Lekhter Valentina – candidate of technical sciences of Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev”, Russia, Moscow, e-mail: vbalabanov@rgau-msha.ru.

Поступила в редакцию (Received): 22.07.2019 Принята к публикации (Accepted): 19.08.2019

УДК 621.892: 620.197.2
DOI: 10.35887/2305-2538-2019-4-114-122

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ КОНСЕРВАЦИИ СЕЛЬХОЗМАШИН ВЯЗКОЙ МАСТИКОЙ С ПОДОГРЕВОМ

[1]***Петрашев Александр Иванович***
[1]***Клепиков Виктор Валерьевич***
[1]*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»*

Реферат. *Известно, что применение консервационного оборудования для нанесения защитных покрытий из вязкой мастики сокращает время подготовки сельскохозяйственных машин к длительному хранению. Показано, что производительность консервационного оборудования и качество защитных покрытий из мастики находятся в обратной зависимости от ее вязкости, которую необходимо снижать путем нагрева. Предложены технические решения для мобильного оборудования по консервации машин вязкой мастикой в условиях открытых площадок хранения, предусматривающие подогрев мастики в локальной камере напорного бака и в шланге подачи к пистолету-распылителю за счет использования электроэнергии от низковольтного генератора 28 В. Исследовали нагрев мастики от 5 до 40 ^{o}С в локальной камере объемом 4,5 л от низковольтного ТЭН мощностью 450 Вт. Установили, что длительность нагрева мастики не превышала 20 мин, при этом ее динамическая вязкость снизилась до уровня 0,18 Па·с, достаточного для мелкодисперсного распыления. Определили параметры шланга подачи мастики длиной 10 м, диаметром 10 мм, снабженного нагревательной спиралью из стальной проволоки длиной 11 м, диаметром 1,2 мм, мощностью 245 Вт, при которых мастика разогревалась от 5 до 40 ^{o}С в течение 20 мин. Рекомендовали реализовать в составе мобильного консервационного оборудования эти технические решения. Это позволит сократить в 2 раза время ввода оборудования в рабочий при пониженной до 5 ^{o}С температуре.*

Ключевые слова*: защитная мастика, консервация, напорный бак, локальная камера нагрева, шланг подачи, нагревательная спираль.*

TECHNICAL SOLUTIONS CONSERVATION PROBLEM FOR AGRICULTURAL MACHINESBY VISCOUS MASTIC WITH HEATING

[1]***Petrashev Alexander***
[1]***Klepikov Viktor***
[1]*FSBSI “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”*

Abstract. *It known that the use of conservation equipment for applying a protective coating of viscous mastic reduces the time of preparation of agricultural machines for long-term storage.It shown that the performance of conservation equipment and the quality of protective mastic coatings inversely related to its viscosity, which must reduce by heating.Technical solutions for mobile equipment for the preservation of machines with viscous mastic in conditions of open storage areas, providing for heating of mastic in the local chamber of the pressure tank and in the supply hose to the spray gun due to the use of electricity from a 28 V low-voltage generator suggested.Heating mastic from 5 to 40 ° C in a local chamber of 4.5 liters from a low-voltage heating element with a power of 450 W was investigated.It found that the duration of heating for mastics did not exceed 20 minutes, while its dynamic viscosity decreased to a level*

of 0.18 Pa · s, sufficient for fine spraying.The parameters of the mastic supply hose with a length of 10 m and a diameter of 10 mm, equipped with a heating wire made of steel wire with a length of 11 m, a diameter of 1.2 mm, and a power of 245 W, were determined at which the mastic was heated from 5 to 40 ° C for 20 minutes.These technical solutions recommended implementing as part of mobile conservation equipment. This will reduce by 2 times the time required to enter equipment at a temperature that lowered to 5 ° C.

