УДК 621.01(06)

Е.А. Шейко, канд. техн. наук, доц.
Донецкий национальный технический университет, Украина
Тел.: +38 (095) 8208113; *E-mail: nayma@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВОЙСТВ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ (ВЦП) ИЗДЕЛИЙ НА БАЗЕ ПНЕВМОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ

В работе исследованы особенности взаимодействия деталей и обеспечения свойств внутренних цилиндрических поверхностей изделия. Разработаны методы обеспечения свойств внутренних цилиндрических поверхностей в зависимости от особенностей эксплуатации изделия. Представлены результаты экспериментальных исследований по обеспечению заданных свойств технологическими методами.

Ключевые слова: *технологические методы,* пневмоструйная обработка, *внутренняя цилиндрическая поверхность, изделие, свойства*

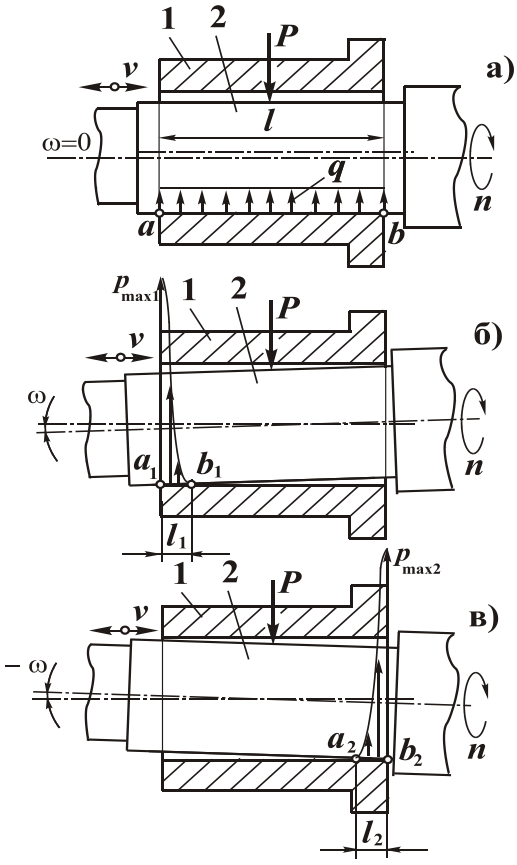

Рис. 1. Схемы нагруженности ВЦП изделия: а – без перекоса осей $\omega = 0$, б – с положительным перекосом осей $\omega > 0$, в – с отрицательным перекосом осей $\omega < 0$

1. Введение

Выполненный анализ особенностей эксплуатации ВЦП изделий позволил установить следующее.

При эксплуатации ВЦП изделия 1 (рис. 1) в сопряжении с элементом 2 в условиях действия нагрузки P и наличия вращения n и осевого перемещения v возможны три основных случая распределения удельной нагрузки (контактных напряжений).

Первый случай может возникать тогда, когда отсутствует перекос продольных осей (рис. 1,а) ВЦП 1 и сопряженного элемента 2 при $\omega = 0$ (идеальный случай). При данном расположении элементов отсутствует кромочный контакт, а по образующей ВЦП равномерно действует максимальная удельная нагрузка q на длине l между точками ab вследствие действия нагрузки P. Здесь, можно отметить, что по направляющей ВЦП действует неравномерная нагрузка, которую можно определять в соответствии с контактными задачами Герца или Штаермана. При наличии вращения n и осевого перемещения ВЦП изделия 1 и элемента 2 в относительном движении v возникает равномерный износ поверхностей.

Второй случай взаимодействия элементов 1 и 2 возможен при положительном перекосе продольных осей $\omega > 0$ (рис. 1,б). При данном взаимодействии элементов, у правого торца изделия на ВЦП возникает кромочный контакт. Под действием упругих и пластических деформаций

контактная зона распространяется на величину l_1 по образующей ВЦП между точками a_1b_1. В этом случае действует максимальная удельная нагрузка $p_{\max 1}$. В этих условиях вращение n и осевые перемещения v элементов 1 и 2 приводят к неравномерному износу поверхностей.

