4]. Процесс отстаивания зависит от плотности, вязкости и степени загрязненности масел и не обеспечивает необходимой чистоты масла. Поэтому этот метод применяют чаще всего для предварительной очистки.

Продолжительность очистки масел от различных инородных примесей значительно сокращается при использовании центробежных сил путем вращательного движения масла в неподвижных аппаратах (гидроциклонах) и подачи масла во вращающийся аппарат (центрифугу). Более широкое применение нашли различные центробежные аппараты. Они могут быть с электрическим, механическим и гидравлическим приводами. Конструкции этих устройств – центрифуг – самые разнообразные, отличающиеся друг от друга

принципиальными схемами, системой подачи гидротоков масла; они могут быть низко- и высокочастотными.

Очистка с использованием сил электрического поля позволяет проводить процесс обезвоживания масел, а используемое оборудование малогабаритно и конструктивными особенностями дает возможность автоматизировать технологический процесс.

Магнитные очистители эффективно удаляют ферромагнитные частицы, образующиеся в результате износа машин.

Загрязненные масла, попадая в поле упругих колебаний вибрационных очистителей, более динамично освобождаются от твердых частиц за счет коагуляции.

Водной промывкой удаляют из масел водорастворимые низкомолекулярные кислоты, соли органических кислот и некоторую долю углеводородных соединений.

Выпариванием при температурах 80-110⁰С масел обеспечивают обезвоживание и удаление из них легкокипящих фракций. Этот процесс весьма энергоемок и продолжителен, реализуется при давлении 25-30 кПа и требует специальных нагревателей и вакуумных устройств [4].

Из физических методов также наиболее распространен метод фильтрования через пористые перегородки фильтрующих материалов: бумаги, спецканей, всевозможных набивок различных веществ и др. Он обеспечивает тонкость фильтрации при грубой очистке – 100-70 мкм, средней – 20-70 мкм, тонкой – 1-20 мкм, ультрафильтрации – менее 0,1 мкм [4]. Недостатки этого метода – большой расход эксплуатационных материалов, необходимость тщательной утилизации, снижение эффективности очистки в процессе фильтрации (по времени функционирования). Ограничение возможностей фильтрации вызвано следующими, присущими данным фильтроэлементам, недостатками: небольшая грязеемкость, малый ресурс, большое гидросопротивление, недостаточная прочность и пластичность фильтроэлементов, невозможность восстановления характеристик фильтроэлементов, необходимость соблюдения химической совместимости материала пористой перегородки и корпуса фильтра с очищаемой средой, миграция загрязнений из фильтроматериалов в очищаемую среду.

В таблице 11 приведены сведения по фильтрации рабочих жидкостей.

Таблица 11

<i>Фильтрованный материал / свойства</i>	<i>Фильтровальная бумага АБРК ТУ 37459</i>	<i>Сетка саржевого плетения 80/120 ТУ-62</i>	<i>Пористая нержавеющая сталь ФСН-5 МРТУ 14-284-66</i>
<i>Тонкость фильтрации, мкм</i>	<i>10-15</i>	<i>12-16</i>	<i>5-8</i>
<i>Пропускная способность, л/мин</i>	<i>200</i>	<i>5-200</i>	<i>20-135</i>
<i>Стоимость 1 м², тыс.руб.</i>	<i>50-80</i>	<i>600-700</i>	<i>1200</i>
<i>Возможность многократного применения</i>	<i>нет</i>	<i>есть</i>	<i>есть</i>

Биометрические методы разделения смесей сложны и дорогостоящи. Методы очистки с использованием полупроницаемых мембран (очистка до 0,1 мкм и выше) экономически просты, но требуют периодической промывки и пока не освоены в авиапромышленности. Известны также комбинированные способы очистки, основанные на одновременном использовании нескольких: силовых полей и пористых фильтрующих перегородок; центробежного и магнитного полей; центробежного поля с фильтрованием; вибрационного фильтрования и мембран.

Физико-химические методы (адсорбционный и селективный) дают довольно высокое качество очистки, но требуют сложного оборудования, дорогостоящий адсорбентов, кислот, растворителей и других технологических компонентов. Химические методы очистки

основаны на взаимодействии веществ, загрязняющих отработанные масла, вводимых в эти масла реагентов. В результате химических реакций образуют соединения, легко удаляемые из масел. Наиболее предпочтительными являются: гидрогенизация; с помощью окислов, карбидов и гидридов металлов; кислотная и щелочная очистка.

Следующий метод очистки определяется как воздействие силового поля на взвешенные в жидкости частицы загрязнений. В зависимости от природы поля силовые очистители разделяются на три группы: гравитационные; центробежные; электрические.

Гравитационные очистители, обладая простой и дешевой энергией, имеют низкую эффективность удаления частиц загрязнений. Подробный анализ способов очистки масел показал, что наиболее широко применима и рациональна в условиях авиапромышленности в настоящее время центробежная очистка [1]. Однако, из-за некоторых присущих только ей недостатков (конструктивная сложность, наличие подвижных частей, большой вес, высокие энергозатраты), применение центрифуг в авиации не решает проблемы очистки полностью [2]. Существующие технические средства для очистки масел в промышленности подразделяются по назначению и видам работ, месту их выполнения, конструкции, способу обслуживания и т.д. Очевидна и актуальна задача разработки новых перспективных способов очистки, позволяющих увеличить чистоту жидкостей и снизить ее себестоимость.

Проблема чистоты жидкостей актуальна во всех отраслях машиностроения. Анализ проб, выполненных на базе ГСМ «ЛУКОЙЛ - Ставрополь», показал, что содержание механических примесей достигает (в граммах на тонну) в дизельном топливе – 400, в бензине – 100, в керосине – 197, в дизельном масле – 1422 [3]. В отдельных случаях на 1 л топлива, слитого из бака автомобиля и трактора, проработавшего в запыленных условиях, обнаружено более 2,5 г загрязняющих веществ.

1. Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А., Новиков Е.А. К вопросу об особенностях работы двигателя внутреннего сгорания и дизельного агрегата. Сборник научных статей XXXI Международной научно-практической конференции «Научные тенденции: вопросы точных и технических наук», 2020, Санкт-Петербург. – 179 с.
2. Гимбицкая Л.А., Гимбицкий В.А. Влияние свойств топлива на летно-технические характеристики летательного аппарата. Сборник научных статей по итогам Национальной научно-практической конференции «Наука и практика в решении стратегических и практических задач устойчивого развития России». – Санкт-Петербург. – СПб: Изд-во «КульИнформПресс», 2019. – 188 с.
3. Мелентьев В.С. Лабораторный практикум по использованию двигателей. М.: Транспорт, 2013. -76 с.
4. Нейман Ш.И. Динамика авиационных двигателей. ЭИ в формате FB2.

Гладышев Н.Н., Базулин И.С.

Метод комплексной оценки эффективности систем централизованного теплоснабжения

*Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-11-2021-55

Аннотация

Рассмотрен новый подход к оценке эффективности централизованной системы теплоснабжения. Основной идеей метода является введение понятия полезно используемой теплоты у потребителя, что дает возможность получить КПД централизованной системы, а главным критерием оценки энергетической эффективности выступает расход топлива на источнике теплоснабжения.

Ключевые слова: система централизованного теплоснабжения, коэффициент полезного действия, полезная теплота, оценка эффективности.

Abstract

A new approach to evaluating the efficiency of a centralized heat supply system is considered. The main idea of the method is the introduction of the concept of usefully used heat