

УДК 621.892.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ

Лилия Андреевна Мельникова, Даниэль Валерьевич Умаров

*Студенты 3 курса,
кафедра «Технология обработки материалов»,
Московский государственный технически университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.В. Бодарева,
преподаватель кафедры «Технология обработки материалов»,
Московский государственный технически университет имени Н.Э. Баумана*

Трение - удивительный феномен природы. Оно подарило человеку тепло, огонь и многое другое. Его изучали многие ученые такие, как Леонардо да Винчи, Ломоносов, Кулон, Эйлер, Менделеев и многие другие. Сегодня в нашей стране этим феноменом занимаются такие профессора, как Грязнов Б.Т., Дроздов Ю.Н., Евдокимов Ю.А., Проников А.С., Сорокин Г.М., Чичинадзе А.В. и другие. До настоящего времени трение во многих его аспектах остается загадкой. И сегодня с этим связана одна из самых больших проблем современности - износ машин и механизмов. Расходы на восстановление огромны, причем ежегодно они увеличиваются. Развитие техники и, в частности, машиностроения, придало проблеме повышения долговечности машин огромную значимость с точки зрения экономики материальных ресурсов и рабочей силы и приобщило к этой проблеме широкий круг конструкторов, технологов, эксплуатационников, а так же ученых различных специальностей. По своей сути трение - это не только износ, но возможно и восстановление. Был открыт феномен «безизносного» трения - это фундаментальное открытие Дмитрия Николаевича Гаркунова доказало, что трение может не только разрушать, но восстанавливать и улучшать свойства поверхности деталей. При определенном соотношении смазочного материала и присадки возможно существенное улучшение ресурса пары трения.

Важное значение в узле трения имеет качество поверхности. До середины 90-х годов 20 века считались важными только: параметр твердости и шероховатости. Последние исследования показывают, что помимо выше перечисленных параметров более существенное влияние оказывают: условия трения и смазочный материал.

Целью данной работы является исследование свойств смазочных материалов, а так же определение износостойкости и термостойкости материала пары трибосопряжения.

В основе данной статьи лежит исследование термостойкости смазочных композиций на основе минерального масла, глицерина, а так же композиций с добавлением медного купороса и металлоплакирующей присадки на медной основе «Валена».

Испытания проводились на машине трения МТ-10 (рис. 1).

Проведение испытаний:

Образцы устанавливаются на испытательной машине, задаются режимы приработки и цикла испытаний. В зоне сопряжения образцов ведётся измерение температуры саморазогрева смазочного материала непрерывно с заданным интервалом. Регистрируются величины температуры саморазогрева- T_c ; и критической температуры- $t_{кр}$. По результатам испытаний оценивается пятно контакта параметрами - полуоси $a \times b$ площадь пятна контакта S_k , образующегося после проведения испытаний.

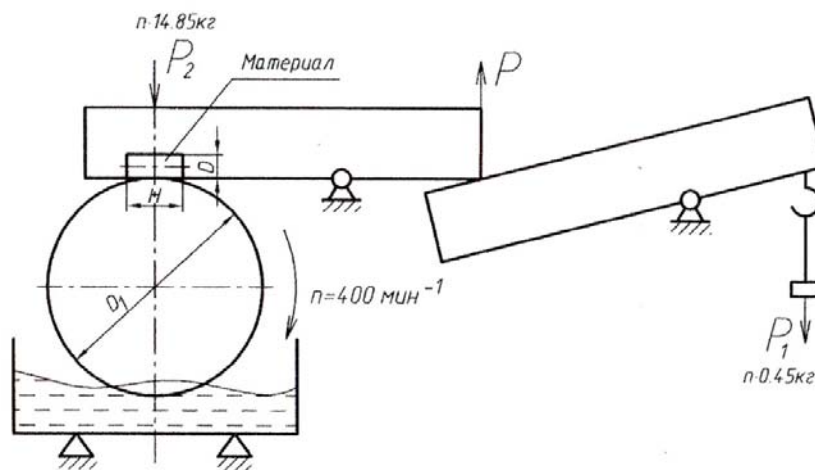


Рис.1. Машина трения МТ-10

Определяется линейный $U_{\text{л}}$, объёмный $U_{\text{об}}$ и весовой $U_{\text{г}}$ износ испытываемого образца.

