

Результаты испытаний СОТС на износостойкость

№ образ-ца	Смазочный материал	Максимальная температура, °С	Площадь пятна контакта в форме эллипса S, мм ²	Температура масла, °С							Оси эллипса износа, мм	
				Время испытания							длина	ширина
				0 сек.	10 сек.	20 сек.	30 сек.	40 сек.	50 сек.	60 сек.		
1	Автокат - 78	45	7,8	22	29	31	33	36	40	45	3,1	2,5
2	Shell	50	13,6	22	25	31	37	42	47	50	4,72	2,88
3	Lenox	46	18,4	22	25	28	33	39	42	46	5,85	3,14

этого материала будет максимальным по сравнению с остальными. Наибольшей износостойкостью обладает фторопласт, у него же минимальная температура саморазогрева.

Испытания СОТС

Применение СОТС в процессах механической обработки сопряжено с кратковременным нахождением инструмента в контакте с обрабатываемой поверхностью, поэтому в данном случае выбрана схема испытаний «ролик – ролик» (рис. 5), а время испытаний – одна минута, включая пятнадцать секунд приработки с одним грузом и основной цикл трения с двумя грузами. Испытания показали, что увеличение времени испытаний и нагрузки нецелесообразны т.к. это вызовет большое расхождение с реальными условиями осуществления процесса трения.

Результаты испытаний показывают, что наибольшая температура саморазогрева наблюдается у СОТС Shell, а износ – у СОТС Lenox.

Проведение испытаний смазочных материалов позволяет определить тип и вид смазочного материала, который необходимо использовать в узлах машин и механизмов. От современного технолога, проектирующего технологический процесс, связанный, например, с пластическим деформированием металла, требуется уже на стадии предварительного проектирования выбрать наиболее оптимальный вариант технологии, конструкцию инструмента, параметры оборудования, а при дальнейшей промышленной реализации быстро и с малыми затратами уточнить наиболее рациональные параметры процесса, обеспечивающие эффективное получение изделий, удовлетворяющих всем предъявляемым требованиям [1]. В вопросе выбора смазочных материалов технолог может опираться на одну из трех методик экспресс-испытаний, разработанных в МГТУ им. Н.Э. Баумана и подходящих как для масел, так и для пластичных смазочных материалов и СОТС.

Сравнительные экспресс-испытания термостойкости и износостойкости многофункциональной смазочной композиции МСК «МЕГОС»

А.В. Бодарева

преподаватель каф. МТ-13
«Технологии обработки материалов»
МГТУ им. Н.Э. Баумана

На сегодняшний день существуют разные типы компрессорных станций – стационарные и подвижные. Такие установки, состоящие из самого компрессора и вспомогательного оборудования, используют для получения сжатых газов.



Сжатые газы выступают в качестве энергоносителя для пневматического оборудования и как сырье для получения отдельных газов из воздуха.

К основным целям использования сжатых газов на производстве относятся: подача воздуха на пневмоприводы трубопроводной арматуры, подача для пуска дизельных электростанций, пневмоиспытания оборудования и подключение в производственных помещениях различных пневмоинструментов [1].

На компрессорных станциях существует ряд проблем. В процессе эксплуатации компрессоры требуют частого ремонта, периодически повышается допустимый уровень шума, а также изнашиваются основные детали сопряжений. Для решения этих проблем на одном из заводов Республики Татарстан (ООО «Рабика-энергосбережение»), занимающихся вопросами энергосбережения при эксплуатации компрессорных станций, очистных сооружений и в нефтедобывающей отрасли, успешно внедрена технология экономии до 25% энергии без замены оборудования. Технологии, разработанные на базе этой многопрофильной научно-производственной организации, направлены на оптимизацию и повышение экономической эффективности производственных процессов. Они позволяют значительно сократить расход электроэнергии, сжатого воздуха, воды, топлива и других ресурсов.

Рассмотрим одну из таких технологий, а именно применение многофункциональной смазочной композиции МСК «Мегос» (ТУ 0257-001-726339-46-2012) в качестве добавки к смазочным маслам компрессорных станций.

