

УДК 631.3

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОГРУЖНОЙ ОЧИСТКИ

**Н. В. Корнеев**

*ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Москва,  
Российская Федерация*

*Аннотация.* В статье представлены результаты сравнительной оценки способов интенсификации очистки деталей в погружных моечных машинах.

*Ключевые слова:* загрязнения; очистка; моечные машины; интенсификация процесса; эффективность очистки.

## ANALYSIS OF METHODS FOR INTENSIFICATION OF IMMERSION CLEANING

**A. V. Korneev**

*Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation*

*Abstract.* The article presents the results of a comparative assessment of methods for intensifying the cleaning of parts in submersible washing machines.

*Keywords:* pollution; cleaning; washing machines; process intensification; cleaning efficiency.

Одной из важнейших задач на современном этапе развития технического сервиса является обеспечение качества очистки деталей, агрегатов и полнокомплектных машин в условиях ремонтно-обслуживающего производства. Как показывает практика использования машин сельскохозяйственного назначения, загрязнения наружных и внутренних поверхностей вызывают преждевременное изнашивание деталей, повреждение металлических поверхностей, снижение эксплуатационной надежности и ресурса машин [1]. Таким образом, важным направлением исследований является изучение способов повышения эффективности очистки поверхностей металлических деталей, путем интенсификации технологического процесса в погружных моечных машинах.

Установлено [2], что эффективность очистки деталей определяется не только физико-химическим фактором активности

моющего раствора, но и вектором механического воздействия жидкости на загрязнения. В настоящее время можно обозначить несколько направлений исследований, имеющих целью повышение эффективности очистки деталей путем интенсификации процесса отрыва загрязнений от очищаемых поверхностей. Рассмотрим последовательно с научно-практической точки зрения, используя при этом метод качественного сопоставления, способы интенсификации процесса очистки деталей в погружных моечных машинах и проведем сравнительную их оценку [3].

Сущность интенсификации процесса очистки *барботированием* заключается в подаче сжатого воздуха в поток жидкости в непрерывном или импульсном режиме. Получающийся при этом двухфазный газожидкостный поток имеет колебательный характер, а внедряющиеся в жидкость микропузырьки газа интенсифицируют отрыв частиц загрязнений с очищаемой поверхности. Эффективность очистки определяется оптимальными значениями режимов и параметров процесса (объемное газосодержание, давление воздуха, скорость газовых пузырьков).

Подбирая соотношения между параметрами газа и жидкости, являющимися носителями энергии, представляется возможным управлять амплитудно-частотными характеристиками газожидкостного потока.

Способ интенсификации погружной очистки *маятниковыми колебаниями платформы* предусматривает возвратно-поступательное перемещение деталей вместе с платформой по дуге окружности (по траектории маятника) в моющем растворе. Объект очистки совершает при этом и горизонтальное, и вертикальное движение, что способствует более полному и равномерному удалению загрязнений. Установлено [4], что отрыву частиц загрязнений способствуют подъемная сила и сила лобового сопротивления. Подъемная сила возникает вследствие несимметричного обтекания частицы загрязнения и наличия под ней покоящейся моющей жидкости, а над частицей – интенсивно движущейся жидкости. При таком обтекании давление жидкости под частицей превышает давление над ней.

Частица загрязнения, лежащая на очищаемой поверхности, испытывает со стороны потока моющей жидкости

гидромеханическое воздействие, причиной которого является сила лобового сопротивления  $F$ :

$$F = 0,2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot V^2, \quad (1)$$

где  $d$  – диаметр частицы загрязнения, м;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  – скорость потока жидкости относительно частицы, м/с.

Под действием силы  $F$ , направленной всегда в сторону, противоположную скорости движения детали, частица отрывается от очищаемой поверхности. Из формулы (1) следует, что для отрыва частицы определяющей является скорость потока жидкости.

В моечных машинах, реализующих способ интенсификации процесса *прямолинейными возвратно-поступательными колебаниями* объекта в моещей среде, эффективность очистки зависит от частоты колебаний контейнера и степени его загрузки деталями. Исследованиями подтверждена установленная зависимость интенсивности очистки от скорости потоков моещего раствора. Чем больше частота колебаний контейнера и, соответственно, скорость потоков моещего раствора, тем выше качество очистки.

