

# ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

УДК 631.3.027.1-036

DOI 10.26897/1728-7936-2018-3-42-46

**МЕЛЬНИКОВ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ**, доцент

E-mail: ommelnikov@rambler.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

## ВЛИЯНИЕ ФТОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РЕЗИНЫ ДЛЯ МАНЖЕТНЫХ УПЛОТНЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Рассмотрены свойства резины, модифицированной фторорганическими соединениями (ФС). В качестве фторорганических соединений были выбраны добавки различной молекулярной массы, обозначенные ФС-1 и ФС-2. ФС вводили в состав резиновой смеси ИРП 1068, применяемой для изготовления манжетных уплотнений, в количестве 1 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. Установлено, что введение ФС приводит к некоторому увеличению прочности при растяжении и относительному удлинению при разрыве. Твердость резин практически не меняется. Заметно улучшается стойкость резин к тепловому старению по таким показателям, как относительное удлинение и сопротивление при разрыве. Относительная остаточная деформация сжатия при введении ФС практически не изменяется. Для резины с добавкой ФС-2 увеличивается сопротивление истиранию. Фрикционные испытания проводились на машине торцевого трения и стенде, имитирующем работу уплотнений в реальных условиях эксплуатации. Установлено, что ФС, присутствующие в составе резины, приводят к снижению коэффициента трения. При этом уменьшается сила трения в начальный период сдвига контактирующих поверхностей, особенно для резины, содержащей ФС-2. Сила трения при установившемся режиме также снижается для манжет из резин, содержащих фторорганические соединения, по сравнению с немодифицированными манжетами. Полученные результаты свидетельствуют о большей эффективности добавки ФС-2. Можно предположить, что определяющим фактором для снижения силы трения является меньшая летучесть добавки, о чем свидетельствует большая молекулярная масса и температура кипения ФС-2. Установлено, что ФС способны улучшить эксплуатационные свойства уплотнительных манжет для сельскохозяйственной техники.

**Ключевые слова:** резина, манжеты, фторорганические соединения, антифрикционные свойства.

**Введение.** Сезонный характер работы сельскохозяйственной техники предъявляет определённые требования к резиновым манжетным уплотнениям. Для того чтобы избежать повреждения манжет, связанного с отрывом и переносом на вал поверхностного слоя резины в момент страгивания вала после длительного периода неподвижного состояния, предлагаются различные способы: например, нанесение на поверхность вала и уплотнения различных составов [1]; латунирование вала и нанесение на рабочую кромку манжеты медьсодержащей композиции [2, 3]; обработка вала под ремонтный размер [4]. Однако данные методы трудоёмки, а полученный эффект недолговечен.

**Цель исследований** – изучение свойств модифицированной резиновой смеси для манжетных уплотнений.

Для уменьшения адгезии резины к металлу и улучшения ее антифрикционных свойств были использованы фторорганические соединения (ФС), обладающие низкой поверхностной энергией и способные придать полимерным изделиям гидрофобность, химическую стойкость, низкий коэффициент трения и др. [5, 6].

**Материал и методика.** В качестве фторорганических соединений были выбраны добавки различной молекулярной массы, обозначенные ФС-1 и ФС-2.

ФС вводили в состав резиновой смеси ИРП 1068, применяемой для изготовления манжетных уплотнений, в количестве 1 мас. ч. на 100 мас. ч. каучука. Физико-механические показатели полученных резин определяли по стандартным методикам.

Основные свойства исследованных фторорганических соединений представлены в таблице 1.

Основные свойства исследованных фторорганических соединений

Обозначение	Внешний вид	Средняя молекулярная масса	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Температура кипения (размягчения), °С
ФС-1	Белое аморфное вещество	800	1,790	180 (65)
ФС-2	Серое крупнокристаллическое вещество	1000	1,860	270 (95)

Фрикционные испытания проводились на машине торцевого трения МТТ-2 и стенде СИМ-1, имитирующем работу уплотнений в реальных условиях эксплуатации (рис. 1).

Проводились испытания серийных манжет 1.1-45х65-1 ГОСТ 8752-79 и втулки из стали 45 ГОСТ 1050-88 с шероховатостью поверхности Ra 0,32 (рис. 2).

