

УДК 678.019

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

**Пайметькин А.С., магистрант, тел. 89370371120,
paumetkin2015@mail.ru**

**Салахутдинов И.Р., кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-13, ilmas.73@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

Ключевые слова: манжета, рукава, резинотехнические изделия, контроль, дефект, сальники, осмотр, рабочая жидкость, фиксатор, патрон

Работа посвящена рассмотрению вопросов процесса контроля состояния резинотехнических изделий (РТИ) — это комплекс последовательных действий, методов и измерений, направленных на оценку физико-механических, химических и эксплуатационных характеристик изделий из резины и резинотканевых материалов для подтверждения их качества, работоспособности и определения степени старения/разрушения.

Специфические свойства резинотехнических изделий предопределил их востребованность в различных народнохозяйственных отраслях: от автомобилестроения до аэрокосмической сферы. К качественным показателям и физико-механическим параметрам манжетов, рукавов, изоляционных ковров, пластин потребители предъявляют особые требования. Чтобы удостовериться в способности продукции сопротивляться статическим и динамическим воздействиям, выдерживать ударную нагрузку, в лабораториях производителей проводятся комплексные испытания [1].

Технологический процесс контроля состояния манжет заключается в последовательном выполнении следующих работ (рис. 1).

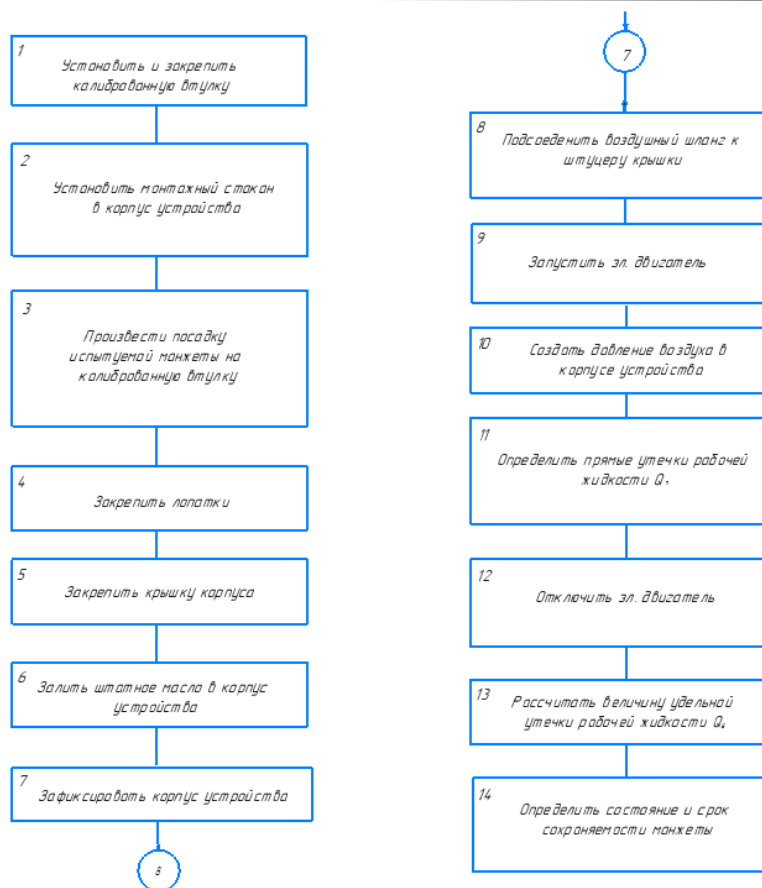
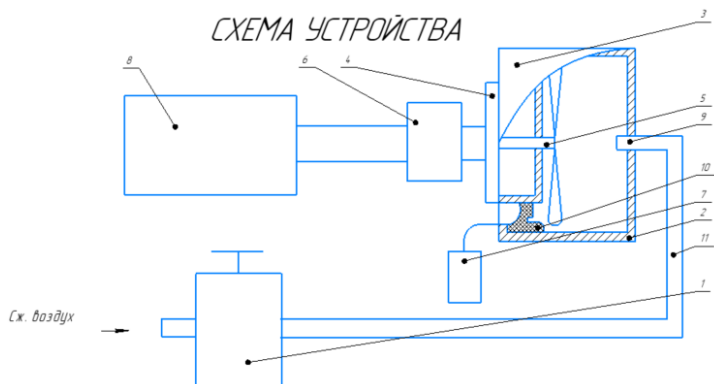


Рисунок 1 - Технология контроля состояния манжет

В соответствии с технологическими картами на регламентированное техническое обслуживание (РТО) конкретного образца транспортно-технологической машины (ТТМ), проводится демонтаж узла (агрегата) его разборка и снятие манжеты. Внешним осмотром осуществляется проверка состояния манжеты. В случаях отсутствия дефектов, указанных в табл. 1., манжеты подвергаются техническому контролю.

