Знакомство с новым методом удаления ржавчины: абразивно-щеточная очистка

Bristle Blasting Process: A New Corrossion Removal Method

Роберт Дж. Станго и Пиуш Хуллар

Robert J. Stango and Piyush Khullar

Введение и общие сведения

Разработка новых методов очистки пораженных ржавчиной поверхностей и их подготовки к ремонту имеет решающее значение для обеспечения надежности и безопасности эксплуатации ответственных металлоконструкций в составе элементов инфраструктуры. В связи с этим непрерывно ведутся работы по выявлению новых экономичных и эффективных способов удаления ржавчины и подготовки поверхности для восстановления или нанесения лакокрасочных и защитных покрытий.

Несмотря на все разнообразие разрабатываемых инструментов и оборудования для очистки и восстановления поверхностей, наиболее распространенным и широко используемым методом восстановления подтвержденных процессам старения и коррозии металлических конструкций элементов инфраструктуры остается абразивно-струйная

Introduction and Background

The development of innovative surface cleaning and surface preparation methods for refurbishing corroded surfaces is essential for safeguarding metallic components that are critical to our infrastructure. To this end, maintenance engineers are constantly searching for cost efficient and effective methods for removing corrosive layers and providing a fresh, receptive surface for newly applied paints and coatings.

Although many different tools and equipment have evolved for surface cleaning and restoration, the grit blasting process has emerged as the most common and widely used method for maintaining an aging, corrosion-prone infrastructure. Success of the grit blasting process can be attributed to its' inherent ability to simultaneously perform the following tasks, which are deemed necessary prior to the reapplication of protective coatings:

» Removal of aggregate foreign substances from the surface;

обработка. Популярность абразивно-струйной обработки связана с тем, что она позволяет решить следующие задачи по подготовке поверхностей к нанесению защитных покрытий:

» удаление с поверхности частиц загрязнений;
» очистка поверхности до чистого металла без загрязнений (т. е. до металла твердой основы);
» создание текстуры поверхности, обеспечивающей адгезию наносимых покрытий.

Тем не менее, абразивно-струйная обработка является по своей сути сложным процессом, связанным с применением крупногабаритного тяжелого оборудования, эксплуатация которого сопряжена с возможными рисками для людей и окружающей среды. В связи с этим при работе с таким оборудованием требуется использовать специальные средства защиты, обеспечивающие приток очищенного от мелких абразивных частиц воздуха для дыхания. Применение подобного оборудования связано с дискомфортом и большими нагрузками на организм и значительно сокращает допустимую продолжительность работы без перерыва на отдых. В то же время при производстве работ требуется обеспечить улавливание абразивного материала для поддержания соответствия жестким требованиям, устанавливаемым природоохранными органами. В результате абразивно-струйная обработка оказывается дорогостоящим и в связи с этим нецелесообразным методом, что ведет к необходимости поиска альтернативных решений, позволяющих устранить упомянутые выше недостатки без ущерба для качества подготовки поверхности.

В настоящей статье рассматривается новый способ подготовки поверхностей т.н. методом абразивно-щеточной очистки, позволяющий объединить решение упомянутых выше задач в ходе одной операции. Как и абразивно-струйная обработка, абразивно-щеточная очистка основана на многократном ударном воздействии, ведущем к образованию микроскопических выбоин на обрабатываемой поверхности, за счет достаточно высокой кинетической энергии, обеспечивающей очистку до белого металла и придание поверхности однородной текстуры. Для очистки применяется динамически сбалансированная вращающаяся проволочная щетка с закаленными и заостренными концами образующих ее проволок. При соударении с очищаемой от ржавчины поверхностью концы проволок щетины совершают колебательные движения и возвращаются в исходное положение, в результате чего при обработке на поверхности образуется рисунок выбоин, соответствующей текстуре, обычно создаваемой при абразивно-струйной обработке. Эффективность применения абразивно-щеточной очистки рассматривается на примере очистки сильно поврежденных коррозией труб по API 5L, широко применяемых в нефтегазовой

» Exposure of an essentially contamination-free, fresh surface (i.e. exposure of base metal/substrate material);
» Creation of a surface morphology or anchor profile that will be receptive to subsequently applied coatings.

However, grit blasting operations are inherently complex, and involve the use of equipment that is large, cumbersome and potentially at odds with both the user and the environment. That is, workers must be encapsulated in a specially enclosed suit that will ensure the flow of clean, breathable air that is free of spent media debris.

The use of such equipment is confining and strenuous, and places considerable limitations on the ability of workers to function without taking frequent periods of rest. At the same time, spent media must often be recovered in order to satisfy stringent requirements that are enforced by various environmental protection agencies. Altogether, grit blasting is a costly and prohibitive process, and optional approaches for preparing surfaces are needed that can circumvent these problems, without compromising the quality of cleaned surfaces.