Keywords: *protective mastic, conservation, pressure tank, local heating camera, supply hose, heatingspiral.*

Введение. Сельскохозяйственная техника, используемая в кооперативных и фермерских хозяйствах [1], по окончании полевых работ должна быть поставлена на длительное хранение. Применение консервационного оборудования для нанесения защитных покрытий из вязкой мастики позволяет существенно ускорить подготовку сельскохозяйственных машин к длительному хранению [2, 3]. Производительность оборудования и дисперсность пневматического распыления мастики находятся в обратной зависимости от ее вязкости, которая в условиях прохладной осенней погодыизлишне высока. Хорошее качество пневматического распыления ингибированной мазутной мастики обеспечивается при динамической вязкости ниже 0,2 Па·с (или условной вязкости – 75 с по вискозиметру ВЗ-4). Применение растворителя для разжижения мастики ухудшает защитные свойства наносимого покрытия. Для того чтобы уменьшить вязкость мастики без снижения защитных свойств покрытия, ее необходимо наносить подогретой до температуры 40-45 ^{o}С[4, 5].

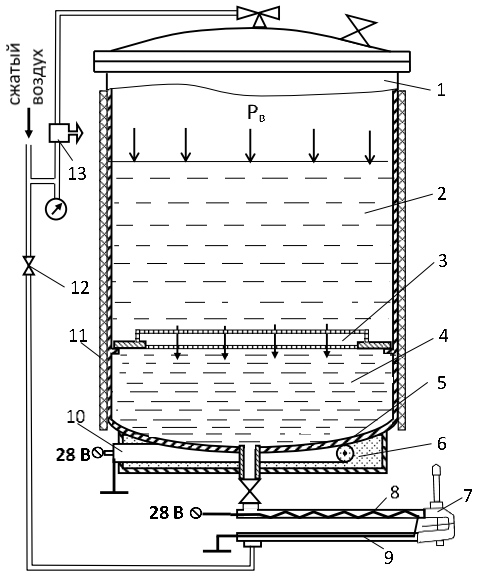
Консервацию рабочих органов сельскохозяйственной техники осуществляют путем пневматического распылениямастики с подачей из напорного бака вместимостью 20-25 л под давлением 0,1-0,25 МПа. При пневматическом способе нанесения мастику следует разогревать как в напорном баке, чтобы обеспечить ее истечение под давлением воздуха, так и в шланге подачи к пистолету-распылителю, чтобы не допустить ее охлаждения и загущения. Так как на открытых площадках хранения техники практически отсутствуют электрические коммуникации, то для нагревамастики возможноиспользовать энергию от мобильного источника, например, от низковольтного автотракторного генератора Г1000В[6]. Генератор, приводимый в действие от ВОМ трактора, вырабатывает электрическую энергию безопасного напряжения (28 В)небольшой мощности(до 1000 Вт), имеет встроенную систему управления, прост в обслуживании.При оснащении напорного баканизковольтным нагревателем мощностью 600 Вт иподключении его автотракторному генератору, длительность разогрева мастики от 5 до 40 ^{o}С в объеме всего бака (20 л) достигает 50 мин.Из-за столь длительного разогревапериод ввода консервационного оборудования в рабочий режим занимаетдо 10-12 % времени смены.

Цель исследования – обосновать технические решения, способные ускорить ввод в рабочий режим консервационного оборудования по нанесению вязкой мастики и обеспечить его работоспособность в условиях пониженной температуры (от 5 ^{o}С).

Результаты и их обсуждение. Для консервации сельскохозяйственной техники на открытых площадках хранения разработана система разогрева вязкой мастики с использованием электроэнергии низковольтного генератора[7]. Система включает два узларазогрева мастики: в локальной камере напорного бака – от низковольтного ТЭН и в обогреваемом шланге подачи – от проволочной спирали. Так как клемма «минус» генератора соединена с его «массой», то электропитание подогревателей мастики осуществляется по однопроводной схеме.На рисунке 1показана схема устройства для нанесения вязкой мастики с подогревом.