Принципиально новое направление в создании смазочных материалов основано на научном открытии Д.Н. Гаркунова, известном как эффект безызносности [2]. Эффект безызносности – новый вид трения, который обусловлен самопроизвольным образованием в зоне контакта тонкой неокисляющейся металлической пленки с низким сопротивлением сдвигу и неспособностью накапливать дислокации при деформации [3]. На пленке может происходить образование координационных соединений из продуктов механической деструкции углеводородов смазки, создавая дополнительный антифрикционный слой, так называемую серфинг-пленку. Избирательный перенос при трении – явление, по своему характеру противоположное изнашиванию: если при изнашивании во время трения все процессы в зоне контакта сводятся к разрушению поверхности, то процессы при избирательном переносе носят созидательный характер: они необратимы и относятся к самоорганизующимся процессам неживой природы [4].

На кафедре «Технологии обработки материалов» МТ-13 МГТУ им. Н.Э. Баумана был проведен ряд экспериментальных исследований по оценке интенсивности износа пар трения и термостойкости смазочных композиций в процессе применения МСК «Мегос» в качестве добавки к основному смазочному материалу. Аналогичные исследования были проведены на зарубежных моторных маслах, смазочно-охлаждающих технологических смесях (СОТС) и компрессорных маслах. На кафедре МТ-13 разработана методика № 01-13-0Д-2011 экспериментальной оценки термостойкости жидких и пластичных смазочных материалов [5].

Сущность методики № 01-13-0Д-2011 заключается в триботехнических испытаниях сопряжений в соответствии с патентом № 2378637, при которых регистрируется температура саморазогрева окружающего их смазочного материала, по величине которой оценивают его температурную стойкость. Методика позволяет попутно сделать оценку пятна контакта, линейного, объемного и весового износа испытываемых образцов в смазочной среде.

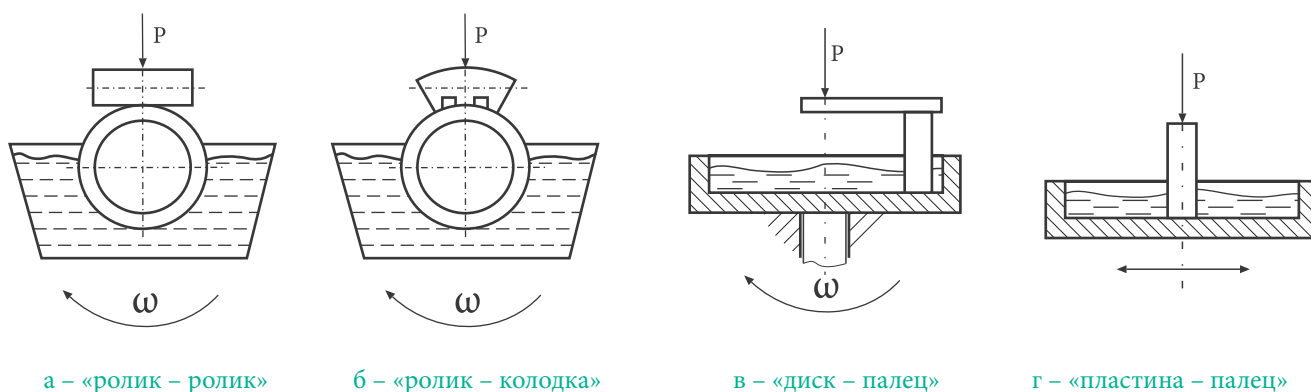
Испытания проводятся по нескольким схемам (рис. 1). Оценка термостойкости смазочной композиции проводилась по схеме испытаний «ролик – ролик» на машине трения Айшингера [6].

Испытания по этой схеме могут быть применены для исследования термостойкости смазочных материалов, предназначенных для использования в подшипниках скольжения, сопряжениях «кулачок – толкатель», парах трения «кольцо – гильза цилиндра двигателя внутреннего сгорания» и других аналогичных узлах трения. Основные трибологические характеристики и размерности контролируемых величин приведены в табл. 1.

Испытания на машине трения по схеме «ролик-ролик» проводятся как сравнительные экспериментальные испытания, схема которых приведена на рис. 2.