In this article, a newly developed surface preparation process termed bristle blasting is presented that can also satisfy all of the above tasks in a single step. Like grit blasting, the bristle blasting process is an impact/crater-formation based technique that repeatedly strikes the target surface with sufficient kinetic energy to remove contamination and expose a fresh, consistently textured surface. The process utilizes a dynamically tuned rotary wire bristle tool whose tips are both hardened and sharpened. Upon impacting the corroded surface, bristle tips immediately retract, thereby causing a repetition of craters that mimic indentations which are commonly associated with grit blast media. Performance of the bristle blasting tool is examined within the context of cleaning severely corroded API 5L piping, which is commonly used in the petroleum industry. The results obtained for surface cleanliness and texture are shown to be on an equal par when compared to traditional grit blasting processes. Unlike grit blasting, however, this new process uses a light-weight power-driven hand tool that only requires the use of nominal safety equipment such as safety glasses, dust mask, and work gloves.

Description and Use of the Bristle Blasting System

The equipment that is used for bristle blasting is shown in Figure 1, and consists of a hand-held power tool system having a main body, control handle, protective shroud, accelerator bar, dust vacuum, and rotating spindle, which operates at approximately 2,500 rpm. Although the pneumatic version of the bristle blasting system is shown in Figure 1 (overleaf), an alternate version of the tool is also available that operates on a standard electric power outlet. At the core of the system is the wire bristle blasting tool, which is attached to the power tool spindle. As shown in Figure 2 (overleaf), the tool is comprised of steel wires

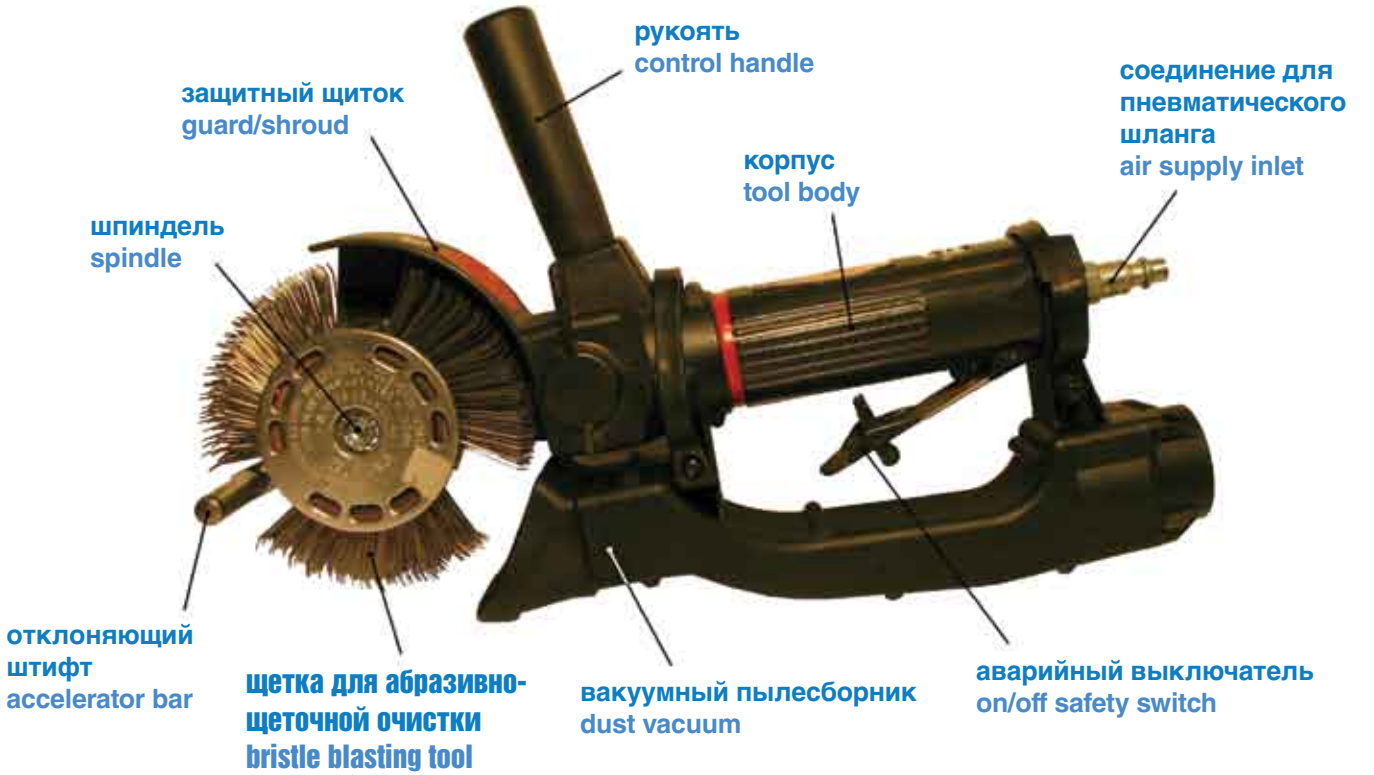

Рис. 1 : Общий вид инструмента для абразивно-щеточной очистки
Fig. 1 : Overall view of bristle blasting tool system

промышленности. Как было установлено, получаемые показатели чистоты и текстуры поверхности не уступают показателям, обычно достигаемым при традиционной абразивно-струйной обработке. Тем не менее, в отличие от абразивно-струйной обработки, новый метод основан на использовании легкого механизированного ручного инструмента и требует применения лишь небольшого числа обычных средств индивидуальной защиты, таких как защитные очки, маска и перчатки.

