

вращения самой детали. Глубина резания при этом изменяется по закону, описанному выражением (7) применительно к направлению ОУ плоскости ХОУ (см. рисунок 3). Однако данное утверждение имеет место только в случае абсолютно жестких конструктивных элементов устройства для КРДО и обрабатываемой детали. Но поскольку на самом деле их жесткость не может быть абсолютной, имеет место некоторая деформация самого податливого звена или системы звеньев, и в нашем случае самым податливым звеном является нежесткая деталь типа полый цилиндр, установленная в центрах устройства для КРДО. Эта деформация посредством податливости детали вызывает дополнительную силу, действующую на обрабатываемую деталь и суммирующуюся с силой резания и поверхностного пластического деформирования, поэтому сила резания и поверхностного пластического деформирования постоянно меняется во времени по длине обработки. В результате такого изменения сил изменяются точность обработанной детали и величина шероховатости ее поверхность.

Выводы

На процесс формирования погрешности обработки нежестких деталей типа полый цилиндр в технологической системе комбинированной режущо-деформирующей обработки влияют погрешности установки, погрешности статической и динамической настройки данной технологической системы.

Литература:

1. Анкин А.В. Повышение производительности и качества комбинированной обработки нежестких валов. Дисс. ... к.т.н., - М., МАМИ, 1993.
2. Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Г., изд. 5-е, - М. Машиностроение, 1985, - Т. 1, 2.
3. Максимов Ю.В. Обеспечение качества и производительности обработки нежестких валов применением технологических систем с дополнительными контурами связи. Дисс. ... д.т.н., - М., МГТУ «МАМИ», 2000.
4. Папшев Д.Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. - М.: Машиностроение, 1978. - 152 с.
5. Справочник металлиста. В 5-ти т. Т.4. Под ред. Новикова М.П. и Орлова П.Н. - М.: Машиностроение, 1977. - 720 с.

Исследования кинематики процесса микрорезания при проектировании шлифовальных головок, предназначенных для формирования уплотнительных поверхностей на деталях трубопроводной арматуры

Гайсин С.Н., д.т.н. проф. Цвик Л.Б., Мухин С. В., Травин Д.В.
НИ ИрГТУ, ИрГУПС, ОАО «АНХК», ОАО «ИркутскНИИхиммаш»
8 964 655 21 28, gaisinsn@mail.ru

Аннотация. Исследуется отработка технологий шлифования уплотнительных поверхностей седел вентиляей. Целью исследований является снижение трудоемкости и повышение качества при ремонте за счет механизации финишных этапов этого процесса. В рассматриваемой работе механизация осуществляется за счет применения мобильных шлифовально-притирочных устройств, предложена соответствующая теоретическая модель кинематического процесса микрорезания для кругового плоскопараллельного осциллирующего движения шлифовальных или притирочных дисков.

Ключевые слова: шлифовальная головка; инструмент; деталь-свидетель; вибрации; кинематика; процесс микрорезания.

Предварительные технологические испытания в режиме шлифования опытно-промышленной установки по формированию уплотнительной поверхности (УП) на образ-

цах-свидетелях, имитирующих «седло» клапана (вентиля) низкого давления, показали нестабильные результаты по отклонениям от плоскостности. В связи с этим возникла потребность в изучении причин, оказывающих отрицательное влияние на технологическую операцию шлифования.

Как показали наблюдения, причиной нестабильности технологических показателей шлифования является взаимосвязанная совокупность конструкторских и технологических факторов, проявление которых обнаруживалось через 1-3 минуты шлифования в виде вибраций (колебаний), сопутствующего шума и, как следствие, «хаотичного» (не воспроизводимого) отклонения от плоскостности УП опытных деталей.

Шлифовальная головка (рисунок 1), в спроектированной и изготовленной установке является заключительным звеном, которое формирует плоскостность УП опытных деталей-свидетелей (рисунок 2), которые были изготовлены из стали 20Х13 (ГОСТ 5632) в количестве семи экземпляров. Базирование шлифовальной головки относительно обрабатываемой плоскости (УП) осуществляется шарнирно-сферическим соединением, конструктивное назначение которого – компенсировать погрешности изготовления, сборки и наладки шлифовально-притирочного устройства. Процесс микрорезания данной конструкцией производится главным движением (вращением) и подачей (осевым усилием).

