

ПОВЫШЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИНДУСТРИАЛЬНОГО МАСЛА И-20А ПРИСАДКАМИ ТИИРАНОВ

Х.Н. Алыева, А.М. Магеррамов, **М.А. Аллахвердиев**

Бакинский государственный университет,
г. Баку, Республика Азербайджан

Приведены результаты исследований, нацеленных на повышение характеристик смазочных масел путем добавления тиранов в качестве присадок. Исследовано влияние масел с добавками тиранов на износостойкость трущихся пар при различных концентрациях присадки, представлены результаты промышленных испытаний. Выявлено, что 2-процентная примесь тирана приводит к повышению эффективности промышленного масла И-20А: примерно в 1,72 раза повышается износостойкость трущихся в условиях смазки с присадкой пар «сталь 45ХН-бронза БрОЦС 4-4-17» по сравнению с базовой смазкой.

Ключевые слова: тиран, присадка, смазка, трение, масло, износ

INCREASING TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS INDUSTRIAL OIL И-20А BY TIIRANS ADDITIVES

Aliyeva Kh. N., Maharramov A.M., **Allahverdiyev M.A.**

Baku State University
Baku city, Republic of Azerbaijan

In the article results of researches on increase of antifrictional characteristics of lubricating oils with addition in them of tiirans are resulted. The results of approbations on the influence of lubrication conditions of oils with additives of tiiranes on the wear resistance of rubbing pairs in various concentrations of the additive are presented as well as a comparative industrial test.

It was revealed that a 2 % admixture of thiirane leads to an improvement in all tribological characteristics of industrial oil И-20А; the wear resistance of specimens (45ХН-steel; БрОЦС 4-4-17 bronze) under lubrication conditions with the addition in them of tiirans, is increased by about 1.72 times, compared to the base industrial oil И-20А.

Keywords: tiiran, additive, lubricant, friction, oil, wear

E-mail: rxatira@mail.ru

1. Введение

Детали машин и механизмов, работающих в условиях трения, постепенно теряют свои первоначальные размеры, форму и работоспособность из-за износа трущихся

поверхностей. Повышение износостойкости контактирующих поверхностей трущихся деталей и, тем самым, надежности их работы, является неизменной задачей механики. Для решения этой задачи особое значение имеют антифрикционные качества смазочных масел, подаваемых в зону трения [1, 2].

Одним из направлений в повышении износостойкости пар, трущихся в условиях жидкостного трения, является применение в узлах трения смазочных масел с присадками, обладающими высокими антифрикционными свойствами, которые способствуют увеличению его смазывающей способности [1–4].

Используемые с этой целью до сих пор присадки, в основном, исчерпали свои технические возможности. Актуальной задачей является замена их новым поколением присадок, обеспечивающих более эффективное снижение интенсивности изнашивания пар трения, работающих в условиях жидкостного трения.

На основе анализа результатов многочисленных экспериментов, проведенных исследователями, можно утверждать, что добавление серосодержащих присадок в базовое смазочное масло обуславливает повышение их смазочной способности [1–4]. Особое внимание привлекают классы органических соединений тиэтанов и тиранов. Установлено, что тиэтаны и тираны, являющиеся биологически активными веществами, могут использоваться в качестве присадок для повышения антифрикционных свойств [4–6].

Целью работы является оценить возможность повышения смазывающих свойств индустриального масла И-20А присадками тиранов.

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований по использованию тирановых присадок к индустриальным смазочным маслам.

2. Методика эксперимента

Для выявления действия тиранов на смазочную способность индустриального масла в качестве присадок к ним добавлены 2,0–7,0 % синтезированных соединений тиранов. Тип масла, количество присадок и прочие исходные параметры были приняты на основе сведений, накопленных при проведении исследований в лаборатории «Теоретические основы и механизмы действия синтеза присадок» Института химии присадок имени акад. А.М. Кулиева Национальной академии наук Азербайджана.

В экспериментах были использованы:

- базовое смазочное масло – индустриальное И-20А по ГОСТ 20 799-88;
- концентрация тирана - 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 и 7,0 %
- вид тирана – бензоксазол, бензотиазол.