Описание и порядок выполнения абразивно-щеточной очистки

Оборудование для абразивно-щеточной очистки, показанное на рис. 1, представляет собой механизированный инструмент, состоящий из корпуса, рукояти, защитного щитка, отклоняющего штифта, вакуумного пылесборника и шпинделя, вращающегося со скоростью около 2500 об./мин. На рис. 1 показан инструмент для абразивно-щеточной очистки с пневматическим приводом.

Инструмент также выпускается в исполнении с электрическим приводом и питанием от сети переменного тока общего назначения. Важнейшим элементом инструмента является специальная проволочная щетка для абразивно-щеточной очисти, закрепленная на его шпинделе. Как показано на рис.

whose tips are hardened (Rc ≈ 65) in order to ensure efficient corrosion removal and longevity of service life. The bristles protrude through and are securely held by a polymeric/fiber-reinforced belt that is supported by a flexible plastic ring. Together, the plastic ring and wire-belt assembly are secured by a die-cast hub which, in turn, is fastened to the power tool spindle.

Standard use of the tool is depicted in Figure 3(a), whereby a heavily oxidized layer is being removed from the steel surface. Typically, the rotating tool is placed in direct contact with the corroded surface, and light forces are applied by the user while moving the tool horizontally (i.e., from left-to-right) along the surface as shown. Continued use of the tool in this manner generates a series of cleaned horizontal rows, which leads to the final, corrosion-free surface shown in Figure 3(b).

Mechanical Principles of Operation

Recent experimental studies on the impact mechanics of rotary bristles have shown that, for a properly designed bristle geometry and synchronous rotational speed, collision of the bristle tip with a target surface is followed by an immediate rebound/retraction of the tip from the impact site [1, 2]. That is, the collision results in a single/primary impact crater, similar to the micro-indentation that is characteristic of grit blast processes [3]. The duration of this contact event occurs over an extremely short time interval,

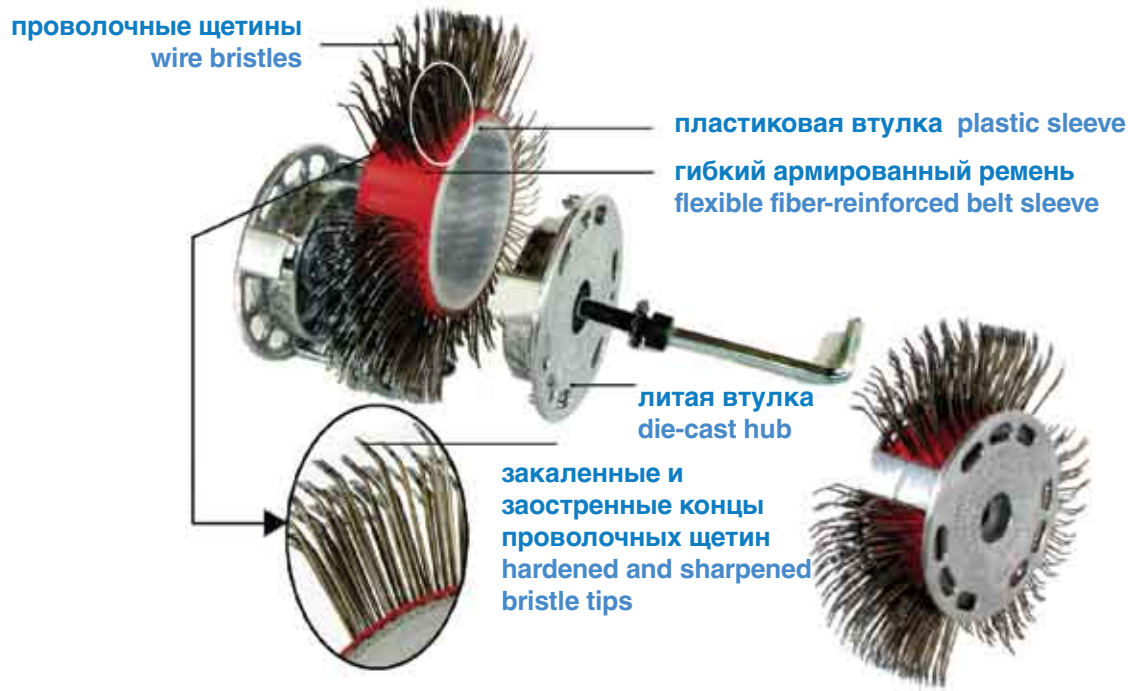

Рис. 2 : Детали устройства щетки для абразивно-щеточной очистки
Fig. 2 : Detailed view of bristle blasting tool components and assembly

