

23) своевременно окрашивают лестницы и ограждения, следят за освещением и т. д.;

24) возведение сооружений, складирование грузов на гребнях, бермах и откосах грунтовых плотин допускается после проектного обоснования.

Литература

1. Гогоберидзе, М. И. Обобщение данных статистического анализа аварий и инцидентов в аспекте надежности плотин / М. И. Гогоберидзе, Р. Г. Какауридзе, Ю. Н. Микашвили, Д. Ц. Мирцхулава // Сообщения АН Груз. ССР. – Тбилиси, 1977. – Т. 86, № 3. – С. 681–684.

2. Проектирование и строительство больших плотин. Вып. 3. Повреждение плотин в процессе эксплуатации / сост. В. В. Стольников. Материалы IX Междунар. конгресса по большим плотинам. – М.: Энергия, 1973. – Вып. 4. – 128 с.

3. Schuitter, N. Statistische Sicherheit der Talsperren / N. Schuitter / Wasser, Energia, Luft. – 1976. – Vol. 68. – № 5.

4. Исследование технического состояния сооружений гидроузла на водохранилище «Заславское»: отчет о НИР (заключ.) / Белорус. нац. техн. ун-т; рук. Г. Г. Круглов; исполн. Н. Н. Линкевич [и др.]. – Минск, 2013. – 76 с.

5. Исследование технического состояния земляной плотины и водосбросного сооружения ГЭС «Алешино»: отчет о НИР (заключ.) / Белорус. нац. техн. ун-т; рук. Г. Г. Круглов; исполн. Н. Н. Линкевич [и др.]. – Минск, 2011. – 31 с.

УДК 620.197.1

Практическое применение гидроабразивной очистки металлических поверхностей от коррозии

Качанов И. В.¹, Шаталов И. М.¹, Филипчик А. В.²,
Недвецкий С. В.², Ковалевич В. С.¹

¹Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

²Филиал ИППК Университета гражданской защиты МЧС Беларуси
Борисовский р-н, д. Светлая Роща, Республика Беларусь

При эксплуатации машин и механизмов в современных производственных условиях отмечается значительный рост потерь от коррозионных разрушений, что требует резкого улучшения мер по очистке и противокоррозионной защите. В работе приведен анализ существующих технологий очистки металлических поверхностей от коррозии, а также показан

результат очистки лопастей гребного винта от коррозии по технологии ГАО с применением бентонитовой глины.

Выбор того или иного способа очистки зависит от объема выполняемых работ, типа коррозии, размеров очищаемых изделий [1–3].

Рассмотрим основные способы очистки металлических поверхностей от коррозии, которые применяются за рубежом и в Республике Беларусь.

Механический способ предусматривает очистку механизированным инструментом, рабочими органами которого являются металлические щетки, иглофрезы, шлифовальные круги и т.п. [1–3].

Производительность очистки металлических поверхностей от коррозии с помощью механизированного инструмента составляет 2–10 м²/ч, а энергоемкость процесса 0,5 кВт ч/м² [3].

Основными недостатками механических способов являются: применение ручного труда; образование замкнутой кинематической системы инструмента с обрабатываемой поверхностью; влияние тепловыделения и вибрации на качество обрабатываемой поверхности [3].

Термические способы очистки поверхностей от продуктов коррозии основаны на нагреве пламенем, например из кислородно-ацетиленовой горелки, до температуры их сгорания [3].

Для исключения коробления и температурной деформации данный способ применяется для металлов с толщиной не менее 6 мм. Производительность очистки составляет 1–1,5 м²/ч [3].

Сложность применяемого оборудования и высокие требования по технике безопасности ограничивают использование этих способов на машиностроительных предприятиях [3].

Струйно-абразивные способы очистки находят широкое применение при очистке поверхностей от коррозии, нагара, окалины, старых лакокрасочных покрытий. В качестве абразива используется кварцевый песок, корунд, стальная или чугунная дробь и другие материалы [1–3].

Мировой промышленный опыт показывает, что из струйно-абразивных способов достаточно широкое распространение получили пескоструйная и дробеструйная очистка металлических поверхностей от коррозии [1–3].

Пескоструйная очистка металлических поверхностей от коррозии осуществляется либо с использованием пескоструйного аппарата с пневматическим приводом и специальными соплами, либо с помощью пескомета, который бросает песок вращающимися лопатками на обрабатываемую поверхность. Производительность при пескоструйной очистке составляет 2–3 м²/ч [3].

Значительная запыленность, которая может приводить к заболеванию силикозом у рабочего персонала, засорение близлежащего оборудования,

повышенный износ струеформирующих устройств, сопровождающих работу пескоструйных аппаратов, ограничивают применение данного способа на промышленных предприятиях. [3].

Дробеструйная очистка отличается от пескоструйной тем, что в качестве абразива используется чугунная или стальная дробь. При работе с дробью требуется давление порядка 0,6–0,7 МПа. Размеры частиц составляют 0,6–0,8 мм. Производительность дробеструйной очистки составляет 5–8 м²/ч [3].

Однако при контакте частиц дроби с обрабатываемой поверхностью возникает высокая температура в зоне обработки. Повышенный износ струеформирующего устройства является негативным фактором, сопутствующим дробеструйной очистке [3].

