

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРОВ НА СОХРАНЯЕМОСТЬ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

THE INFLUENCE OF MODIFIERS ON THE CONSERVATION OF RUBBER PRODUCTS OF AGRICULTURAL MACHINERY

Т.В. МЕЛЬКУМОВА

Рязанский государственный агротехнологический университет, Рязань, Россия, taaaaaa2007@yandex.ru

T.V. MEL'KUMOVA

Ryazan state agrotechnological university, Ryazan, Russian Federation taaaaaa2007@yandex.ru

Целью исследования является определение эффективности применения различных модификаторов для повышения устойчивости резинотехнических изделий к воздействию озона, содержащегося в воздухе, при длительном хранении сельскохозяйственной техники на открытых площадках в межсезонный период. Задачей исследования является определение защитных свойств модификаторов резины в условиях разрушительного воздействия озона. Экспериментальные исследования проводились в озонной камере OMS-1 с использованием стандартных методик. Озонное старение проводилось последовательно в три этапа, соответственно, при растяжении образцов на 20, 30, 50 %, продолжительность каждого этапа эксперимента составляла 6 часов. После каждого этапа испытаний осуществлялся визуальный осмотр образцов. Способность деформированного образца сопротивляться разрушающему воздействию озона определялась по времени появления на поверхности образца первых трещин, видимых невооруженным глазом. Результаты полученных в ходе проведения эксперимента данных показали, что введение в резину марки НО-68-1Б-1 (из каучука БНКС-18А) модификаторов «Кубовые остатки спиртов-теломеров» и «Фторпарафины» уже на первом этапе испытаний приводит к появлению сплошной сетки мелких трещин на поверхности образцов. На образцах из этой резины, подвергнутых поверхностному фторированию на последнем этапе испытаний, появляется множество краевых трещин длиной до 11 мм и глубиной до 1 мм. На образцах из резины марки 26-82-4 (из каучука СКЭПТ-50) появляются точечные трещины, причем модификация этой резины составом «Кубовые остатки спиртов-теломеров» ускоряет данный процесс. Опытные образцы из резины ИР-5-1, как модифицированные, так и подвергнутые поверхностному фторированию, выдержали испытание на озонное старение без следов разрушения. Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о необходимости разработки новых защитных составов, исключающих разрушение резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники в процессе длительного хранения на открытых площадках.

Ключевые слова: хранение, модификатор, резинотехническое изделие, сельскохозяйственная техника.

The purpose of the research is to determine the efficiency of various modifiers for increasing the resistance of rubber products to the effects of ozone contained in the air, under a long-term storage of agricultural machinery in open areas during the off-season. The task of the research is to determine the protective properties of rubber modifiers under the conditions of the destructive effect of ozone. Experimental investigations were carried out in the ozone chamber OMS-1 using standard techniques. Ozone aging was carried out consistently in three stages respectively with stretching samples at 20, 30, 50 %, the duration of each stage of the experiment – 6 hours. After each stage of the tests, visual inspection of the samples was carried out. The ability of a deformed sample to resist the destructive effect of ozone was determined by the time of appearance of the first cracks visible to the naked eye on the surface of the sample. The results of the data obtained during the experiment showed that the introduction of the modifiers «Stillage bottoms of telomeric alcohols» and «Fluorine paraffins» into the rubber of the brand NO-68-1B-1 (from BNKS-18A rubber) already at the first stage of testing leads to the appearance of a continuous mesh small cracks on the samples surface. On samples from this rubber, subjected to surface fluoridation at the last stage of the test, a number of edge cracks up to 11 mm in length and up to 1 mm deep are appeared. On samples from the rubber of grade 26-82-4 (from SKEPT-50 rubber), the pointed cracks appear on rubber samples, and the modification of this rubber with the composition «Stillage bottoms of telomeric alcohols» accelerates this process. The experimental samples of rubber IR-5-1, as modified and as subjected to surface fluorination, have withstood the ozone aging test without traces of destruction. The results of the conducted studies allow us to conclude that it is necessary to develop new protective compositions that exclude the destruction of rubber technical products of agricultural machinery during long-term storage in open areas.

