

УДК 625.745.55

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ИССЛЕДОВАНИЮ РАБОЧЕГО
ОРГАНА УСТРОЙСТВА ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ
СКРЫТЫХ ПОЛОСТЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
МАШИН**

Григорьев Александр Викторович

магистрант

Дьячков Сергей Владимирович

кандидат технических наук, доцент

dsv13.06@mail.ru

Соловьёв Сергей Владимирович

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

sergsol6800@yandex.ru

Абросимов Александр Геннадьевич

кандидат технических наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические предпосылки к исследованию рабочего органа устройства для антикоррозионной обработки скрытых полостей транспортно-технологических машин. В результате проведенных теоретических исследований авторами получены зависимости для определения массового и объемного расходов антикоррозионной жидкости.

Ключевые слова: транспортно-технологические машины, антикоррозионная обработка, форсунка, удельный вес моющего потока.

При эксплуатации техники происходит истирание защитных покрытий деталей рабочих органов. Открытые металлические поверхности рабочих органов транспортно-технологических машин подвергаются активной коррозии, а лакокрасочные покрытия подвергаются разрушению, в результате чего снижаются их защитные свойства. Многочисленные исследования по данному вопросу показывают, что около 30% отказов техники вызвано коррозией и снижением усталостной прочности деталей [1-3].

При распыливании жидкости протекают множество процессов. Начиная с первичного дробления потока, распад при взаимном столкновении капель друг с другом, с поверхностью нанесения, и другие.

Главным энергетическим фактором при распыливании является давление. Современные устройства для распыливания вязких жидкостей работают при значительных давлениях. Проходя через сопло распыливающего устройства, потоку жидкости придается высокая скорость. При применении струйных форсунок, в момент взаимодействия со внешней средой поток жидкости распадается на капли с образованием полидисперсного распыла (рисунок 1).

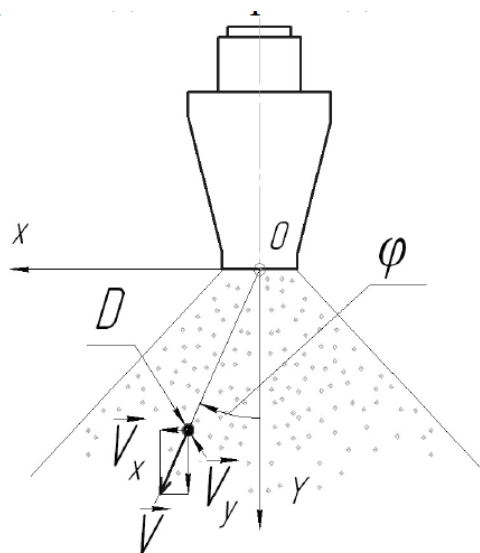


Рисунок 1 – Схема распыла вязкой жидкости

Для соблюдения равномерности нанесенного антикоррозионного слоя на поверхности обрабатываемых элементов машин и определенной толщины этого

слоя важно учитывать массовый и объемный расходы. Определить массовый расход можно по зависимости [3, 4]:

$$M = \frac{\pi d_k^4 \rho_{ж}}{128 \eta_{ж} l_k} \Delta P \quad (1)$$

$$G = \frac{\pi d_k^4}{128 \eta_{ж} l_k} \Delta P \quad (2)$$

Определение теоретических расходов по представленным выше уравнениям производили в программе Microsoft Excel.

Исследование изменения расходов в зависимости от давления, подаваемого антикоррозийного раствора, в установке проводились для форсунок с диаметром отверстий равным от 0,5 до 1,0 мм, при давлении вязкой жидкости от 10 до 15 Мпа. Динамическая вязкость антикоррозийной жидкости при температуре 90 °С равна $\eta_{ж}=3,2$ Па·с (при кинематической вязкости $\nu_{ж}=20$ Ст= $2 \cdot 10^{-3}$ м²/с и плотности жидкости =1500 кг/м³); длина цилиндрического канала = $1 \cdot 10^{-2}$ м.