Напорный бак 1 снаружи теплоизолирован кожухом 11, внутри имеет проницаемую перегородку 3, разделяющую его на верхний отсек 2 и локальную камеру 4 нагрева мастики. Перегородка 3 выполнена из двух мелкоячеистых стальных сеток. Низковольтный ТЭН 10 размещен под дном 5 бака, залит твердым теплоотводящим материалом 6 – электротехническим периклазом (окисью магния). Теплопроводность периклаза – 42 Вт/(м·К) [8, с. 267] сопоставима с теплопроводностью стали – 45,4 Вт/(м·К) [9, с. 109], что позволяет теплоте от ТЭН равномернее распределяться по дну 5 бака. Низковольтный ТЭН имеет один изолированный контакт, посредством которого он подключен к клемме «плюс» генератора, второй контакт замкнут на оболочку ТЭН и соединен с «массой» устройства.

Внутри обогреваемого шланга 8 подачи мастики размещена проволочная спираль. Один конец спирали, со стороны напорного бака, подключен к клемме «плюс» генератора 28 В, другой конец – к корпусу пистолета-распылителя СО-71. Корпус пистолета-распылителя посредством гибкого медного провода, введенного внутрь воздушного шланга 9, соединен с «массой»устройства и с клеммой «минус» генератора.



1 – напорный бак; 2 – верхний отсек; 3 – проницаемая перегородка; 4 – локальная камера; 5 – дно бака; 6 – теплоотводящий материал; 7 – пистолет-распылитель СО-71; 8 – шланг подачи мастики; 9 – воздушный шланг; 10 – низковольтный ТЭН; 11 – кожух; 12 – воздушный кран; 13 – редукционный клапан

Рисунок 1 – Схема устройства для нанесения вязкой мастики с подогревом

Пистолет-распылитель 7 посредством шланга 8 подачи мастики сообщен с баком 1, посредством воздушного шланга 9 подсоединен к воздушной магистрали. Расход сжатого воздуха на распыление мастики регулируют с помощью крана 12. Давление воздуха в баке для выдачи мастики устанавливают с помощью редукционного клапана 13.

Рабочий процесс нагрева вязкого мастики в напорном баке осуществляется следующим образом. При включении в работу низковольтного ТЭН, контактируемый с ним твердый теплоотводящий материал нагревается и передает теплоту дну бака. От нагретого дна нагревается мастика в локальной камере. Перегородка препятствует конвективному теплообмену между нагретой (жидкой)мастикой в локальной камере и холодной(вязкой) мастикой в верхнем отсеке 2.

Электроэнергия генератора затрачивается:

– вначале,на предварительный разогрев мастики в локальной камере до рабочей температуры $T_р$, при которой еевязкость будет достаточна для истечения из бака и качественного (мелкодисперсного) распыления;

– затем,на поддержание в локальной камере рабочей температуры$T_р$мастики в процессе ее истечения из бака с расходом, соответствующим пропускной способности пистолета-распылителя;

– на подогрев мастики в шланге подачи с целью компенсации теплопотерь через оболочку шланга.

Мощность P, потребляемая ТЭН в режиме предварительного разогрева мастики:

$$P = \frac{V_к c_к (1 + k_б)(T_р - T_х)}{t_п (1 - k_п) \eta_п},$$

где $P_{нэ}$ – мощность низковольтного ТЭН, Вт; $V_к$ – объем мастики в локальной камере, м^3; $c_к$ – объемная теплоемкость мастики, Дж/(м$^3\cdot$ ^{o}С); $T_х$, $T_р$ – начальная и рабочая температура мастики в

локальной камере, °С; $k_б$ – коэффициент, учитывающий затраты энергии на прогрев бака и теплоотводящего материала; $k_п$ – коэффициент, учитывающий перенос тепловой энергии из локальной камеры в верхний отсек бака;$\eta_п$ – коэффициент, учитывающий теплопотери (рассеивание энергии) в режиме предварительного разогрева мастики; $t_п$ – длительность предварительного разогрева мастики в локальной камере, с.

Режим предварительного разогрева мастики оценивается интенсивностью изменения его температуры (интенсивностью$I_п$ предварительного разогрева):

$$I_п = \frac{T_р - T_х}{t_п} = \frac{P(1 - k_п)\eta_п}{V_к c_к(1 + k_б)}.$$

В рабочем режиме поток холодной мастики из верхнего отсека бака проходит через локальную камеру и нагревается. При этом мощность ТЭН должна обеспечить подогрев проходящей мастики до рабочей температуры $T_р$:

$$P = \frac{q_к c_к(T_р - T_х)}{\rho_к \eta_р},$$

где $q_к$ - расход мастики при нанесении пневматическим распылителем, кг/с; $\rho_к$ – плотностьмастики, кг/м^3;$\eta_р$ - коэффициент, учитывающий теплопотери в рабочем режиме; при качественной теплоизоляции резервуара: $\eta_р = \eta_п = 0{,}95$.