Технологический процесс сравнительных испытаний образцов на термостойкость и износостойкость.

Разработке технологического процесса предшествовали обширные испытания некоторых моторных масел (Лукойл-Стандарт; Кастрол) и машинного масла М14В на машине трения ИИ5018 по схеме «Колодка-ролик». Испытания проводились в лаборатории триботехники Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина.

Эти испытания предусматривали испытания на термостойкость в течении трёхчасовой работы машины трения ИИ 5018.

При работе на маслах без присадок дымление их (т.е. возникновение критической для данной смазки температуры $T_{\text{кр}}$), происходило через 20, 40, 60 минут. Трёхчасовые испытания выдерживали лишь смазочные материалы, в которые была добавлена маслорастворимая металлоплакирующая присадка «Валена». Она существенно увеличивала срок испытаний до 2...3 часов, причём дымление таких композиций (моторное масло Лукойл-Стандарт, машинное масло М14В) не наступало.

Исходя из испытаний, проведенных в МГАУ им. В.П. Горячкина и в МГТУ им. Н.Э. Баумана, минимальное время, при котором начиналось дымление некоторых композиций, составило 20 минут. Поэтому время испытания было выбрано равным 20 минутам, с добавлением времени приработки пары трения «ролик – роликоподшипник» и «колодка-ролик» в течении одной минуты.

Ускоренные испытания на термостойкость и износостойкость позволили выполнить обширную программу сравнительных испытаний масел, композиций из масел, противоизносных присадок и специализированных смазок, применяемые в автотранспорте, авиации, на железных дорогах России в количестве более 60 вариаций. Также они позволили разработать технологию испытаний смазочных материалов на термостойкость и износостойкость

Испытания проводят в следующей последовательности:

- наполняют съёмную ванну машины трения смазочным материалом или композицией смазочного материала с присадкой. Композицию тщательно перемешивают, включив вращение ролика на 30 секунд. Уровень наполнения ванны смазочным материалом – на 1...3 мм ниже оси симметрии ролика
- устанавливают образцы в систему рычагов и нагружают её двумя грузами.

– в течении одной минуты осуществляют приработку пары трения. Приработка, как правило, сопровождается сначала шумом и скрежетом, затем к концу приработки звук стихает, наступает установившийся режим трения.

– в течении последующих двадцати минут образцы нагружают четырьмя грузами, непрерывно или с интервалом в три минуты, регистрируют с помощью хромель-алюминиевой термопары.

-температуру саморазогрева смазочного материала в ванне на расстоянии 1...3 мм от зоны трения образцов с помощью устройства М-836 для контроля температуры или с помощью датчика температуры, подключённого к ПЭВМ с помощью согласующего устройства и соответствующего программного обеспечения.

– по истечении 20 минут машина трения останавливается, образцы, ролики и ванна промываются, обезжириваются, просушиваются для следующего испытания.

– поверхность ролика зачищается с помощью шлифовальной бумаги в течении 10...20 секунд при включённом шпинделе (400 об/мин). Шлифовальная бумага при этом накладывается на твёрдую подложку.

– образцы промываются, обезжириваются, просушиваются и отправляются на обработку результатов испытаний.

– все результаты испытаний заносятся в протокол.

По протоколам составляется таблица (табл. 1).