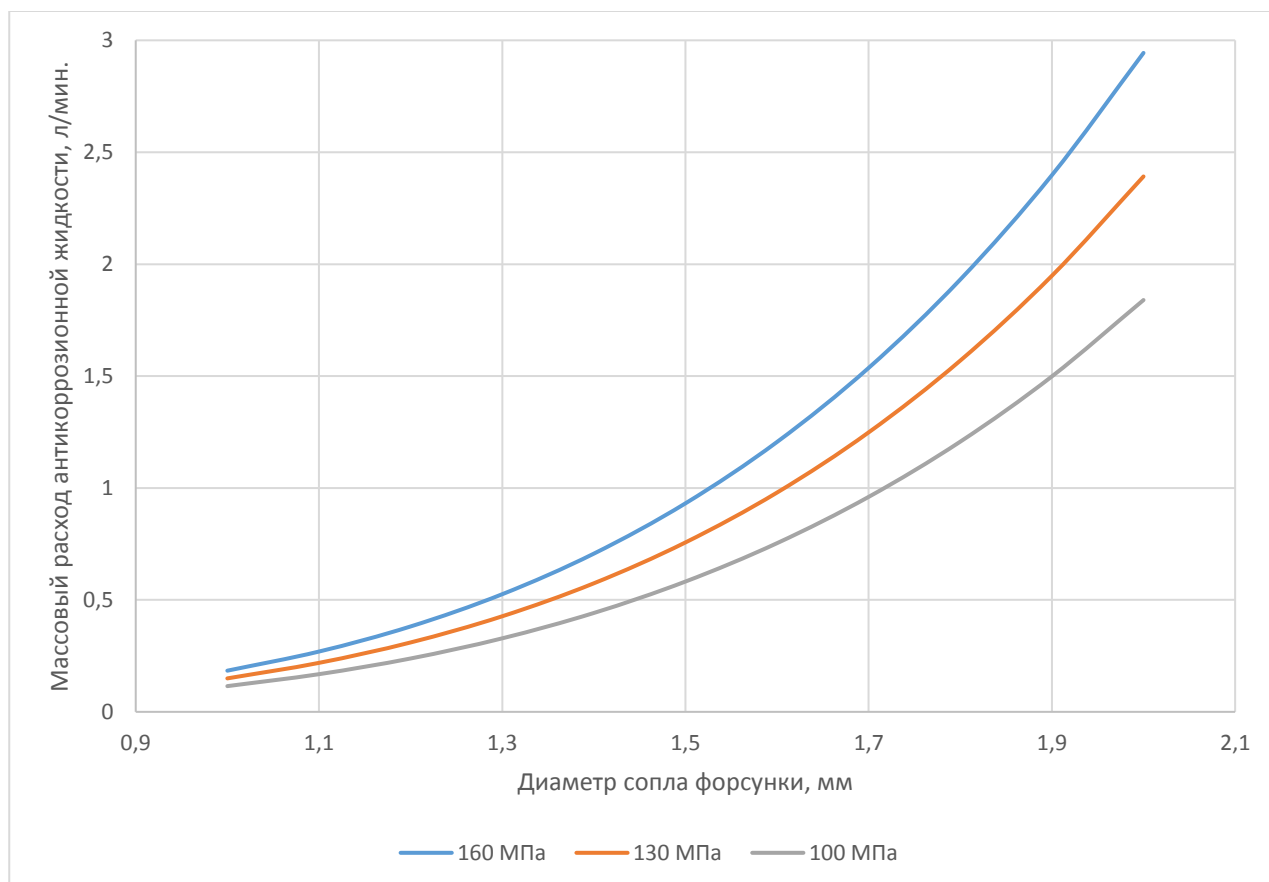


Рисунок 2 – Зависимость массового расхода антикоррозийной смеси от диаметра сопла форсунки при температуре 90°С ($\eta_{ж}=3,2$ Па·с)

