

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ В ПОГРУЖНЫХ МОЕЧНЫХ МАШИНАХ

Петрик Дмитрий Юрьевич, аспирант 3-го курса Института Механики и энергетики имени В.П. Горячкина, Email: petrick.dmitry2016@yandex.ru

Корнеев Виктор Михайлович, канд. техн. наук, доцент, Email: tsmo@rgau-msha.ru

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

***Аннотация.** Во многих отраслях промышленности все более широкое применение находят ультразвуковые технологические процессы. Критерием оптимизации выбран процент смытого загрязнения. Сделан вывод о продолжительности процесса мойки, температуре моющего раствора и концентрации водного раствора моющих компонентов.*

***Ключевые слова:** ультразвуковая очистка, факторы, интенсификация, оптимизация, загрязнение, поверхностно-активные вещества, поверхность отклика*

Введение. Уникальные возможности ультразвукового поля позволяют успешно осуществлять не только отделочно-зачистную и укрепляющую операции, но и такие операции, как очистка и мойка деталей машин, сепарация, перемешивание, гомогенизация, фильтрация, сушка, насыщение среды определенными веществами разрушение или финишную обработку поверхностей и ряд других процессов. Во многих отраслях промышленности все более широкое применение находят ультразвуковые технологические процессы, в которых используются многофазные среды [1]. Главный интерес для практики создания ультразвуковых машин очистки и мойки загрязнений деталей в мелкосерийном и единичном типе производства и ремонта машин представляет установка вида зависимостей между основными технологическими параметрами ультразвуковой очистки и качеством очистки [2]. Это обуславливает необходимость оптимального выбора величин технологических параметров, режимов работы ультразвуковых моечных машин в условиях конкретного вида загрязнения поверхности деталей.

Цель исследований: исследование факторов интенсификации процессов очистки деталей в погружных моечных машинах.

Материалы и методы. В качестве объектов мойки использованы фрагменты трубы квадратного профиля размерами 50×50 мм длиной 50 мм. Для создания имитации загрязнения сначала образец погружался в суспензию суглинистого грунта, взятого с поверхности пахотного слоя поля. Затем образец сушился до влажности окружающей среды (помещение лаборатории с температурой воздуха около 22°C). Далее образец помещался в смесь, состоящую из 20% строительного битума и 80% отработанной моторной смазки. Температура смеси

составляла 150°C. Далее образцы располагались на пористом картоне для охлаждения и впитывания избытка загрязняющей смеси. После охлаждения и выдержки на адсорбирующем материале в течение одних суток образцы взвешивались на весах модели PS 510. R1 с точностью до 0,01 г.

В качестве моющего средства использовался раствор, состоящий из карбоната натрия Na_2CO_3 и смеси поверхностно-активных веществ с ингибиторами коррозии (средства для мытья посуды) в пропорции 9:1. Очистка образцов осуществлялась с помощью погружной моечной машины в виде малогабаритной (5...10 л) ультразвуковой ванны марк «Specos» V-100. Режимы ультразвуковой очистки менялись в зависимости от длительности процесса, температуры моющего раствора и концентрации водного раствора моющих компонентов. Содержание компонентов моющего средства составило 9,5%. Исходя из этого карбоната натрия взято 1,06 г. содержанием ПАВ и

Результаты и их обсуждение. При разработке технологических процессов очистки следует учитывать свойства загрязнений: -их физическое состояние (твердое или жидкостное, вязкость жидкостных и температуру плавления твердых загрязнений); - связь загрязнений с поверхностью изделия (полярная или неполярная); - полимеризацию компонентов загрязнений, имеющих место при работе изделий в условиях высоких температур; - присутствие твердых и мягких частиц, заполняющих пазы, глухие и сквозные отверстия; - конгломерация продуктов коррозии и окисление с загрязнениями. Наиболее часто встречаются для большинства видов производств масляные загрязнения и комбинации загрязнений на масляной основе, полировальные пасты, неорганические загрязнения типа механических частиц и пыли, продукты коррозии, окислы, окислительные пленки [4]. Масляные загрязнения, в том числе минеральные (машинное, веретенное, трансформаторное и другие масла), растительные и животные масла, сульфозфрезол и эмульсия часто с включениями в виде пыли, абразива, опилок, стружки и др., характерны для деталей и изделий, подлежащих обработке, консервации, операциям сборки, разложения и эксплуатации. Очистка от масляно-жировых загрязнений при использовании щелочных растворов протекает за счет эмульгирования и омыления загрязнений (для жиров и масел растительного и животного происхождения), а при применении органических сред – за счет растворения.