Третий случай взаимодействия элементов 1 и 2 происходит в условиях отрицательного перекоса продольных осей $\omega < 0$ (рис. 1,в). При данном взаимодействии элементов, у левого торца изделия на ВЦП возникает кромочный контакт. Под действием упругих и пластических деформаций контактная зона распространяется на величину l_2 по образующей ВЦП между точками a_2b_2. В этом случае действует максимальная удельная нагрузка $p_{\max 2}$. В этих условиях вращение n и осевые перемещения v элементов 1 и 2 приводят также к неравномерному износу поверхностей.

На практике, рассмотренные три случая могут объединяться, что приводит к неравномерному износу и разрушению ВЦП изделия. Это обусловлено краевыми эффектами эксплуатации ВЦП изделия.

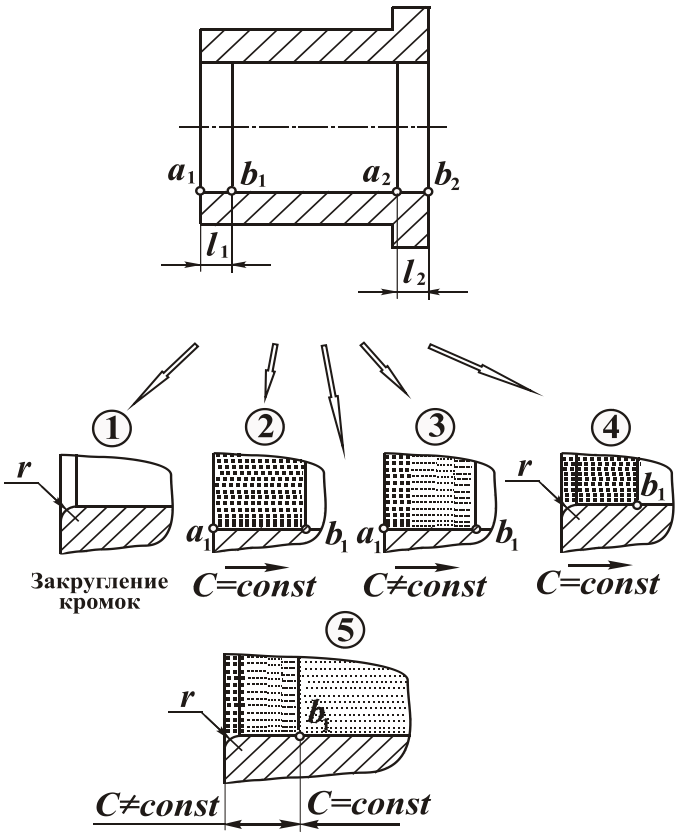

Рис. 2. Основные варианты обеспечения свойств по краям ВЦП изделия: 1 – обеспечение закругления кромок, 2 – обеспечение постоянных свойств по краям ВЦП на базе пескоструйной обработки, 3 - обеспечение переменных свойств по краям ВЦП, 4 – обеспечение закругления кромок и постоянных свойств по краям ВЦП, 5 - обеспечение закругления кромок и переменных свойств по краям ВЦП, а также постоянных свойств на рабочей поверхности ВЦП изделия

Для повышения эксплуатационных возможностей ВЦП изделия необходимо предусматривать различные мероприятия по обеспечению необходимых свойств изделий.

Целью данной работы является повышение качества ВЦП изделия технологическими методами в зависимости от особенностей эксплуатации. В соответствии с поставленной целью в работе определены следующие задачи: предложить варианты обеспечения свойств по краям ВЦП, провести исследования по обеспечению переменных свойств ВЦП изделий, выполнить исследования параметров шероховатости ВЦП. Эти задачи решаются в данной работе.

2. Особенности обеспечения заданных свойств ВЦП изделия

На рис. 2 представлены основные варианты обеспечения свойств по краям ВЦП изделия:

1 – обеспечение закругления кромок радиусом r,

2 – обеспечение постоянных свойств по краям ВЦП на базе пескоструйной обработки по длине образующей на величину $a_1 b_1$ и $a_2 b_2$,

3 - обеспечение переменных свойств по краям ВЦП на величину $a_1 b_1$ и $a_2 b_2$,

4 – обеспечение закругления кромок r и постоянных свойств по краям ВЦП величину $a_1 b_1$ и $a_2 b_2$,

5 - обеспечение закругления кромок r и переменных свойств по краям ВЦП на величину $a_1 b_1$ и $a_2 b_2$, а также постоянных свойств на рабочей поверхности ВЦП изделия на величину $(l - l_1 - l_2)$.

