

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБОГРЕВАЕМОГО ШЛАНГА ДЛЯ ПОДАЧИ ВЯЗКОГО КОНСЕРВАНТА НА РАСПЫЛЕНИЕ

А.М. Губашева – аспирантка

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана

Научный руководитель: **А.И. Петрашев** – д.т.н., с.н.с.

*Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве*

Аннотация: разматываются вопросы использования подогреваемого шланга для подачи вязкого концентрата.

Применение консервационного оборудования для нанесения защитных покрытий из вязкого мазутного состава позволяет быстро и качественно ставить на хранение сельскохозяйственную технику [1, 2]. Производительность пневматического нанесения консервационных покрытий на рабочие органы сельхозмашин зависит от пропускной способности магистрали, по которой вязкий консервант подается из напорного резервуара 1 в пистолет-распылитель 6 (рисунок 1).

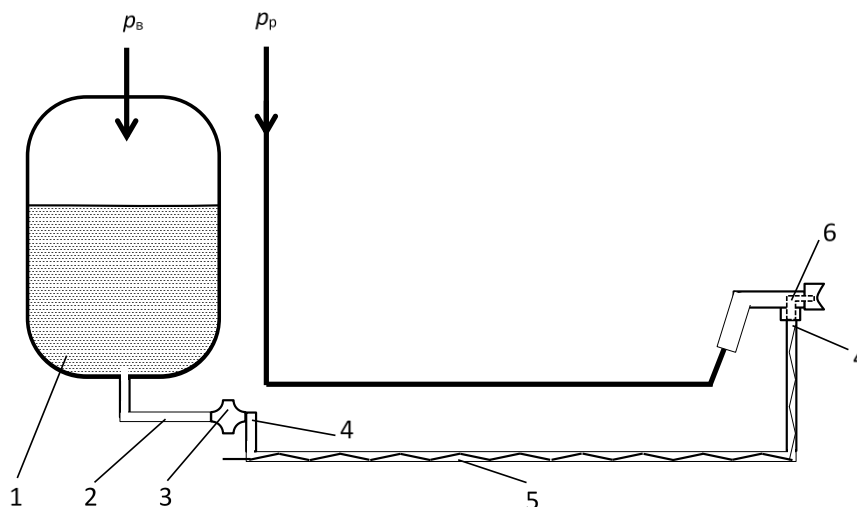


Рисунок 1 – Схема магистрали подачи консерванта на распыление

Магистраль подачи консерванта включает выпускной патрубок 2, кран 3, обогреваемый шланг 5 с электрической спиралью, соединительные штуцеры 4. На открытых площадках хранения сельхозмашин питание электрической спирали предлагается осуществлять от автотракторного генератора Г 1000В (1 кВт, 28 В).

Технологически необходимая длина шланга, при которой доступна консервация всей машины, составляет $L_{ш} = 10$ м, диаметр проходного канала шланга должен быть $d_{ш} = 10-12$ мм [3]. Длина проволоки - $L_{п}$ для изготовления электрической спирали должна быть больше длины шланга - $L_{ш}$, мини-

мальная длина проволоки конструкционно ограничена: $L_{п.мин} = 1,1L_{ш}$. Для шланга длиной 10 м минимальная длина проволоки $L_{п.мин} = 11$ м.

Сопротивление 1 погонного метра (1 п.м.) проволоки, используемой для изготовления электрической 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 $\rho = 1,1$ Ом·мм²/м; $d_{п}$ – диаметр проволоки, мм.

Если для изготовления спирали использовать нихромовые проволоки, то сопротивления $R_{п}$ погонных метров этих проволок будут иметь следующие значения: для диаметра проволоки $d_{п} = 1,0$ мм сопротивление $R_{п} = 1,4$ Ом/м; для $d_{п} = 1,2$ мм – $R_{п} = 0,97$ Ом/м; для $d_{п} = 1,5$ мм – $R_{п} = 0,62$ Ом/м; для $d_{п} = 2,0$ мм – $R_{п} = 0,35$ Ом/м; для $d_{п} = 2,5$ мм – $R_{п} = 0,22$ Ом/м. Если для изготовления спирали использовать стальную проволоку диаметром $d_{п} = 1,2$ мм, предназначенную для сварки в среде защитных газов, то ее сопротивление – $R_{п.св} = 0,29$ Ом/м.

