

УДК 669.054.1

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ УНИВЕРСАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОЙКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Кирилл Юрьевич Кузнецов**

магистрант

[mikheyev@mgau.ru](mailto:mikheyev@mgau.ru)

**Алексей Александрович Бахарев**

кандидат технических наук, доцент

[BakharevAlex@mail.ru](mailto:BakharevAlex@mail.ru)

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

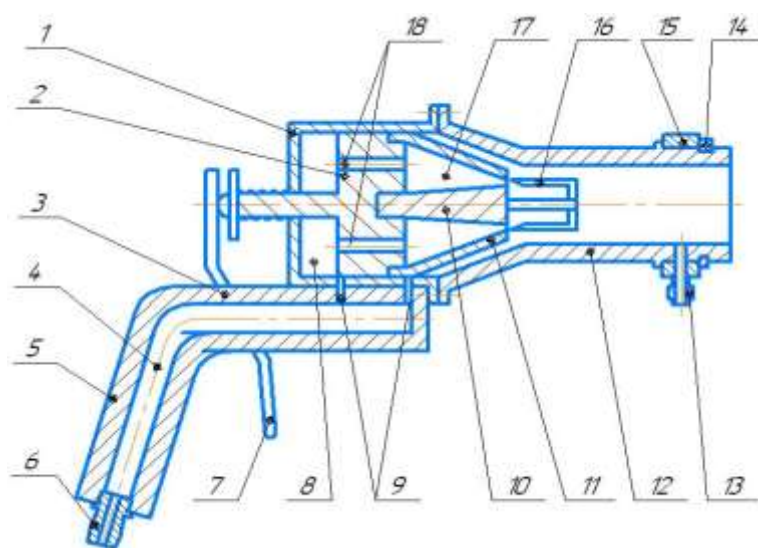
**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по работе универсального устройства для мойки сельскохозяйственной техники. Выявлены оптимальные характеристики и режимы работы предложенного устройства.

**Ключевые слова:** мойка, техническое обслуживание, ремонт, очистка.

Во время работы сельскохозяйственной техники на ее поверхности собираются всевозможные загрязнения которые в купе с действием различных климатических проявлений образуют на деталях и узлах машин отложения, очень негативно влияющие на работоспособность техники. Перед ремонтными работами машины должны пройти процесс мойки которую производят в зоне технического обслуживания. Также не следует забывать что автопарк сельскохозяйственных предприятий должен проходить процесс очистки и мойки в течении всего сезона не зависимо от технического обслуживания или ремонтных работ. [1-4]

Вследствие этого можно сделать вывод что мойка автопарка является важным процессом оказывающим достаточно большое влияние на надежность, безотказность техники, срок ее эксплуатации, а также положительно влияет на качество ремонта. [3, 5]

Для повышения эффективности мойки сельскохозяйственной техники было спроектировано универсальное моечное устройство которое делает возможным удаление загрязнений с поверхности техники при помощи четырех режимов работы: гидроабразивного, струйного, абразивно-кавитационного и кавитационного – Рисунок 1.



1 – корпусная деталь; 2 - золотник; 3 –держачая ось; 4 – канал для подвода; 5 - ручка; 6 - штуцер; 7 — нажимной рычаг; 8 —полость стоящая сзади; 9 — каналы для распределения; 10 –стержень в виде конуса; 11 - полыйконус; 12 - соплостоящее в насадкев виде конуса; 13 — штуцер; 14 - фиксирующаягайка; 15 — кольцо; 16 — втулка-вибратор; 17 — полость насадкив виде конуса; 18 –поперечные золотниковые каналы

Рисунок 1 –Спроектированное устройство для мойки сельскохозяйственной техники

Моечное устройство включает в себя корпус со специально проделанными сквозными отверстиями, конусного сопла и располагающимся внутри них золотника с поперечными каналами. Шток золотника связан с нажимным рычагом при помощи кинематического шарнира. На передней поверхности золотника имеется полый конус и стержень с втулкой для резонирования. Также на устройстве прикреплено кольцо в котором имеется радиальное отверстие для изменения положения и фиксации кольца в различных положениях определяющих количество подачи абразива. Для того что бы имелась возможность пользоваться абразивно-кавитационным режимом золотник 2 перемещается вперед рычагом 7. Жидкость для моечных работ протекая через канал А и через золотник доходит до втулки-резонатора 16, из-за ультразвуковых колебаний которой в моечном растворе жидкости образуются кавитационные пузыри. Уже после этого в моющую жидкость подается абразивный материал посредством штуцера 13.