Рис. 3. Установка для пневмоструйной обработки ВЦП изделий

В данной работе выполнены следующие исследования:

- по определению микротвердости и параметров шероховатости поверхности ВЦП изделий после пневмоструйной обработки с постоянными технологическими воздействиями,

- по определению микротвердости и параметров шероховатости ВЦП изделий после пневмоструйной обработки с переменными технологическими воздействиями.

Пневмоструйная обработка ВЦП изделий выполнялась на специальной пескоструйной установке. На рис. 3 представлена установка для пневмоструйной обработки ВЦП изделий.

Пневмоструйная обработка ВЦП изделий выполнялась струей сжатого воздуха, подаваемого из ресивера при давлении $Q = 6$ атм., с взвешенными в нем частицами песка (зерна песчинок кварца и полевых шпатов размерами 0,1 … 0,5 мм) на обрабатываемую поверхность.

На рис. 4 представлен общий вид изделий с ВЦП. Эти изделия являются направляющими для колонок вырубных штампов. При эксплуатации изделий из-за нагруженности штампа происходит перекос верхней половины штампа относительно нижней половины, направляющие втулки, ориентируют обои половины вырубного штампа и предотвращают их смещение. При работе вырубного штампа из-за перекосов элементов около торцов ВЦП возникают кромочные контакты, которые приводят к износу данных направляющих втулок, что в ряде случаев вызывают аварийную ситуацию.

Рис. 4. Общий вид изделий с ВЦП

Для уменьшения изнашивания направляющих втулок необходимо дополнительно выполнять предварительный наклеп поверхностей у торцов ВЦП по-

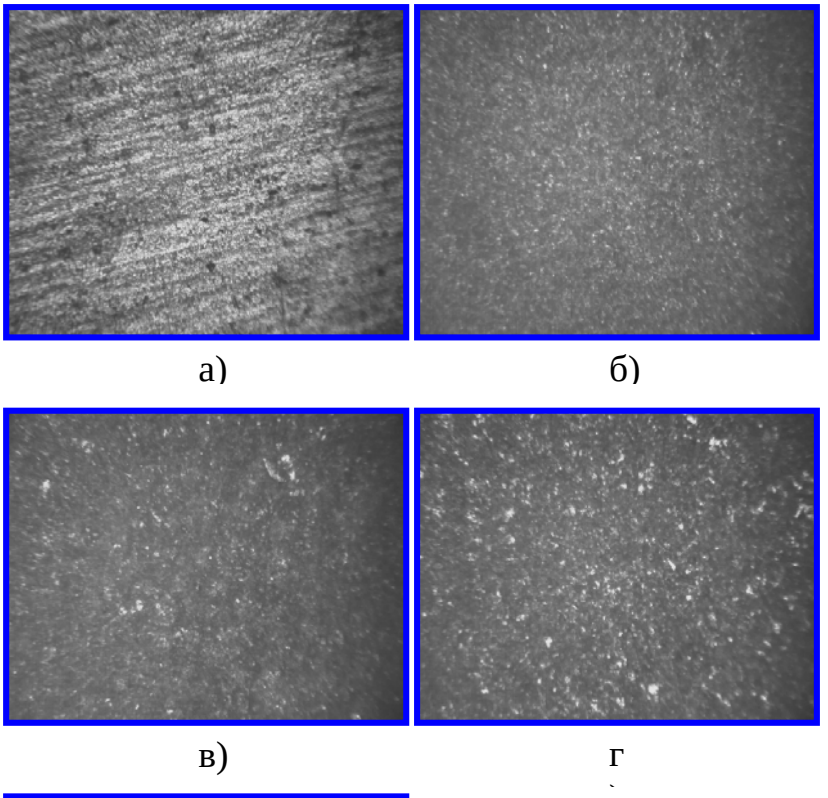

Рис. 5. Поверхность изделия (сталь 18Х2Н4МА) после пескоструйной обработки (увеличение $\times 100$ раз): а – обработка 1 с; б – обработка 3 с; в – обработка 10 с; г – обработка 20 с; д – обработка 60 с

средством применения пневмоструйной обработки поверхностей с дальнейшим выполнением комплекса комбинированной отделочной обработки изделий.