Табл. 1. Протокол испытаний

Композиция	T=0с	T=60с	T=180с	T=300с	T=360с	T=480с	T=540с	T=660с	Длина/ ширина пятна	Линейный износ
Минеральное масло + неорганический загуститель + медный купорос (10%)	23	32	45	56	60	64	66	69	3,67/2,2	6,338
Минеральное масло + неорганический загуститель + Валена (10%)	23	25	39	51	55	60	66	71	6,41/3,37	16,957
Глицерин + неорганический загуститель + медный купорос (10%)	23	32	59	78	84	90	104	116	4,34/2,44	8,312
Глицерин + неорганический загуститель + присадка Валена (10%)	23	28	70	84	86	91	87	90	4,27/2,08	6,972
Минеральное масло + неорганический загуститель(ограниченное количество) + медный купорос (10%)	23	28	50	56	58	62	64	66	4,13/2,33	7,553
Минеральное масло + неорганический загуститель(ограниченное количество) + Валена (10%)	23	30	42	52	55	60	62	65	8,16/3,97	25,43

Термостойкость- способность материалов сохранять неизменным строение и физические свойства при повышении температуры. В наших экспериментах измерение термостойкости масляных композиций не обходимо для исключения заклинивания трибосопряжений в паре трения.

Экспериментальным путем выяснилось, что смазочным материалом с наибольшей термостойкостью является образец №6 – Минеральное масло + неорганический загуститель(ограниченное количество) + Валена (10%).

Высокая термостойкость является следствием того, что в данном образце присутствует металлоплакирующая присадка «Валена»-10%

Смазочным материалом с наименьшей термостойкостью является образец №3- Глицерин + неорганический загуститель + медный купорос (10%)

Причиной низкой термостойкости в данном смазочном материале является наличие меди не как сервовитной пленки, а в кристаллической форме.

Износостойкость – свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания.

Смазочный материал №1 является наиболее износостойким за счет неограниченного количества неорганического загустителя (Минеральное масло + неорганический загуститель + медный купорос (10%)).

Наименее износостойким оказался образец №6 - Минеральное масло + неорганический загуститель (ограниченное количество) + Валена (10%), в виду того, что количество неорганического загустителя ограничено и процентное содержание валены слишком большое.

По результатам эксперимента видно, что смазочный материал №1 имеет большую термостойкость и износостойкость по сравнению с образцом №6 и №3 за счет неограниченного количества неорганического загустителя, а так же имеет высокую износостойкость по сравнению с образцом №6 так, как неорганический загуститель влияет негативно на металлоплакирующую присадку «Валена», она предназначена для растворения в минеральном масле и основа из минерального масла и загустителя является не подходящей для компонентов металлорастворимой присадки на основе меди - «Валена».

Пятно контакта и значение линейного износа 25.43 по сравнению с пятном контакта 6.33 при композиции из минерального масла и медного купороса в 3.5 раза больше, так как компоненты медного купороса лучше взаимодействуют с неорганическим загустителем и минеральным маслом.

Такие свойства материалов влияют на режимы работы узла трения

Выводы:

1. Наибольшей термостойкостью обладает смазочный материал №6 - Минеральное масло + неорганический загуститель(ограниченное количество) + Валена (10%).

2. Наименьшей термостойкостью обладает смазочный материал № 3 - Глицерин + неорганический загуститель + медный купорос (10%)

3. Наибольшей износостойкостью обладаем смазочный материал №1 - Минеральное масло + неорганический загуститель + медный купорос (10%)

4. Наименьшей износостойкостью обладает смазочный материал №6 - Минеральное масло + неорганический загуститель (ограниченное количество) + Валена (10%).

5. Лучшей основой для присадки «валена» является минеральное масло без добавлений

6. Лучшей основой для куприда является неорганический загуститель с добавлением минерального масла.

7. Металлоплакирующая присадка «Валена» не совместима с неорганическим загустителем в то время, как медный купорос уменьшает площадь пятна контакта в 3.5 раза.

Литература.

1. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Триботехника, краткий курс, - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 365с.

2. Гаркунов Д.Н. Эффект безызносности при трении, водородное изнашивание металла, - М.: МСХА, 2007. - 383 с.

3. Трение и изнашивание при высоких температурах, - М.: Наука, 1993. - 154 с.

4. Способы снижения интенсивности изнашивания алюминиевых сплавов при прокатке. Ремонт восстановление модернизация, №12. -2011.-87 с.