Keywords: storage, modifier, rubber product, agricultural machinery.

Введение

Современный уровень технического оснащения сельскохозяйственного производства предъявляет новые требования к обеспечению сохранности техники в межсезонный период [1]. Вопросы подготовки сельскохозяйственных машин к хранению рассматриваются в научных публикациях многих авторов: А.М. Басова [2], Ю.В. Десятова [3], М.Б. Латышенка [4–6], В.В. Терентьева [7–9], А.В. Шемякина [10–13] и других ученых.

В процессе длительного хранения резинотехнических изделий на открытых площадках под действием световой радиации и озона воздуха происходит «старение» резины, значительно изменяются ее физико-механические свойства, особенно жесткостные характеристики и прочностные [14, 15].

Проведенные научные исследования показали, что для повышения надежности резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин необходимо определить группы факторов, которые действуют на резиновые элементы техники в зависимости от условий их работы. В резинотехнических изделиях разрушительные изменения могут быть вызваны длительным тепловым воздействием, диффузией неагрессивных веществ в полимерный материал. Немаловажную роль в этом играет продолжительность действия того или иного фактора, либо их совокупность.

При химическом воздействии происходит изменение химического состава или строения полимерного материала. В результате взаимодействия развиваются реакции окисления, структурирования и деструкции. Скорость, направление, глубина перечисленных превращений в значительной степени определяются скоростью и амплитудой колебаний температуры, концентрацией реагирующих компонентов и продолжительностью воздействия.

Важным фактором старения резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин является действие кислорода и озона, находящихся в воздухе. Действие кислорода и озона в значительной степени ускоряется солнечными излучениями и некоторыми химическими соединениями, особенно солями меди и марганца. Влияние состава атмосферы определяется наличием в ней химически активных веществ. Атмосфера Рязанской области характеризуется содержанием сернистого ангидрида не более $0,02 \text{ мг/м}^3$ воздуха, хлоридов – не более

$0,3 \text{ мг/м}^3$ сут. Кроме того, в атмосфере Рязанской области содержится ощутимое количество твердых частиц (зола, песок, пыль). Действие указанных веществ усиливает содержащаяся в воздухе влага. Исследования влияния влажности воздуха на разрушение резинотехнических изделий сельскохозяйственных машин в атмосфере показали, что процесс «старения» активизируется при влажности более 70 %.

Цель исследования

Целью исследования является изучение влияния модификаторов на сохраняемость резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники.

Экспериментальная часть

Сотрудниками Рязанского ГАТУ были проведены исследования резинотехнических изделий на озоностойкость. Озонное старение проводилось в озонной камере OMS-1 (рис. 1) последовательно в три этапа, соответственно, при растяжении образцов на 20, 30, 50 %, продолжительность каждого этапа эксперимента составляла 6 ч.

Было исследовано также влияние модификации резиновых смесей на устойчивость к озонному старению. Образцы для испытаний на озонное старение изготавливались в виде лопаток по ГОСТ 270 (табл. 1).



Рис. 1. Озонная камера OMS-1

Таблица 1

Испытываемые образцы резины на озоностойкость

Шифр	Марка резины	Модификатор, введенный в резину	Фторирование поверхности образцов
1	НО-68-1Б-1 (БНКС-18А)	без модификатора	–
2			фторированные
3		модификатор «Кубовые остатки спиртов-теломеров»	–
4			фторированные
5		модификатор «Фторпарафины»	–
6			фторированные
7	26-82-4 (СКЭПТ-50)	без модификатора	–
8			фторированные
9		модификатор «Кубовые остатки спиртов-теломеров»	–
10			фторированные
11	ИР-5-1 (СКЭПТ-50)	без модификатора	–
12			фторированные
13		модификатор «Кубовые остатки спиртов-теломеров»	–
14			фторированные
15		модификатор «Фторпарафины»	–
16			фторированные

После каждого этапа испытаний осуществлялся визуальный осмотр образцов. Способность деформированного образца сопротивляться разрушающему воздействию озона определялась по времени появления на поверхности образца первых трещин, видимых невооруженным глазом.