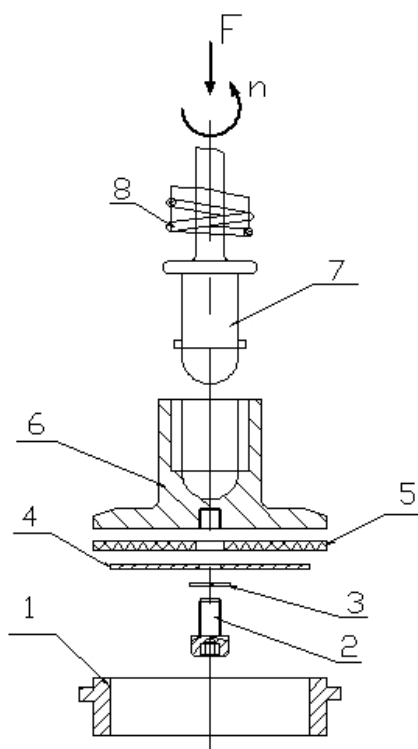


Рисунок 1 – Конструкция шлифовальной головки в разобранной комплектации:
n – главное движение (вращение); **F** – подача (осевое усилие); **1** – опытная деталь-свидетель «седло»; **2** – болт; **3** – пружинная шайба; **4** – поджимная шайба;
5 – шлифовальная шкурка; **6** – корпус шлифовальной головки (блока); **7** – шпindelь;
8 – пружинна

Исходя из сделанного нами предварительного вывода о причинах возникновения вибраций, обнаруженных на первом этапе исследований, была сделана попытка добиться воспроизводимости технологических показателей шлифования с использованием существующей конструкции шлифовальной головки.

Для решения поставленной задачи были внесены следующие конструктивные поправки и технологические корректировки. Конструктивные изменения должны были предусматривать возможность удаления продуктов обработки из зоны микрорезания.



Рисунок 2 – Опытная деталь-свидетель «седло» клапана низкого давления DN 65

На рисунке 3 показаны разные варианты «выкроек» инструмента (шлифовальных шкурок), выполненных с целью нахождения оптимальной конструкции. На рисунке 3а видно, что продукты обработки (микростружка обрабатываемого металла и микрочастицы используемого абразива) не имеют сплошного следа на шлифовальной шкурке. Это позволяет предположить, что обработанная этим инструментом УП не будет иметь высокого качества по критерию формирования плоскостности. На шлифовальной шкурке (имеющей более мелкую зернистость), показанной на рисунке 3б, видна сплошная круглая полоса контакта, от центрального отверстия выполнены надрезы, которые предназначены для снятия возможных напряжений (деформаций) в инструменте при установке (наладке) его на шлифовальную головку. На рисунке 3в показана конструкция с вырезами, выполненными на рабочей (режущей) поверхности, данная конструкция предполагала выполнение двух функций: прилегание инструмента к обрабатываемой поверхности и возможный выход продуктов обработки через выполненные вырезы. Было проведено пробное шлифование разнообразными конструкциями шлифовальных шкурок. В результате предпочтение было отдано конструкции показанной на рисунке 3б.

