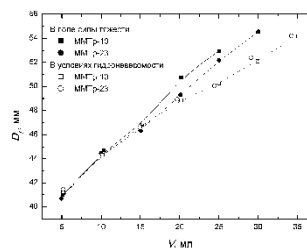


а



б

Рисунок 3

Как видно из рисунка 3, а толщина слоя жидкости в условиях гидроневесомости не зависит от намагниченности жидкости. Преобладающей силой, определяющей формирование свободной поверхности капли, является магнитная сила, которая удерживает каплю вокруг магнита. В поле силы тяжести гравитационная сила наоборот способствует растеканию жидкости, и форма свободной поверхности определяется на основе конкурирующего действия между гравитационной и магнитной силой. При этом, чем больше намагниченность жидкости, тем больше и величина магнитной силы. Как видно из представленных зависимостей толщина слоя жидкости в условиях гидроневесомости и в поле силы тяжести одинакова только для жидкости с намагниченностью насыщения 23,1 кА/м и объемом капли 15 мл. Для жидкости ММТр-10 толщина слоя жидкости меньше, чем в условиях гидроневесомости, что говорит о значительном влиянии силы тяжести на формирование капли. Для жидкости ММТр-44 наоборот толщина слоя несколько больше чем в условиях гидроневесомости, что в первую очередь связано с тем, что для этой жидкости наблюдались пики неустойчивости, вызванные наличием магнитного скачка давления. Для этой жидкости толщина слоя измерялась с учетом высоты пиков неустойчивости.

При этом продольный размер капель независимо от условий проведения эксперимента достаточно хорошо совпадает для объемов жидкости до 15 мл. Далее наблюдается существенное отличие в значениях продольного размера, что также вызвано увеличением роли гравитационной силы в формировании капли.

Таким образом, результаты эксперимента свидетельствуют о том, что при формировании капель объемом до 10 мл преобладающей силой является магнитная сила, при этом действием гравитационной силы можно пренебречь.

Результаты работы могут быть использованы для апробации теоретических моделей, описывающих форму поверхности капли магнитной жидкости вокруг постоянного магнита.

УДК 621.9.047.7

ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ

Дай Вэньци**, Алексеев Ю.Г. *, Королёв А.Ю. *

*Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

**Белорусский национальный технический университет

E-mail: tony.q1989@live.cn

Abstract. The authors have developed a new method of polishing and cleaning the interior surfaces of long-length tubular products on the basis of electrolytic plasma treatment that – as compared to the existing methods – ensures a high-quality high intensity treatment using non-toxic, environmentally friendly, and cheap electrolytes. This paper presents the results of a study

of the technological features of the electrolytic plasma treatment of the interior surfaces of long-length tubular products.

Известные методы обработки внутренних поверхностей труб включают в себя пескоструйную очистку, химическую очистку кислотными реагентами (щавелевая, муравьиная, сульфаминовая, ортофосфорная кислоты) и электрохимическое полирование.

Недостатками химического метода являются неравномерность очистки, большой съем металла, ограниченное количество применений реагентов, сложный подбор химического состава и концентрации реагентов, сложная и экологически вредная утилизация отработанных реактивов, высокая стоимость химических реагентов. Недостатками пескоструйной очистки являются низкая производительность при высоких затратах, а также вред, наносимый персоналу, из-за высокой дисперсности абразивной пыли. Недостатком электрохимического полирования является низкая производительность обработки, поскольку подача больших токов из-за рассеивающей способности электролита вдали от зоны основного действия электрода затруднена, ограниченная длина обрабатываемой полости из-за нагрева гибких токоподводов при рабочих плотностях тока, применение агрессивных дорогостоящих электролитов и высокие затраты на их утилизацию.

Авторами разработан новый метод полирования и очистки внутренних поверхностей длинномерных трубчатых изделий на основе электролитно-плазменной обработки, обеспечивающий по сравнению с существующими методами качественную обработку с высокой интенсивностью с применением нетоксичных, экологически безопасных и дешевых электролитов. Реализация метода становится возможной при использовании перемещаемого внутри обрабатываемой трубы электрода-инструмента, являющегося катодом. В корпусе электрода-инструмента имеется щелевое сопло, через которое электролит подаётся на внутреннюю поверхность трубы (рисунок 1).

