

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПРИСАДОК В МАСЛЕ
НА ТЕМПЕРАТУРУ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ**

**Замальдинова Ю.М., студентка 3 курса, факультета
физико-математического и технологического образования
ФГБОУ ВО Ульяновский ГПУ**

**Дежаткин И.М., студент 3 курса инженерного факультета
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

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

***Ключевые слова:** узел трения, антифрикционный наполнитель, температура, коэффициент трения.*

Получена теоретическая зависимость присадок в масле на температуры в узлах трения от коэффициента трения.

В настоящее время современные энергетические установки характеризуются высокими удельными нагрузками, температурами в узлах трения и скоростями относительного перемещения трущихся поверхностей. При хороших технико-эксплуатационных показателях наблюдается снижение надежности таких двигателей вследствие повышенного износа в узлах трения [1-5].

Увеличение нагрузки приводит к изменению адгезионной связи:

$$\tau = \tau_o + \beta P_c, \quad (1)$$

где τ – изменение адгезионной связи при увеличении нагрузки, Н/м²; τ_o – прочность адгезионной связи при отсутствии нагрузки, Н/м; β – пьезокоэффициент, характеризующий увеличение прочности на срез от нормального давления; P_c – давление в трибоузле, Н/м².

Зависимость коэффициента трения от изменений температуры в узлах трения может быть представлена в виде [2]:

$$f_2 = f_1 e^{\pm \alpha(t_2 - t_1)}, \quad (2)$$

где f_2 - коэффициент трения при температуре t_2 в узлах трения; f_1 - коэффициент трения при температуре t_1 в узлах трения; e - основание натурального логарифма; α - температурный коэффициент.

С учетом нагрузочно-температурных факторов, коэффициент трения в узлах трения:

$$f_2 = \frac{\tau}{HB} + k \left(\frac{P_c}{HB} \right)^m, \quad (3)$$

где k и m - константы, зависящие от параметров поверхностей трения; HB - твердость материала по Бринелю.

При увеличении температуры изменяется удельная сила сопротивления относительному скольжению. Это является причиной изменения молекулярной и деформационной составляющих контактирующих тел. С учетом этого коэффициент трения в узлах трения

$$f_2 = \frac{\tau}{HB} e^{\pm \alpha(t_2 - t_1)}. \quad (4)$$

Таким образом, температура воздействует на адгезионный контакт в узлах трения. Можно заметить, что увеличение температуры в узлах трения до определенной величины практически не влияет на коэффициент трения, но при превышении этой температуры до некоторого критического уровня, будет наблюдаться резкое увеличение коэффициента трения из-за нарушения граничной пленки и повреждения поверхностей трения.

В действительности узел трения работает в режиме смазки, в связи с этим определение температурных режимов его работы должно проводиться с учетом структуры контакта (металл - смазка - металл), а также коэффициента трения. То есть, температура контакта узла трения [6-9]

$$T = K \frac{f_2 \alpha_{np}^{0,5}}{\lambda_{np} (\alpha_{np}^{0,5} + \lambda_{np})}, \quad (5)$$

где K - коэффициент пропорциональности, учитывающий распределение температурных полей в узлах трения; α_{np} - приведенная

температурная проводимость материалов в узлах трения, м²/с; λ_{np} - приведенная теплопроводность материалов в узлах трения, Вт/(м·К).

$$\alpha_{np} = \frac{\lambda_{np}}{C_{np} \rho_{np}}, \quad (6)$$

где C_{np} - приведенная теплоемкость элементов в узлах трения, Дж/(кг·К); ρ_{np} - приведенная плотность элементов в узлах трения, кг/м³.

$$\lambda_{np} = \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{см}}{\lambda_{см}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right)^{-1}, \quad (7)$$

где δ_1, δ_2 - толщина трущихся поверхностей в узлах трения, соответственно, мм; $\delta_{см}$ - толщина слоя смазки, мм; λ_1, λ_2 - теплопроводность материалов в узлах трения, соответственно, Вт/(м·К); $\lambda_{см}$ - теплопроводность слоя смазки, Вт/(м·К) [10-15].