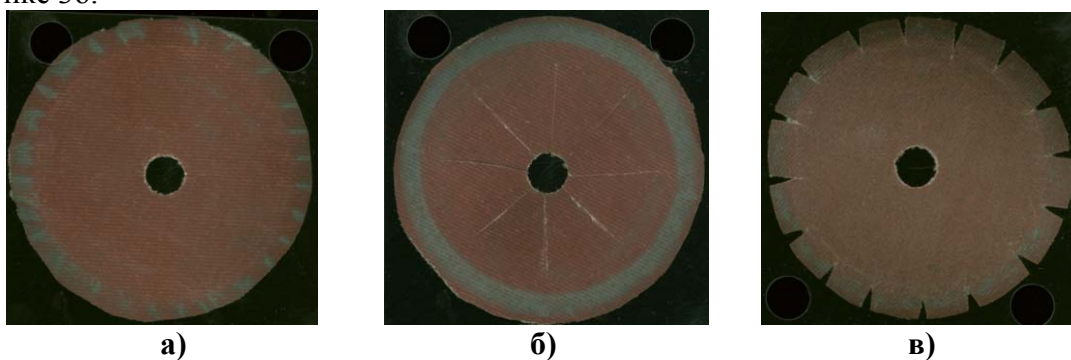


Рисунок 3 – Конструкция шлифовальных шкурок-инструмента

Необходимые технологические корректировки должны учитывать, что в предыдущих предварительных исследованиях время шлифования одной детали было установлено в пять минут, и в результате были получены невоспроизводимые хаотичные показатели формирования плоскостности УП. В технологической составляющей эксперимента было принято решение: шлифование проводить только до наступления (возникновения) вибраций.

После внесенных конструктивных и технологических корректировок исследования по отработке технологий шлифования с применением мобильного шлифовально-притирочного оборудования были продолжены. Опытно-экспериментально (произвольно) установили следующие режимы микрорезания:

- частота вращения 100-150 об/мин;
- усилие на шлифовальную головку 2,7 кг.

В качестве инструмента использовали шлифовальную шкурку 1250 × 50П7

15A163BM624 ГОСТ 6456-82.

Изменяющаяся скорость обработки (нежелательный фактор) шлифовальной головки связана с технической характеристикой использованного в испытываемом устройстве электропривода, имеющего коллекторный двигатель, где частота вращения меняется от прилагаемой нагрузки (момента сопротивления). При этом каждая деталь-свидетель обрабатывалась новой наждачной шкуркой. После шлифования отклонения от плоскостности по окружности УП опытных деталей измеряли контрольно-измерительной машиной модели ACCURA_MASS (погрешность измерения $\pm 2,2$ мкм) методом автоматического сканирования в 360-ти равномерно расположенных точках, т.е. через 1° .

Результаты эксперимента с показателями времени шлифования и максимальными отклонениями от плоскостности сведены в таблицу 1 и показаны на графике (рисунок 4). Разница по времени шлифования деталей более чем трехкратная, а полученные численные значения отклонений от плоскостности изменялись в пределах 7-12 мкм.

Таблица 1

Время шлифования и отклонения от плоскостности уплотнительных поверхностей деталей-свидетелей «седло»

№ детали						
1	2	3	4	5	6	7
Время шлифования, с.						
75	40	80	50	80	25	55
Максимальные отклонения от плоскостности, мкм						
10	8	12	7	8	7	8

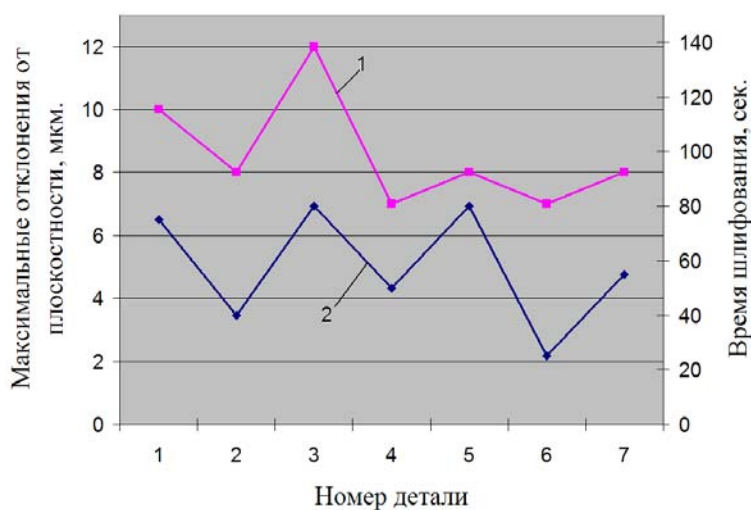


Рисунок 4 – Показатели отклонений от плоскостности уплотнительных поверхностей и время обработки деталей «седло»: 1 – максимальные отклонения от плоскостности, мкм; 2- время шлифования, сек

Проведенный эксперимент по отработке технологий шлифования показал, что конструкция шлифовальной головки, показанная на рисунке 1, имеет предел своих возможностей по формированию плоскостности УП на деталях-свидетелях «седло», т.е. возможности данной конструкции по достижению точности (в нашем случае) ограничиваются в диапазоне 7-12 мкм. И, как следствие, появилась потребность в поисках технического решения по созданию новой, более эффективной конструкции шлифовальной головки.