Технические характеристики машины трения МТ-10

1. Привод клиноременный.
2. Электродвигатель 2206/504.
3. Частота вращения рабочего ролика – 400 об./мин.
4. Набор грузов по 0,45...14,85 кг.
5. Максимальная нагрузка на валу трения – 300 кг.
6. Смазки образцов погружением в масляную ванну.
7. Изменение нагрузки – ступенчатое.
8. Вес машины – 30 кг.
9. Потребляемая мощность – 400 Вт.
10. Габариты: 500×250×260 мм.



а – «ролик – ролик»

б – «ролик – колодка»

в – «диск – палец»

г – «пластина – палец»

Рис. 1. Схемы испытания образцов

Таблица 1.

Трибологические характеристики и размерности контролируемых величин

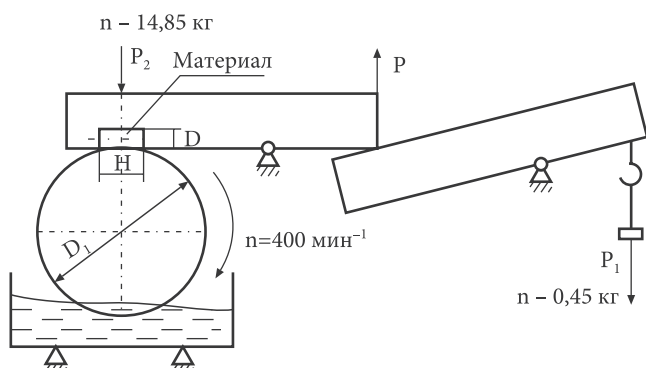


Рис. 2. Схема испытаний на износостойкость на машине трения

№	Наименование	Обозначение	Единица измерения
1	Температура саморазогрева смазочного материала	T_c	°C
2	Температура дымления смазочного материала	$T_{кр}$	°C
3	Время испытания до начала дымления	$t_{кр}$	мин.
4	Осевая нагрузка	$P_{ос}$	кгс, Н
5	Размеры пятна контакта	$a \times b$	мм×мм
6	Площади контакта	$S_{пк}$	$S_{пк}$
7	Линейный износ	$U_{л}$	мм
8	Объемный износ	$U_{об}$	мм³
9	Массовый износ	U_g	г
10	Момент трения	$M_{тр}$	Н×м
11	Коэффициент трения	μ_z	–
12	Контурное давление	P_k	МПа

Тестовая машина трения Айшингера вращательного действия (рис. 3) работает следующим образом: кольцо на валу приводится во вращение от электромотора и смазывается погружением в масляную ванну. Ролик, заключенный в обойму, прижимается к ролику (кольцу) с усилием, обеспечиваемым грузами и системой рычагов. Таким образом, между роликом (кольцом) и роликом возникают процессы трения и износа [3].

Машина трения не имитирует работу какого-либо узла машины, она предназначена для сравнительных испытаний смазочных материалов и присадок согласно международному стандарту ASTM-2782.

Оценочными параметрами испытываемых материалов на данной машине служат:

1. Температура саморазогрева масла в ванне.
2. Пятно контакта, характеризующее износ сопряжения.
3. Размер и состояние поверхности пятна износа ролика.

Исследованы следующие СОТС: Автокат-78 (ТУ 7774-009-27883685-99), Lenox, Shell (полусинтетика). Результаты испытаний смазочных композиций на основе этих жидкостей с добавлением различной концентрации МСК «Мегос» приведены в табл. 2.

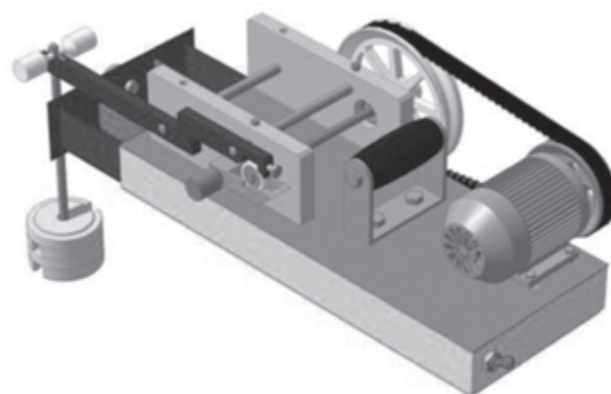


Рис. 3. Общий вид машины трения Айшингера



Особый интерес представляет динамика изменения температуры саморазогрева СОТС при добавлении различных концентраций МСК «Мегос».

