

УДК 656 (075)

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ

Алимова Зебо Хамидуллаевна (профессор),

Усмонов Зафар Турсунович (и.о.доцент)

Ташкентский Государственный Транспортный Университет, Узбекистан

Аннотация: *Целью данной работы — исследовать влияние химического состава смазочных материалов на их показатели качества. Смазочные материалы играют ключевую роль в работе двигателей и других механических систем, обеспечивая снижение трения, отвод тепла, защиту деталей от коррозии и износа. Надёжность и долговечность оборудования во многом зависят от химического состава и стабильности смазочного материала. В процессе эксплуатации состав масла может изменяться, что отражается на его эксплуатационных свойствах. Изучение влияния компонентов смазочных материалов на формирование их эксплуатационной надёжности и качественных характеристик является актуальной задачей. Для обеспечения стабильных эксплуатационных свойств масла важно сохранять алкилзамещённые циклоалканы, арены и циклоалканоарены с длинными углеродными боковыми цепями.*

Ключевые слова: *моторные масла, вязкость, температура, износ деталей, пусковые качества, двигатель, арены, циклоалканы, углеводороды.*

Основу смазочных нефтяных масел, как правило, составляют высококипящие фракции нефти с пределами выкипания 300-500оС. Повышенная испаряемость масел, т.е. потеря маслом легких фракций, наблюдается преимущественно при его работе. Помимо повышения взрывоопасности высокая испаряемость масла ведет к его повышенному расходу. Испаряемость регламентируется фракционным составом масла и температурой вспышки.

Температура вспышки характеризует содержание в масле легких фракций: чем она ниже, тем при более низкой температуре выкипают первые фракции. Из двух равновязких масел лучшими эксплуатационными свойствами (большим индексом вязкости и высокой антиокислительной стабильностью) обладает масло с более узким пределом выкипания.

Правильное сочетание компонентов смазочных материалов обеспечивает:

- ☒ Снижение износа деталей двигателя и оборудования;
- ☒ Стабильность рабочих характеристик при высоких нагрузках и температурах;
- ☒ Сокращение затрат на техническое обслуживание и замену масла;
- ☒ Повышение эксплуатационной надёжности и долговечности оборудования.

Экспериментальные исследования показывают, что добавление антиоксидантов и присадок против износа может увеличить срок службы масла до 30–40% при сохранении вязкости и химической стабильности.

Важной характеристикой смазочных масел является вязкость и вязкостно-температурные свойства. Особо важное значение при эксплуатации механизмов в широком интервале температур приобретает зависимость вязкости от температуры. От вязкости масла зависит легкость пуска двигателя в холодную погоду, износ трущихся деталей, расход масла, а также мощность двигателя. Вязкость смазочных материалов зависит от их температур выкипания. Чем выше температура кипения фракции, тем больше ее вязкость. С изменением температуры вязкость масла существенно изменяется. Так, при изменении температуры на 100°C вязкость масла может измениться в 250 раз. Для облегчения пуска двигателя вязкость масла должна быть как можно меньше, а при работе прогретого двигателя желательнее, чтобы вязкость была достаточно высокой для обеспечения жидкостного трения между его деталями.

Среди различных углеводородов наименьшую вязкость имеют парафиновые, наибольшую - ароматические углеводороды. Вязкость возрастает с увеличением числа циклов в молекулах нафтеновых и ароматических углеводородов, а также с удлинением их боковых цепей.

Желательные компоненты: изопарафиновые, нафтенно-парафиновые, моно- и бициклические ароматические углеводороды с длинными боковыми цепями; именно содержание в масле этих групп углеводородов обеспечивает оптимальное сочетание эксплуатационных свойств и хорошую стабильность в процессе эксплуатации. Нежелательные компоненты: твердые парафиновые углеводороды, полициклические ароматические углеводороды, смолистые и асфальтосмолистые соединения. Из всех углеводородов нефти парафиновые характеризуются наименьшей вязкостью.

