

УДК 625.745.55

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ИССЛЕДОВАНИЮ
УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОЙКИ ГРУЗОВОГО И ПАССАЖИРСКОГО
АВТОТРАНСПОРТА НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Мистрюков Дмитрий Геннадьевич

магистрант

Дьячков Сергей Владимирович

кандидат технических наук, доцент

dsv13.06@mail.ru

Соловьёв Сергей Владимирович

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

sergsol6800@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены результаты теоретических исследований рабочего органа устройства для бесконтактной мойки пассажирского автотранспорта на автотранспортных предприятиях. В результате проведенных теоретических исследований авторами разработаны теоретические предпосылки математического описания давления струи моющей жидкости на объект подвергающийся мойке.

Ключевые слова: пассажирский автотранспорт, мойка, форсунка, автотранспорт, устройство для бесконтактной мойки.

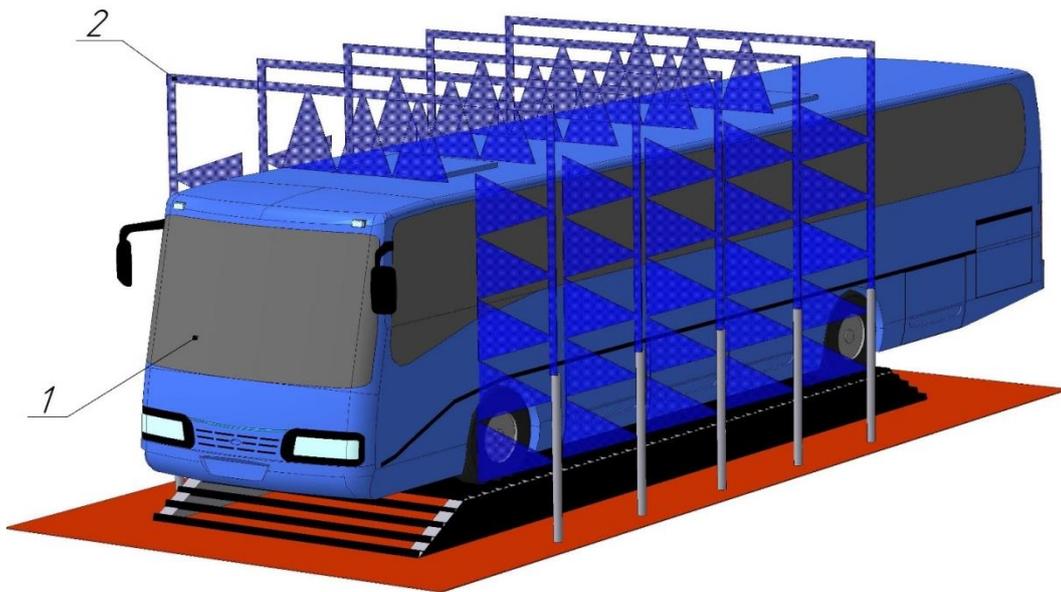
Грузовой автотранспорт нуждается в мойке не меньше, чем легковые автомобили. Большинство автосервисов не предоставляет услуг по уходу за этим видом транспортных средств. Кроме того следует отметить, что многие грузовики используются в качестве носителей рекламы, на изображении которой не должно быть грязи.

Сегодня в больших городах встречаются редкие автомойки для грузовиков. В провинции подобного нет вообще. Спрос на эти услуги достаточно высокий. На отечественных дорогах насчитывается около 5,5 млн. единиц грузовой автотехники [1].

Из этого можно сделать вывод, что этот бизнес объективно является перспективным. Рентабельность мойки для грузовиков изначально является высокой [2, 3]. Прибыль, которую приносит такой тип СТО, будет выше, чем у автомоек для легковых авто [3, 4]. Стоимость услуг этих двух направлений сервиса значительно отличается. Цена мойки грузовика в 5-8 раз выше [5, 6].

Наша работа посвящена совершенствованию технологического процесса и технических средств для транспортно-технологических машин на автотранспортных предприятиях.

Моечная установка высокого давления должна содержать емкость для моющего раствора, насос высокого давления, подводящие патрубки, сопло – щелевую форсунку высокого давления. На рисунке 1 представлена концептуальная модель автобусов.