Таблица 1 – Дефекты резинотехнических изделий

№	Наименование РТИ	Вид дефекта
1	Манжеты, сальники	затвердевание рабочей кромки; растрескивание; изменение размеров и геометрических размеров; растрескивание с выкрашиванием резины
2	Рукава	расслоение; вздутие наружного слоя; трещины с выкрашиванием резины; разрывы у наконечника или в местах армирования



1 – регулятор; 2 – станина устройства; 3 – корпус устройства; 4 – калиброванная втулка; 5 – вал с лопатками; 6 – патрон; 7 – ёмкость; 8 – электродвигатель; 9 – заливная горловина; 10 – манжета; 11 – воздушный шланг

Рисунок 2 – Схема предлагаемого устройства

Установка испытуемой манжеты в корпусе устройства (рис. 2) осуществляется в следующей последовательности: 1) открутить болты и фиксатор, крышки корпуса; 2) осторожно, не повреждая резиновую прокладку, снять крышку корпуса; 3) открутить винт и снять лопатки; 4) установить калибровочную втулку на вал и закрепить кулачками токарного патрона; 5) установить манжету на калибровочную втулку, диаметр которой соответствует внутреннему диаметру манжеты; 6) установить лопатки и закрепить их винтом; 7) установить крышку корпуса, закрепить её на корпусе болтами; 8) повернуть корпус устройства на 180°С и через заливную горловину залить, 1 л. штатного

масла, закрутить пробку заливной горловины; 9) повернуть корпус устройства на 180°С и зафиксировать его положение фиксатором.

Подготовка устройства к работе предусматривает последовательное выполнение следующих операций: 1) убедиться в отсутствии подтекания масла из под прокладки крышки устройства; 2) при необходимости устранить подтекание; 3) проверить крепление калиброванной втулки на кулачках патрона; 4) открыть вентиль болона, создать давление воздуха и убедиться в отсутствии его утечек; 5) при необходимости устранить утечки воздуха;

6) установить жёлоб в мерную ёмкость; 7) произвести запуск электродвигателя 4 пользуясь вентилем воздушного болона, создать постоянное давление в устройстве равное 0,15 МПа. Величину давления болона контролируют по манометру.

Определение объёма прямых утечек рабочей жидкости заключается в фиксировании её количества, просачивающегося через соединение «кромка манжеты- калиброванная втулка» за время испытания равно 15 минутам, с использованием мерной ёмкости и секундомера.

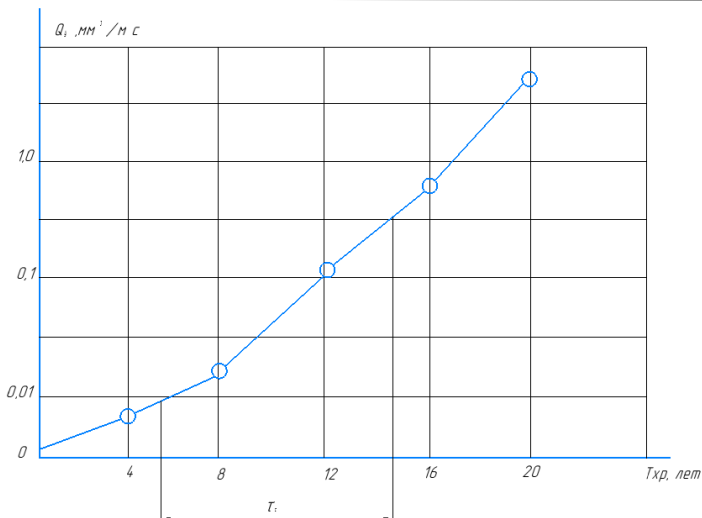
Началом отсчёта является момент выхода устройства на рабочий режим; $n = 2500$ об/мин и давление воздуха $p = 0,15$ МПа.

Удельные утечки рабочей жидкости рассчитываются по формуле [2]:

$$Q_y = \frac{Q_n}{L_n \cdot \tau_u}, [\text{мм}^3 / \text{м} \cdot \text{с}] \quad (1)$$

где: Q_n - прямые утечки рабочей жидкости мм^3 ; L_n - уплотняемого периметра; τ - продолжительность испытания при установившемся режиме, сек, $\tau_n = 900$ сек.