2, щетка состоит из отдельных проволочных щетин, концы которых закалены (твердость по Роквеллу Rc

and a digital high-speed camera is needed to record and optimize the process. The collision sequence is illustrated in

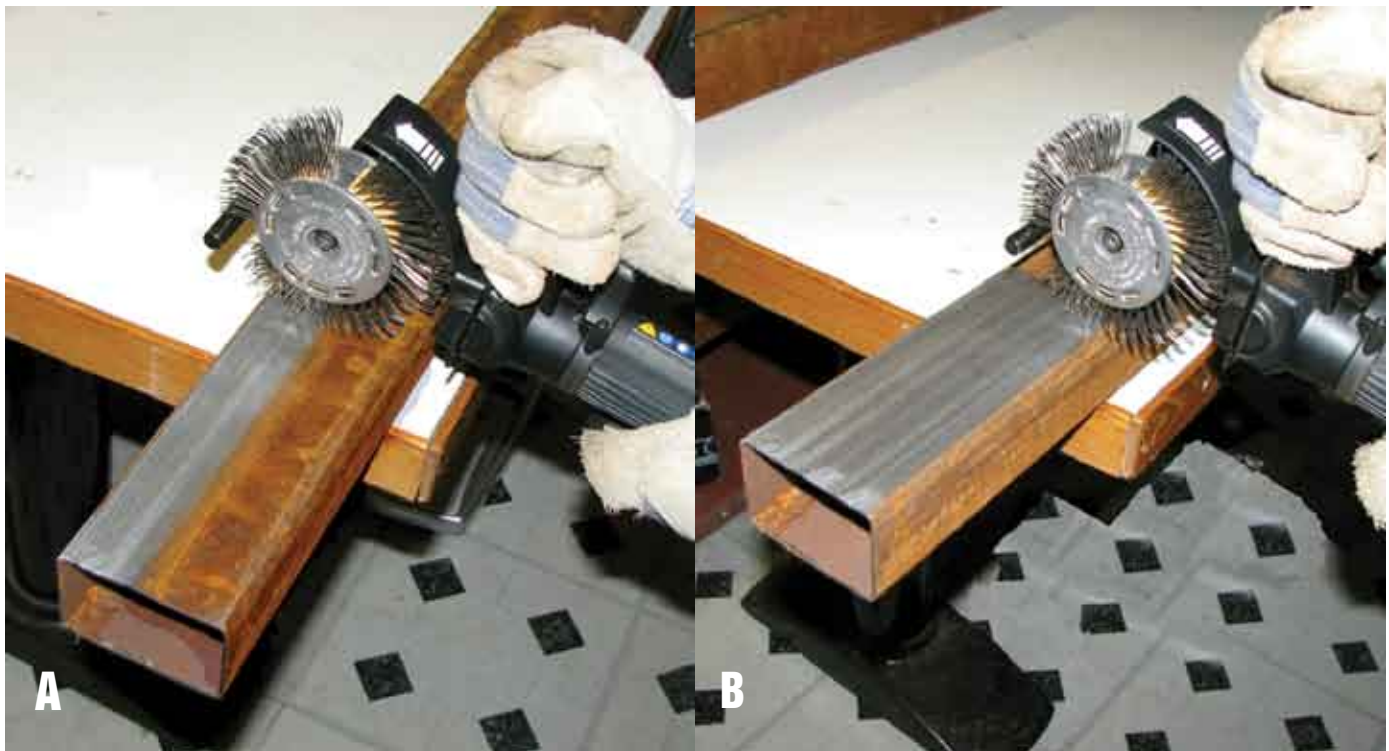

Рис. 3 : Удаление слоя ржавчины методом абразивно-щеточной очистки (3(a)) и очищенная от ржавчины поверхность металла после завершения обработки (3(b))
Fig. 3 : Removal of corrosive layer via bristle blasting process (3(a)), and final corrosion-free surface obtained at conclusion of application (3(b))

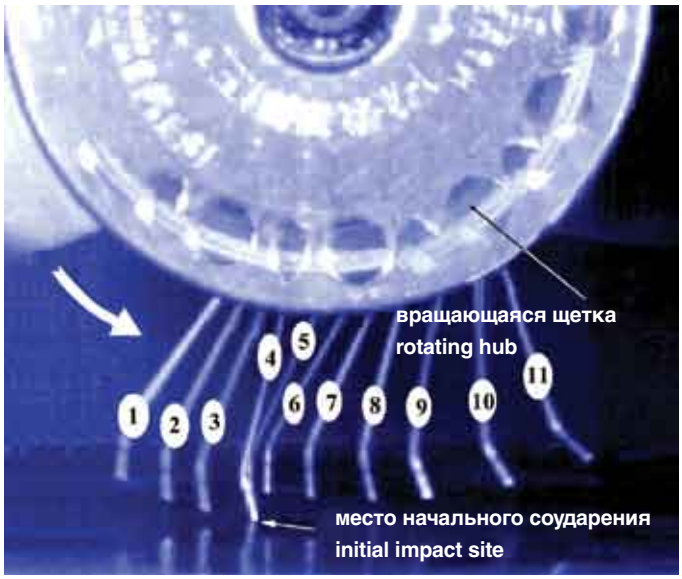

Рис. 4 : Последовательность кадров высокоскоростной цифровой камеры, фиксирующих движение одной проволочной щетины, включая сближение с поверхностью (кадры 1, 2 и 3), соприкосновение и соударение (кадр 4), последующее колебательное движение от поверхности (кадр 5) и возврат в состояние равновесия (кадры 6 -11).