Выполнили анализ технических характеристик подобного шлифовально-притирочного оборудования как отечественного, так и зарубежного производства. Основная информация по вопросам кинематики процесса микрорезания была получена из отечественных источников [1; 2]. Проведенный анализ позволил сформулировать (понять) кинематику шлифования.

В технических характеристиках подобного оборудования говорится, что высокое качество формирования УП достигается за счет специальной конструкции обрабатывающей головки, которая создает сложное круговое, плоскопараллельное и осциллирующее движение. По техническим требованиям подпружиненная шлифовальная головка должна создавать равномерное действие сил прижима к обрабатываемой поверхности, что в свою очередь будет обеспечивать ровный сьем материала с поверхности уплотнения.

Кинематическая схема работы шлифовальной головки (рисунок 5) показывает, что блок головки осуществляет круговое, плоскопараллельное, осциллирующее движение. Указанная кинематика процесса микрорезания, помимо основных функциональных параметров главного движения (вращения) и подачи (осевого усилия), совершает еще вращение шлифовальных дисков (предположительно 3÷6 штук) в противоположную сторону относительно главного движения, осциллирующее движение (биение) осуществляется за счет внесенного эксцентриситета. Вращение шлифовальных дисков вокруг своей оси осуществляется только за счет крутящего момента главного движения и сил трения (сцепления) с обрабатываемой поверхностью.

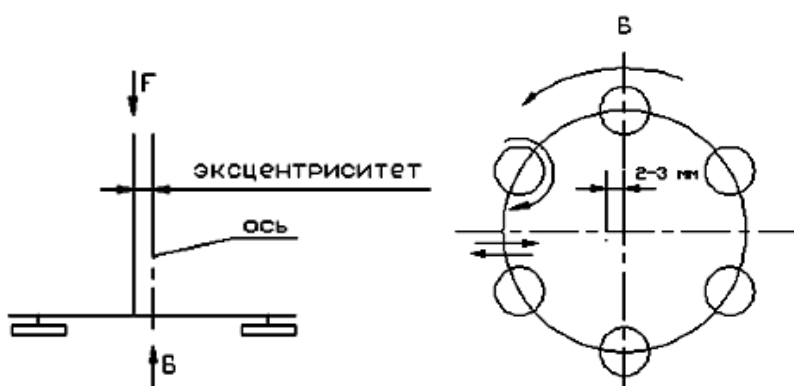


Рисунок 5 – Кинематика процесса микрорезания с использованием шлифовальных или притирочных дисков

Более конкретно указанное движение изображено на рисунке 6, где на УП детали-свидетеля «седло» показали «остановившуюся» кинематику одного шлифовального диска. «Расположенный» на плоскости инструмент одновременно совершает сложное движение:

- круговое (главное);
- радиальное (осциллирующее);
- вращение вокруг собственной оси.

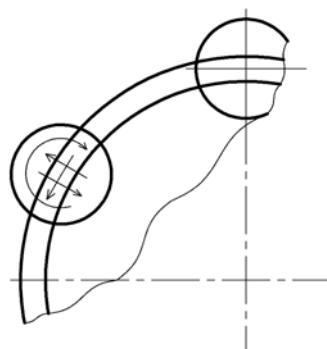


Рисунок 6 – «Фотография» кинематики отдельно взятого шлифовального диска, формирующего плоскость УП на опытной детали

Движущиеся по плоскости за «первым» остальные пять дисков дорабатывают отклонения, и так в замкнутом цикле микрорезания происходит формирование плоскостности УП. Процесс микрорезания дисками будет осуществляться только при касании имеющихся на пути движения неровностей (отклонений от плоскостности), когда все диски равномерно

начнут вращаться, процесс формирования плоскостности можно считать законченным.