Рабочая температура $T_р$ косвенным образом характеризует вязкость мастики, ее технологическую способность к движению по шлангу на распыление с расходом не ниже требуемой величины $q_к$. Величина расхода $q_к$ (кг/с) защитной мастики лимитирована пропускной способностью пистолета-распылителя. В рабочем режиме интенсивность $I_р$ подогрева мастики:

$$I_р = \frac{q_к(T_р - T_х)}{V_к \rho_к} = \frac{P\eta_р}{V_к c_к}.$$

На интенсивность $I_п$ предварительного разогрева мастики существенное влияние оказывают объем $V_к$локальной камеры и коэффициент $k_б$, учитывающий затраты энергии на прогрев корпуса бака и теплоотводящего материала.

Для установления взаимосвязи между этими параметрами проведено экспериментальное исследование, в результате которого получена зависимость коэффициента $k_б$ от объема$V_к$ локальной камеры нагрева (рисунок 2).

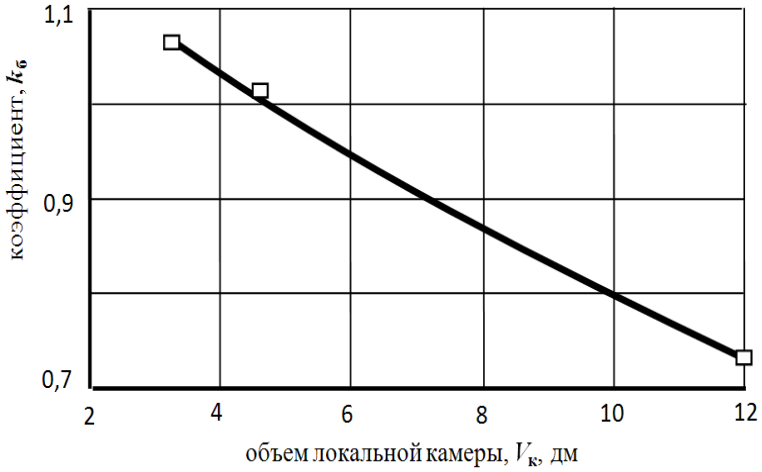


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента $k_б$от объема $V_к$локальной камеры

По величине коэффициента $k_б$ определяется доля $e_с$ полезных затрат энергии (%) на предварительный подогрев мастики в объеме локальной камеры:

$$e_с = \frac{100\ \%}{1 + k_б}.$$

При объеме камеры 3,5 л на предварительныйподогрев мастики полезно тратитсядо 48 %

тепловой энергии; при объеме 4,5 л – до53 % энергии низковольтного ТЭН.

Исследовано влияние разделительной перегородки на длительность разогрева мастики в локальной камере напорногобака. При этом в качестве разделительной перегородки использовали две мелкоячеистые стальные сетки, установленные расстоянии 6 и 12 мм друг от друга. В бак вместимостью 20 л загружали 16 л ингибированной мастики и включали нагрев, мощность ТЭН – 450 Вт. На рисунке 3 показаны результаты, отражающие динамику разогрева мастики в локальной камере объемом 4,5 л.

В локальной камере длительность предварительного разогрева вязкой мастики от 5 до 40 °С не превысила 20 мин, при этом интенсивность предварительного разогрева мастикисоставила 1,75 °С/мин. Интенсивность подогрева мастики в рабочем режиме в 1,72 раза выше – 3,0 °С/мин. После 20 мин работы низковольтного ТЭН динамическая вязкость мастики снизилась до 0,18 Па·с.