Было выявлено усилие воздействия при котором под влиянием абразивно-кавитационных струй начинают разрушаться связи загрязнения с поверхностью очищаемых деталей.

Дальнейшие исследования проводились с целью определения рациональных показателей моеющего агрегата варьируя такие характеристики как диаметр сопла и трубки для всасывания, давления с которой подается моющая жидкость и свойств материала используемого в качестве абразива.

На Рисунке 2 изображены результаты многофакторного эксперимента проведённого в лабораторных условиях по стандартному плану. [6, 7] Было получено уравнение регрессии которое определяет зависимость между эффективностью очистки деталей и различными характеристиками моечного устройства.

$$Y = 62,86 + 3,959X_1 - 3,531X_2 + 2,054X_3 + 2,033X_4 + 0,257X_1X_2 - 1,07X_1X_3 + 1,562X_1X_4 - 0,856X_2X_3 + 1,284X_2X_4 + 1,177X_3X_4 + 19,47X_1^2 - 9,865X_2^2 + 9,737X_3^2 - 10,49X_4^2$$

$X_1$ - давление создаваемое для подачи моечной раствора,  $X_2$ –выходной диаметр крайнего отверстия сопла,  $X_3$  - диаметр трубки через которую передается абразивный материал,  $X_4$  - размер абразивного материала.

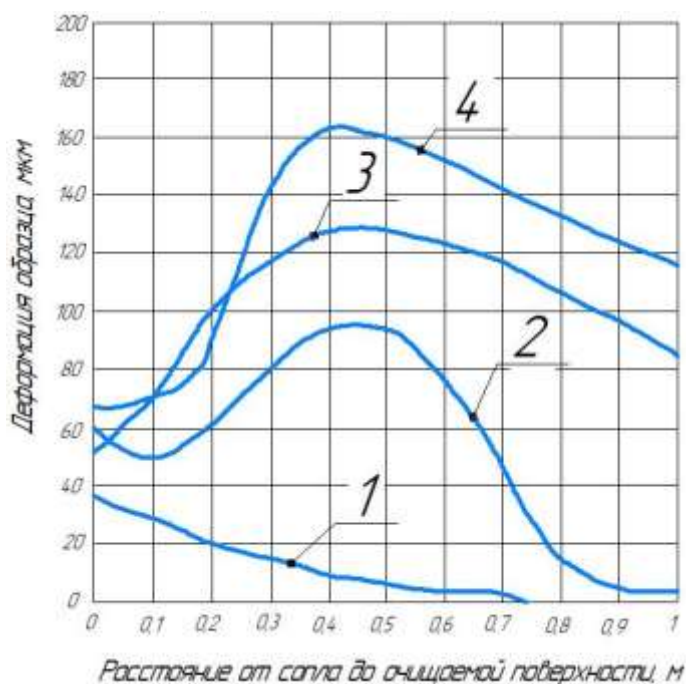
Рисунок 2 –уравнение регрессии которое определяет зависимость между эффективностью очистки деталей и различными характеристиками моечного устройства

Что бы определить рациональные параметры значений выходных факторов был применен метод сечений плоскостей отклика полученного ранее регрессионного уравнения.

К примеру для того что бы выделить двухмерное сечение показывающее как меняется эффективность очистки от диаметра сопла насадки в виде конуса  $X_1$  и диаметра трубки через которую подается абразивный материал  $X_2$  было принято что показатели  $X_3$  и  $X_4$  равны 0

Выявлено что наибольшая эффективность очистки деталей устройством для мойки с применением абразивно-кавитационной струи достигалось при давлении подачи раствора для мойки равным 6МПа, абразивный материал применялся в виде песка из кварца со средним размером частиц 0,6 мм, который подавался через трубку для всасывания абразива диаметром 5 мм, сопло через которое выходила абразивно-кавитационная струя равно 19 мм.