Fig. 4 : Successive frames of a single bristle taken from high-speed digital camera depicting the approach (frames 1, 2, and 3), contact/collision (frame 4), subsequent retraction (frame 5), and return to equilibrium position (frames 6-11) of bristle.

≈ 65) для обеспечения требуемой эффективности удаления ржавчины и длительного срока службы. Щетины закреплены в выполненном из армированного полимера ремне, который поддерживается эластичным кольцом из пластика.

Пластиковое кольцо и ремень со щетками закреплены на литой втулке, устанавливаемой на шпиндель инструмента. Порядок пользования инструментом показан на рис. 3(a) на примере очистки стальной детали от толстого слоя ржавчины. При обработке вращающая щетка вводится в соприкосновение с пораженной ржавчиной поверхностью с небольшим нажимом, а инструмент перемещается вдоль очищаемой поверхности по горизонтали (слева направо), как показано на рисунке. Использование инструмента описанным образом позволяет обрабатывать поверхность металла в несколько рядов по горизонтали, в результате чего выполняется полная зачистка всей поверхности, как показано на рис. 3(b).

Механические принципы действия

Выполненные в последние годы исследования механики соударений проволочных щетин вращающихся щеток

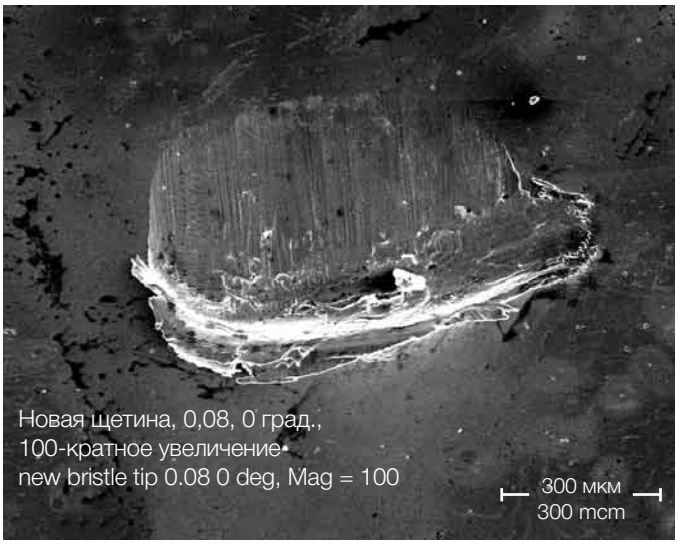

Рис. 5 : Полученное при помощи сканирующего электронного микроскопа изображение выбоины, образовавшейся в результате соударения проволоки с поверхностью мягкой стали (API 5L).

Fig. 5 : Scanning Electron Microscope (SEM) micrograph of impact crater generated during bristle tip collision with ductile surface (API 5L) material system.

Figure 4, whereby 11 (eleven) successive frames have been superimposed in order to capture the complete contact event of a single bristle. One may observe that the incoming bristle approaches the surface (bristle is moving from left-to-right) in frames 1, 2, and 3, and undergoes impact with the metallic surface in frame 4. Subsequently, frame 5 indicates that the bristle tip has rebounded from the surface, and has actually retracted toward the rearward direction (i.e., behind the initial impact site). Frames 6 - 11 show successive stages of the bristle motion as further recovery occurs, and the bristle eventually returns to an equilibrium position. The actual impact crater that is formed during contact with a ductile surface (API 5L piping) is shown in Figure 5, and indicates a micro-excavation termed “shoveling”, which is similar to those generated by grit blast media [3].

Corrosion Removal Performance and Texture

The corrosion removal performance and surface texture that can be achieved via bristle blasting operations is now examined within the context of removing severe corrosion from API 5L piping, which is commonly used for on-shore and off-shore applications in the petroleum industry. The initial surface of a severely corroded pipe that will be cleaned via the bristle blasting process is shown in Figure 6, whereby a uniform corrosive layer appears on both the internal and external surfaces. Examination of this corroded pipe suggests that the standard grade condition SSPC Condition D (100% rust with pits) accurately assesses the degree of surface corrosion.