Анализ результатов исследований (табл. 3, 4), показывает, что по термостойкости наиболее оптимальной является концентрация от 5...10% МСК «Мегос» для СОТС Автокат-78 и *Lenox*, а для СОТС *Shell* (полусинтетика) эта концентрация составляет не более 5%.

На рис. 4, 5, 6 представлены зависимости величины износа смазочных композиций от процентного содержания присадки МСК «Мегос» в СОТС.

Выводы

1. Наиболее эффективная концентрация МСК «Мегос» для СОТС типа *Lenox*, *Shell* и Автокат-78 составляет 5%.

Таблица 2.

Результаты экспериментов

№	Смазочная композиция	Размеры пятна контакта, мм	Макс. температура, °С
1	Автокат-78 при концентрации 0% (МСК «МЕГОС»)	3,10×2,54	45
2	Автокат-78 при концентрации 5% (МСК «МЕГОС»)	1,32×1,35	43
3	Автокат-78 при концентрации 10% (МСК «МЕГОС»)	1,26×1,32	42
4	<i>Lenox</i> при концентрации 0% (МСК «МЕГОС»)	3,15×5,85	46
5	<i>Lenox</i> при концентрации 5% (МСК «МЕГОС»)	1,80×5,40	45
6	<i>Lenox</i> при концентрации 10% (МСК «МЕГОС»)	1,97×4,60	45
7	<i>Shell</i> при концентрации 0% (МСК «МЕГОС»)	4,72×2,88	50
8	<i>Shell</i> при концентрации 5% (МСК «МЕГОС»)	4,55×2,08	47

Таблица 3.

Динамика изменения температуры для СОТС Автокат-78 и *Shell*

Время, сек.	Композиции				
	Температура, °С				
	Автокат-78 при концентрации 0% (МСК «МЕГОС»)	Автокат-78 при концентрации 5% (МСК «МЕГОС»)	Автокат-78 при концентрации 10% (МСК «МЕГОС»)	<i>Shell</i> при концентрации 0% (МСК «МЕГОС»)	<i>Shell</i> при концентрации 5% (МСК «МЕГОС»)
0	22	22	22	22	22
15	29	27	26	25	25
25	31	29	29	31	30
35	33	33	31	37	36
45	36	35	35	42	40
55	40	40	39	47	44
60	45	43	42	50	47

Таблица 4.

Динамика изменения температуры для СОТС *Lenox*

Время, сек.	<i>Lenox</i> при концентрации 0% (МСК «МЕГОС»)	<i>Lenox</i> при концентрации 5% (МСК «МЕГОС»)	<i>Lenox</i> при концентрации 10% (МСК «МЕГОС»)
0	22	22	22
15	25	24	23
25	28	28	26
35	33	32	31
45	39	37	36
55	42	42	42
60	46	45	45

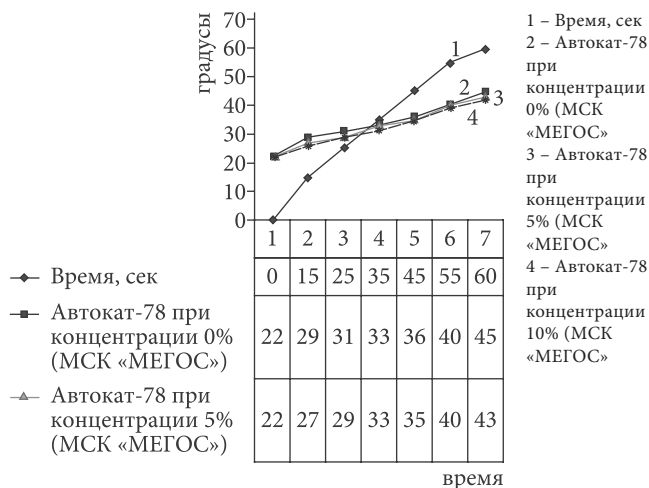


Рис. 4. График зависимости температуры саморазогрева материала Автокат-78 от времени испытания