Рисунок 3- Динамика изменения температуры мастикив локальной камере и в верхнем отсеке

При этой вязкости мастика под давлением воздуха способнапоступать из напорного бака по обогреваемому шлангув пистолет-распылитель. Технологически необходимая длина обогреваемого шланга подачи мастики, при которой доступна консервация всей машины, составляет $L_ш$ = 10 м, диаметр $d_ш$проходного канала шланга для подачи мастики может быть 10 или 12 мм. Длина проволоки - $L_п$ для изготовления спирали должна быть больше длины шланга - $L_ш$, минимальная длина проволоки конструкционно ограничена: $L_{п.min}$ = 1,1$L_ш$. Для шланга длиной 10 м минимальная длина проволоки для спирали $L_{п.min}$= 11 м.

Электрическое сопротивление 1 погонного метра (1 п.м.) проволоки, используемой для изготовления спирали:

$$R_п = \frac{4\rho}{\pi d_п^2},$$

где $R_п$ – сопротивление 1 п.м. проволоки, Ом/м; ρ – удельное электрическое сопротивление проволоки, для нихромовой проволоки ρ = 1,1 Ом·мм^2/м[9, с. 153];$d_п$ – диаметр проволоки, мм.

Полное сопротивление R проволочной спирали для обогреваемого шланга подачи:

$$R = R_п L_п.$$

Мощность Pпроволочной спирали при работе от генератора:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_п L_п},$$

где U – напряжение генератора, U = 28 В.

В таблице 1 приведены результаты расчета сопротивления и мощности спиралей длинойпо 11,0 м, выполненных из нихромовых проволок диаметрами 1,0-2,5 мм, а также параметры спирали из стальной проволоки диаметром 1,2 мм, используемой для сварки в среде защитных газов.

Таблица 1 – Параметры спиралей для шлангового подогревателя

Материал спирали	Диаметр проволоки, $d_п$, мм	Электрическое сопротивление проволоки, $R_п$, Ом/м	Мощность спирали, P, Вт
Нихром	1,0	1,4	50,9
	1,2	0,97	73,5
	1,5	0,62	115,0
	2,0	0,35	203,6
	2,5	0,22	324,0
Сталь	1,2	0,29	245,8

Анализ данных показывает, что мощность нагрева свыше 240 Вт обеспечивают спирали из нихромовой проволоки диаметром 2,5 мм и из стальной сварочной проволоки диаметром 1,2 мм.

Температура нагрева проволочной спирали зависит от величины поверхностной мощности $\beta_п$ (Вт/см^2), приведенной к 1 см^2 площади поверхности спирали:

$$\beta_п = P/(10\pi L_п d_п).$$

Согласно выполненным расчетам, нагревательная спираль из проволокидлиной $L_п$ = 11,0 мпри диаметре $d_п$ = 1,2 ммимеет поверхностную мощность $\beta_п$ = 0,6 Вт/см^2, еслидиаметр $d_п$ = 2,5 мм,то поверхностная мощность –0,38 Вт/см^2. Расчеты показали, что значения поверхностной мощности нагрева спиралей из обеих проволок не превышают допустимую величину - 0,8 Вт/см^2, определенную по методике [10]для резинотекстильных изделий. Однако, спираль из стали в 4,3 раза легче и в меньшей степени перекрывает сечение шланга, чем спираль из нихрома. Поэтому применение в шланге стальной спирали предпочтительнее.

Для оценки влияния диаметра шланга на теплопотери через его оболочку, рассмотрены два типоразмера напорного масло-бензостойкого рукава. Рукав типоразмера МБС10х18,5-1,6 МПа имеет внутренний диаметр $d_{в1}$ = 10 мм, наружный – $d_{н1}$ = 18,5 мм. Рукав типоразмера МБС12х20-1,6 МПа имеет внутренний диаметр $d_{в2}$ = 12 мм, наружный – $d_{в2}$ = 20 мм.

