

УДК 621.921.34–492.2:621.892

Наноразмерный алмазосодержащий углерод для автотранспорта и автомобилестроения

В. Ф. КОМАРОВ, Г. В. САКОВИЧ

Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН,
ул. Социалистическая, 1, Бийск 659322 (Россия)

E-mail: lab4@ipcet.ru

Аннотация

Показана высокая эффективность применения присадок алмазосодержащего углерода в смазках и резинотехнических деталях для двигателей и станков.

Смазка играет важную роль при производстве и эксплуатации автомобиля, поскольку обеспечивает долговечность работы механизмов. Их преждевременный износ обусловлен возникновением сухого трения при высоких удельных нагрузках сопряженных деталей (эффект сваривания) и предельных скоростях вращения. Использование наноразмерного алмаза, получаемого методом взрыва, предотвращает возникновение сухого трения. Средний размер частиц алмаза составляет 4–5 нм, они имеют округлую форму и площадь удельной поверхности $S_{уд} = 360–400 \text{ м}^2/\text{г}$. Структура частиц представляет собой алмазное ядро, помещенное в углеродную оболочку. Порошки наноразмерного алмаза хорошо совмещаются с углеводородными маслами, образуя устойчивые эмульсии, и выпускаются ФНПЦ “Алтай” (Бийск) [1] под товарной маркой УДАГ. Первые сведения о применении их в смазках [2] были опубликованы в 1990 г. Накопленный за последующие годы опыт использования излагается ниже.

Результаты трибологических испытаний, проведенных в Институте металлургии им. А. А. Байкова РАН (Москва) на машине трения с пятью последовательно увеличивающимися ступенями нагружения СМЦ-2, представлены на рис. 1.

Трение осуществлялось роликом из стали 6ХВ2С ($HRC > 60$) по колодке из сплава АЛ30. Смазкой служило масло И-50 с до-

бавкой 0.1 % УДАГ. Полученные результаты свидетельствуют о значительном снижении коэффициента трения f (при высоких нагрузках в 5 раз) и, как следствие, снижении температуры масла T_m в зоне трения и износа J . Предельная нагрузка P повышалась от 710 до $>2100 \text{ Н/см}^2$. По данным университета Яманаси (Япония), при использовании масла ISO-220 с 0.1 % УДАГ при испытаниях по методу Судзуки ($P = 370 \text{ Н/см}^2$) f снижается с 0.50 до 0.05. Испытания в НИИ углеродной промышленности (Венгрия) на моторном масле SN-150 с 0.1 % УДАГ, показали, что f снижается в 2 раза, P увеличива-

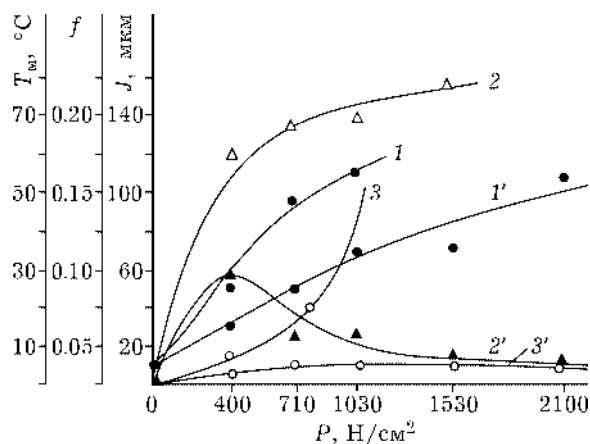


Рис. 1. Изменение температуры масла T_m (1), коэффициента трения f (2) и износа J (3) для чистого масла и с добавкой УДАГ (1'–3' соответственно) при различной удельной нагрузке P .

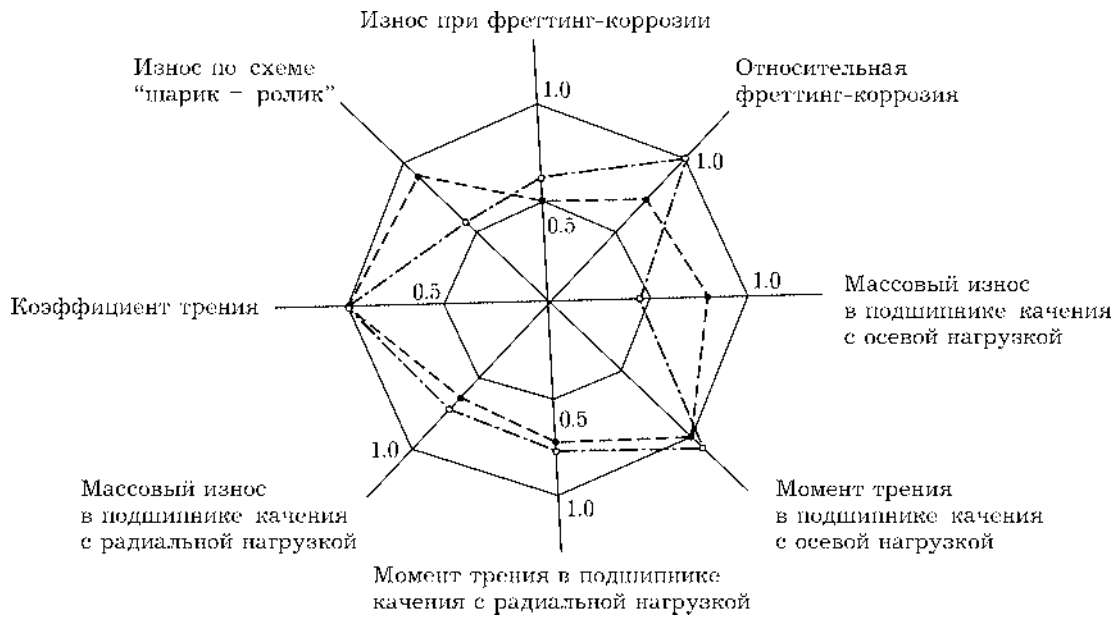


Рис. 2. Изменение показателей при добавлении в Литол-24 УДАГ (штрих-пунктирная кривая) и смеси УДАГ + фторопласт (штриховая кривая).