Вследствие этого, на температуру в узлах трения будут влиять приведенные значения температурной теплопроводности материалов деталей в узлах трения. Снижение температуропроводности деталей приведет к снижению температуры в узлах трения. В реальных условиях, при неизменной температуропроводности трущихся поверхностей, можно снизить температурную проводимость масляной пленки. Это может быть получено введением в масло элементов, которые будут обеспечивать снижение температуропроводности, например присадок, в состав которых входят металлы, имеющие малую прочность на сдвиг.

Библиографический список:

1. Состав и свойства загрязняющих примесей топлив / М.М. Замальдинов, И.Р. Салахутдинов, Ю.М. Замальдинова, Ф.Э. Динеев // Материалы X Международной научно-практической конференции: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. - 2020. - Том 2. - С. 193-198.

2. Влияние загрязнения масла на надежность и долговечность двигателя / М.М. Замальдинов, С.А. Яковлев, Д.Е. Молочников, М.Р. Календаров, Ю.М. Замальдинова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции: Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства. - 2019. - С. 421-426.

3. Определение продуктов износа и деструкции присадок в моторных и трансмиссионных маслах / М.М. Замальдинов, С.А. Яковлев, Д.Е. Молочников, Ю.М. Замальдинова // Материалы Международной научно-практической конференции: Инновационная деятельность науки и образования в агропромышленном производстве. Ответственный редактор И.Я. Пигорев. - 2019. - С. 124-129.

4. Загрязнение минерального масла и влияние типа очистителя на износ двигателя / М.М. Замальдинов, И.Р. Салахутдинов, Р.Т. Хакимов // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. - 2019. - № 4 (57). - С. 141-148.

5. 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, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования, Академика РАЕ, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. Ответственный редактор Ю.М. Исаев. - 2018. - С. 276-281.

6. Теоретическое обоснование процесса отстаивания механических примесей в отработанных минеральных маслах / М.М. Замальдинов, Ю.М. Замальдинова // Материалы Международной научно-практической конференции: Достижения техники и технологий в АПК, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования, Академика РАЕ, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. Ответственный редактор Ю.М. Исаев. - 2018. - С. 281-286.

7. Результаты исследований противоизносных свойств частично восстановленных 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, посвященной 75-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, - 2018. Часть 1. - С. 154-158.

8. 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, посвященной 75-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина, - 2018. Часть 1. - С. 159-162.

9. Глуценко А.А. Моделирование технологических процессов и систем / А.А. Глуценко, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов.-Ульяновск, 2015.

10. Повышение технико-эксплуатационных показателей ДВС модернизацией цилиндропоршневой группы/ А.Ш. Нурутдинов, В.А. Степанов, А.Л. Хохлов, Д.А. Уханов, О.М. Каняева// Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова.- 2013.- № 11.- С. 56-59.

11. Патент № 129247 РФ. Машина для испытания цилиндропоршневой группы на трение и износ: № 2012153334/28: заявл. 10.12.2012: опубл. 20.06.2013/ И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глушенко, А.А. Хохлов, А.А. Гузяев, А.С. Егоров.

12. Определение шероховатости и элементного состава металлизированных гильз цилиндров ДВС/ А.Л. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, И.Р. Салахутдинов, Д.А. Уханов// Нива Поволжья.- 2013.- № 1 (26).- С. 66-70.

13. Микродуговое оксидирование как способ снижения теплонапряженности поршней ДВС/ Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, Д.А. Уханов// Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: 25 Международный научно-технический семинар имени В.В. Михайлова.- 2012.- С. 154-156.

14. Исследование металлизированной гильзы цилиндров на прочность/ А.Л. Хохлов, А.Ш. Нурутдинов, И.Р. Салахутдинов, Д.А. Уханов // Сельский механизатор.- 2013.- № 6.- С. 33.

15. Патент № 92085 РФ. Смеситель-дозатор топлива: № 2009141313/22: заявл. 09.11.2009: опубл. 10.03.2010/ А.П. Уханов, В.А. Голубев, Е.С. Зыкин.

THEORETICAL DEPENDENCE OF ADDITIVES IN OIL ON THE TEMPERATURE IN THE FRICTION NODES

Zamaldinova Y.M., Dezhatkina I.V.

Keywords: *friction unit, antifriction filler, temperature, coefficient of friction.*

The theoretical dependence of the additives in the oil on the temperature in the friction nodes on the coefficient of friction is obtained.