Так как при снижении температуры вязкость жидкости увеличивается было принято решение выполнить теоретические исследования нанесения антикоррозионных материалов в условиях различных температур [2, 5]. При температуре 80 °С равна $\eta_{ж}=3,8$ Па·с, при температуре 70 °С равна $\eta_{ж}=4,2$ Па·с

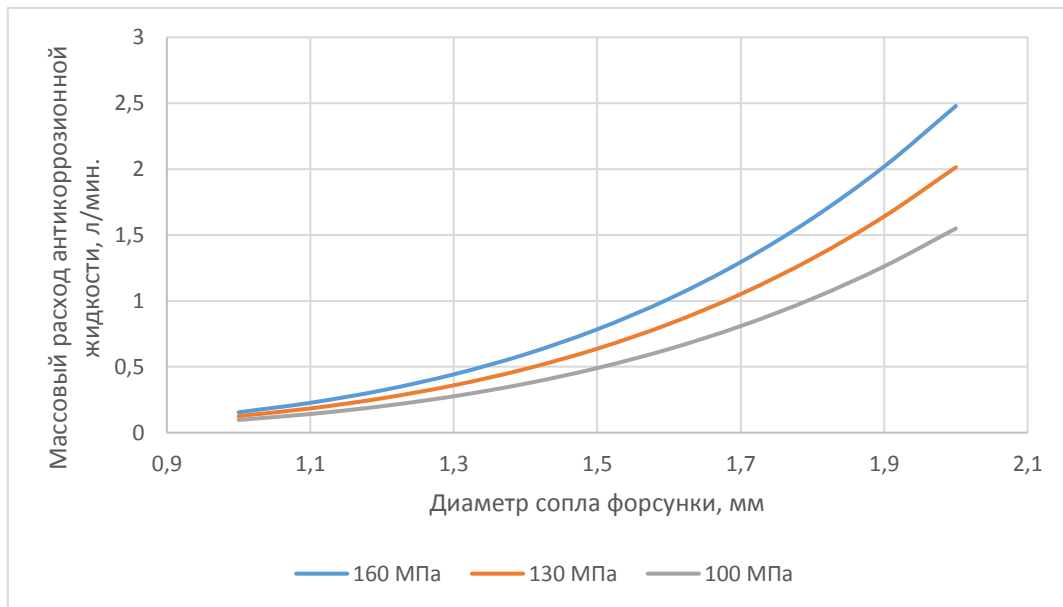


Рисунок 3 - Зависимость массового расхода антикоррозионной смеси от диаметра сопла форсунки при температуре 80°С ($\eta_{ж}=3,8$ Па·с)

