

СЕКЦИЯ I МАШИНОСТРОЕНИЕ

ПОДБОР ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ф. А. Григорьев

*Государственное научное учреждение «Институт механики
металлополимерных систем имени В. А. Белого Национальной
академии наук Беларуси», г. Гомель*

Научный руководитель Н. К. Мышкин

Пластичные смазочные материалы широко используются в самых разных отраслях промышленности и транспорта. Практически все они в своем составе содержат минеральные или синтетические масла в качестве дисперсионной среды (жидкой фазы), что создает целый ряд проблем при их утилизации. По этой причине, помимо улучшения функциональных свойств смазочных материалов, стали актуальны вопросы их экологичности и возможности их производства из возобновляемого биodeградируемого сырья [1]. Одним из путей решения этих проблем является использование в качестве дисперсионных сред растительных масел.

Целью данной работы является выбор наиболее перспективного растительного масла для использования в качестве дисперсионной среды в кальциевых пластичных смазочных материалах.

В качестве объектов исследования использовались масла растительного происхождения: рапсовое нерафинированное технического качества (Рт), рапсовое рафинированное пищевого качества (Рп), касторовое техническое (К) и льняное (Л). Масла не подвергались модифицированию для повышения окислительной стабильности или для улучшения их триботехнических характеристик. Для сравнительных целей применялось индустриальное масло И-40. В роли дисперсной фазы (твердого загустителя) использовался 12-гидроксистеарат кальция. Для определения оптимальной концентрации загустителя в качестве базы для сравнения использовался промышленный смазочный материал ЦИАТИМ-201 (ГОСТ 6467–74, далее – Ц201).

Оценка противоизносных свойств производилась на четырехшариковой машине трения в соответствии с ГОСТ 9490–75. Исследование коллоидной стабильности производилась на аппарате ЛИНТЕЛ АКС-20 с использованием ГОСТ 7142–74. Испытания по определению предела прочности пластичных смазочных материалов проводились на аппарате ЛИНТЕЛ СК-20 по ГОСТ 7143–73. Определение свободных щелочей и свободных органических кислот проводили в соответствии с ГОСТ 6707–76.

Для подбора необходимой концентрации дисперсного наполнителя, а также для сходства механических характеристик со смазочным материалом ЦИАТИМ-201, были изготовлены пластичные смазочные материалы с 10, 15 и 20 мас. % дисперсного наполнителя, с дисперсионной фазой в виде масла И-40. Результаты оценки механических и химических характеристик смазочных материалов представлены в табл. 1. Можно видеть, что полученные смазочные материалы на основе И-40 очень близки, а по некоторым параметрам превосходят стандартный образец. Также можно отметить, что по совокупности характеристик смазочный материал К15И40 сходен с ЦИАТИМ-201.

Некоторые отличия в пределе прочности на сдвиг может быть объяснено тем, что в смазке ЦИАТИМ-201 в качестве загущающего компонента используется стеарат лития, а также содержится антиокислительная присадка [2].

Таблица 1

**Химические и механические характеристики исследованных
пластичных смазочных материалов**

Смазочный материал	Параметры			
	Содержание свободных щелочей в пересчете на NaOH, %	Коллоидная стабильность, %	Предел прочности на сдвиг при 50 °С, Па	Температура каплепадения, °С
Ц201	0,094	26	217	175
К10И40	0,121	–	–	–
К15И40	0,113	19,18	161	212
К20И40	0,199	17,59	361	213

Таким образом, использование 15 мас. % дисперсной фазы можно считать оптимальной концентрацией для получения пластичных смазочных материалов на основе растительного сырья. Результаты триботехнических характеристик дисперсионных сред представлены в табл. 2. Можно видеть, что применение растительных масел в качестве дисперсионной фазы перспективно, так как показатель износа растительных масел в среднем меньше на 22 % по сравнению с индустриальным маслом И-40.

Таблица 2

Триботехнические характеристики дисперсионных сред [3]

Тип масла	Показатель износа, мм
И-40	0,86
Касторовое	0,79
Льняное	0,73
Рапсовое П.	0,71
Рапсовое Т.	0,45

Изготовление пластичных смазочных материалов с дисперсионной фазой из растительного сырья производился по той же технологической схеме, что при использовании масла И-40. Химические, механические и триботехнические характеристики пластичных смазочных материалов с дисперсионной средой из растительного сырья представлены в табл. 3.

Более высокие триботехнические характеристики пластичных смазочных материалов с дисперсионной средой из растительного сырья по сравнению с Циатим-201 обусловлены наличием в них большого числа ненасыщенных жирных кислот, которые, попадая на поверхность сопрягаемых деталей, формируют прочный граничный слой [4]. В то же время процессы полимеризации растительных масел, в ходе техно-

логического процесса изготовления пластичных смазочных материалов, существенно повышают как предел прочности на сдвиг, так и коллоидную стабильность, что, в свою очередь, ухудшает эксплуатационные параметры полученных смазочных материалов. Причиной этого является то, что в процессе эксплуатации, под влиянием температуры и контактного давления, дисперсионная фаза будет меньше выделяться из матричной основы. С одной стороны, такое их свойство, как медленное выделение дисперсионной среды из дисперсной фазы, положительно сказывается на сроке их хранения, но, с другой стороны, меньшее количество выделяемого масла под воздействием контактного давления и температуры хуже защищает истираемые поверхности от износа.

Таблица 3

**Химические, механические и триботехнические характеристики
исследованных пластичных смазочных материалов**

Параметр	Смазочный материал					
	Ц201	К15И40	К15Рп	К15Рт	К15К	К15Л
Содержание свободных щелочей в пересчете на NaOH, %	0,067	0,113	–	–	–	–
Содержание свободных кислот, мгКОН/г	–	–	0,691	2,128	0,613	0,735
Коллоидная стабильность, %	26	19,18	31	11	5	10
Предел прочности на сдвиг при 50 °С, Па	363	161	408	114	1023	2194
Температура каплепадения, °С	175	212	245	237	252	252
Показатель износа, мм	1,06	0,59	0,67	0,89	0,81	0,80

Результаты исследований свидетельствуют о перспективности применения растительных масел в качестве дисперсионной фазы в пластичных смазочных материалах. Полученные данные проясняют механизмы их влияния на химические, механические и триботехнические характеристики и указывают направление поиска соответствующих присадок на уменьшение влияния ненасыщенных жирных кислот, содержащихся в растительных маслах. Наилучшими триботехническими показателями обладает смазочный материал на основе технического рапсового масла, что делает его выбор для дальнейших исследований предпочтительным.

Литература

1. Директива 2009/28/ЕС 23.07.2009. Параграф 17. Критерии экологичности для биотоплива и биожидкостей. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/2571107/a7b26eafd8fd23d18ca4410ac5359e0e/>.
2. Фукс, И. Г. Пластичные смазки / И. Г. Фукс. – М. : Химия, 1972. – 158 с.
3. Григорьев, Ф. А. Смазочные материалы на основе смесей растительных масел с добавлением функциональных присадок / Ф. А. Григорьев, И. Н. Ковалева // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования : тез. VI Респ. науч.-техн. конф. молодых ученых / ИММС НАН Беларуси. – Гомель, 2020. – С. 139–40.
4. Lubricating properties of organic phosphate ester aqueous solutions / S. Liu [et al.] // Tribol. Lett. – 2010. – Vol. 37. – P. 573–580.