Выемка рамок из камеры проводилась последовательно через равные промежутки времени. Извлеченные из камеры рамки с образцами помещались в герметичные чехлы. Микрофотографирование образцов, прошедших испытания, проводилось без съема их с рамок.

При микрофотографировании наружной поверхности образцов определялись:

- максимальная и минимальная ширина трещин;
- количество трещин, пересекаемых осевой линией, проводимой посередине рабочего участка вдоль образующей образца.

По фотографиям боковых срезов рабочего участка образцов измерялась глубина трещин в резине. Измерение геометрических размеров трещин проводилось с учетом их увеличения в процессе фотографирования. Результаты осмотра образцов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты визуального осмотра образцов после каждого этапа испытаний в озонной камере

Шифр	Время появления на поверхности образца первых трещин, ч	Результаты визуального осмотра образцов		
		после 1-го этапа	после 2-го этапа	после 3-го этапа
1	10,0	трещин нет	множество микротрещин по краям	
2	7,0		мелкие трещины по краям	множество трещин по краям длиной до 11 мм и глубиной до 1 мм
3	0,5	сетка мелких трещин	единичные микротрещины по краям	

Окончание таблицы 2

Шифр	Время появления на поверхности образца первых трещин, ч	Результаты визуального осмотра образцов		
		после 1-го этапа	после 2-го этапа	после 3-го этапа
4	6,0	трещин нет	микротрещины по краям	множество трещин по краям длиной до 11 мм и глубиной до 1 мм
5	0,5	точечные трещины по всей поверхности		единичные трещины по краям
6	6,0	трещин нет		трещины по краям длиной до 11 мм и глубиной до 1 мм
7	7,0		точечные трещины	
8	9,0			
9	0,5			
10	1,0	точечные трещины		
11	–		трещин нет	точечные трещины
12	–			
13	–	трещин нет		
14	–			
15	–			
16	–			

Заключение

Анализ результатов испытаний образцов резинотехнических изделий на устойчивость к озонному старению показал, что введение в резину марки НО-68-1Б-1 (из каучука БНКС-18А) модификаторов «Кубовые остатки спиртов-теломеров» и «Фторпарафины» уже на первом этапе испытаний приводит к появлению сплошной сетки мелких трещин на поверхности образцов (образцы № 3 и 5). Следует отметить, что на образцах из этой резины, подвергнутых поверхностному фторированию на последнем этапе испытаний, появляется множество краевых трещин длиной до 11 мм и глубиной до 1 мм (образцы № 2, 4 и 6).

На образцах из резины марки 26-82-4 (из каучука СКЭПТ-50) появляются точечные трещины (образцы № 7–10), причем модификация этой резины составом «Кубовые остатки спиртов-теломеров» ускоряет данный процесс (образцы № 9 и 10).

Опытные образцы из резины ИР-5-1 (образцы № 13–16), как модифицированные, так и подвергнутые поверхностному фторированию, выдержали испытание на озонное «старение» без следов разрушения.

По результатам испытаний можно сделать вывод о том, что введение модификаторов в резину не однозначно сказывается на ее устойчивости к озонному разрушению. Следова-

тельно, для повышения данного показателя необходима разработка новых современных защитных составов, позволяющих исключить «старение» резинотехнических изделий в процессе хранения.