На рис. 5 представлены образцы свидетели, изготовленный из стали 18Х2Н4МА. На этих образцах свидетелях выполнены следующие виды обработки: рис. 5,а – ступенчатая обработка зон поверхности с изменяющейся длительностью технологических воздействий струи песка по зонам по длине образца, рис. 5,б – непрерывная обработка поверхности с изменяющейся длительностью технологических воздействий струи песка на поверхности по длине образца.

3. Выполненые исследования и полученные результаты.

Для изучения особенностей и закономерностей изменения параметров поверхностного слоя ВЦП изделия после пневмоструйной обработки выполнены следующие исследования:

- исследования состояния поверхности ВЦП (рис. 5) на большом металлографическом микроскопе NEOPHOT–2 в зависимости от длительности пневмоструйной обработки поверхности образца;

- исследования параметров шероховатости поверхности ВЦП на профилографе-профилометре в зависимости от длительности пневмоструйной обработки поверхности образца;

- исследования микротвердости поверхностного слоя ВЦП на микротвердомере ПМТ-3 в зависимости от длительности пневмоструйной обработки поверхности образца;

- исследование особенностей изменения радиуса кромки ВЦП r от времени пескоструйной обработки T.

На рис. 5 представлена поверхность изделия из стали 18Х2Н4МА после пескоструйной обработки с увеличением $\times 100$ раз, предварительная обработка – полирова-

ние $R_a = 0{,}06$ мкм . Здесь показано: рис. 5,а – обработка 1 с; рис. 5,б – обработка 3 с; рис. 5,в – обработка 10 с; рис. 5,г – обработка 20 с; рис. 5,д – обработка 60 с.

Данные исследования выполнялись на специально модернизированном большом металлографическом микроскопе NEOPHON-2. На микроскопе выполнена модернизация за счет установки специального цифрового приемника изображения подсоединенного к компьютеру. Этот микроскоп позволяет получать увеличение до $\times 2000$ раз.

Выполненная модернизация микроскопа позволяет проводить исследования состояния поверхности после различных видов комбинированной отделочной обработки ВЦП изделий. Исследования состояния поверхности выполнялись до нанесения покрытия, после нанесения покрытия и поверхности с вакуумным ионно-плазменным покрытием.

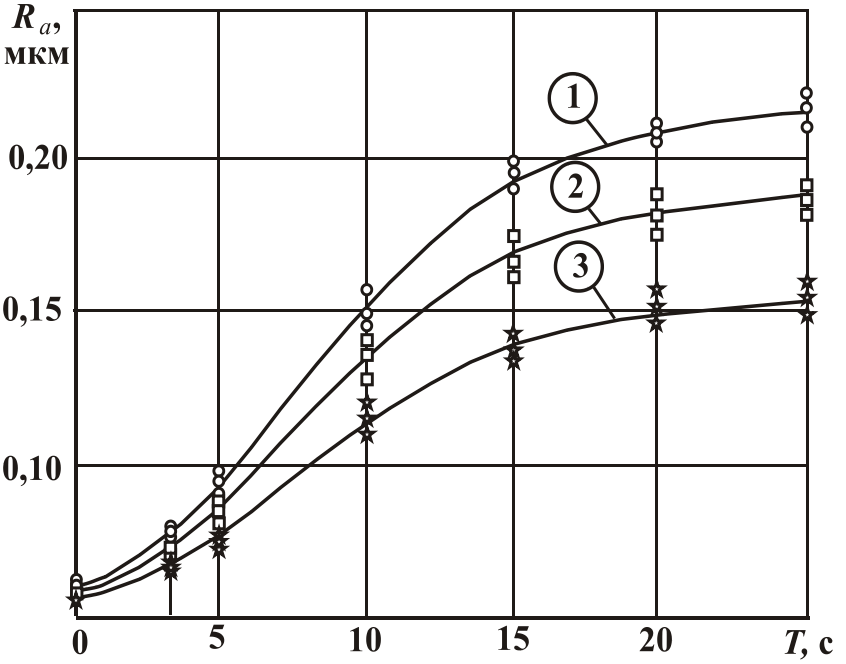

Рис. 6. Зависимость шероховатости поверхности R_a от времени пневмоструйной обработки T: 1 – сталь 18Х2Н4МА, 2 – сталь 45, 3 - быстрорежущая сталь Р6М5К5