Рассчитав значение удельной утечки рабочей жидкости через манжетное уплотнение используя график (рис. 3) зависимости изменения критерия оценки состояния манжеты от срока хранения, определить необходимость замены манжетного уплотнения.



$Q_y^{крит}$ – критическое значение удельной утечки рабочей жидкости; t_c – срок сохраняемости манжеты.

Рисунок 3 - Зависимость величины удельных утечек рабочей жидкости Q_y от продолжительности хранения $T_{хр}$ манжеты

Если полученное при испытании [3,4] манжеты значение удельной утечки Q_y^H рабочей жидкости не превышает предельно допустимой величины для конкретного срока хранения $Q_y^{доп}$, это свидетельствует о том, что манжета может быть заменена при проведении регламентированного ремонта (Р.Р.).

В том случае, когда значение удалённой утечки Q_y рабочей жидкости больше предельно допустимого значения $Q_y^{доп}$, делается вывод о необходимости замены манжетного уплотнения при РТО.

Рассмотрим следующий пример. В процессе РТО герметизированной ТТМ, содержащейся в очень жёсткой категории условий хранения (τ пк = 8 лет), проводилось испытание по определению состояния манжеты 1 1-110*35-1.

В результате испытания были получены прямые утечки рабочей жидкости в объёме $Q_p=3,1 \text{ мм}^3$. По формуле (1) определяем значения удельной утечки рабочей жидкости

$$Q_y = \frac{Q_p}{L_n \cdot t_u} = \frac{3,1}{0,34 \cdot 900} = 0,01 [\text{мм}^3 / (\text{м} \cdot \text{с})]$$

По графику (рисунок 3) срок сохраняемости манжеты будет составлять $\tau=11$ лет. Следовательно, $\tau_s > \tau_{пк}$, замена манжеты 1 1-110*35 осуществляется при (Р.Р.) регламентированном ремонте.

Технологический процесс контроля состояния рукавов заключается в последовательном выполнении следующих работ (рис. 4).

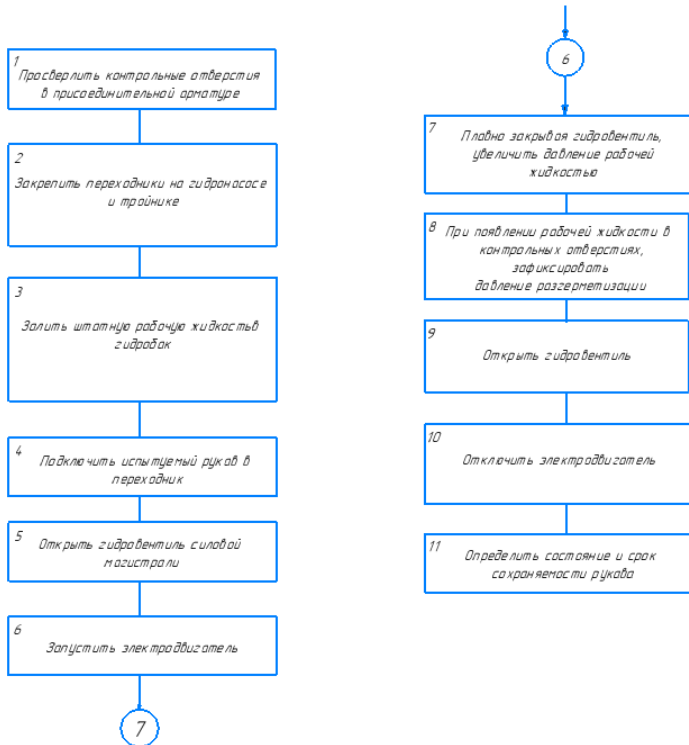
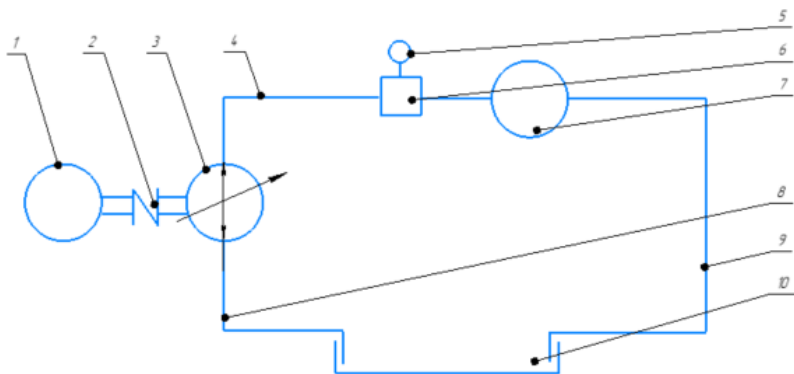