Загрязнения в виде шлифовальных, полировальных и притирочных паст представляют значительные трудности при очищении. Пасты состоят из абразивных микропорошков и связывающих веществ. Абразивные порошки, к которым относятся окись алюминия, окись хрома, синтетические алмазы, электрокорунд, карбид бора и т.п., химически инертны. В качестве связующих веществ используются олеиновая кислота, животные жиры, парафин, стеарин, авиационные масла. Олеиновая кислота растворяется в этиловом спирте, хлороформе, бензине и некоторых других органических растворителях. Олеиновая кислота в воде не растворяется, а в щелочной среде омыляется с образованием растворяемого в воде продукта так называемого олеинового мыла. Животные жиры и масла омыляются в щелочной среде с образованием растворяемых продуктов в воде (глицерин, мыло), а минеральные масла с

кислотами и щелочами не взаимодействуют и в воде не растворяются. Указанные жиры и масла хорошо растворяются в дихлорэтане, керосине, бензине и некоторых других органических растворителях. Неорганические загрязнения типа частиц и пыли механически слабо связаны с поверхностью. Они достаточно легко удаляются в зависимости от требований качества очистки в обычной, дистиллированной воде или деионизированной воде.

Продукты коррозии, окислы и окислительные пленки занимают значительное место среди крепко связанных загрязнений. Их появление вызвано химическими и электрохимическими процессами. Значение характера связи загрязнений с очищаемой поверхностью является решающим фактором при выборе или разработке технологических процессов очистки и обеспечивает получение высокой степени чистоты изделий [3].

Степень химического взаимодействия загрязнения с очистной средой является очень важным показателем. Правильный подбор очистной среды определяет эффективность очистки. Следует учитывать, что чистящая жидкость должна взаимодействовать с загрязнением и не взаимодействовать с материалом, из которого изготовлен очищаемый объект. Если же такое взаимодействие происходит, то оно должно протекать значительно медленнее процесса удаления загрязнений и не сопровождаться изменением физико-механических свойств материала изделия и нарушением его поверхности, конфигурации и т.п. Все очистительные среды, применяемые для очистки, можно выделить в две группы:

- органические растворители и эмульсионные препараты;
- щелочные растворы и синтетические очистные среды.

Органические растворители получили широкое применение в зарубежном и отечественном производстве в связи с высокой скоростью удаления загрязнений, возможностью процесса без механического и термического действия, коррозионной инертностью к деталям из черных и цветных металлов и сплавов. Наиболее распространенными растворителями являются граничные, ароматические и хлорированные углеводороды. Ароматические и хлорированные углеводороды – хорошие растворители минеральных масел, старых лакокрасочных покрытий. Однако им свойственна высокая токсичность, а ароматические углеводороды к тому же взрыва и пожароопасны. Поэтому данные растворители не нашли широкого распространения. Их использование возможно только при наличии автоматического оборудования. Основными растворителями, используемыми на данный момент, являются: дизельное топливо, керосин, бензин и уайт-спирит. Это дешевые и сравнительно малотоксичные растворители. Они используются для очистки внутренних поверхностей масляных каналов, очистки деталей топливной аппаратуры, электрооборудования и снятия старых лакокрасочных покрытий.

Эмульсионные препараты представляют собой композицию или систему, содержащую кроме растворителей поверхностно-активные вещества и воду. Эмульсионную очистку применяют, как правило, в тех случаях, когда другие виды очистки слишком длительны и недостаточно эффективны. Одним из путей расширения эмульсионной очистки следует считать повышение очистительной способности дешевых растворителей – ксилола и дизельного горючего подбором

эффективных эмульгаторов и поверхностно-активных веществ, растворяющихся в них. Щелочные растворы нашли наиболее широкое распространение в практике очистки.

Преимуществами этих растворов является то, что они сравнительно дешевы, технология использования не требует специального оборудования. Для повышения очистительной способности в последнее время широкое распространение нашли синтетические моющие средства (СМС) с содержанием поверхностно-активных веществ и активных примесей.

В современных моющих средствах применяются анионоактивные поверхностно-активные вещества и не моногенные поверхностно-активные вещества. Молекулы анионоактивных поверхностно-активных веществ в водных растворах диссоциируют на неактивные катионы (металл или водород) и анионы (углеводные цепи), которые проявляют поверхностную активность. К этой группе поверхностно-активных веществ относятся жировые масла, соли высокомолекулярных спиртов, жирных кислот и другие соединения [5].