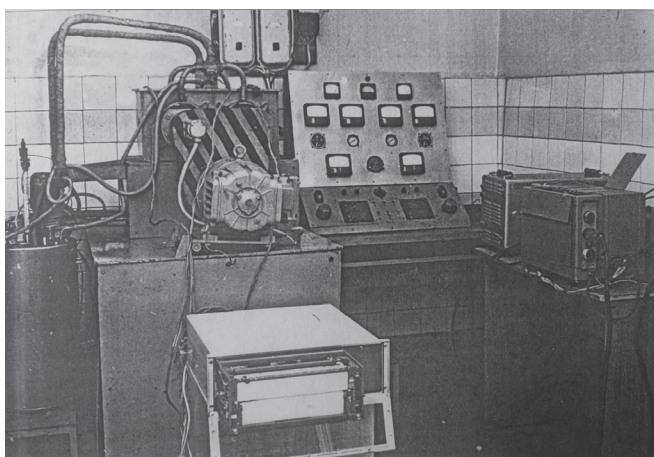


Рис. 1. Стенд для фрикционных испытаний СИМ-1

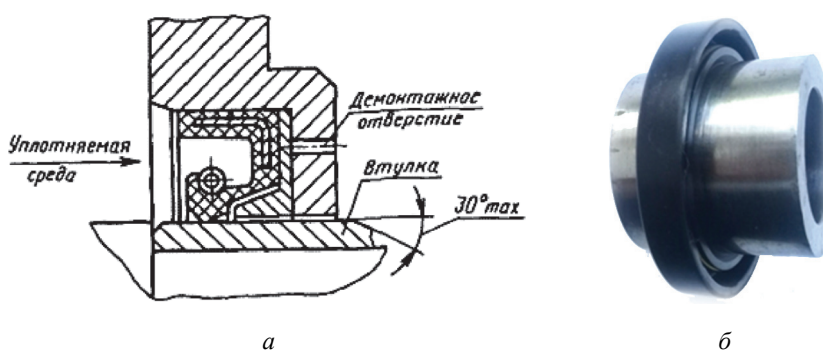
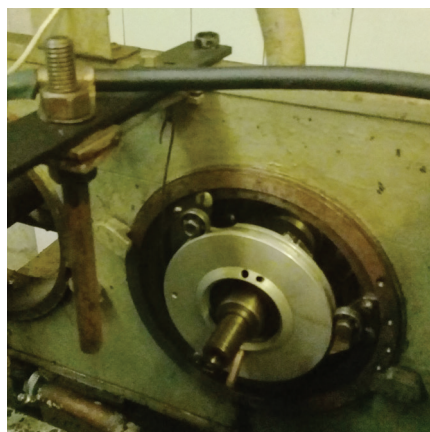


Рис. 2. Испытуемые образцы: а – схема; б – общий вид

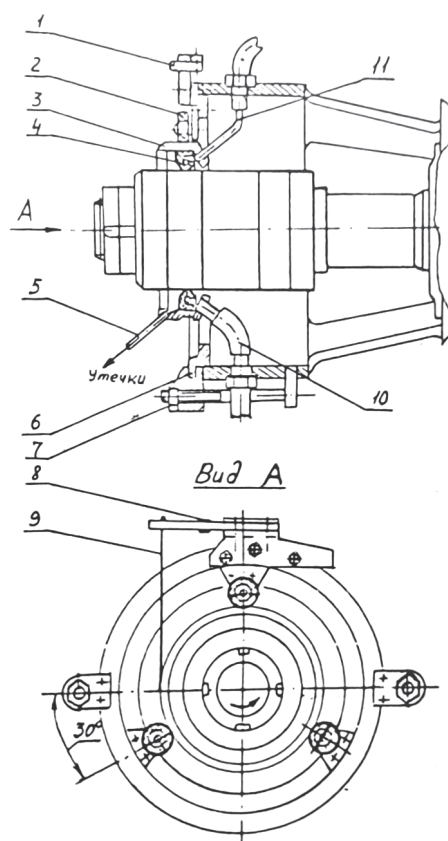
Для исследования фрикционных характеристик на стенде СИМ-1 вместо рабочей камеры в корпус устанавливается специальное устройство для измерения момента трения в уплотнительном узле (рис. 3).

Измерительная система стенда включает в себя тензометрическую систему измерения момента трения с выводом сигнала через тензоусилитель АНЧ-7М на шлейфный осциллограф Н-117.

Перед сборкой испытуемого узла на стенде манжета тщательно подвергается визуальному осмотру (не допускаются всевозможные надрезы, явные шероховатости, облои и т.д.) и обезжиривается в бензине или ацетоне, наружная поверхность втулки смазывается маслом. Все измерения и подготовка манжет и втулок проводятся на одном и том же оборудовании и приборах с целью уменьшения разброса экспериментальных данных.



а



б

Рис. 3. Устройство для измерения силы трения:

а – общий вид; б – схема:

1 – тензобалка; 2 – подшипники; 3 – обойма; 4 – манжета; 5, 10, 11 – трубопроводы;  
6 – корпус; 7 – зажим; 8 – тензодатчик, 9 – жесткая нить

После установки манжеты в обойме на валу узел выдерживают для стабилизации обжатия и формирования достаточного контакта в течение 15 мин.