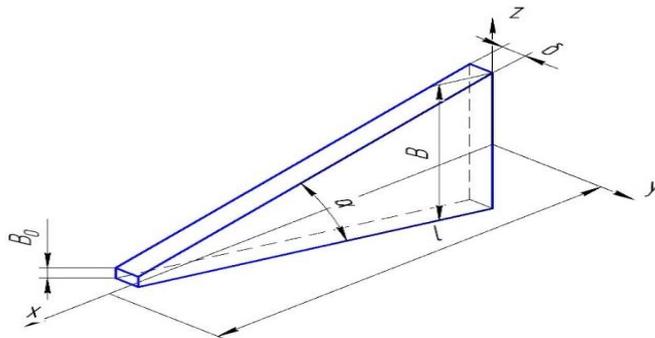


1 – автобус, 2 – моющая рамка

Рисунок 1 – Концептуальная модель мойки автобусов

Рассмотрим геометрию струи вырывающейся из сопла моечной установки.

Схема струи из форсунки высокого давления представлена на рисунке 2. Здесь l – это расстояние от сопла до поверхности в метрах, α – угол раствора струи сопла в рад, B – ширина струи, которая на практике является переменной величиной, и тем она выше, чем больше удаление сопла от поверхности мойки, но изменение ее не значительно в пределах исследований – в метрах; δ – толщина струи, м - по факту данная величина также является переменной, однако для упрощения расчетов принимаем ее за константу, B_0 – ширина щели форсунки, м - зависит от конструктивных параметров сопла [7].



l – расстояние от сопла до поверхности, м; α – угол раствора струи сопла, рад; B – ширина струи, м; δ – толщина струи, м, B_0 – ширина щели форсунки, м

Рисунок 2 – Схема к определению геометрии струи

Ширину струи определим согласно расчетной схеме (рисунок 3).

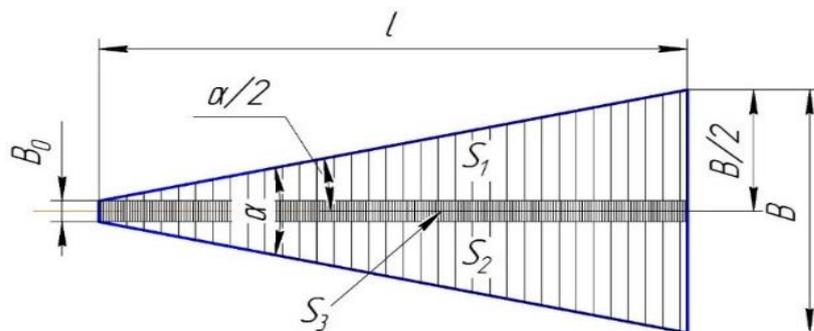


Рисунок 3 – Схема для определения ширины струи B

$$\frac{B/2 - B_0/2}{l} = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (1)$$

Откуда:

$$B = B_0 + 2 * l * \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (2)$$

Площадь поперечного сечения струи найдется из выражения

$$S_0 = \delta * B \quad (3)$$

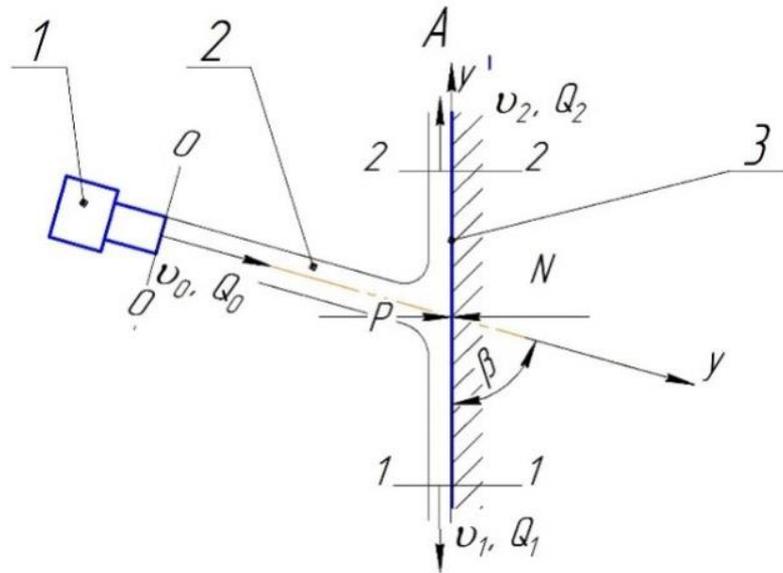
Значит площадь поперечного сечения струи при различных расстояниях от сопла до поверхности мойки можно найти так [7, 8]:

$$S_{\text{сеч}} = \left(B_0 + 2 * l * \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right) * \delta = B_0 * \delta + 2 * l * \delta * \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad (4)$$