Полное сопротивление R электрической спирали в шланге:

$$R = R_{п}L_{п}.$$

Мощность P_c нагрева консерванта электрической спиралью при работе от генератора определяется по формуле:

$$P_c = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{RL_{п}}, \quad (1)$$

где U – напряжение генератора, $U = 28$ В.

По формуле (1) для напряжения генератора 28 В, рассчитаны мощности спиралей из стальной и нихромовых проволок.

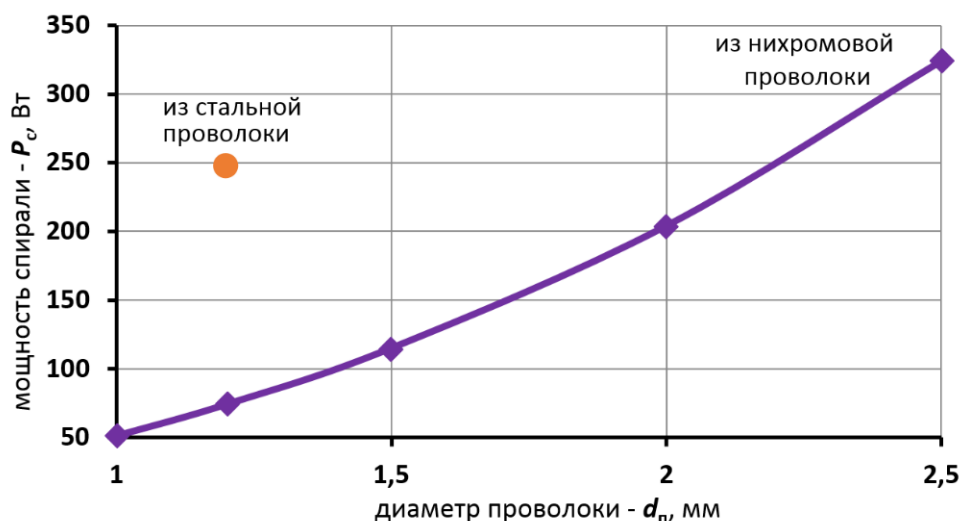


Рисунок 2 - Зависимость мощности P_c спирали от диаметра $d_{п}$ проволоки

Анализ результатов расчетов показал, что мощность нагрева свыше 240 Вт могут обеспечить электрические спирали из нихромовой проволоки диаметром 2,5 мм или из стальной сварочной проволоки диаметром 1,2 мм.

Температура нагрева спирали оценивается величиной поверхностной

мощности нагревателя. Поверхностная мощность $\beta_{\text{п}}$, приведенная к 1 см^2 поверхности электрической спирали ($\text{Вт}/\text{см}^2$), определяется по формуле:

$$\beta_{\text{п}} = \frac{P_c}{10\pi L_{\text{п}} d_{\text{п}}}.$$

По результатам расчетов установлено, что поверхностная мощность электрической спирали из проволоки длиной $L_{\text{п}} = 11 \text{ м}$ при диаметре $d_{\text{п}} = 1,2 \text{ мм}$ равна $\beta_{\text{п}} = 0,6 \text{ Вт}/\text{см}^2$, при диаметре $d_{\text{п}} = 2,5 \text{ мм}$ – $\beta_{\text{п}} = 0,38 \text{ Вт}/\text{см}^2$. Поверхностная мощность нагрева спиралей из обеих проволок не превышает допустимую величину – $0,8 \text{ Вт}/\text{см}^2$. Но при этом спираль из стальной проволоки в 4,3 раза менее массивна и в меньшей степени перекрывает сечение шланга, чем спираль из нихрома.

Для выбора оптимального диаметра шланга рассмотрены два типоразмера напорного маслобензостойкого рукава. Рукав типоразмера МБС10х18,5-1,6 МПа имеет внутренний диаметр $d_{\text{ш1}} = 10 \text{ мм}$, наружный – $d_{\text{нар1}} = 18,5 \text{ мм}$. Рукав типоразмера МБС12х20-1,6 МПа имеет внутренний диаметр $d_{\text{ш2}} = 12 \text{ мм}$, наружный – $d_{\text{нар2}} = 20 \text{ мм}$.