Что бы выявить степень воздействия струи моющей жидкости на поверхность очищаемых деталей на всех четырех режимах мойки были проведены на сколько деформируются подопытные детали в момент когда на них воздействуют струи моющего раствора – Рисунок 3.



1 - водяная струя, P=10 МПа, 2 – акустико-кавитационная струя, P=5,75 МПа, 3 – водо-абразивная струя P=10 МПа, 4 – абразивно-кавитационная струя, P=5,75 МПа

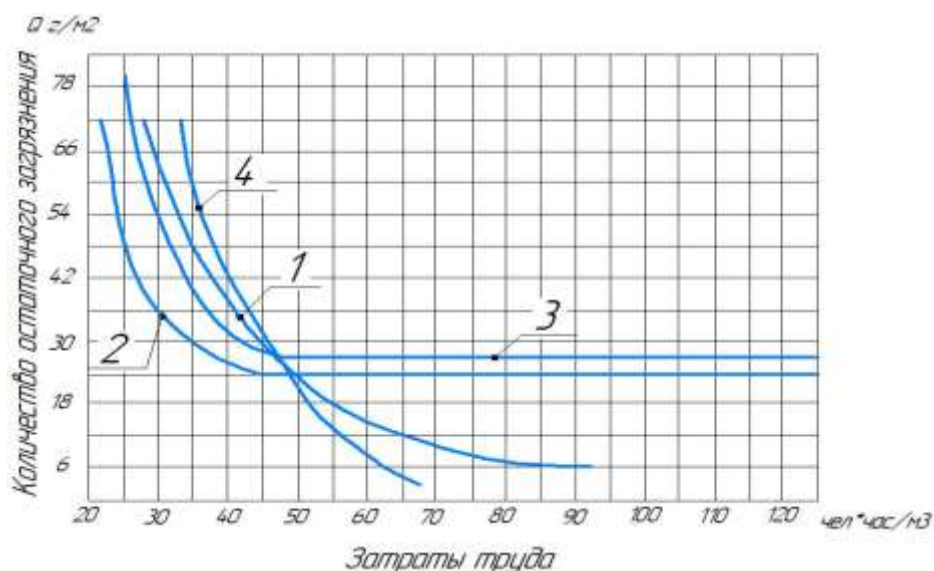
*Рисунок 3* – Зависимость деформации поверхности подопытной детали в момент действия на нее струи моющей жидкости от расстояния между поверхностью очищаемой детали до сопла моющего устройства

Под влиянием абразивно-кавитационной струи моющего раствора на расстоянии до 45 см от сопла моечного устройства до поверхности очищаемой детали происходил в начале медленно нарастающий, а затем резкий рост деформации детали взятой за образец с достижением в максимальном значении 170 мкм. Чем дальше сопло отодвигалось от исследуемого образца детали, тем меньше становилась деформация. Но стоит учесть, что даже на расстоянии 115 см энергии струи моющего раствора было достаточно для очищения всех типов загрязнения с поверхности очищаемого образца.

Для проведения натурных испытаний была создана экспериментальная установка с использованием универсального моечного устройства на базе моечной машины KARCHER HD 5/17C PLUS.

Анализируя степень запыленности атмосферы рабочей зоны мойщика [6-9] (от 1 до 4 метров от очищаемой детали) был сделан вывод что использование абразивно-кавитационной струи моющей жидкости за счет применения песка из кварца в меньших количествах позволило уменьшить средний уровень запыленности зоны работы мойщика до 0,15 мг/м, что меньше предельно допустимого значения 0,25 мг/м. Это в свою очередь позволило проводить очистные работы не только на открытых площадках, но и в помещениях закрытого типа без средств специальной защиты.

В ходе производственных испытаний на предприятии ООО «Центральное» проводились сравнительные исследования спроектированного устройства и существующих на сегодняшний день устройств – Рисунок 4.