Вязкость высокоплавких парафиновых углеводородов с 20-25 углеродными атомами в молекуле чрезвычайно низка (10-12 сст при 380°C), поэтому добавка их к маслу заметно снижает его вязкость. При удалении парафиновых углеводородов из масла вязкость его, соответственно, повышается. Различие в строении нормальных и изопарафиновых углеводородов сравнительно мало сказывается на величине вязкости. При разветвлении цепи вязкость парафиновых углеводородов несколько повышается при умеренных температурах ($38-500^{\circ}\text{C}$) и снижается при более высокой температуре (1000°C).

При нормальной работе двигателя из-за накопления продуктов окисления, сгорания и износа вязкость масла увеличивается. При этом происходит ухудшение поступления масла к парам трения, снижается работоспособность системы фильтрации масла и ухудшаются пусковые свойства двигателя. С одной стороны, чем больше вязкость масла при рабочей температуре, тем лучше уплотняются узлы трения, тем более прочную смазочную пленку оно создает. С другой стороны, чем выше вязкость, тем тяжелее повернуть детали в густом масле и тем труднее прокачивать его по

системе смазки. Снижается прокачиваемость масел, а чем ниже прокачиваемость, тем выше износ и ниже надёжность работы двигателя.

На повышение вязкости циклических углеводородов влияют следующие факторы:

- ☒ увеличение числа колец в молекулах углеводородов;
- ☒ увеличение длины цепи;
- ☒ увеличение числа алкильных цепей;
- ☒ степень разветвления боковых цепей.

Сравнивая уровень вязкости ароматических и нафтеновых углеводородов одинакового строения на основании современных представлений можно констатировать следующие положения:

1. В рядах гомологов бензола, циклогексана и циклопентана одного и того же строения наиболее высокую вязкость имеют гомологи циклогексана, наименьшую — гомологи бензола; среднее положение занимают гомологи циклопентана;

2. Вязкость полициклических нафтеновых и ароматических углеводородов характеризуется, исходя из следующих положений: вязкость алкилпроизводных декалина выше вязкости соответствующих производных нафталина.

Необходимо, чтобы вязкость масел с уменьшением температуры повышалась не резко, т.е. чтобы кривая зависимости вязкости от температуры была по возможности более полой. Поэтому при прочих равных, чем гуще масло, тем больше потери на трение, тем меньшую мощность развивает двигатель и тем больше он расходует топливо. Так, например, по данным компании Castrol использование моторного масла 10W-50 вместо более жидкого 0W-30 в некоторых условиях может привести к снижению мощности двигателя на 10 и даже 20%. При низкой вязкости масла и увеличении нагрузки в узле трения может разрушиться масляная пленка, что приведет к росту износа деталей.

Вязкостно-температурные свойства смазочных масел оцениваются индексом вязкости (ИВ). Этот показатель определяется расчетным путем при известных кинематических вязкостях при 40 и 100°C. Чем меньше меняется вязкость масла с изменением температуры, тем выше его индекс вязкости.

Наибольшим индексом вязкости обладают парафиновые углеводороды, наименьшим полициклические конденсированные нафтеновые и нафтеноароматические углеводороды. Наиболее пологую кривую зависимости вязкости от температуры имеют нормальные алканы, ИВ у них превышает 200. У алканов с разветвлённой цепью он ниже и уменьшается с увеличением степени разветвлённости.

Для циклических арен и циклоалканов характерны следующие особенности:

☒ вязкостно-температурные свойства улучшаются с увеличением отношения углеродных атомов в боковых алкильных цепях к числу углеродных атомов в циклической части молекул;

☒ ИВ снижается при увеличении числа колец в молекуле углеводорода;

☒ ИВ алкилзамещённых бензола, циклогексана, нафталина и декалина растёт почти пропорционально числу углеродных атомов в молекуле;

☒ циклоалканы имеют лучшие вязкостно-температурные свойства, чем арены.