In Figure 7 (top) the interior surface of a cleaned segment of the pipe is shown after bristle blasting, along with

для очистки поверхности металла показывают, что при правильном подборе формы щетины и обеспечении равномерного вращения после соударения проволоки с обрабатываемой поверхностью проволока начинает совершать колебательные движения, ведущие к последующим соударениям ее конца с обрабатываемой поверхностью [1, 2]. Таким образом, при соударении образуется не только начальная основная выбоина на поверхности металла, но и ряд микро-выбоин, характерных для текстуры, образующейся при абразивно-струйной обработке [3]. Соударения происходят очень быстро, и для их учета и оптимизации режима обработки необходимо применение высокоскоростной цифровой видеокамеры. Последовательность соударений при обработке иллюстрируется рис. 4, на котором показан результат объединения 11 (одиннадцати) последовательных кадров, позволяющих полностью отобразить последовательность соударений отдельной проволоки с обрабатываемой поверхностью. На кадрах 1, 2 и 3 показано приближение проволоки к поверхности (щетка движется слева направо), на кадре 4 – соударение с поверхностью металла. На кадре 5 видно, что проволока упруго отскакивает от поверхности, а затем отклоняется назад (за точку первоначального соударения).

На кадрах 6 - 11 показаны дальнейшие фазы движения проволоки после отскока и ее возвращения в положение равновесия. Таким образом, выбоины образуются на протяжении всего процесса соприкосновения с поверхностью мягкой стали (труба по API 5L), как показано на рис. 5, на котором видно образование цепочек микрошероховатостей, схожих с получаемыми при воздействии абразива в ходе абразивно-струйной обработки [3].

Эффективность удаления ржавчины и текстура поверхности

В этом разделе рассматривается эффективность удаления ржавчины и текстура поверхности, получаемой при абразивно-щеточной очистке, на примере удаления толстого слоя ржавчины с поверхности труб по техническим условиям API 5L, которые широко используются для строительства объектов береговой и морской инфраструктуры нефтегазодобывающих предприятий. Начальное состояние сильно поврежденной ржавчиной поверхности до абразивно-щеточной очистки показано на рис. 6, на котором виден непрерывный однородный слой ржавчины как на внешней, так и на внутренней поверхности трубы.

Осмотр поврежденной ржавчиной трубы, изображенной на рисунке, указывает на то, что развитие ржавчины и состояние поверхности соответствует классу D по стандарту SSPC (100% ржавчины с раковинами).

Рис. 6 : Поврежденная ржавчиной поверхность трубы по API 5L до обработки методом абразивно-щеточной очистки

Fig. 6 : Corroded surface of API 5L pipe prior to cleaning via bristle blasting process

the initial corroded segment place directly below in Figure 7 (bottom) for comparison. Careful examination of Figure 7 (top) indicates that the cleaned surface has a uniform appearance and is free of corrosion. Detailed characteristics of the bristle blasted surface are shown in SEM micrographs appearing in Figure 8(a) and 8(b). A coarsely textured surface that is free of corrosion and corrosive pits is clearly seen in Figure 8(a) (magnification 20x), and evidence of uniformly dispersed craters formed by bristle tips is readily apparent. Higher magnification of the surface is shown in Figure 8(b) (100x) whereby individually formed craters can be seen that indicate repetitious impact of the bristle tips with the ductile material. Moreover, the craters closely resemble the morphology of the impact crater shown in Figure 5. Direct measurement of the texture appearing in Figure 7 (top) via standard press-film replica tape indicates that a uniform roughness of Rz ~ 80 (microns) is obtained.

As one may expect, continued use of the bristle blasting tool can lead to the eventual wear of bristle tips and, therefore, the eventual reduction of both corrosion-removal and texture-generating performance. In order to assess this aspect of tool performance, significant testing has been performed. A portion of these test results are shown in Figure 9, whereby the relationship between surface texture performance and the overall time period of continuous tool use is examined. That is, the surface texture Rz (microns) has been measured and recorded as the bristle tool is used continuously over a time period exceeding one hour. These results indicate that the as-received (i.e., new) tool generates a surface texture of Rz ~ 80–85 (microns), whereas continued use of the tool leads to gradual erosion of texture. At the conclusion of tool life

На рис. 7 (вверху) показана внутренняя поверхность участка трубы после абразивно-щеточной очистки в сравнении с ее начальным состоянием (рис. 7, внизу). При рассмотрении рис. 7 (вверху) можно определить, что после очистки поверхность имеет равномерную текстуру и не содержит признаков ржавчины. Более подробное состояние поверхности после щеточно-абразивной обработки показано на полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа фотографиях на рис. 8(a) и 8(b). Поверхность с грубой текстурой и без признаков коррозии и вызванных коррозией раковин хорошо видна на рис. 8(a) (20-кратное увеличение), что свидетельствует о равномерности распределения выбоин, образующихся при соударении с проволочными щетинами.

При рассмотрении поверхности под большим увеличением на рис. 8(b) (100-кратное увеличение) выявляется равномерный характер распределения мест соударений проволочных щетин с мягким металлом трубы. Более того, строение углублений соответствует строению углубления, показанного на рис. 5. При непосредственной оценке текстуры, показанной на рис. 7 (вверху), по эталону установлено, что он характеризуется равномерной шероховатостью класса Rz ~ 80 (мкм).