Кроме струйно-абразивных способов очистки применяются гидравлические способы очистки, исключаящие запыленность воздуха, температуру в зоне обработки. Гидравлические способы очистки металлических поверхностей от продуктов коррозии можно разделить на три группы: гидроабразивный; гидродинамический; кавитационный (очистка струей жидкости с использованием эффекта кавитации в струйном потоке) [3].

Гидроабразивная очистка (ГАО) предусматривает использование в струйном потоке жидкости таких абразивных материалов как стекло, пемза, кварц, гранит, тальк, известняк. При ГАО длительность работоспособности абразивной частицы обратно пропорциональна ее диаметру [1, 3].

При гидроабразивной обработке на поверхности обрабатываемой детали образуется жидкостная пленка, заполняющая неровности поверхности; абразивные частицы при ударе по выступающим неровностям не преодолевают сопротивления этой пленки и поэтому воздействуют только на выступы; частицы же, которые ударяют по впадинам, должны преодолеть сопротивление жидкостной пленки и поэтому эффективность их воздействия невелика. Вследствие этого происходит постепенное уменьшение шероховатости обрабатываемой поверхности до $Ra = 0,05–1$ мкм [3]. Производительность гидроабразивной обработки составляет 5–6 м²/ч [3].

К числу достоинств гидроабразивного способа можно отнести: отсутствие пылевыведения в процессе очистки; устранение проблемы разупрочнения поверхности за счет теплоотвода повышенной температуры в зоне обработки посредством воды; отсутствие зависимости от исходной шероховатости обрабатываемого материала; повышенный срок использования абразива за счет демпфирующего действия рабочей жидкости [3].

Для реализации способа ГАО используется сравнительно недорогое оборудование, состоящее из насоса, бункера, шланга и насадка; к тому же не требуется персонал высокой квалификации [1–3].

Гидродинамический способ очистки предусматривает использование струй воды низкого (до 1 МПа), среднего (1–5 МПа) и высокого давления (50–60 МПа) [1–3].

Преимуществом способа гидродинамической очистки является то, что при ее проведении не повреждаются поверхности самих очищаемых металлических изделий, для ее реализации не требуется высококвалифицированный персонал [3].

Основным препятствием на пути применения высоконапорных гидродинамических установок является их высокая стоимость, большие габариты, значительные энергозатраты [3].

Кавитационный способ очистки основан на эффекте создания в струе рабочей жидкости кавитационных парогазовых микропузырьков и их схлопывании на очищаемой поверхности [3].

При коллапсе пузырька в жидкости генерируются волны разрежения-сжатия, способные на обработанной поверхности сформировать кумулятивные микроструйки со скоростями движения в 100–520 м/с [3].

Очистка от коррозии кавитационными струями является эффективным способом обработки поверхностей, а присутствие кавитационных пузырьков усиливает эрозионное воздействие струи [3].

Существенными недостатками гидравлических способов очистки являются: необходимость обязательного пассивирования поверхности; повышенный износ струеформирующих устройств [3].



а



б

Рис. 1. Очистка лопасти гребного винта от коррозии:
а – лопасть гребного винта до ГАО; *б* – лопасть гребного винта после ГАО с использованием бентонитовой глины

Результаты исследований, проведенных на кафедре «Гидротехническое и энергетическое строительство, водный транспорт и гидравлика» БНТУ, показывают (рис. 1, *а*, *б*), что весьма эффективно для борьбы с коррозией

может быть использована технология ГАО с применением бентонитовой глины, обеспечивающая наряду с очисткой, подготовку металлических поверхностей под покраску и формирование защитного пленочного покрытия с высокой адгезионной прочностью [3].

Из анализа проведенных испытаний было установлено, что в течении как минимум 8 часов после обработки металлическая поверхность сохраняла матовый цвет, очаги возникновения повторной коррозии отсутствовали.

Выводы:

1. Проанализированы основные способы очистки металлических поверхностей от коррозии, применяемые за рубежом и в Республике Беларусь.

2. Приведены результаты очистки гребного винта по технологии ГАО с применением бентонитовой глины.

Литература

1. Технология судостроения / В. Л. Александров [и др.]; под общ. ред. А. Д. Гармашева. – СПб.: Профессия, 2003. – 341 с.

2. Неверов, А. С. Коррозия и защита материалов: учеб. пособие / А. С. Неверов, Д. А. Родченко, М. И. Цырлин. – Мн.: Высшая школа, – 2007. – 221 с.

3. Филипчик, А. В. Технология струйной гидроабразивной очистки и защиты стальных изделий от коррозии с использованием в составе рабочей жидкости бентонитовой глины: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.07 / Филипчик Алексей Вячеславович. – Мн., 2012. – 146 с.

УДК 629.55

Об использовании конической насадки в водометных движителях речных судов

Афанасьев А. П.¹, Кособуцкий А. А.², Ленкевич С. А.²

¹ОАО «Белсудопроект»

Гомель, Республика Беларусь;

²Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

В статье приводится краткое обоснование применения конической насадки в водометных движителях речных судов.

При эксплуатации речных судов, например, буксирных теплоходов проекта 570 и 730, на реках и каналах Республики Беларусь возникают