При проведении испытаний манжетных уплотнительных устройств измеряются и регистрируются следующие параметры: сила трения в начальный период сдвига контактирующих поверхностей, сила трения в установившемся режиме.

**Результаты и обсуждение.** Физико-механические показатели полученных резин приведены в таблице 2.

Введение ФС приводит к некоторому увеличению прочности при растяжении и относительному удлинению при разрыве (табл. 2). Твердость резин практически не меняется. Заметно улучшается стойкость резин к тепловому старению по таким показателям, как относительное удлинение и сопротивление при разрыве. Относительная остаточная деформация сжатия при введении ФС практически не изменяется. Кроме того, для резины с добавкой ФС-2 увеличивается сопротивление истиранию (табл. 2).

Результаты фрикционных испытаний манжетных уплотнительных устройств приведены в таблице 3.

Из полученных результатов следует, что ФС, присутствующие в составе резины, приводят к снижению коэффициента трения. При этом, что очень важно для условий эксплуатации, уменьшается сила трения в начальный период сдвига контактирующих поверхностей. Это особенно заметно для резины, содержащей ФС-2. Сила трения при установившемся режиме также снижается для манжет из резины, содержащих фторорганические соединения, по сравнению с немодифицированными манжетами. Достижимый эффект выше для резины с добавкой ФС-2.

Исходя из молекулярной массы и температуры размягчения добавок, можно было предположить, что добавка ФС-1 будет более подвижна и быстрее мигрировать к зоне трения, уменьшая значения силы трения. Однако полученные результаты подтверждают большую эффективность добавки ФС-2, и, таким образом, предполагается, что определяющим фактором для снижения силы трения является, по-видимому, меньшая летучесть добавки, о чем свидетельствует большая молекулярная масса и температура кипения ФС-2 (табл. 1).

Таблица 2

**Физико-механические и антифрикционные свойства исходной и модифицированных резин**

Показатель	Исходная резина	ФС-1	ФС-2
Условная прочность при растяжении, МПа	11,6	12,1	12,1
Относительное удлинение при разрыве, %	290	330	317
Твердость по Шору А, усл. ед.	78	77	75
После старения на воздухе при 100°С в течение 24 ч: – относительное удлинение, % – твердость по Шору А, усл. ед.	220 84	287 81	293 80
После воздействия смеси изооктан-толуол (7:3) при 23°С в течение 24 ч, изменение: – объема, % – массы, %	26,4 14,9	26,6 14,8	26,9 15,0
Относительная остаточная деформация сжатия на воздухе при 100°С в течение 24 ч, %	59,3	59,3	55,6
Сопротивление истиранию, Дж/мм <sup>3</sup>	15,08	14,6	18,1
Коэффициент морозостойкости по эластическому восстановлению после 20% сжатия (при –25°С)	0,56	0,55	0,53
Сопротивление раздиру, Н/мм, не менее	37,3	52,3	48,8

Таблица 3

**Фрикционные свойства исходных и модифицированных резин**

Показатель	Исходная резина	ФС-1	ФС-2
Коэффициент трения (машина МТТ-2)	1	0,85	0,8
Сила трения в начальный период сдвига контактирующих поверхностей (установка СИМ-1), Н	20,4	17,0	16,7
Сила трения в установившемся режиме (установка СИМ-1), Н	4,8	4,3	4,0

**Выводы**

Введение ФС улучшает антифрикционные свойства резин и некоторые физико-механические показатели. Полученные результаты позволяют предположить, что ФС способны улучшить и эксплуатационные свойства уплотнительных манжет для сельскохозяйственной техники.

**Библиографический список**

1. Назаров В.Г. Поверхностная модификация полимеров: Монография. М.: МГУП, 2008. 471 с.
2. Ерохин М.Н., Выскребенцев Н.А. Реализация эффекта «безызносности» в сопряжениях «вал-уплотнение» с.-х. машин: Тезисы докладов Международной науч.-практ. конференции, посвященной памяти В.П. Горячкина. М., 1998. Т. 2. С. 144-145.
3. Ерохин М.Н., Быстров В.Н., Кремененко О.И. Повышение надежности соединений вал-уплотнение // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1993. № 9. С. 24-25.
4. Леонов О.А. Обеспечение качества ремонта унифицированных соединений сельскохозяйственной техники методами расчета точностных параметров: Дис. ... докт. техн. наук. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2004. 324 с.
5. Ерохин М.Н., Выскребенцев Н.А. Исследование влияния полимерных добавок на основе фтора на физико-механические свойства резин: Сб. науч. трудов «Технические средства для интенсивных технологий с.-х. производства». М.: МИИСП, 1991. С. 91-97.
6. Назаров В.Г., Столяров В.П., Баранов В.А., Евлампиева Л.А. Фторированные резины с улучшенными триботехническими свойствами // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2008. Т. LII. № 3. С. 45-53.