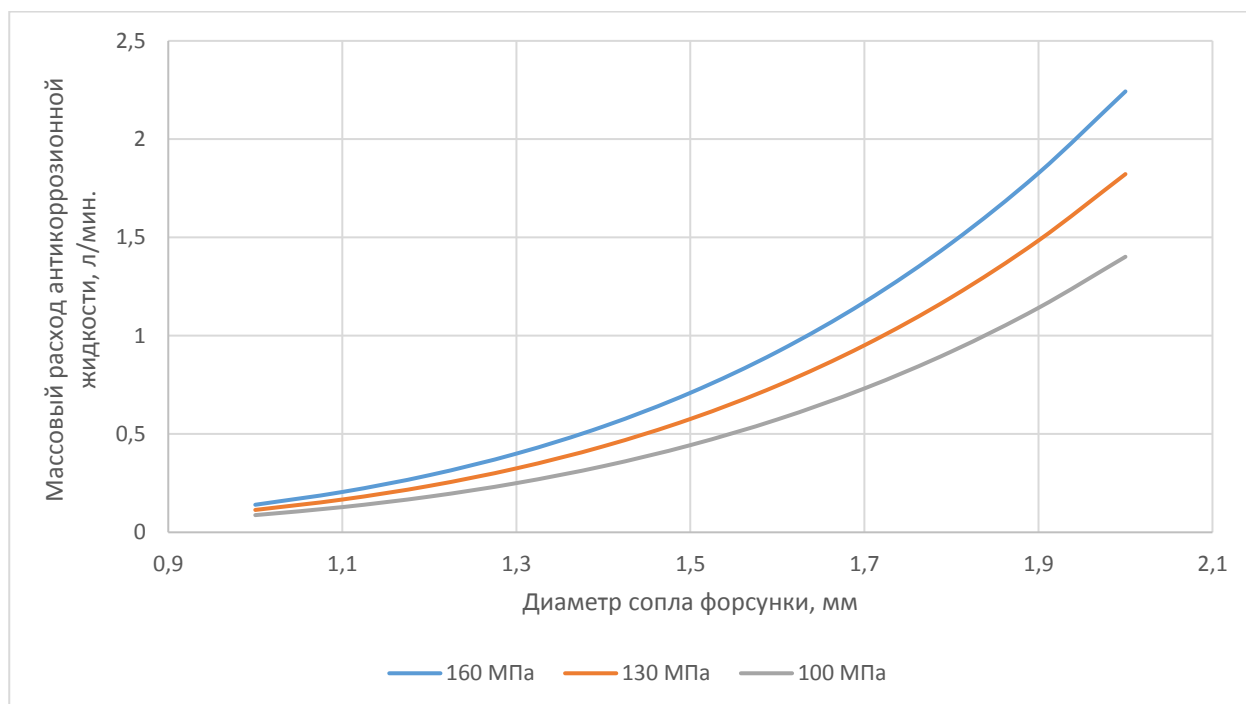


Рисунок 4 - Зависимость массового расхода антикоррозионной смеси от диаметра сопла форсунки при температуре 70°С ($\eta_{ж}=4,2$ Па·с)

Массовый расход антикоррозионной жидкости растет (зависимости, представленные на рисунках 2 - 4) с увеличением диаметра сопла, причем с увеличением давления он также увеличивается. При снижении температуры антикоррозионной жидкости меняется ее динамическая вязкость в сторону увеличения, массовый расход при этом уменьшается.