Литература

1. Бышов Н.В., Бoryчев С.Н., Кокорев Г.Д., Латышенок М.Б., Рембалович Г.К., Успенский И.А., Терентьев В.В., Шемякин А.В. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин. Рязань: Рязанский государственный агротехнический университет, 2016. 102 с.
2. Баусов А.М., Шемякин А.В., Терентьев В.В., Жильцов К.А., Володин В.Н. Экспериментальная установка для очистки двигателей перед ремонтом // Вестник АПК Верхневолжья. 2011. № 1 (13). С. 82–83.
3. Десятов Ю.В., Терентьев В.В., Латышенок М.Б. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении // 50-летию РГСХА посвящается: сб. науч. тр. Рязань, 1998. С. 184–185.
4. Латышенок М.Б., Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Подъяблонский А.В., Володин В.Н. Механическая очистка деталей сельскохозяйственной техники от консервационного материала // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 2. С. 28–29.

5. Латышенко М.Б., Шемякин А.В., Астахова Е.М., Шемякина Е.Ю. Централизованное техническое обслуживание сельскохозяйственной техники в межсезонный период // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 7. С. 16–17.
6. Латышенко М.Б., Шемякин А.В., Тараканова Н.М. Теоретические основы повышения эффективности струйной очистки сельскохозяйственной техники // Ремонт, восстановление, модернизация. 2010. № 11. С. 45–46.
7. Терентьев В.В. Разработка установки для двухслойной консервации сельскохозяйственной техники и обоснование режимов ее работы: дис. ... канд. техн. наук. Рязань, 1999. 173 с.
8. Терентьев В.В., Латышенко М.Б. Анализ ухудшения сельскохозяйственной техники в период хранения // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК: материалы науч.-практ. конф., посвященной 165-летию со дня рождения П.А. Костычева. Рязань, 2010. С. 23–26.
9. Терентьев В.В., Десятков Ю.В., Латышенко М.Б. К вопросу защиты местной консервации сельскохозяйственной техники // 50-летию РГСХА посвящается: сб. науч. тр. Рязань, 1998. С. 185–186.
10. Шемякин А.В., Володин В.Н., Шемякина Е.Ю., Андреев К.П. Изменение состояния сельскохозяйственной техники в период хранения // Сб. науч. тр. профессорско-преподавательского состава Рязанского государственного агротехнологического университета. Рязань, 2008. С. 356–358.
11. Шемякин А.В., Терентьев В.В., Кузин Е.Г. Очистка двигателей сельскохозяйственных машин перед ремонтом (экспериментальные исследования) // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 171–175.
12. Шемякин А.В. Совершенствование организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Мичуринск, 2014. 39 с.
13. Шемякин А.В., Терентьев В.В., Морозова Н.М., Кожин С.А., Кирилин А.В. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники // Вестник РГАТУ. 2016. № 4. С. 93–97.
14. Абрамов В.Н. Обеспечение сохраняемости и долговечности шин и резинотехнических изделий автомобильного транспорта: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2006. 671 с.
15. Мелькумова Т.В., Терентьев В.В., Шемякин А.В. Защита резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники // Международный научный журнал. № 3. 2017. С. 62–65.