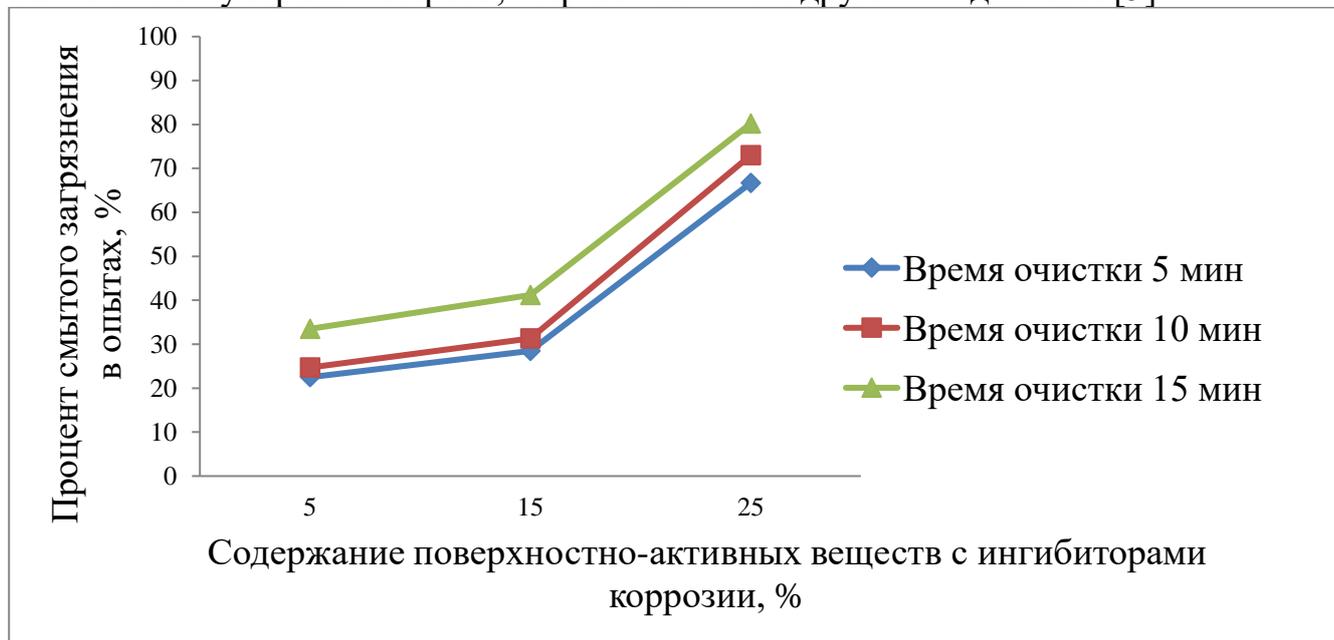


Рисунок 1 - Результаты влияния содержания поверхностно-активных веществ с ингибиторами коррозии на уровень очистки от загрязнений деталей при различной продолжительности

В качестве активных примесей к моющим средствам широко применяются фосфаты, карбонаты и силикаты натрия, усиливающие действие поверхностно-активных веществ и друг друга в соответствующем направлении. Фосфаты обладают сильными пептизирующими свойствами, которые раздробляют крупные частицы загрязнений на более мелкие, иногда до коллоидных размеров. Карбонаты являются наиболее дешевыми электролитами и образуют щелочной резерв в очистном растворе. Силикаты щелочных металлов при гидролизе дают кремниевую кислоту в коллоидном состоянии. Способность кремниевой кислоты, которая диспергирует твердые и жирные загрязнения, способствует процессу очистки, а также играет большую роль в предупреждении повторного оседания отмытых загрязнений. Присутствие силикатов оказывает противокоррозионное действие. Именно поэтому для использования в процессе

очистки и мойки в вибрационной машине предложено использовать синтетические моющие средства с содержанием поверхностно-активных веществ и ингибиторами коррозии. На Рисунок 1-2 представлены результаты влияния содержания поверхностно-активных веществ с ингибиторами коррозии на уровень очистки от загрязнений деталей при различных продолжительности и температуре очистки.