ется с 1000 до 1200 Н/мм², на трансмиссионном масле Нукотол-К 80W90 износ шестерен уменьшился на 70–80 %.

Результаты добавления 0.1 % УДАГ в консистентную смазку Литол-24 показаны на обобщенной диаграмме (рис. 2). Принимая результаты испытаний на исходной масляной основе за 1 (внешний восьмиугольник), а двукратное уменьшение контролируемых характеристик за 0.5 (внутренний восьмиугольник), видно, что практически все характеристики лучше исходных, хотя существенного изменения f не обнаружено. Положительный эффект по отдельным показателям усиливается при ис-

пользовании комплексной добавки УДАГ вместе с фторопластом.

В табл. 1 приведены результаты по эксплуатации различных двигателей. Помимо снижения расхода горюче-смазочных материалов и уменьшения износа деталей наблюдается и повышение их мощности. Испытания показали также наличие эффекта последствия, связанного с внедрением наночастиц алмаза в поверхностный слой трущихся деталей. Последнее приводит к тому, что достигнутый эффект сохраняется и после промывки двигателя и замены масла на стандартное. Этот результат делает перспективной обкатку дви-

ТАБЛИЦА 1

Результаты испытаний двигателей на смазках с добавкой 0.1 % УДАГ

Двигатель	Снижение расхода, %		Повышение, %		Сведения об износе
	горючего	масла	компрессии	мощности	
ВАЗ-2101	6.0	–	12.0	4.4	Уменьшился за 180 моточасов
КамАЗ-4310	8.0	14.0	–	–	Уменьшился за 250 моточасов
Дизель “Комацу” SA6D-155-4A	2.0	–	–	–	Уменьшился на 40 % за 250 моточасов
Судовой двигатель 6НФД48А-2У	5.6	–	–	–	Уменьшился в 2 раза, за 2450 моточасов

Примечание. Прочерк означает, что величина не определялась.

ТАБЛИЦА 2

Результаты испытаний станков и механизмов на смазках с добавлением УДАГ

Предприятие	Объект	Смазка	Продолжительность эксплуатации, мес.	Результат
Кутаисский автозавод (Грузия)	Станки координатно-фрезерные, шлифовальные, агрегатные (Япония, ФРГ, Швейцария)	Полная	6	Исчезло подтекание масла, в 2–3 раза снизился его расход; износа нет
Орский механический завод	Станки МСО32, 16К30, МК6736, 16К2ОФЗС, Шлифовальный станок “Ляндис”	«	4	Разогрев маслостанции снизился на 10–15 °С; износа нет
		«	12	Увеличился срок службы подшипников с 6 до 12 мес., снизился разогрев
Химкомбинат “Россия”	Вариатор ВЦ12-131-С3	«	6	Износа нет
	Компрессор ВП-20/8	Узел трения крейц-копф-станины	9	« «
	Пресс К-0044	Полная	4	« «
	Линия 4Л-513	«	7	Износа нет (прежний межремонтный период 2 мес.)

двигателя на масле с добавлением УДАГ. Так, например, на Заволжском моторном заводе достигнуто пятикратное сокращение времени обкатки двигателя.

При производстве автомобиля используются станки, механизмы и линии, смазка которых с добавкой УДАГ дает положительный

эффект. Данные производственных проверок представлены в табл. 2.

Автомобиль комплектуется разнообразными резино-техническими изделиями (втулки, сальники, манжеты), износ которых отражается на межремонтном периоде. Долговечность их службы может быть увеличена за

ТАБЛИЦА 3

Характеристики резино-технических изделий с добавкой УДАГ

Марка резины, деталь	Относительное изменение			
	твердости по Шору, ед.	сопротивления раздиру, кг/см	истираемости, см ³ /(кВт · ч)	остаточной деформации, %
7ИРП-1315, армированная				
втулка сайлент-блока 7-2462, манжета	1.08	1.09	0.24	0.97
уплотнительная 7-51-5003, сальник	1.03	1.00		0.50
штока амортизатора 7ИРП-1100, сальник	1.00	1.05	0.75	0.42
узла амортизатора 7-4004, сальник	1.07	1.06	0.85	0.69
вала рулевого механизма	1.02	1.10	0.65	0.90

счет введения в состав резин УДАГ [1]. Изготовление и испытание ряда таких деталей на Чебоксарском заводе им. Чапаева (табл. 3) показали значительное снижение их истираемости и остаточной деформируемости при некотором повышении твердости и сопротивлению раздиру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Г. В. Сакович, В. Ф. Комаров, Е. А. Петров, *Сверхтвердые материалы*, 3 (2002) 3; 4 (2002) 3.
- 2 Г. В. Сакович, П. М. Брыляков, В. Д. Губаревич и др., *ЖВХО им. Д. И. Менделеева*, 35, 5 (1990) 600.