Трибологические свойства синтезированных соединений были изучены на четырёхшариковой машине трения по методике, рекомендуемой ГОСТ 9490-75. Используются шарики диаметром 12,7 мм, изготовленные из стали ШХ-15. Частота вращения верхнего шарика 1420 мин⁻¹. Для определения трибологических свойств соединений – нагрузки сваривания, критической нагрузки и индекса задиранья – продолжительность испытания в каждом эксперименте была принята 10 с. Для определения диаметра пятна износа шарика $D_{и}$ были приняты: действующая нагрузка на шарики 392 Н; продолжительность испытания 60 минут. Определялись следующие свойства смазочных масел: критическая нагрузка $P_{к}$; нагрузка сваривания $P_{с}$; индекс задиранья $I_{з}$. Количество параллельных опытов (три), проведенных в каждой точке, обеспечивало надежность полученных результатов, разница их результатов не превышала 5 %. В табл. 1 приведены сравнительные данные значений трибологических показателей, полученных по результатам экспериментов, и базового индустриального масла И-20А.

Ограничение количества присадки тирана в масло семью процентами связано с высокой стоимостью материала и существующими у разработчиков техническими возможностями.

3. Результаты исследований

Все антифрикционные показатели индустриального масла И-20А с присадкой тирана улучшаются на 1,50–2,34 раза, по сравнению с базовым маслом. А нагрузка сваривания увеличивается в 3,45 раза (табл. 1).

Табл. 1

Условия и результаты проведенных опытов

№ п/п	Концентрация тирана,%	Антифрикционные характеристики смазки							
		вид тирана							
		2-[(тиран -2-илметил) сульфанил]-1,3-бензоксазол				2-[(тиран -2-илметил) сульфанил]-1,3-бензтиазол			
		I_3	P_k, H	P_c, H	$D_v, мм$	I_3	P_k, H	P_c, H	$D_v, мм$
1	2,0	66	1405	4527	0,48	57	1387	3847	0,48
2	3,0	68	1425	5001	0,48	59	1392	3857	0,47
3	4,0	68	1465	5001	0,42	70	1402	3929	0,43
4	5,0	73	1506	5005	0,43	72	1403	4142	0,43
5	7,0	75	1556	5025	0,41	73	1415	4411	0,42
Базовое масло И-20А		32	782	1561	0,72	32	782	1561	0,72

Индекс задираания I_3 индустриального масла И-20А с присадкой бензоксазола в пределах 2–7 % увеличивается прямо пропорционально количеству присадки (рис. 1). Увеличение индекса задираания масла И-20А с присадкой бензотиазола носит ступенчатый характер. В выбранных концентрациях присадок для обоих видов тиранов самая большая относительная разница индексов задираания (66 и 57) наблюдается при концентрациях низких присадок. В обоих случаях индексы задираания по сравнению с индексом задираания базового индустриального масла (32) значительно увеличились (~206 и 178 %). Это связано, вероятно, с уменьшением возможных сцеплений молекул и силы притяжения Ван-дер-Ваальса между молекулами материалов трущейся пары во время относительного движения, по сравнению с базовым маслом. Увеличение присадки тирана с 2,0 до 7,0 % приводит к повышению индекса задираания с 66 до 75 (для бензоксазола) и с 57 до 73 (для бензотиазола). Повышение I_3 на 9 единиц (для бензотиазола 16) не оказывает ощутимого влияния по сравнению с обуславливающим его изменением концентрации тирана на 4,5 %, так как присадка тирана на 2 % приводит к повышению индекса задираания до 206 % (для бензотиазола 178 %), а при повышении концентрации еще на 4,5 % индекс задираания повышается лишь на 14 % (для бензотиазола 28 %).