Теплопотери$Q_ш$ (Вт) через оболочку шланга определяли по источнику [11]:

$$Q_ш = \frac{\pi L_ш (T_в - T_н)}{\frac{1}{\alpha_1 d_в} + \frac{\ln(d_н/d_в)}{2\lambda_ш} + \frac{1}{\alpha_2 d_н}},$$

где $\lambda_ш$ – коэффициент теплопроводности шланга, по данным [12]$\lambda_ш$ = 0,184 Вт/(м·°С); $T_в$ – температура мастики в шланге, °С; $T_н$ – температура окружающего воздуха, °С; $d_н$ – наружный диаметр шланга, м; α_1 – коэффициент теплоотдачи от нагретой мастики к шлангу, поданным [11]α_1 = 100 Вт/(м^2· °С); α_2 – коэффициент теплоотдачи от шланга к воздуху, α_2 = 15 Вт/(м^2· °С).

Для разностей температур ($\Delta T_{ох}$ = $T_в$ - $T_н$) от 10 до 50 °С проведены расчеты и построены графики теплопотерь через оболочки шлангов с внутренними диаметрами 10 и 12 мм (рисунок 4).

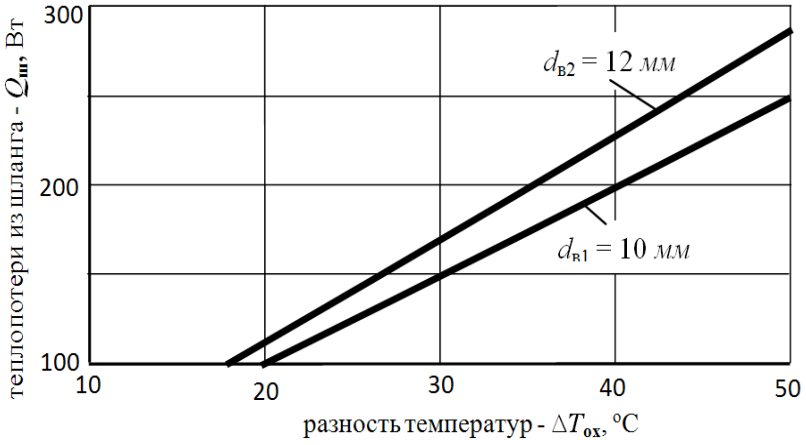


Рисунок 4 – Зависимость теплопотерь$Q_ш$ через оболочку шлангаот разности температур $\Delta T_{ох}$

Из рисунка 4 видно, что диаметр шланга влияет на тепловые потери от нагретой мастики в окружающий воздух. При температурах мастики – 40 °Си воздуха – 5 °С (разность температур $\Delta T_{ох}$ = 35 °С) теплопотеричерез оболочку шланга диаметром $d_{в2}$ =12 мм составят 200Вт, а через оболочку шланга $d_{в1}$ = 10 ммтеплопотери ниже –180 Вт. Запас мощности спирали 60Вт позволит компенсировать неучтенные теплопотери от обдувки шланга ветром или от его контакта с холодной поверхностью площадки хранения.

Работоспособность стальной сварочной проволоки исследовали в режиме нагрева. Ее навивали на лист текстолита и подключали к работающему генератору Г1000В.05 через вольтметр и амперметр постоянного тока. Установлено, что после подачи напряжения ток в проволоке понижался от 8,8 до 8,0 А и, соответственно, изменялась мощность нагрева – от 240 до 225 Вт в первые 10 с работы, а затем стабильно поддерживалась на уровне 225-228 Вт. При этом проволока нагрелась до 85-95 °С. Понижение мощности нагретой проволоки объясняется высоким температурным коэффициентом сопротивления стали, который в 30 раз больше, чем нихрома.

Для размещения 11 *м* проволоки внутри шланга сечением 10 *мм* и длиной 10 *м*, ее навивали на калиброванный пруток Ø6 *мм*, затем вытягивали на необходимую длину и вставляли в шланг. Шланг подсоединяли к напорному баку, заполняли его мастикой и подавали напряжение 28 В на спираль. Под давлением сжатого воздуха мастику в объеме 50-60 мл периодически выдавали из шланга в стакан, где измеряли ее температуру. При опытах температура воздуха не превышала +5°С. На рисунке 5 представлены опытные данные по нагреву мастики в шланге.