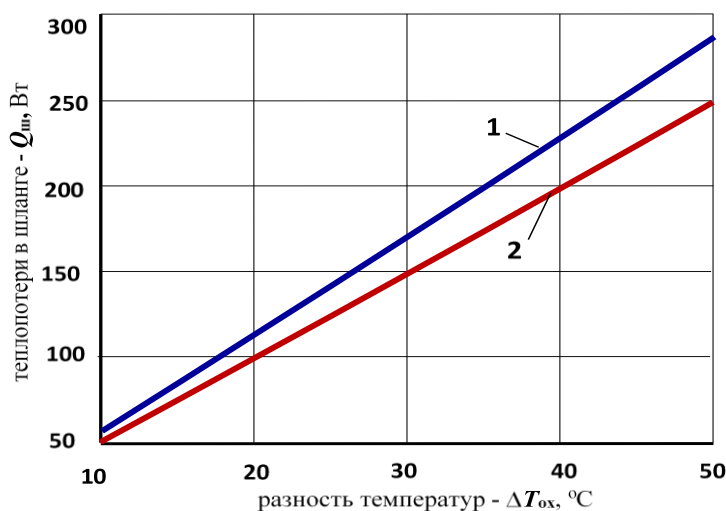
Теплотери $Q_{\text{ш}}$ через стенки шланга определяются по формуле [4]:

$$Q_{\text{ш}} = \frac{\pi L_{\text{ш}} (T_{\text{р}} - T_{\text{нар}})}{\frac{1}{\alpha_1 d_{\text{ш}}} + \frac{\ln(d_{\text{нар}}/d_{\text{ш}})}{2} + \frac{1}{\alpha_2 d_{\text{нар}}}}, \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{ш}}$ – коэффициент теплопроводности шланга, $\lambda_{\text{ш}} = 0,184 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$; $T_{\text{р}}$ – рабочая температура консерванта в шланге, $^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{нар}}$ – температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $d_{\text{нар}}$ – наружный диаметр шланга, мм; α_1 – коэффициент теплоотдачи от нагретого консерванта к шлангу, $\alpha_1 = 100 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$; α_2 – коэффициент теплоотдачи от нагретого шланга к воздуху, $\alpha_2 = 15 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$.

Для разности температур $\Delta T_{\text{ох}} = T_{\text{р}} - T_{\text{нар}}$ по формуле (2) проведены расчеты и построены графики теплотерь через стенки шлангов диаметрами 10 и 12 мм (рисунк 3).

Рисунок 3 – Зависимость теплотерь $Q_{\text{ш}}$ из шланга от разности температур $\Delta T_{\text{ох}}$ и диаметра шланга: 1 – $d_{\text{ш1}} = 10 \text{ мм}$; 2 – $d_{\text{ш2}} = 12 \text{ мм}$



ММ

Из рисунка 3 видно, что теплотери из шланга в окружающий воздух

зависят от диаметра шланга. При разности температур $\Delta T_{\text{ок}} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ теплопотери из шланга $d_{\text{ш2}} = 12 \text{ мм}$ составят 226 Вт, а теплопотери из шланга $d_{\text{ш1}} = 10 \text{ мм}$ меньше – 200 Вт. При этом запас мощности спирали – 40 Вт позволит компенсировать неучтенные теплопотери от обдува шланга ветром.

Для исследования работоспособности стальной сварочной проволоки в режиме нагрева, ее навивали на лист текстолита и подключали к генератору Г 1000В через вольтметр и амперметр постоянного тока. Результаты измерений показали, что при включении в работу ток в проволоке понижался от 8,8 до 8,0 А и, соответственно, изменялась мощность нагрева – от 247 Вт до 225 Вт в первые 10 с работы, а затем стабильно поддерживалась на уровне 225-228 Вт. При этом температура проволоки 85-95 $^{\circ}\text{C}$. Понижение мощности при нагреве спирали объясняется высоким температурным коэффициентом сопротивления стальной проволоки, который в 30 раз больше, чем у нихромовой [5].

Для размещения 11 м проволоки внутри шланга сечением 10 мм и длиной 10 м, ее навивали на калиброванный прут $\varnothing 6 \text{ мм}$, а затем вытягивали на необходимую длину и вставляли в шланг.