При воздействии струи моющей жидкости на поверхность сила давления определится произведением гидродинамического давления на площадь пятна контакта. Для определения силы воспользуемся теоремой количества движения - изменение количества движения $\Delta m v$ равно импульсу внешних сил ΔF , приложенных в выделенному участку потока [7, 9]:

$$\Delta F = \Delta m v \quad (5)$$

На рисунке 4 представлен общий случай воздействия потока моющей жидкости на поверхность мойки:



1 – форсунка, 2 – струя моющей жидкости, 3 – загрязненная поверхность

Рисунок 4 – Схема воздействия струи моющей жидкости на поверхность мойки

Из сопла моющая жидкость выходит с расходом Q_0 и скоростью v_0 . Поток, сталкиваясь с поверхностью, давит на нее с силой P , со стороны поверхности возникает противодействующая сила N .

Тогда, согласно схемы, изменение количества движения $\Delta m\vartheta$ за время dt в проекции на ось y можно записать в следующем виде [10]:

$$\Delta m\vartheta = (m_1 * \vartheta_1 * \cos\beta - m_2 * \vartheta_2 * \cos\beta) - m_0 * \vartheta_0 \quad (6)$$

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

За время dt можно определить импульс внешних сил:

$$\Delta F = -N * \sin\beta * dt \quad (7)$$

С учетом вышеизложенного получим:

$$-N \sin\beta dt = m_1 \vartheta_1 \cos\beta - m_2 \vartheta_2 \cos\beta - m_0 \vartheta_0 \quad (8)$$

Если принять к сведению, что $\frac{m}{dt} = \frac{\rho V}{dt} = \rho Q$, где ρ – плотность жидкости, кг/м³, V – объем жидкости, м³, то:

$$N \sin\beta = \rho(Q_0 \vartheta_0 - Q_1 \vartheta_1 \cos\beta + Q_2 \vartheta_2 \cos\beta) \quad (9)$$

Согласно движению потока жидкости из гидравлики (о неразрывности потока) справедливо записать следующее выражение [9, 10]:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 \quad (10)$$

Чтобы определить расходы Q_1 и Q_2 необходимо составить уравнение количества движения относительно оси y :

$$0 = \rho(Q_0 * v_0 * \cos\beta - Q_1 * v_1 + Q_2 * v_2) \quad (11)$$

Тогда

$$Q_0 * \cos\beta = Q_1 - Q_2$$

$$Q_0 = \frac{Q_1 - Q_2}{\cos\beta} \quad (12)$$

Отсюда запишем:

$$Q_1 = \frac{Q_0 * (1 + \cos\beta)}{2} \quad (13)$$

$$Q_2 = \frac{Q_0 * (1 - \cos\beta)}{2} \quad (14)$$

В итоге получим следующее выражение:

$$N * \sin\beta = \rho * (Q_0 * v_0 - \frac{Q_0 * (1 + \cos\beta)}{2} v_0 * \cos\beta + \frac{Q_0 * (1 - \cos\beta)}{2} v_0 * \cos\beta) \quad (15)$$

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

Знаем, что начальный расход равен $Q_0 = v_0 * S_0$, тогда сила давления есть:

$$N = \rho * \frac{Q_0^2}{S_0} * \sin\beta \quad (16)$$

или $N = \rho * S_0 * v_0^2 * \sin\beta$

Величина P_y , Н/м² гидродинамического давления струи найдется из следующей зависимости [7-9]:

$$P_y = \rho_l v^2 \sin\beta \quad (17)$$

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

ρ_l – средняя плотность жидкости на расстоянии l от форсунки

Средняя плотность жидкости на расстоянии l от форсунки определим через коэффициент аэрации k :

$$\rho_l = \frac{\rho_\Phi}{k} \quad (18)$$

ρ_Φ – плотность моющей жидкости на выходе из форсунки, кг/м³ ($\rho_\Phi = 1000$ кг/м³)

$$k = \frac{S_{сеч}}{S_0} = \frac{B_0 * \delta + 2 * l * \delta * tg \frac{\alpha}{2}}{B_0 * \delta} = 1 + \frac{2 * l * \delta * tg \frac{\alpha}{2}}{B_0 * \delta} \quad (19)$$

С учетом уравнения выше можем записать:

$$P_y = \frac{\rho_{\phi} * v^2 * B_0 * \delta}{B_0 * \delta + 2 * l * \delta * \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \sin \beta$$