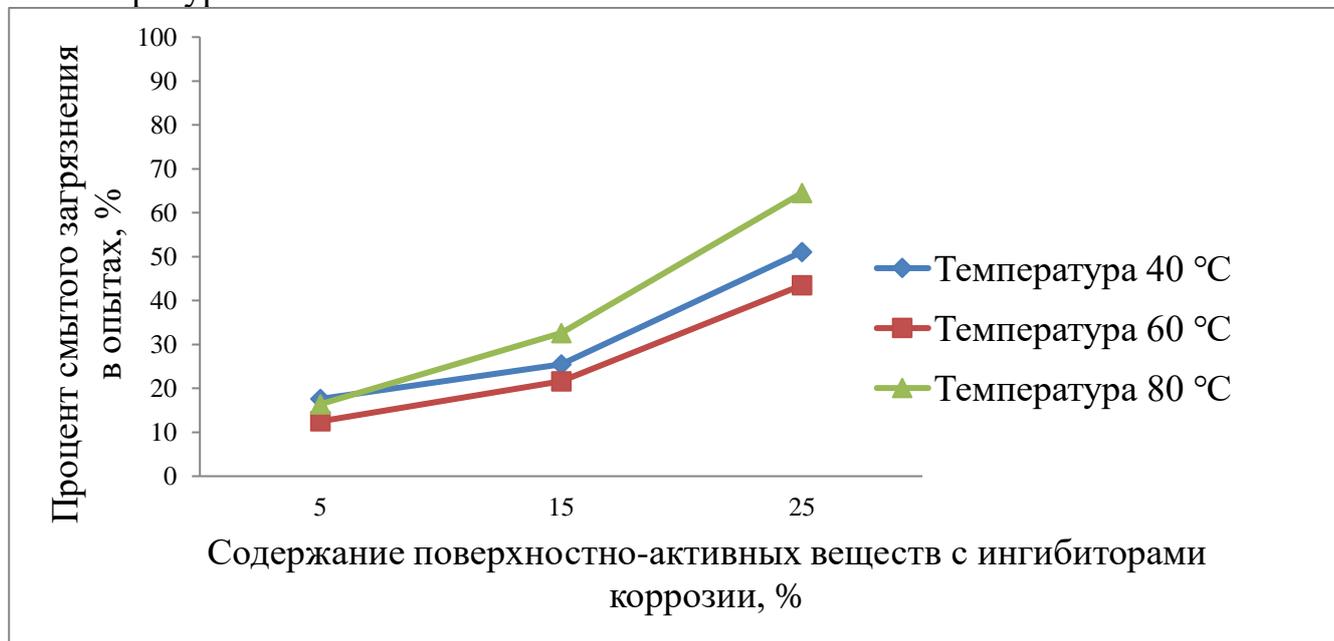


Рисунок 2 - Результаты влияния содержания поверхностно-активных веществ с ингибиторами коррозии на уровень очистки от загрязнений деталей при различных температурных режимах

В целом в рамках влияния исследования влияния фактора содержания поверхностно-активных веществ с ингибиторами коррозии на уровень очистки от загрязнений деталей при различных продолжительности и температуре очистки наиболее рациональным процесс очистки будет при оптимальных значениях времени очистки 12 мин при температуре 70 °C и концентрации раствора 20 г/л.

Заключение. Анализ исследования статьи показал, что во многих отраслях промышленности все более широкое применение находят ультразвуковые технологические процессы, в которых используются многофазные среды. Установлено, что главный интерес для практики создания ультразвуковых машин очистки и мойки загрязнений деталей в мелкосерийном и единичном типе производства и ремонта машин представляет установка вида зависимостей между основными технологическими параметрами ультразвуковой очистки и качеством очистки. В целом в рамках влияния исследования влияния фактора содержания поверхностно-активных веществ с ингибиторами коррозии на уровень очистки от загрязнений деталей при различных продолжительности и температуре очистки наиболее рациональным процесс очистки будет при оптимальных значениях времени очистки 12 мин при температуре 70 °C и концентрации раствора 20 г/л.

Библиографический список

1. Илюхин А.В., Колбасин А.М., Цепкин П.А. Методы ультразвуковой очистки деталей в условиях основного и ремонтного производства // Вестник евразийской науки. 2013. № 3 (16). С. 69.
2. Майоров А.В., Михеева Д.А. Сравнительный анализ режимов мойки жестяных банок в моечных машинах струйного и погружного типов // Вестник Марийского государственного университета. 2014. №1 (13). С.48-53.
3. Майоров А.В., Яйцева Н.Э. Анализ воздействия струй на очищаемый объект // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. №5-1. С. 217-219.
4. Fuchs F.J. Ultrasonic Cleaning: Fundamental Theory and Application. 1995. URL: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19950025362> (date accessed: 09.06.2022).
5. Weller R.N., Brady J.M., Bernier W.E. Efficacy of ultrasonic cleaning. Journal of Endodontics, 1980; 6(9): 740-743. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(80\)80185-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(80)80185-3)
6. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0 : Монография в 2 томах / Е. Д. Абрашкина, Ю. И. Агирбов, О. П. Андреев [и др.]. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 379 с. – ISBN 9785449710451(т.2),9785449710437. – EDN LPHBYX.
7. Агробιοтехнология-2021 : Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 1320 с. – ISBN 978-5-9675-1855-3. – EDN NWTQEX.
8. Трухачев, В. И. Об итогах международной научной конференции "Агробιοтехнология-2021" / В. И. Трухачев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 5. – С. 5-18. – DOI 10.26897/0021-342X-2021-5-5-18. – EDN IYBBTK