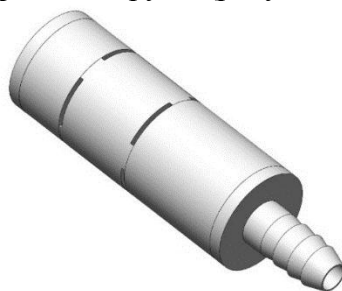


Рисунок 1 – Общий вид электродного устройства

В работе исследовалось влияние технологических особенностей процесса электролитно-плазменной обработки внутренних поверхностей длинномерных трубчатых изделий: влияние ширины щелевого сопла, а также расхода и скорости электролита на устойчивость парогазовой оболочки, плотность тока и производительность в процессе электролитно-плазменной обработки внутренних поверхностей трубчатых изделий.

В результате экспериментальных исследований отмечена высокая интенсивность очистки и сглаживания микронеровностей внутренней поверхности труб (выше в 3 – 5 раз) по сравнению с электролитно-плазменной обработкой наружной поверхности в её классическом виде. Исследования обработанной поверхности трубы из стали 12X18H10T показали, что окалина и сварочный шлак удаляются полностью, поверхность металла очищается и имеет блестящий вид. При исходной поверхности с параметром шероховатости Ra 0,28 – 0,48 мкм после обработки получен параметр шероховатости в пределах Ra 0,06 – 0,26 мкм.

По сравнению с известными методами разработанный метод позволяет сократить количество технологических переходов, позволяет использовать экологически чистые,

дешевые и недефицитные электролиты, повышает качество обработки за счет нивелирования поверхности в зоне сварных швов путем оптимизации энергетических условий, при которых парогазовая оболочка возникает только у поверхности изделия.

На рисунке 2 представлен результат электролитно-плазменной обработки внутренней поверхности трубы диаметром 26,5 мм из стали 12X18H10T.

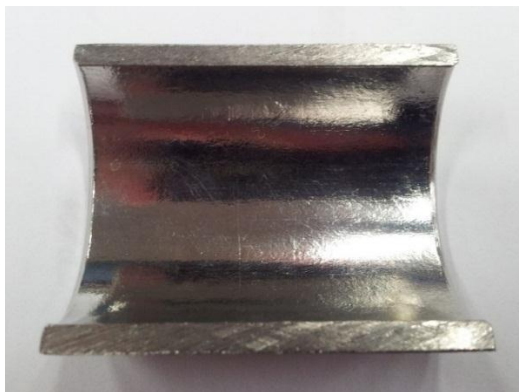


Рисунок 2 – Результат электролитно-плазменной обработки внутренней поверхности трубы диаметром 26,5 мм из стали 12X18H10T

По результатам исследований установлено, что в процессе электролитно-плазменной обработки внутренних поверхностей трубчатых изделий при различных значениях ширины щелевого сопла в электроде-инструменте (от 0,5 до 2,0 мм) с увеличением расхода электролита наблюдается прямо пропорциональное увеличение силы тока. Установлено, что достаточно широкий рабочий диапазон скорости электролита обеспечивается при ширине щелевого сопла 0,5 и 1,0 мм. При этом максимальная сила тока 9 А достигается при ширине 1,0 мм. Нормальное протекание процесса при ширине щелевого сопла 1,5 и 2,0 мм невозможно из-за неустойчивости парогазовой оболочки.

Плотность тока и производительность электролитно-плазменной обработки внутренних поверхностей трубчатых изделий повышается с увеличением скорости истечения электролита из электрода-инструмента. Так, при использовании электрода-инструмента с шириной щелевого сопла 1,0 мм с повышением скорости истечения электролита от 0,15 до 0,44 м/с плотность тока увеличивается с 1,6 до 3,16 А/см².

Разработанная технология при условии обеспечения токоподвода и подачи электролита к электроду-инструменту, перемещаемому внутри трубы, обеспечивает возможность электролитно-плазменного полирования и очистки внутренних поверхностей трубчатых изделий большой длины (до 10 м) с различной формой профиля (круг, квадрат, прямоугольник). При этом необходимым условием является регулярность профиля трубы по всей длине.