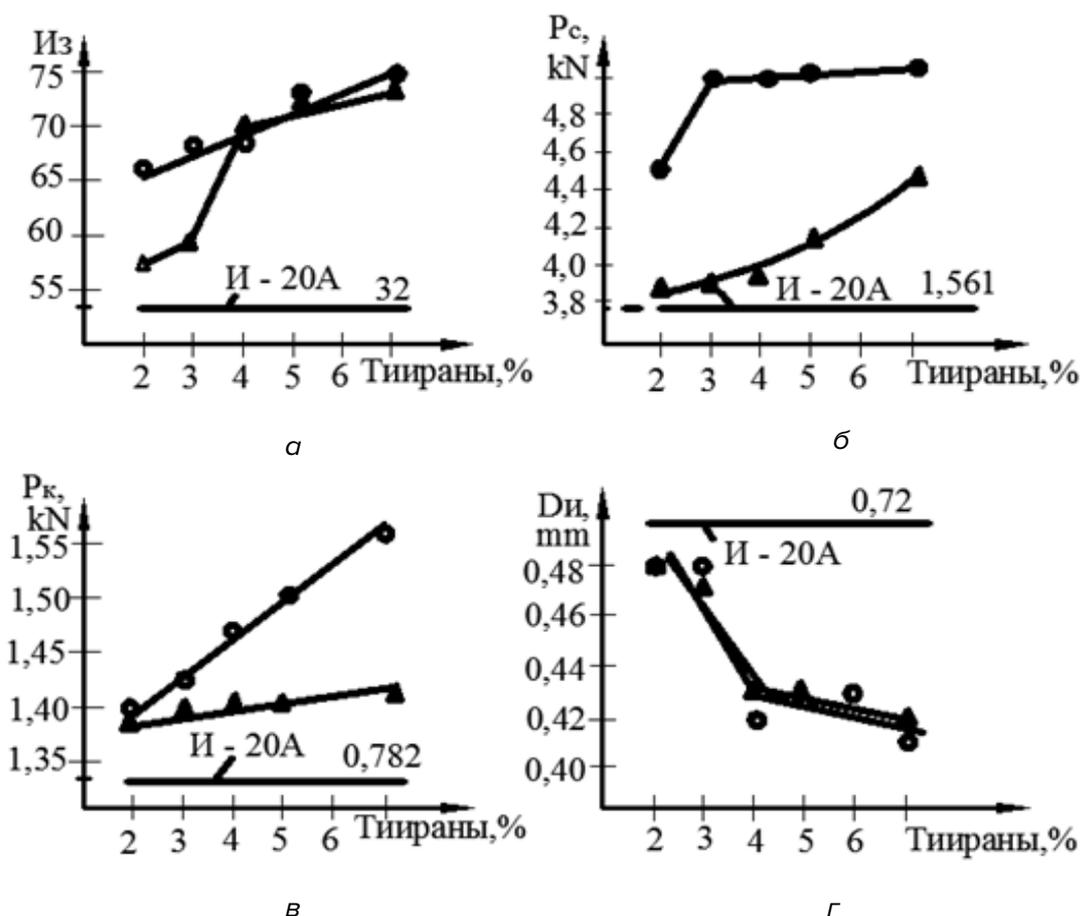


Рис. 1. Трибологические характеристики индустриального масла И-20А с присадкой тиранов: О-бензоксазол, Δ бензотиазол

При изменении концентрации тирана в масле И-20А от 2 до 7 % (т.е. изменении количества присадки в масле в 3,5 раза) трибологические характеристики изменяются в пределах 20 % (или ± 10 %), что недостаточно. При этом трибологические характеристики И-20А значительно изменяются по сравнению с базовым смазочным маслом даже с 2 %-ной присадкой бензотиазола: индекс задиранья увеличивается в 2 раза (рис. 1, а); критическая нагрузка больше чем 1,79 раза (рис. 1, в); нагрузка сваривания увеличиваются в 2,9 раза (рис. 1, б); диаметр пятна износа шариков (рис. 1, г) уменьшается в 1,5 раза.

Установлено, что самое значительное уменьшение диаметра пятна износа шариков обеспечивается при концентрации до 4 % тирана в масле И-20А. Диаметр пятна износа шариков ($D_{и} = 0,48$ мм) в случае применения индустриального масла И-20А с 2-х процентной тирановой присадкой в 1,5 раза меньше, чем диаметр пятна износа ($D_{и} = 0,72$ мм) при испытании с применением базового масла, что указывает на высокое антифрикционное качество индустриального масла И-20А с 2-х процентной тирановой присадкой.