Средняя скорость потока в струе на исследуемом расстоянии l равна начальной скорости потока v_0 , м/с:

$$v = v_0 = \varphi \sqrt{2 * g * H}$$

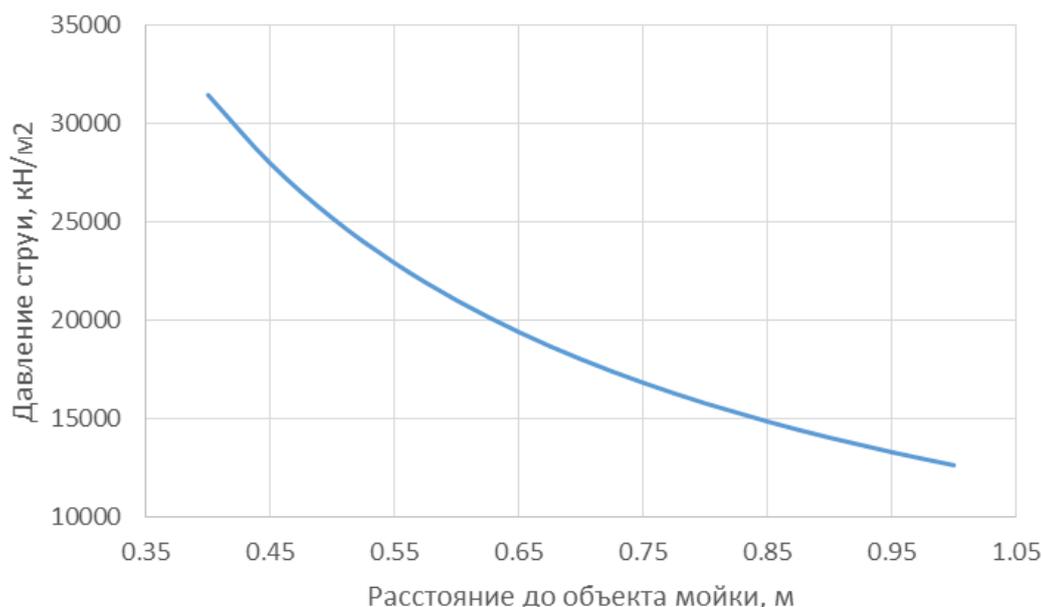


Рисунок 5 – Влияние расстояния от сопла до поверхности на давление потока струи (сопло с углом раствора $\alpha=40^\circ$)

В результате проведенных теоретических исследований нами аналитически описаны геометрические параметры струи моющей жидкости; выведена зависимость давления струи моющей жидкости на поверхности транспортного средства; теоретически исследовано изменение давления струи моющей жидкости от применения сопла с углом $\alpha=25$ и 40° при различных значениях расстояний, с целью выбора диапазонов для экспериментальных исследований.

Список литературы:

1. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности

"Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование" направления подготовки "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы" / А. Н. Максименко. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006. - 391 с.

2. 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.

3. Analysis of the uniformity of the distribution of herbicides in the intercastal zone with a bar with a deviating section / К.А. Манаенков, 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

4. Аналитическая оценка свойств дисперсно-упрочненных гальванических композитных многослойных покрытий / С.Ю. Жачкин, Н.А. Пеньков, А.И. Краснов, К.А. Манаенков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2015. - № 1. - С. 142-149.

5. 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.

6. Результаты экспериментальных исследований устройства гидродинамической мойки колес грузовых автомобилей / А.А. Стукалов, С.В. Дьячков, С.В. Соловьёв, А.А. Бахарев, А.Г. Абросимов // Наука и образование. – 2020. – Т.2. - №3. – С. 190

7. 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.

8. 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.

9. 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

10. 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

UDC 625.745.55

**THEORETICAL PREREQUISITES FOR THE STUDY OF THE
DEVICE FOR WASHING CARGO AND PASSENGER VEHICLES AT
MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES**

Mistryukov Dmitry Gennadievich

master'sstudent

Dyachkov Sergey Vladimirovich

candidate of Technical Sciences, Associate Professor

dsv 13.06@mail.ru

Solovyov Sergey Vladimirovich

doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

sergsol6800@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

Annotation. The article considers the results of theoretical studies of the working body of the device for contactless washing of passenger vehicles at motor

transport enterprises. As a result of the conducted theoretical studies, the authors developed the theoretical prerequisites for the mathematical description of the pressure of the jet of washing liquid on the object being washed.

Key words: passenger vehicles, car wash, nozzle, motor transport, device for contactless washing.