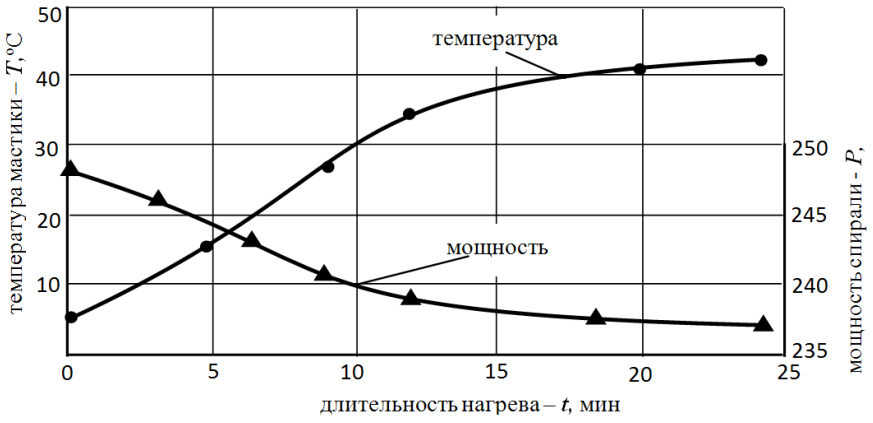


Рисунок 5 – Динамика изменения температуры *T* мастикии мощности *P* спирали

После подачи напряжения на спираль, мастикав шлангенагрелась от 5 до 40 °Св течение 18-20 мин, затем темп роста температуры замедлился. Одновременно с повышением температуры отмечено понижение с 248 до 237 Вт мощности, потребляемой нагревательной спиралью из-за увеличения сопротивления стальной проволоки. При температуре40 °С динамическая вязкость мастики (0,18 Па·с)достаточна для ее мелкодисперсного распыления и получения покрытия без дефектов.В случае более длительного нагрева мастики, ее температура в шланге может повысится не более чем до 45 °С из-за снижения потребляемой мощности и роста тепловых потерь в окружающую среду.

Заключение. Предложены технические решения для мобильного оборудования по консервации сельхозмашин вязкой мастикой в условиях открытых площадок хранения, предусматривающие подогрев мастики в локальной камере напорного бака и в шланге подачи к пистолету-распылителю за счет электроэнергии от автотракторного генератора 28 В.

Обоснованы параметры: напорного бака (объем – 20 л) слокальной камерой нагрева мастики (объем - 4,5 л, потребляемая мощность – 450 Вт), шланга подачи мастики (длина – 10 м, диаметр – 10 мм) с нагревательной спиралью (стальная проволока Ø1,2 мм длиной – 11,0 м, потребляемая мощность – 245 Вт), при которых мастика разогревается от 5 до 40 °С в течение 20 мин.

Реализация рассмотренных технических решений позволит сократить в 2 раза время ввода

оборудования в рабочий режим нанесения мастикии обеспечить его работоспособность при пониженной до 5 ^{o}С температуре.

Список литературы

1. Справочник фермера / Кузьмин В.Н., Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П. и др. – М.: 2017. – 708 с.

2. Петрашев А.И. Пневматическая установка для нагрева и распыления вязких красок и мастик в условиях АПК // Практика противокоррозионной защиты. - 2001. - № 4 (22). - С. 23-26.

3. Петрашев А.И. Оборудование для противокоррозионной защиты техники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2010. - № 5. - С. 31-33.

4. Прохоренков В.Д., Вигдорович В.И., Князева Л.Г. Доступные противокоррозионные материалы для защиты сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии // Практика противокоррозионной защиты. - 2003. - № 3(29). - С. 51-54.

5. Петрашев А.И., Князева Л.Г., Клепиков В.В.Технологические решения по консервации сельскохозяйственной техники отработанными моторными маслами // Труды ГОСНИТИ. - 2013. - Т. 112.- № 2. - С. 61-65.

6. Петрашев А.И., Прохоренков В.Д., Ивойлов А.А.Мобильный энергопривод оборудования для консервации сельхозмашин загущенными композициями // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 1. – С. 27-29.