Способ интенсификации очистки *окунанием деталей в моющий раствор с периодическим выносом их на поверхность* реализован в погружных моечных машинах роторного типа. В процессе очистки ротор вращается вокруг горизонтальной оси и контейнеры с очищаемыми объектами то погружаются в моющий раствор, то извлекаются из него. При погружении загрязнения испытывают физико-химическое воздействие моещего раствора и потока жидкости, возникающих у поверхности движущихся контейнеров с деталями. При извлечении их из ванны раствор стекает с очищаемых поверхностей и увлекает за собой загрязнения. Результаты исследований обозначенного способа интенсификации свидетельствуют о том, что при обосновании параметров процесса очистки деталей необходимо учитывать, что время прохождения корзины с деталями над поверхностью раствора должно быть достаточным для полного стекания раствора, а скорость их перемещения максимальной.

Способ интенсификации процесса очистки *путем перемешивания моещего раствора* основан на использовании в машинах винтовых или роторных активаторов. В результате вращения рабочих органов в моещем растворе образуются кавитационные явления, сопровождающиеся локальными гидроударами,

интенсифицирующими отрыв загрязнений. Исследования показали, что для повышения качества очистки с созданием турбулентных потоков моющего раствора вблизи очищаемых поверхностей деталей необходимо увеличивать поступательную скорость потока жидкости. Установлено, что средняя скорость потока моющей жидкости, необходимая для отрыва от поверхности металлических деталей частиц загрязнений размером 2...5 мкм, составляет 17...30 м/с. Обеспечить у очищаемой поверхности высокоскоростной поток моющей жидкости возможно, устанавливая в потоке движения жидкости направляющие пластины (рассекатели). Это повышает скорость потока и интенсифицирует процесс очистки без дополнительного расхода энергии.

Одним из перспективных способов интенсификации очистки является использование в процессах кавитации [5]. Различают гидродинамическую и акустическую кавитацию. Как известно, гидродинамическая кавитация представляет собой нарушение сплошности течения жидкости, которое происходит в тех участках потока, где давление, понижаясь достигает некоторого критического значения. В результате в локальной области потока жидкости, где создается пониженное давление, происходит образование каверн (пустот), заполненных газом. Каверны возникают при обтекании жидкостью препятствий. При движении пузырьки схлопываются в зонах более высокого давления, образуя ударные волны, которые вызывают разрушение загрязнений. Для получения эффекта гидродинамической кавитации используют сопла (кавитаторы), имеющие местное сужение.

Акустическая кавитация возникает в жидкости во время полупериода разрежения акустической волны большой интенсивности под воздействием ультразвуковых колебаний. Кавитационный эффект аналогичен гидромеханической кавитации. Принцип интенсификации акустической кавитацией используется в ультразвуковых ваннах.

В общем случае можно утверждать [6], что обоснованный выбор параметров ультразвукового поля (частота колебаний, интенсивность ультразвуковых колебаний, статическое давление), рациональное размещение ультразвуковых излучателей по отношению к очищаемым объектам, определение технологических режимов (вид моющего средства, концентрация моющего средства в

моющем растворе, температура моющего раствора, продолжительность очистки), принудительное создание механического воздействия позволяют обеспечить эффективность очистки ультразвуковым способом.

На основе выполненного анализа можно утверждать, что основными критериями при выборе способа интенсификации процесса очистки деталей являются: вид и характер загрязнений с поверхностью, физико-химические свойства моющих средств, конструктивные особенности очищаемых объектов, регламентируемый уровень чистоты рабочих поверхностей деталей.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Тельнов, Н. Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники / Н. Ф. Тельнов. – М. : Колос, 1983. – 256 с.
2. Митрохина, Е. В. Совершенствование технологического процесса мойки деталей при ремонте техники в сельском хозяйстве : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Митрохина Екатерина Владимировна, 2021. – 140 с.
3. Рекомендации по повышению эффективности погружной очистки деталей, сборочных единиц и агрегатов при ремонте. – М.: ГОСНИТИ, 1990. – 29 с.
4. Белянин, П. Н. Промышленная чистота машин / П. Н. Белянин, В. М. Данилов. – М. : Машиностроение, 1982. – 224 с.
5. Толочко, Н. К. Кавитационные моечно-очистные технологии и их применение в сельском хозяйстве / Н. К. Толочко, А. Н. Челединов. – Минск : БГАТУ, 2018. – 284 с.
6. Козлов, Ю. С. Очистка изделий в машиностроении / Ю. С. Козлов, О. К. Кузнецов, А. Ф. Тельнов. – М. : Машиностроение, 1982. – 264 с.
7. Современная агроинженерия / В. И. Трухачев, О. Н. Дидманидзе, М. Н. Ерохин [и др.]. – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 413 с.

#### ***Об авторе:***

**Корнеев Николай Викторович**, аспирант, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (109428, Россия, Москва, 1-й Институтский проезд, д. 5).

#### ***About the author:***

**Nikolay V. Korneev**, graduate student, Federal Scientific Agroengineering Center VIM (109428, Russia, Moscow, 1st Institute Passage, 5).