Роль компонентов смазочных материалов в обеспечении эксплуатационной надёжности и качества оборудования невозможно переоценить. Базовое масло и присадки совместно формируют вязкостные, химические и защитные свойства, необходимые для стабильной работы двигателя. Контроль состава и подбор компонентов в зависимости от условий эксплуатации позволяют продлить срок службы оборудования, снизить риск поломок и повысить эффективность работы механических систем.

Таким образом, чтобы получить масла с высокими вязкостно-температурными свойствами, необходимо максимально удалить из масляных фракций смолисто-асфальтеновые вещества, извлечь полициклические арены с короткими боковыми цепями. В масле должны быть полностью сохранены алкилзамещённые циклоалканы, арены и циклоалканоарены с большим числом углеродных атомов в боковой цепи.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Смирнов А. В. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебное пособие. – Великий Новгород: НовГУ, 2004. – 176 с.

2. Алимова, З. Х., & Собиржонов, А. (2021). Улучшение защитных свойств смазочных материалов с помощью ингибиторов коррозии. *Polish science journal*, (5), 38.

3. Алимова, З. Х. (2019). Улучшения смазывающих свойств консистентных смазок для сельскохозяйственных машин. *Ўзбекистон Республикаси Олий Ва Ўрта Махсус Таълим Вазирлиги*, 12.

4. Fozilov, G., Islam, R., Akhmedov, A., Nulloev, U., Shodmonov, S., Alimova, Z., & Yuldoshev, S. (2024). Results of theoretical and experimental researches about determination the corn seed separator sieve parameters of the corn-thresher machine. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 105, p. 04009). EDP Sciences.

5. Алимова, З. Х., Исмадиёров, А. А., & Тожибаев, Ф. О. (2021). Влияние химического состава моторных масел на вязкостные показатели. *Экономика и социум*, (4-1 (83)), 595-598.

6. Khakimov, B., Sharipov, Z., Alikulov, S., Alimova, Z., & Ganiboyeva, E. (2023, August). Tests on the tractor installed experimental device for heating the mixture of bioethanol in diesel fuel. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1231, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.

7. Makhmadjanov, M. I., Alimova, Z. K., Akhmatjanov, R. N., Magdiev, K. I., & Samataev, T. (2024, March). Recovery of zeolite waste for reuse during cleaning natural gases. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3045, No. 1, p. 060032). AIP Publishing LLC.

8. Karimova, K. (2024, June). Research of the quality of motor oils of heavy dump trucks during operation under conditions of high temperatures. In ICTEA: International Conference on Thermal Engineering (Vol. 1, No. 1).
9. Zebo, A., Sherali, T., Ravshan, K., Ravshanjon, A., & Kamola, K. (2025, July). Research of the quality of motor oils working in engines of mining transport equipment. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3256, No. 1, p. 060023). AIP Publishing LLC.
10. Алимова, З. Х., Сабилова, Д. К., & Ниязова, Г. П. (2025). Влияние загрязненности моторных масел на работу двигателя в условиях высокой запыленности воздуха. Научный Импульс, 4(38), 244-247.
11. Khamidullaevna, A. Z. (2022). Investigation of changes in the quality of motor oils when operating engines. Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 3(06), 119-122.
12. Zebo, A., & Bakhtiyor, S. (2022). Oxidation of motor oils during operation engines in military equipment. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(8), 97-103.
13. Alimova, Z., Abdukhaliyov, H., Kholmirezayev, B., & Samatayev, T. (2020). Ways to improve the performance of hydraulic oils for agricultural machinery. Industrial Technology and Engineering, 3(36), 17-22.
14. Алимова, З., Ниязова, Г., & Сабилова, Д. (2022). Исследование срабатывания присадок моторных масел в процессе эксплуатации двигателя. Академические исследования в современной науке, 1(18), 269-275.
15. Алимова, З. (2020). Пути улучшения свойств смазочных материалов применяемых в транспортных средствах. Монография, Vneshinvestprom.