Рисунок 4 – Технологическая последовательность контроля состояния рукавов

В соответствии с технологическими картами на РТО конкретного образца ТТМ производится демонтаж рукава с присоединительной арматурой, после чего внешним осмотром осуществляется проверка его состояния. В случае отсутствия дефектов, указанных в таблице 2, рукав подвергается испытанию на устройстве контроля состояния рукавов (рис. 5).



1 - электродвигатель; 2 - предохранительная муфта; 3 - гидронасос; 4 - испытуемый рукав; 5 - манометр; 6 - тройник; 7 - гидровентиль; 8 - всасывающая линия; 9 - рукав сливной магистрали; 10 - гидробак

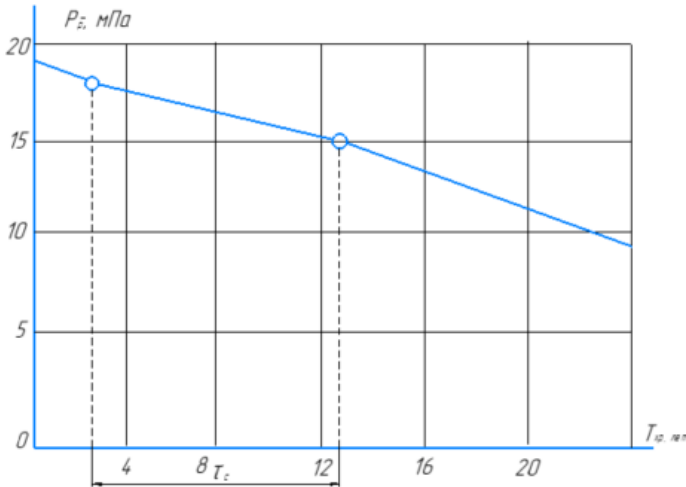
Рисунок 5 - Гидравлическая система устройства контроля состояния рукавов

При помощи переходников испытуемый рукав подсоединяется к гидронасосу и тройнику. В ниппеле испытуемого рукава просверливается два контрольных отверстия диаметром 2мм, на глубину до наружной поверхности хвостовика ниппеля, что определяется появлением металлической стружки. Отверстия в ниппеле просверливают со стороны тройника.

Проверяется затяжка резьбовых соединений устройства. Внешним осмотром производится проверка подтеканий рабочей жидкости в местах соединений устройства. В случаях необходимости заменяются уплотнительные резиновые кольца. Проверяется уровень рабочей жидкости в гидробаке. При необходимости заливается рабочая жидкость марки МГ-15Б. Открыть гидравлический вентиль сливной

магистрالی и запустить двигатель. Плавно закрывая гидравлический вентиль, уменьшить проходное сечение сливной магистрالی, довести давление рабочей жидкости до нормы.

Зафиксировать давление разгерметизации $P_{разг}$ и используя график зависимости величины давления $\bar{P}_p$ от продолжительности хранения, определить необходимость замены рукава.



$P_p^{крит}$ - значение критического давления разгерметизации; τ - срок хранения рукава

Рисунок 6 - Зависимость величины давления разгерметизации P_p от продолжительности хранения рукавов

Если полученное значение давления разгерметизации P_p превышает допустимое значение давления разгерметизации P_p для конкретного срока хранения, то это свидетельствует о том, что испытуемый рукав может быть заменён при проведении регламентированного ремонта. В противном случае, делается вывод о необходимости замены рукава при проведении регламентированного технологического обслуживания [5,6].

Рассмотрим следующий пример: В процессе РТО ЭО-4121 (рабочее давление 16 МПа) содержащейся в жёсткой категории хранения (тпк=8лет), проводилось испытание по определению состояния рукава.

В результате испытания были получены значения величины давления разгерметизации $P_o'' = 23$ МПа.

По графику (рис. 6) срок сохраняемости рукава составляет $t_c = 10$ лет.

Поскольку $t_c > t_{пс}$, то замена РВД 16*1850-У может быть осуществлена при Р.Р. эксковатора ЭО-4121.

В результате анализа РТИ установлено, что 76% изделий, устанавливаемых на ТТМ, выполняют функцию герметизации сборочных единиц и различных систем.