Очевидно, что в ходе абразивно-щеточной очистки имеет место износ концов проволочных щетин, что в конечном счете ведет к снижению как эффективности удаления ржавчины, так и качества создаваемой текстуры поверхности. Для уточнения показателей этого процесса был выполнен значительный объем экспериментальных исследований. Частично результаты таких исследований показаны на рис. 9, отражающем взаимосвязь между эффективностью текстурирования поверхности и общим временем непрерывной работы инструмента.

В ходе исследований выполнялась оценка шероховатости (чистоты) поверхности Rz (мкм) и регистрация ее изменений в зависимости от продолжительности непрерывной работы щетки в течение периода продолжительностью более одного часа. Результаты исследований показывают, что не бывшая в употреблении щетка позволяет получить текстуру с шероховатостью Rz ~ 80-85 (мкм), а по мере увеличение времени работы имеет место постепенное уменьшение глубины получаемой текстуры. К концу расчетного срока эксплуатации (около одного часа непрерывной

Рис. 7 : Фотография очищенного образца трубы по API 5L (вверху). Начальное состояние пораженной ржавчиной поверхности до очистки показано для сравнения (внизу)

Fig. 7 : Photograph of cleaned API 5L specimen (top). Condition of initially corroded surface shown for comparative purposes (bottom)

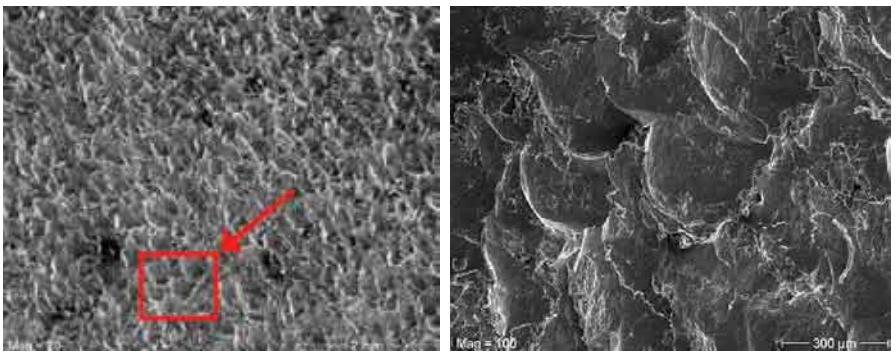

Рис. 8 : Полученная с помощью сканирующего электронного микроскопа фотография прошедшей абразивно-щеточную обработку поверхности, показанной на рис. 7 (вверху). Состояние поверхности на рис. (8a) показано при 20-кратном увеличении; обозначенный стрелкой участок показан на рис. (8 b) при 100-кратном увеличении.

Fig. 8 : SEM micrographs of the bristle blast treated surface shown in Figure 7 (top). Surface details shown in Figure (8a) at 20x; additional magnification of region indicated by the arrow is shown in Figure (8b) at 100x.

(approximately one hour), texture performance of the tool has eroded to approximately Rz ~ 60–65 (microns). These results imply that the bristle blasting process is ideally suited for spot-repair applications, or for larger applications where grit blast applications are prohibitive.

Visual Cleanliness

Based upon the surfaces prepared via bristle blasting (see Figure 3(b) and Figure 7 (top)), a direct comparison can be made with visual cleanliness

работы) шероховатость, получаемая при обработке, уменьшается до примерно Rz ~ 60-65 (мкм). Полученные результаты указывают на то, что абразивно-щеточная очистка идеально подходит для местного ремонта, а также для очистки участков большей площади, в тех случаях, когда применение абразивно-струйной очистки представляется нецелесообразным.

Визуальная оценка чистоты

Качество поверхности после абразивно-щеточной очистки (см. рис. 3(b) и рис. 7 (вверху)) может быть прямо сопоставлено с показателями чистоты поверхности при визуальном контроле, установленными Советом по покраске стальных конструкций (SSPC), которые широко используются квалифицированными рабочими, занимающимися подготовкой поверхностей к покраске. Во всех рассмотренных случаях качество поверхности превышает показатели, установленные опубликованными стандартами для обработки ручным и электроинструментом [4]. Определяемая визуальным контролем чистота поверхностей во всех рассмотренных случаях сопоставима с установленными SSPC показателями очистки до «белого металла» (т. е. классы чистоты SP 5 и SP 10), обычно получаемыми при использовании абразивно-струйной обработки [5].

standards that are published by the Steel Structures Painting Council (SSPC), and widely used by the trained workers in the surface preparation community. In each case, the surfaces far exceed the cleanliness that is associated with published norms for various hand and power tools [4]. However, the appearance/ cleanliness of these surfaces is quite comparable to SSPC “white metal” standards (that is, SP 5 and SP 10) that are typically associated with grit blasting processes [5].

References & Author

1. **Wojnar, N.,** 2006, *Design and Application of Rotary Bristle Brush for Peening Applications*, M.S. Thesis, Marquette University, Milwaukee, WI 53233.

2. **Stango, R. J. (Author), and Khullar, P. (Author),** 2008, *Introduction to the Bristle Blasting Process for Simultaneous Corrosion Removal/Anchor Profile*, ACA Journal of Corrosion and Materials 33 (5), 26-31.