1 – мойка струями высокого давления, 2 – бесконтактная мойка струей высокого давления, 3 – мойка струей высокого давления с использованием абразива, 4 – мойка струей высокого давления с использованием режима абразивно-кавитационной очистки

Рисунок 4 - Графическая зависимость качества очистки узлов зерноуборочного комбайна от затрат труда на его мойку

Анализ полученных результатов позволил понять что при очистке от загрязнений деталей и узлов зерноуборочного комбайна спроектированной моечной установкой существенно снизилась трудоемкость работ, затраты на электричество, расходные материалы и воду. При этом мойщик не испытывал никакого дискомфорта во время процесса очистки. Если же взять в среднем, то издержки на то что бы очистить один квадратный метр поверхности комбайна были в 4-6 раз меньше чем во время очистки существующими технологиями.

Расчет экономического эффекта от внедрения разработанной технологии показал, что ее применение позволило снизить трудоемкость очистки на 36..54%, энергозатраты на 76..84%, расходы моющей жидкости в среднем на 61% и получить годовой экономический эффект при фонде рабочего времени 1764 часа в размере более 31,5 тысяч рублей.

### Список литературы:

1. Прокопенко Ф.С., Дьячков С.В., Соловьёв С.В. Результаты экспериментальных исследований устройства для бесконтактной мойки дорожных ограждений барьерного типа с рециркуляцией моющей жидкости // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. С. 100.
2. Теоретические предпосылки к исследованию устройства гидродинамической мойки элементов дорожных ограждений / С.В. Дьячков, С.В. Соловьёв, В.Ю. Ланцев, А.А. Бахарев, А.Г. Абросимов // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 5 (93). С. 666-674.
3. Машина для бесконтактной мойки дорожных ограждений / В.И. Горшенин, В.Ю. Ланцев, С.В. Дьячков, С.В. Соловьёв, А.Г. Абросимов // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 2. С. 24.
4. Борzych Д.А., Бахарев А.А. Пути снижения трудоемкости работ по ремонту двигателей в ремонтных мастерских сельскохозяйственных предприятий // Наука и образование. 2020. Т.3. №4. С. 22
5. Пономаренко М.В. Исследование нагрузок действующих на опорные катки экскаватора при копании поперек гусениц / М.В. Пономаренко, А.А. Бахарев // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.
6. Моисеев С.А., Бахарев А.А. Пути повышения эффективности машин для земляных и профилировочных работ // Наука и образование. 2019. Т.2. №4. С. 268
7. Агрегат для мойки шин грузовых автомобилей при транспортировке свеклы с полей / А.А. Стукалов, С.В. Дьячков, С.В. Соловьёв, А.А. Бахарев, А.Г. Абросимов // В сборнике: Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Мичуринск, 2020. С. 211-215.
8. Мистрюков Д.Г., Дьячков С.В., Соловьёв С.В. Результаты исследований устройства для мойки грузового и пассажирского транспорта на автотранспортных предприятиях // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.

9. Результаты экспериментальных исследований устройства для бесконтактной мойки двигателей транспортно-технологических машин / А.В. Марков, О.С. Дьячкова, С.В. Соловьёв, А.Г. Абросимов, А.А. Бахарев, С.В. Дьячков // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.



**UDC 669.054.1**

**RESULTS OF RESEARCH OF A UNIVERSAL DEVICE FOR  
WASHING AGRICULTURAL MACHINERY**

**Kirill Yu. Kuznetsov**

Master student

[mikheyev@mgau.ru](mailto:mikheyev@mgau.ru)

**Alexey A. Bakharev**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

[BakharevAlex@mail.ru](mailto:BakharevAlex@mail.ru)

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article presents the results of research on the operation of a universal device for washing agricultural machinery. The optimal characteristics and modes of operation of the proposed device are revealed.

**Key words:** washing, maintenance, repair, cleaning.

Статья поступила в редакцию 29.03.2022; одобрена после рецензирования 11.04.2022; принята к публикации 12.05.2022.

The article was submitted 29.03.2022; approved after reviewing 11.04.2022; accepted for publication 12.05.2022.