Из этой группы находят широкое распространение резиновые уплотнения манжетного типа, и рукава с присоединительной арматурой.

Эти группы изделий оказывают существенное влияние на работоспособность техники. Остальные группы РТИ выполняют силовые, амортизационные и сервисные функции, а их замена не требует трудоёмких операций

В качестве критериев оценки работоспособности манжет и рукавов приняты показатели, позволяющие определить работоспособность РТИ в соответствии с 4-х функциональным назначением, такие как: величина утечки рабочей жидкости для манжет, величина контактного давления разгерметизации - для рукавов.

Определение состояния РТИ реализуется в устройствах, принцип действия которых основан на создании условий близких к реальным для армированных манжет и рукавов с присоединительной арматурой.

Результаты испытаний РТИ в предлагаемых устройствах, а также известные зависимости изменения критериев оценки состояния манжет рукавов позволяют определить целесообразность их замены в ходе РТО.

Предлагаемые устройства позволяют смоделировать реальные условия работы испытываемых РТИ.

Простота конструкции разработанных устройств, использование стандартных составных частей из комплектов ТТМ обеспечивает возможность их изготовления в условиях предприятия.

Библиографический список:

1. Методы тестирования и контроля качества резиновых изделий [https://rusbelt.ru/articles/metody-testirovaniya-i-kontrolya-kachestva-rezinovykh-](https://rusbelt.ru/articles/metody-testirovaniya-i-kontrolya-kachestva-rezinovykh-izdeliy/?srsltid=AfmBOoouurjYviHG_Gc3WCO8gqzg9TXeUes5bLUuqggVMw8tWm_67DDH)

[izdeliy/?srsltid=AfmBOoouurjYviHG_Gc3WCO8gqzg9TXeUes5bLUuqggVMw8tWm_67DDH](https://rusbelt.ru/articles/metody-testirovaniya-i-kontrolya-kachestva-rezinovykh-izdeliy/?srsltid=AfmBOoouurjYviHG_Gc3WCO8gqzg9TXeUes5bLUuqggVMw8tWm_67DDH) [Интернет-ресурс]

2. Абрамов, В. Н. Обеспечение сохраняемости и долговечности шин и резинотехнических изделий автомобильного транспорта : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Абрамов Вячеслав Николаевич. – Москва, 2006. – 671 с. – EDN NOJZOJ.

3. Патент на полезную модель № 132197 U1 Российская Федерация, МПК G01N 3/08. устройство для испытания армированных изделий на совместное или раздельное растяжение и кручение : № 2012141842/28 : заявл. 01.10.2012 : опубл. 10.09.2013 / В. Д. Бейненсон, Р. С. Федоткин ; заявитель Открытое акционерное общество "Научно-исследовательский институт стали" (ОАО "НИИ стали"). – EDN TRRTIX.

4. Руденко, И. И. Результаты исследований упругопрочностных свойств резинотехнических изделий дизельных двигателей ЯМЗ 236, 238, 240 / И. И. Руденко, Ю. А. Шамарин, М. И. Голубев // Международный технический журнал. – 2024. – № 3(90). – С. 67-73. – DOI 10.34286/2949-4176-2024-90-3-67-73. – EDN MNAWMU.

5. Авторское свидетельство № 1509738 A1 СССР, МПК G01N 33/44. Способ ускоренных испытаний и оценки изменения свойств резин : № 4068460 : заявл. 19.05.1986 : опубл. 23.09.1989 / Л. П. Ямова, Г. С. Клитеник, А. А. Донцов ; заявитель ПРЕДПРИЯТИЕ П/Я В-8433. – EDN YMYHQS.

6. Ханов, В. А. Процесс автоматизированного мониторинга состояния резиновой смеси в технологическом цикле / В. А. Ханов, Б.

Н. Марьин, Д. Н. Фролов // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2-1. – С. 188-191. – EDN PCFXFJ.

TECHNOLOGICAL PROCESS FOR CONTROLLING THE CONDITION OF RUBBER PRODUCTS

Paimetkin A.S., Salakhutdinov I.R.
FSBEI HE Ulyanovsk SAU

Keywords: *cuff, sleeves, rubber products, control, defect, seals, inspection, working fluid, retainer, cartridge*

This work is devoted to the consideration of issues related to the process of monitoring the condition of rubber products (RP) - a set of sequential actions, methods and measurements aimed at assessing the physical, mechanical, chemical and operational characteristics of rubber products and rubber-fabric materials to confirm their quality, performance and determine the degree of aging/destruction.