Шланг подсоединяли к напорному резервуару, и проводили опыты по установлению продолжительности нагрева консерванта в шланге до рабочей температуры нанесения. Во время опытов обогреваемый шланг заполняли консервантом, включали нагрев электроспираль, и под давлением сжатого воздуха периодически выдавали его из шланга в стаканчик 50 мл, где измеряли температуру. Температура окружающего воздуха +7 $^{\circ}\text{C}$.

Опытные данные по нагреву консерванта в шланге - на рисунке 4.

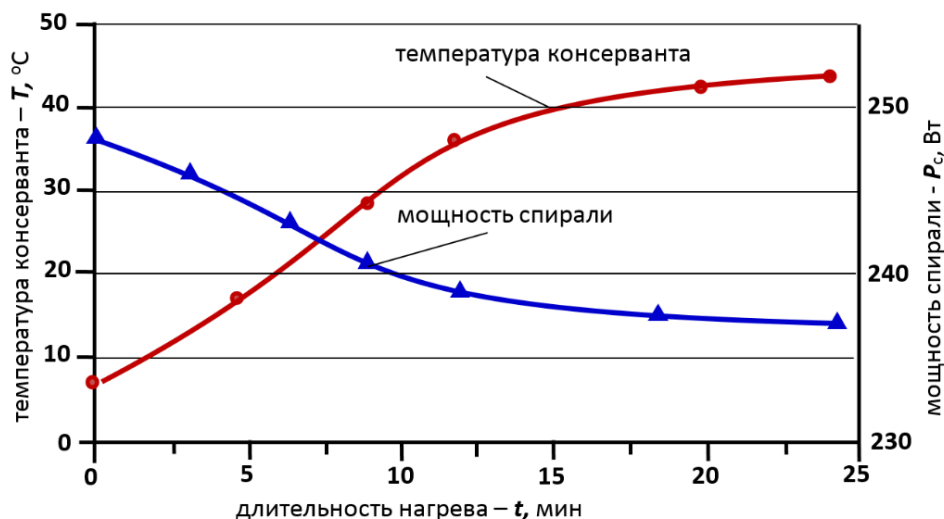


Рисунок 4 – Динамика изменения температуры T консерванта и мощности P_c спирали в шланге в процессе нагрева

Результаты опытов показали, что после включения электроспираль температура консерванта в шланге быстро увеличивалась и в течение 15 мин. поднялась на 32 $^{\circ}\text{C}$. В дальнейшем темп роста температуры замедлился, и в следующие 10 мин она поднялась всего на 5 $^{\circ}\text{C}$. Одновременно с повышением температуры консерванта, отмечено понижение мощности нагрева элек-

троспирали с 248 до 237 Вт, что связано с увеличением ее сопротивления.

При нагреве консерванта до 40 °С его динамическая вязкость равна 0,18 Па·с, а условная - 70 с по вискозиметру ВЗ-4. Такой уровень вязкости достаточен для пневматического распыления и получения покрытия без дефектов [6]. Поэтому нанесение консерванта можно начинать через 18-20 мин после включения нагрева спирали в шланге. В случае более длительной работы электроспираль, консервант в шланге не перегревается, так как понижается мощность спирали и возрастают теплопотери в окружающую среду.

Заключение. В консервационном оборудовании для подачи нагретого консерванта из напорного резервуара к пистолету-распылителю целесообразно использовать маслобензостойкий шланг длиной 10 м с внутренним диаметром 10 мм, оснащенный проволоочной спиралью из стальной сварочной проволоки длиной 11 м, диаметром 1,2 мм с электропитанием от генератора 28 В, 1 кВт.

Литература

1. Петрашев, А.И. Научно-технические основы механизации процессов консервации аграрной техники / А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.В. Клепиков // Вестник МичГАУ. - 2014. - № 4. - С. 61-67.

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

3. Петрашев, А.И. Передвижная установка для противокоррозионной защиты машин / А.И. Петрашев, А.А. Ивойлов, Ю.Ю. Шаталин // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 2. – С. 27-29.

4. Телегин, А.С. Теплоперенос / А.С. Телегин, В.С. Швыдкой, Ю.Г. Ярошенко. – М.: Металлургия, 1995. – 400 с.

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

6. Навесной агрегат для консервации аграрной техники при пониженных температурах / А.М. Губашева, А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, А.Н. Зазуля // Наука в центральной России. - 2017. - № 1 (25). - С. 43-54.