References

1. Byshov N.V., Borychev S.N., Kokorev G.D., Latyshenok M.B., Rembalovich G.K., Uspenskiy I.A., Terent'ev V.V., Shemyakin A.V. Povyshenie effektivnosti ochistki i moyki sel'skokhozyaystvennykh mashin [Increasing the efficiency of cleaning and washing of agricultural machinery]. Ryazan': Ryazanskiy gosudarstvennyy agrotekhnicheskiy universitet Publ., 2016. 102 p.
2. Bausov A.M., Shemyakin A.V., Terent'ev V.V., Zhil'tsov K.A., Volodin V.N. The experimental installation for cleaning engines before repair. Vestnik APK Verkhnevolzh'ya. 2011. No 1(13), pp. 82–83 (in Russ.).
3. Desyatov Yu.V., Terent'ev V.V., Latyshenok M.B. To the issue of protection against corrosion of agricultural machinery during storage. Sb. nauch. tr. 50-letiyu RGSKhA posvyashchaetsya [The collection of scientific works dedicated to the 50th anniversary of the Ryazan State Agrotechnological University]. Ryazan', 1998, pp. 184–185 (in Russ.).
4. Latyshenok M.B., Shemyakin A.V., Kostenko M.Yu., Pod'yablonskiy A.V., Volodin V.N. Mechanical cleaning of agricultural machinery parts from conservation material. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2012. No 2, pp. 28–29 (in Russ.).
5. Latyshenok M.B., Shemyakin A.V., Astakhova E.M., Shemyakina E.Yu. The centralized maintenance of agricultural machinery during the offseason period. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2009. No 7, pp. 16–17 (in Russ.).
6. Latyshenok M.B., Shemyakin A.V., Tarakanova N.M. Theoretical basics of increasing of efficiency of jet-stream cleaning of agricultural machinery. Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya. 2010. No 11, pp. 45–46 (in Russ.).
7. Terent'ev V.V. Razrabotka ustanovki dlya dvukhsloynoy konservatsii sel'skokhozyaystvennoy tekhniki i obosnovanie rezhimov ee raboty: dis. ... kand. tekhn. nauk [The development of a plant for two-layer conservation of agricultural machinery and justification of its operation modes: dissertation for a degree of the candidate of technical sciences]. Ryazan', 1999. 173 p.
8. Terent'ev V.V., Latyshenok M.B. The analysis of deterioration of agricultural machinery during storage. Aktual'nye problemy i ikh innovatsionnye

- resheniya v APK. Materialy nauch.-prakt. konf., posvyashchennoy 165-letiyu so dnya rozhdeniya P.A. Kostycheva [The actual problems and their innovative solutions in the agricultural sector. The materials of scientific-practical conference dedicated to the 165th anniversary of the birth of P.A. Kostychev]. Ryazan', 2010, pp. 23–26 (in Russ.).
9. Terent'ev. V.V., Desyatov Yu.V., Latyshenok M.B. To the issue of local conservation protection of agricultural machinery. Sb. nauch. tr. 50-letiyu RGSKhA posvyashchaetsya [The collection of scientific works dedicated to the 50th anniversary of the Ryazan State Agrotechnological University]. Ryazan', 1998, pp. 185–186 (in Russ.).
 10. Shemyakin A.V., Volodin V.N., Shemyakina E.Yu, Andreev K.P. The changing in the state of agricultural machinery during storage. Sb. nauch. tr. professorsko-prepodavatel'skogo sostava Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta [The collection of scientific works of professional and teaching staff of the Ryazan state agrotechnological university]. Ryazan', 2008, pp. 356–358 (in Russ.).
 11. Shemyakin A.V., Terent'ev V.V., Kuzin E.G. The cleaning of engines of agricultural machines before repair (experimental investigations). Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2017. No 1, pp. 171–175 (in Russ.).
 12. Shemyakin A.V. Sovershenstvovanie organizatsii rabot, svyazannykh s khraneniem sel'skokhozyaystvennykh mashin v usloviyakh mal'kh i fermerskikh khozyaystv: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk [The improvement of the organization of works related to the storage of agricultural machines in small and farm enterprise: the author's abstract of dissertation for a degree of the doctor of technical sciences]. Michurinsk, 2014. 39 p.
 13. Shemyakin A.V., Terent'ev V.V., Morozova N.M., Kozhin S.A., Kirilin A.V. Application of the cathodic protection method to reduce metal losses during the storage of agricultural machinery. Vestnik RGATU. 2016. No 4, pp. 93–97 (in Russ.).
 14. Abramov V.N. Obespechenie sokhranyaemosti i dolgovechnosti shin i rezinotekhnicheskikh izdeliy avtomobil'nogo transporta: dis. ... d-ra tekhn. nauk [Ensuring the conservation and durability of tires and rubber products of automobile transport: the dissertation for a degree of the doctor of technical sciences]. Moscow, 2006. 671 p.
 15. Mel'kumova T.V., Terent'ev V.V., Shemyakin A.V. Protection of rubber products of agricultural machinery. Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. 2017. No 3, pp. 62–65 (in Russ.).