7. Патент № 2460590 Российская Федерация МПК B05B 7/16.Устройство для нагрева защитной смазки при нанесении на сельхозмашины / Петрашев А.И., Князева Л.Г., Курочкин И.М., Петрашева М.А.: заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. - № 2011136490, заяв. 01.09.2011; опубл. 10.09.2012. Бюл. № 25. – 8с.: ил.

8. Таблицы физических величин: Справочник / Под ред. акад. И.К. Кикоина. – М.: Атомиздат, 1976. – 1006 с.

9. Кошкин Н.И.,Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике: 10-е изд., испр. и доп. – М.: Наука, 1986. – 256 с.

10. Никонов Н.В. Нагреватели. Методика и примеры расчета. ООО «Метотехника», 2012, 29 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://www.metotech.ru/articles/art_nagrev_1.pdf

11. Телегин А.С.,ШвыдкойВ.С., ЯрошенкоЮ.Г. Тепломассоперенос. – М.: Металлургия, 1995. – 400 с.

12. Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной физики: Справочник. – М.: Атомиздат, 1968. – 484 с.

References

1. Spravochnik fermera / Kuz'min V.N., Fedorenko V.F., Mishurov N.P. i dr. – M.: 2017. – 708 s.

2. Petrashev A.I. Pnevmaticheskaya ustanovka dlya nagreva i raspyleniya vyazkih krasok i mastik v usloviyah APK // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. - 2001. - № 4 (22). - S. 23-26.

3. Petrashev A.I. Oborudovanie dlya protivokorrozionnoj zashchity tekhniki // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. - 2010. - № 5. - S. 31-33.

4. Prohorenkov V.D., Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G. Dostupnye protivokorrozionnye materialy dlya zashchity sel'skohozyajstvennoj tekhniki ot atmosfernoj korrozii // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. - 2003. - № 3(29). - S. 51-54.

5. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Klepikov V.V.Tekhnologicheskie resheniya po konservacii sel'skohozyajstvennoj tekhniki otrabotannymi motornymi maslami // Trudy GOSNITI. - 2013. - T. 112.- № 2. - S. 61-65.

6. Petrashev A.I., Prohorenkov V.D., Ivojlov A.A. Mobil'nyj energoprivod oborudovaniya dlya konservacii sel'hozmashin zagushchennymi kompoziciyami // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. – 2009. – № 1. – S. 27-29.

7. Patent № 2460590 Rossijskaya Federaciya MPK V05V 7/16.Ustrojstvo dlya nagreva zashchitnoj smazki pri nanesenii na sel'hozmashiny / Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Kurochkin I.M., Petrasheva M.A.: zayavitel' i patentoobladatel' GNU VNIITiN Rossel'hozakademii. - № 2011136490, zayav. 01.09.2011; opubl. 10.09.2012. Byul. № 25. – 8s.: il.

8. Tablicy fizicheskih velichin: Spravochnik / Pod red. akad. I.K. Kikoina. – M.: Atomizdat, 1976. – 1006 s.

9. Koshkin N.I., SHirkevich M.G. Spravochnik po elementarnoj fizike: 10-e izd., ispr. i dop. – M.: Nauka, 1986. – 256 s.

10. Nikonov N.V. Nagrevateli. Metodika i primery rascheta. OOO «Metotekhnika», 2012, 29 s. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa:http://www.metotech.ru/articles/art_nagrev_1.pdf

11. Telegin A.S.,SHvydkojV.S., YAroshenkoYU.G. Teplomassoperenos. – M.: Metallurgiya, 1995. – 400 s.

12. CHirkin V.S. Teplofizicheskie svojstva materialov yadernoj fiziki: Spravochnik. – M.: Atomizdat, 1968. – 484 s.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Петрашев Александр Иванович – доктор технических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: vitin-10.pet@mail.ru.

Клепиков Виктор Валерьевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов,e-mail: viktrikt@mail.ru

Author credentials

Affiliations

Petrashev Alexander – Doctor of Technical Sciences, Head of Research of State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: vitin-10.pet@mail.ru.

Klepikov Victor – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: viktrikt@mail.ru

Поступила в редакцию (Received): 01.07.2019 Принята к публикации (Accepted): 30.07.2019