4. Апробация и промышленное испытание

Апробация смазочного действия масел с присадками тиранов произведена в лаборатории кафедры «Металлургия и металловедения» Азербайджанского технического университета под руководством профессора, д.т.н. С.Н. Намазова. Была вы-

брана схема трения цилиндрической поверхности деталей типа «вал» и «палец». При этом имитированы условия трения на подшипниках скольжения.

Деталь «вал» была изготовлена из прутка стали 45ХН с диаметром 40 мм, а «палец» из бронзы марки БрОЦС 4-4-17 с диаметром 7 мм. Как смазочные материалы было испытано промышленное масло И-20А в чистом виде по ГОСТ 20 799-88 и с 2 %-ной присадкой тирана (бензоксазола и бензотиазола).

Испытание образцов осуществлялось при следующих условиях трения:

– скорость относительного скольжения образцов – 0,20; 2,02; 3,77 м/сек.

– удельное давление при трении – 1; 3; 5 МПа.

Износ «пальца» оценен как измерением (изменение) линейного размера микрометром, так и взвешиванием на аналитических весах.

Анализом результатов экспериментов выявлено, что при трении образцов в условиях применения промышленного масла И-20А с 2 %-ной присадкой тирана износ образцов в среднем в 1,87 раза меньше, чем при трении в условиях чистого промышленного масла И-20А без присадки (рис. 2).

Промышленные испытания. Для сравнительной оценки смазочной способности промышленного масла «Индустриал И-20А» чистого и с присадками тиранов проведены промышленные испытания на станочном парке ООО «МЕТАК». В экспериментах созданы идеинтичные условия для обоих сравниваемых объектов – были задействованы 5 однотипных пар станков.

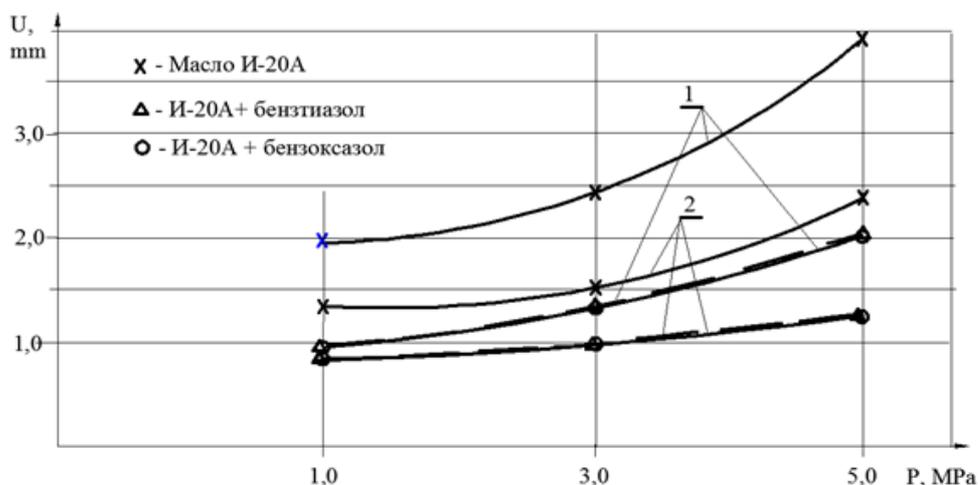


Рис. 2. Зависимость износа образца от удельного давления на контактные поверхности.

Относительная скорость скольжения:

1 – 3,77 м/с; 2 – 0,20 м/с

После тщательной очистки и промывки полостей шпиндельных бабок (коробки скоростей) выбранного оборудования, регистрации состояния и параметров деталей выбранных трущихся пар зубчатых зацеплений в пяти из них применили в качестве смазывающего средства масло «Индустриал И-20А» с 2 % бензоксазол, а в остальных пяти случаях смазочное масло «Индустриал И-20А» по ГОСТ 20 799-88.

Все оборудование было запущено в эксплуатацию одновременно. Через каждые 3–4 месяца работы состояние смазки проверяли и при необходимости (если масло потеряло свое смазывающее действие) заменяли его. Продолжительность испытаний составила 4 года 6 месяцев.