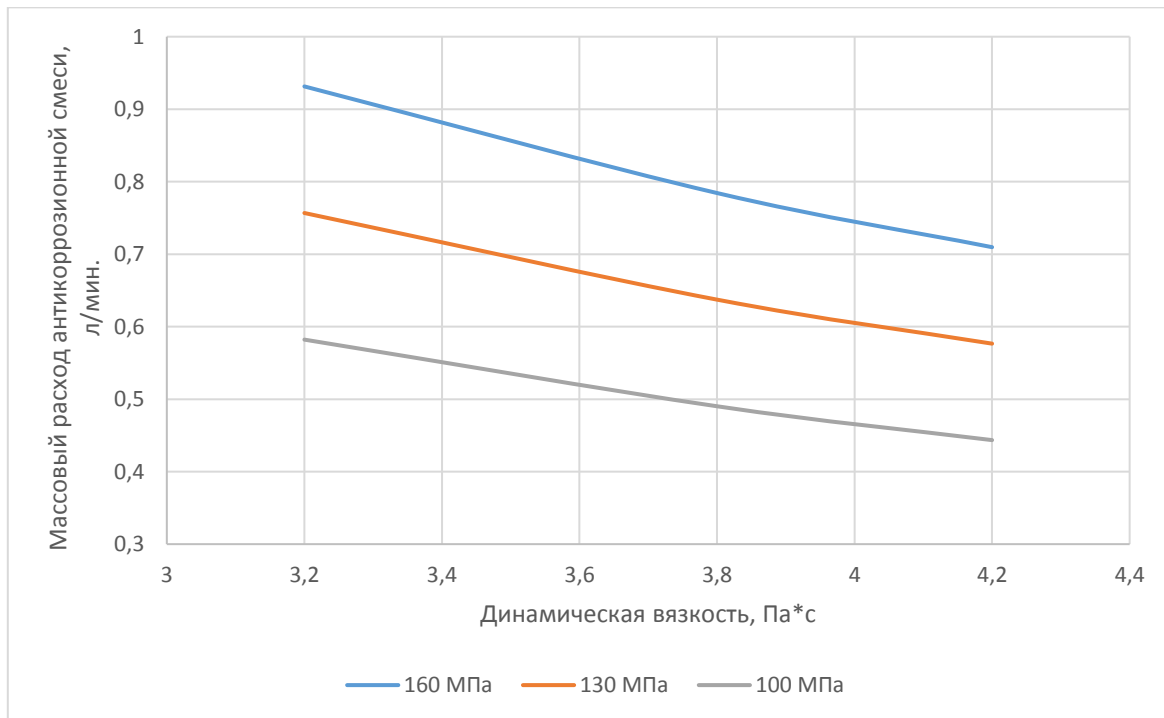


Рисунок 5 – Зависимость массового расхода, л/мин. от динамической вязкости антикоррозионной смеси при различных давлениях

При воздействии потока на обрабатываемую поверхность сила давления равна произведению гидродинамического давления на площадь пятна контакта. Чтобы определить данную силу применим теорему об изменении количества движения [3, 4, 6]:

$$\Delta F = \Delta m \vartheta \quad (3)$$

Изменение количества движения за бесконечно малый промежуток времени можно определить зависимостью:

$$\Delta m \vartheta = (m_1 \vartheta_1 \cos \beta - m_2 \vartheta_2 \cos \beta) - m_0 \vartheta_0 \quad (4)$$

Здесь $m_0 \vartheta_0$, $m_1 \vartheta_1$ и $m_2 \vartheta_2$, – проекции количества движения жидкости.

Импульс внешних сил за время dt будет равен:

$$\Delta F = -N \sin \beta dt \quad (5)$$

Тогда:

$$-N\sin\beta dt = m_1 v_1 \cos\beta - m_2 v_2 \cos\beta - m_0 v_0 \quad (6)$$

Учитывая, что $\frac{m}{dt} = \frac{\rho V}{dt} = \rho Q$, где ρ – плотность жидкости, кг/м³, V – объем жидкости, м³ получим

$$N\sin\beta = \rho(Q_0 v_0 - Q_1 v_1 \cos\beta + Q_2 v_2 \cos\beta) \quad (7)$$

Из условия неразрывности потока расход моющей жидкости:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 \quad (8)$$

Так как силы P и N перпендикулярны выбранной оси, то проекции этих сил будут равны нулю [5, 7].

Тогда:

$$0 = \rho(Q_0 v_0 \cos\beta - Q_1 v_1 + Q_2 v_2) \quad (9)$$

Отсюда

$$Q_0 \cos\beta = Q_1 - Q_2$$
$$Q_0 = \frac{Q_1 - Q_2}{\cos\beta} \quad (10)$$

Тогда значения Q_1 и Q_2 :

$$Q_1 = \frac{Q_0(1+\cos\beta)}{2} \quad (11)$$

$$Q_2 = \frac{Q_0(1-\cos\beta)}{2} \quad (12)$$

С учетом выведенных зависимостей, получим:

$$N\sin\beta = \rho(Q_0 v_0 - \frac{Q_0(1+\cos\beta)}{2} v_0 \cos\beta + \frac{Q_0(1-\cos\beta)}{2} v_0 \cos\beta) \quad (13)$$

Преобразовав, получим

$$N\sin\beta = \rho Q_0 v_0 \sin^2\beta$$

Так как $Q_0 = v_0 S_0$, сила давления вязкой жидкости выходящей из сопла форсунки будет равна:

$$N = \rho \frac{Q_0^2}{S_0} \sin\beta \quad (14)$$

или $N = \rho S_0 v_0^2 \sin\beta$

С учетом 4 получим формулу для определения силы давления потока вязкой жидкости на ограждение в зависимости от расстояния:

$$N = \frac{\gamma}{g} v^2 (B_0 \delta + 2l \delta t g \frac{\alpha}{2}) \sin \beta \quad (15)$$

где v – скорость потока в момент соударения с преградой, м/с;

γ – удельный вес моющего потока, Н/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

В результате проведенных теоретических исследований нами получены зависимости для определения массового и объемного расходов антикоррозионной жидкости [2, 8, 9].