Можно отметить, что в процессе исследования поверхности изделий с изменяющимися свойствами выполнялось изучение параметров шероховатости поверхности и микротвердость в зависимости от времени технологических воздействий струи песка. Обработка выполнена на установке для пневмоструйной обработки ВЦП изделий (рис. 3).

Зависимость параметров шероховатости R_a от времени технологических воздействий пневмоструйной установки (исходная шероховатость полированных образцов-свидетелей $R_a = 0{,}06 \ldots 0{,}08$ мкм. На рис. 6 представлены следующие графики: 1 – для стали 18Х2Н4МА, 2 – для стали 45 (закаленная), 3 – для быстрорежущей стали Р6М5. Исходная (средняя) микротвердость полированной поверхности образцов следующая:

1. Для стали 18Х2Н4МА (отжиг 890 … 910 ºС, охлаждение с печью) – средняя микротвердость 0,42 ГПа.

2. Для стали 45 (закалка 850 ºС, вода, отпуск 550 ºС) – средняя микротвердость 0,64 ГПа.

3. Для стали Р6М5К5 (закалка 1230 ºС, масло, отпуск 2-х кратный 550 ºС по 1 часу) – средняя микротвердость 8,35 ГПа.

Выполненные исследования показали, что микротвердость образцов, обработанных с помощью пневмоструйной установки, может изменяться на 25 – 30 %.

4. Заключение

Таким образом, проведенные исследования показывают, что с помощью технологических воздействий можно выполнять переменные свойства функциональных элементов ВЦП в зависимости от особенностей их эксплуатации. Для изучения влияния пневмоструйной обработки на параметры качества ВЦП изделий проведены исследования по изучению состояния поверхности ВЦП в зависимости от длительности пневмоструйной обработки поверхности образца, изменения параметров шероховатости и микротвердости поверхности ВЦП.

Список литературы:

1. Рыжов Э.В. Клименко С.А., Гуцаленко О.Г. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями. – Киев: Наукова думка, 1994. – 180 с.

2. Михайлова Е.А., Михайлов В.А. К вопросу нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий на внутренние поверхности изделий машиностроения // Прогресивні технології і системи машинобудування: Міжнародний зб. наукових праць. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. Вип. 30. С. 157-164.

3. Михайлова Е.А. Особенности нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий на внутренние поверхности изделий машиностроения. // Упрочняющие технологии и покрытия. – М.: Машиностроение. №4. 2006. С. 32 – 35.

E.A. Shejko

PROPERTIES OF INTERNAL SECURITY FEATURES CYLINDRICAL SURFACE OF PRODUCTS BASED ON A SPECIAL TREATMENT

The paper studies the features of the interaction of parts and maintenance of properties of internal cylindrical surfaces of the product. Methods have been developed to ensure the properties of internal cylindrical surfaces, depending on the characteristics of the product. The results of experimental studies to provide the desired properties of technological methods.

Keywords: *technological methods, special processing, the inner cylindrical surface, the product, properties*

О.О. Шейко

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВНУТРІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ ВИРОБІВ НА БАЗІ ПНЕВМОСТРУЙНОЙ ОБРОБКИ

У роботі досліджено особливості взаємодії деталей і забезпечення властивостей внутрішніх циліндричних поверхонь виробу. Розроблено методи забезпечення властивостей внутрішніх циліндричних поверхонь залежно від особливостей експлуатації виробу. Представлені результати експериментальних досліджень щодо забезпечення заданих властивостей технологічними методами.

Ключові слова: *технологічні методи, пневмоструйная обробка, внутрішня циліндрична поверхня, виріб, властивості*

Надійшла до редколегії 30.05.2013 р.