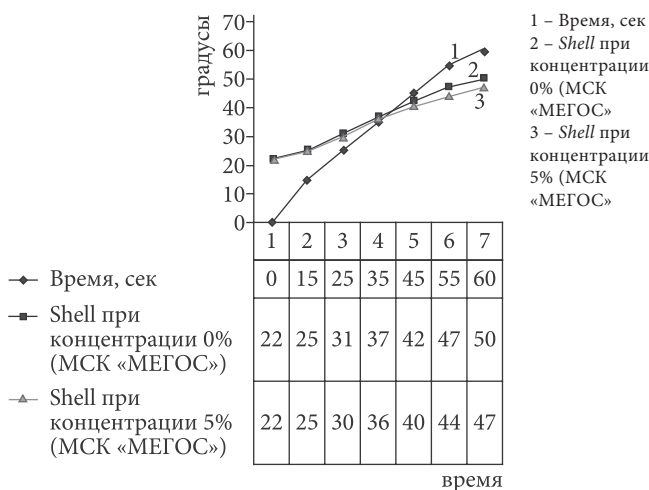


Рис. 5. График зависимости температуры саморазогрева материала Shell от времени испытания

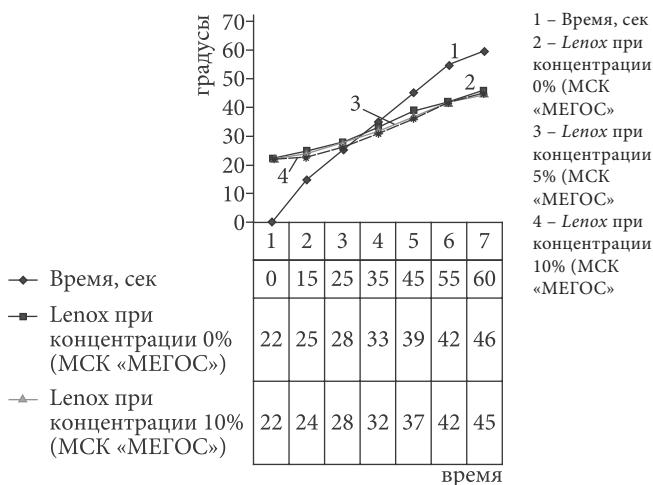


Рис. 6. График зависимости температуры саморазогрева материала Lепох от времени испытания

2. При увеличении концентрации МСК «Мегос» в составе СОТС от 5 до 10% отмечается незначительное улучшение показателей износостойкости.

3. По результатам испытаний можно сделать ряд рекомендаций относительно применения МСК «Мегос»:

- МСК «Мегос» реализует избирательный перенос на трущихся поверхностях, тем самым увеличивая ресурс инструмента и некоторых узлов трения;
- применение МСК «Мегос» увеличивает площадь фактического контакта в поверхностях, реализующих возвратно-поступательное движение, поэтому может быть рекомендована в качестве добавки к компрессорным маслам и СОТС;
- МСК «Мегос» позволяет осуществить безразборный ремонт механизмов;
- МСК «Мегос» снижает уровень шума изношенного оборудования до допустимого значения.

4. Применение МСК «Мегос» в качестве добавки к СОТС *Lenox*, *Shell* и Автокат-78 не приводит к значительному уменьшению температуры саморазогрева.

Литература

1. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Электроатомиздат, 1984 – 416 с., ил.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Износ и безызносность. Учебник для вузов. МСХА. – М.: 2001. – 611 с.
3. Мельников Э.Л., Сережкин М.А., Бодарева А.В., Гречкин А.П. Сравнительные исследования термостойкости и износостойкости некоторых отечественных и зарубежных моторных масел и противоизносных присадок к ним. Ремонт, восстановление, модернизация. № 4, 2012. С. 37–41.
4. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Гаврилюк В.С. Триботехника. Краткий курс. Учебное пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 308 с.
5. Методика 01-13-ОД-2011 экспериментальной оценки стойкости смазочных материалов при трении. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Москва, 2011. – 33 с.
6. Нестеров А.В., Окнина Н.В., Юнусов З.Т., Терехин Д.В., Черняк Е.А., Петриков А.К., Мельников Э.Л., Бодарева А.В. Использование модифицированной машины трения Тимкена-Айшингера (МТ-2) для исследования трибологических характеристик минеральных и синтетических масел и пластичных смазок на их основе. Ремонт, восстановление, модернизация. № 1, 2013. С. 27–30.