В результате проведенных испытаний установлено, что износ контролируемых элементов трущихся пар, работающих в условиях смазки маслом «Индустриал И-20А»

(ГОСТ 20799-88), в 1,72 раза выше, чем при работе с использованием масла «Индустриал И-20А» с 2 % присадкой бензоксазола. Кроме того, введение присадки 2 % бензоксазола увеличивает долговечность смазочного масла «Индустриал И-20А».

5. Заключение

Синтезированный тиран целесообразно использовать в качестве присадки к смазочным маслам, повышающей их трибологические характеристики и смазочные способности. Масло И-20А с 2-х %-ной тирановой присадкой рекомендовано к использованию в качестве эффективной смазки для узлов трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кламан, Д. Смазки и родственные продукты / Перевод с англ., Москва, Химия, 1988, 488 с. Дроздов Ю.Н., Юдин Е.Г., Белов А.И. Прикладная трибология (трение, износ, смазка), М.: Эко-Пресс, 2010. – 604 с.
2. Теоретические основы химмотологии, Под. ред. А.А.Браткова. – Москва: Химия, 1985. – 320 с.
3. Фарзалиев, В.М. Синтез и исследование противоизносных и противозадирных присадок / В.М. Фарзалиев, А.З. Халилова, М.А. Аллахвердиев // Материалы II Международной конференции посвященный 80 летию Н. Гянджави. «Посвященный актуальным проблемом биохимической теории». Гянджа. 2011. – С. 114–116
4. Аллахвердиев, М.А. Полифторалкоксиметилтираны и 2-анилиноэтантолы / М.А. Аллахвердиев, А.Г. Гусейнова, А.М. Магеррамов // Журнал органической химии. 2008. – Т. 44, №7. – С. 958–961.
5. Maharramov A.M., Allahverdiyev M.A., Guliyev D.A., Bünyad-zade İ.A., Rəsulova X.N. Synthesis and properties of thiiranes / 11-th IUPAC International Symposium on Makromolekule-Metalcomplex, Pesa-İtaly, 2007, o. 2.
6. Алыева, Х.Н. Повышение трибологических характеристик смазочных масел присадками тиранов / Х.Н. Алыева // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Международный сборник научн. трудов. Вып. 43. Дон ГТУ, Донецк, 2012. – С. 18–23.

REFERENCES

1. Klamán D., Smazki i rodstvennie produkti [Lubricants and related products], Pervod s anql., Moscow, Khimiya, 1988, 488 p. Drozdov Y.N., Yudin E.G., Belov A.I. Prikladnaya tribologiya (trenie, iznos, smazka) [Applied tribology (friction, wear, lubrication)], Moscow, Eko-Press, 2010, 604 p. (in Russian)
2. Teoreticheskie osnovi khimmotologii [Theoretical Foundations of Chemometology], edit. A.A. Bratkova, Moscow, Khimiya, 1985, 320 p. (in Russian)
3. Farzaliev V.M., Khalilova A.Z., Allahverdiyev M.A. Sintez i issledovanie protivozadirkh i protivozadirkh prisadok. Materials II International Conference dedicated to the 80th anniversary of N. Ganjavi. "Dedicated to the current problem of biochemical theory", Qyandja. 2011, p. 114–116. (in Russian)
4. Allahverdiyev M.A., Quseynova A.Q., Maqerramov A.M.. [[Polifloralkoksi] metil]tiirani i 2-anilinoetantioli. // Jurnal organicheskoy khimii. 2008. T. 44, №7 p. 958–961. (in Russian)
5. Maharramov A.M., Allahverdiyev M.A., Guliyev D.A., Bunyad-zade İ.A., Rasulova Kh.N. Synthesis and properties of thiiranes / 11-th IUPAC International Symposium on Makromolekule-Metalcomplex, Pesa-İtaly, 2007, o. 2.
6. Alieva Kh.N. Povischenie tribologicheskikh kharakteristik smazochnikh masel prisadkami tiiranov [Increase of tribological characteristics of lubricating oils with additives of thiiranes]. Proqressivnie tekhnologii i sistemi maschinostroeniya [Progressive technologies and systems of mechanical engineering]. International collection of scientific. works. Vip. 43. Don QTU, Donetsk, 2012, p. 18–23. (in Russian)

Статья поступила в редакцию в окончательном варианте 02.05.18