Статья поступила 20.04.2018

## EFFECTS OF FLUORORGANIC COMPOUNDS ON PHYSICAL-AND-MECHANICAL PROPERTIES OF RUBBER FOR MANIFOLD SEALS OF FARM MACHINERY

**OLEG M. MELNIKOV**, Associate Professor

E-mail: ommelnikov@rambler.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 127550, Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, Russian Federation

The paper gives account of the properties of rubber modified with organofluorine compounds (OC). Additives of various molecular weights, designated FS-1 and FS-2, have been chosen for this purpose. They have been introduced into the rubber composition of ИПП (IRP) 1068 used for the production of sealing cups, in an amount of 1 weight part per 100% weight parts of rubber. It has been established that the OC introduction leads to a certain increase in tensile strength and relative tensile elongation. The hardness of rubbers has not practically changed. The resistance of rubbers to heat aging has been noticeably improved by such factors as tensile elongation and resistance. The relative residual deformation of compression with the OC introduction practically has not changed. For rubber with the FS-2 additive, the resistance to abrasion has increased. Frictional tests have been carried out using a face friction machine and a bench simulating the performance of seals in real operating conditions. It has been established that the OC introduction in the rubber composition leads to a decrease in the coefficient of friction. At the same time, the frictional force decreases in the initial period of shearing the contacting surfaces, especially for rubber containing FS-2. The steady-state friction is also reduced for sealing cups made of rubbers containing organofluorine compounds, as compared to unmodified sealing cups. The results obtained indicate a greater efficacy of FS-2 introduction. It can be assumed that the lesser degree of the additive volatility is the determining factor for reducing the friction force, as evidenced by the large molecular weight and the boiling point of FS-2. It has been established that OS are able to improve the performance properties of sealing cups used in agricultural machinery.

**Key words:** rubber, sealing cups, organofluorine compounds (OC), antifriction properties.

### References

1. Nazarov V.G. Poverkhnostnaya modifikatsiya polimerov [Surface modification of polymers]: Monograph. Moscow, MGUP, 2008. 471 p. (In Rus.)
2. Yerokhin M.N., Vyskrebentsev N.A. Realizatsiya effekta "bezyznosnosti" v sopryazheniyakh "val-uplotneniye" s. – kh. mashin [Implementation of the effect of "non-weariness" in "shaft-sealing" connections of agricultural machines]: Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchn.-prakt. konferentsii, posvyashchennoy pamyati V.P. Goryachkina. Vol. 2. Moscow, 1998. Pp. 144-145. (In Rus.)
3. Yerokhin M.N., Bystrov V.N., Kremenenko O.I. Povysheniye nadezhnosti soyedineniy val-uplotneniye [Increasing the reliability of shaft-seal connections]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 1993. No. 9. Pp. 24-25. (In Rus.)
4. Leonov O.A. Obespecheniye kachestva remonta unifitsirovannykh soyedineniy sel'skokhozyaystvennoy

tekhniki metodami rascheta tochnostnykh parametrov [Maintenance of repair quality of the unified connections of agricultural machinery by methods of the calculation of exact parameters]: DSc (Eng) thesis. Moscow, FGOU VPO MGAU, 2004. 324 p. (In Rus.)

5. Yerokhin M.N., Vyskrebentsev N.A. Issledovaniye vliyaniya polimernykh dobavok na osnove ftora na fiziko-mekhanicheskiye svoystva rezin [Study of the effects of polymer additives based on fluorine on the physical and mechanical properties of rubbers]: Sborn. nauchn. trudov "Tekhnicheskiye sredstva dlya intensivnykh tekhnologiy s.-kh. Proizvodstva". Moscow, MIISP, 1991. Pp. 91-97. (In Rus.)

6. Nazarov V.G., Stolyarov V.P., Baranov V.A., Yevlampiyeva L.A. Ftirovannyye reziny s uluchshennymi tribotekhnicheskimi svoystvami [Fluorinated rubbers with improved tribotechnical properties]. *Ros. khim. zh. (Zh. Ros. khim. ob-va im. D.I. Mendeleyeva)*. 2008. Vol. LII. No. 3. Pp. 45-53. (In Rus.)

*The paper was received on April 20, 2018*