3. **Budinski, K. G., and Chin, H,** 1983, *Surface Alteration in Abrasive Blasting, Wear of Materials*, 311-318.

4. **SSPC-VIS 3,** *Visual Standard for Power- and Hand-Cleaned Steel, Steel Structures Painting Council*, Pittsburgh, PA 15213-3724.

MONTI MBX® BRISTLE BLASTER® *КОМПАНИИ MONTI*

Очистка и профилирование за одну операцию.

MONTI Werkzeuge GmbH – немецкая компания, специализирующаяся в области разработки и изготовления инструментов для подготовки поверхностей. Недавно разработанный и запатентованный инструмент MONTI MBX® Bristle Blaster® устанавливает новый стандарт механических инструментов по очистке и подготовке поверхностей.
Нашу технологию уже используют и рекомендуют такие компании, как International Paint, STOPAQ, Belzona, QatarGas, GASCO, ExxonMobil, TOTAL и другие.

Инструмент MBX® Bristle Blaster®

- Обеспечивает безопасность, низкий уровень вибрации, экологическую чистоту – в процессе работы не используются и не создаются опасные вещества
- Быстро снимает ржавчину, покрытия и окалину
- Восстанавливает поверхность до состояния близкого к чистому металлу
- Обеспечивает шероховатость 60-85 мкм на стальных поверхностях (стандарт API 5L)
- Не шлифует и не полирует
- Не создает термического повреждения и побежалости
- Применяется для точечного ремонта участков, где очистка абразивными материалами неэффективна или запрещена
- Для подготовки сварных швов
- Возможно применение на сварных швах, кромках, вокруг болтов, в труднодоступных местах
- Эффективен для обработки поверхностей мачт линий электропередач, при ремонте мостов и трубопроводов, может использоваться на морских платформах, других морских объектах, НПЗ

Испытания CCIC на объекте; компания QatarGas

MONTI Werkzeuge GmbH
Steinbruchweg 2 b
DE – 53227 Bonn, Germany
Тел.: +49 – (0) 228 – 85 44 670
Факс: +49 – (0) 228 – 47 60 99
info@monti.de – www.monti.de
Приглашаем дистрибьюторов.

Рис. 9 : Изменение текстуры поверхности по мере износа щетки
Fig. 9 : Variation of surface texture/anchor profile as bristle tool progressively ages

Используемая литература

1. **Войнар, Н.,** 2006 г. *Проектирование и применение вращающихся щеток для упрочняющей очистки, диссертация магистра наук*, Университет им. Маркетта, г. Милуоки, шт. Висконсин, 53233.

2. **Станго Р. Дж. и Хуллар П.,** 2008 г. *Введение в метод абразивно-щеточной обработки для одновременной очистки от ржавчины и создания шероховатой поверхности под покраску.* Журнал Американской ассоциации изучения коррозии.

3. **Будинский К. Дж. и Чин Х,** 1983 г. *Изменение характеристик поверхности при абразивно-струйной обработке*. Износ материалов. сс. 311-318.

4. **SSPC-VIS 3.** *Стандарт визуальной оценки состояния поверхности при очистке ручным и электрическим инструментом.* Совет по покраске стальных конструкций, Питсбург, Пенсильвания, 15213-3724.

5. **SSPC-VIS 1.** *Указания и справочные фотографии стальных поверхностей после подготовки сухой абразивно-струйной обработкой.* Совет по покраске стальных конструкций, Питсбург, Пенсильвания 15213-3724.

5. **SSPC-VIS 1,** *Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Dry Abrasive Blast Cleaning*, Steel Structures Painting Council, Pittsburgh, PA 15213-3724.

Robert J. Stango
Professor of Mechanical Engineering and correspondent for this publication, Marquette University, Milwaukee

Piyush Khullar
Graduate Research Assistant, Mechanical Engineering Department, Marquette University, Milwaukee

Роберт Дж. Станго
Профессор кафедры инженерной механики, консультант при подготовке настоящей статьи, университет им. Маркетта.

Пиуш Хуллар
Аспирант кафедры инженерной механики, университет им. Маркетта.

As part of the Eurasian Energy Summit

OIL AND GAS TECHNOLOGY MODULE

9-11 December 2008
Shenzhen, China

The Module will include a conference OIL AND GAS SERVICES - ADVANCED TECHNOLOGIES IN THE CIS AND ASIA PACIFIC and a MINI-EXHIBITION of the latest oil and gas technologies and equipment from China, Russia, Kazakhstan, Europe and the U.S.

The Technology Module is designed to:

- cover issues related to introducing and deploying new technologies in the oil and gas industry
- help establish new business ties
- present state-of-the-art oil and gas technologies and equipment
- provide analysis of technological development trends in China, the CIS and Asia Pacific

To register, please contact:

Asel Sabyrova, Project Manager:
a_sabyrova@cenergy.eu

Organisers:

Confidence Energy

HOLDEN

www.eurasianenergysummit.com/ru/module