Кроме того, исследованиями установлено, что при увеличении давления распыла увеличивается расход жидкости. Выведена зависимость для определения силы давления потока антикоррозионной жидкости.

Список литературы:

1. Analysis of the uniformity of the distribution of herbicides in the intercostal zone with a bar with a deviating section / К.А. Manaenkov, V.V. Khatuntsev, A.S. Gordeev, A.A. Korotkov, V.I. Gorshenin // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia. – 2020. – С. 32008
2. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев, Н.Н. Подлекарёв, В.Ш. Сохадзе, В.О. Китиков. - Минск: Беларуская навука, 2011. – 333 с.
3. Дьячков, С.В. Совершенствование технологического процесса и технических средств для очистки дорожных ограждений от загрязнений / С.В. Дьячков, С.В. Соловьёв, А.А. Урюпин // Наука и образование – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 209.
4. Горшенин, В.И. Машина для бесконтактной мойки дорожных ограждений / В.И. Горшенин, В.Ю. Ланцев, С.В. Дьячков, С.В. Соловьёв // Наука и образование – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 24.
5. Результаты экспериментальных исследований устройства гидродинамической мойки колес грузовых автомобилей / А.А. Стукалов, С.В.

Дьячков, С.В. Соловьев, А.А. Бахарев, А.Г. Абросимов // Наука и образование. – 2020. – Т.2. - №3. – С. 190

6. Бросалин, В.Г. Исследование садовой гербицидной штанги для обработки приствольных полос / В.Г. Бросалин, А.И. Завражнов, К.А. Манаенков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 10. – С. 8-11

7. Теоретические предпосылки к исследованию устройства гидродинамической мойки элементов дорожных ограждений / С.В. Дьячков, С.В. Соловьев, В.Ю. Ланцев, А.А. Бахарев, А.Г. Абросимов // Научная жизнь. – 2019. – Т.14. - №5. – С. 666-674

8. Теоретические предпосылки к исследованию устройства для нанесения антигравийных покрытий на кузовные элементы транспортно-технологических машин / А.А Кондрашин, С.В. Дьячков, С.В. Соловьев, А.А. Бахарев, А.Г. Абросимов // Наука и образование. – 2020. – Т.3. - №2. – С. 189

9. Манаенков, К.А. Совершенствование обработки почвы в приствольных полосах интенсивных садов / К.А. Манаенков, М.С. Колдин, Ж.А. Арькова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 3 (17). – С. 28-34.

UDC 625.745.55

**THEORETICAL PREREQUISITES FOR THE STUDY OF THE
WORKING BODY OF THE DEVICE FOR ANTI-CORROSION
TREATMENT OF HIDDEN CAVITIES OF TRANSPORT AND
TECHNOLOGICAL MACHINES**

Grigoriev Alexander Viktorovich

master'sstudent

Dyachkov Sergey Vladimirovich

candidate of Technical Sciences, Associate Professor of

dsv 13.06@mail.ru

Solovyov Sergey Vladimirovich

doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

sergsol6800@yandex.ru

Abrosimov Alexander Gennadievich

candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

Annotation. The article considers the theoretical prerequisites for the study of the working body of the device for anti-corrosion treatment of hidden cavities of transport and technological machines. As a result of the theoretical studies carried out, the authors obtained dependences for determining the mass and volume flow rates of the anticorrosive liquid.

Key words: transport and technological machines, anti-corrosion treatment, nozzle, specific gravity of the washing flow.