Для наглядности процесс микрорезания (формирования) УП теоретически можно показать в виде прямой линии, т.е. обрабатываемую окружность развернем и покажем её с условными отклонениями (рисунок 7). Также условно, на развернутую окружность УП наложим (смонтируем) шлифовальную головку, в виде прямой развернутой линии, при этом шлифовальные диски коснутся и «забазируются» на отклонениях обрабатываемой плоскости.

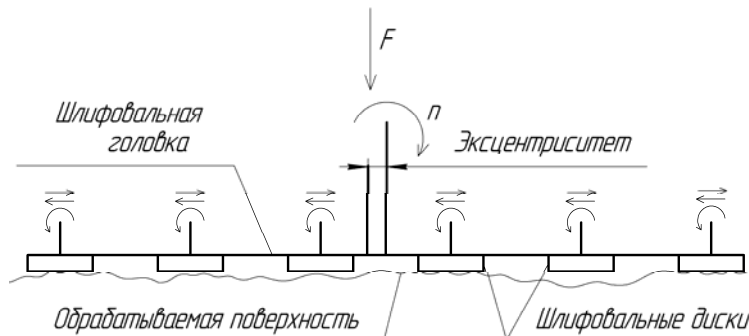
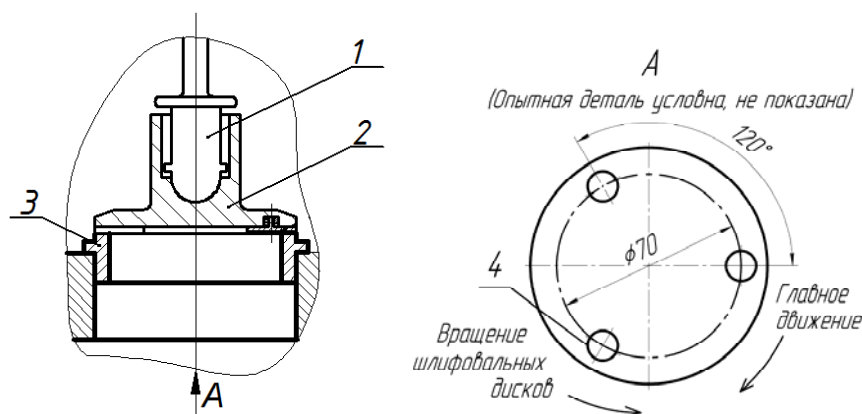


Рисунок 7 – Схема процесса микрорезания при условно развернутой УП и развернуто-наложенным сверху шлифовальным блоком

С учетом теоретически рассмотренных вопросов кругового, плоскопараллельного и осциллирующего процесса микрорезания конструктивно проработали и изготовили опытную модель шлифовальной головки с тремя шлифовальными дисками без эксцентриситета (рисунок 8).



**Рисунок 8 – Шлифовальный блок после внесенных конструктивных изменений:
1-шпиндель; 2-шлифовальная головка; 3-седло;
4- диск со шлифовальной шкуркой (3 шт)**

Пробные испытания изготовленной шлифовальной головки выявили конструктивные недостатки, в первую очередь, это проявилось в затруднительном вращении шлифовальных дисков. Конструкция не давала стабильного вращения шлифовальных дисков, т.е. не осуществлялся непосредственно процесс микрорезания, диски с приклеенной шлифовальной шкуркой (рисунок 9) вращались вокруг своей оси, а где-то и заклинивались, таким образом, не было «чистого» процесса обработки УП, и в итоге получалось совмещение микрорезания с обдиркой. Данное явление, по нашему мнению, объясняется тем, что в качестве опор в конструкции крепежа дисков использовались подшипники скольжения вместо подшипников качения.

После проведенного эксперимента осмотрели инструмент. На шлифовальной шкурке, показанной на рисунке 9а, в её центральной части, видим концентрацию продуктов обработки в виде темного вытянутого следа. Данное явление можно объяснить тем, что диск с приклеенной шлифовальной шкуркой имел совмещенный процесс микрорезания и обдирки как

результат вращения диска и возможного его заклинивания (торможения) в процессе шлифования. Продукты обработки, показанные на рисунках 9б, в, по нашему предположению, имеют ту же природу происхождения, что и на рисунке 9а.

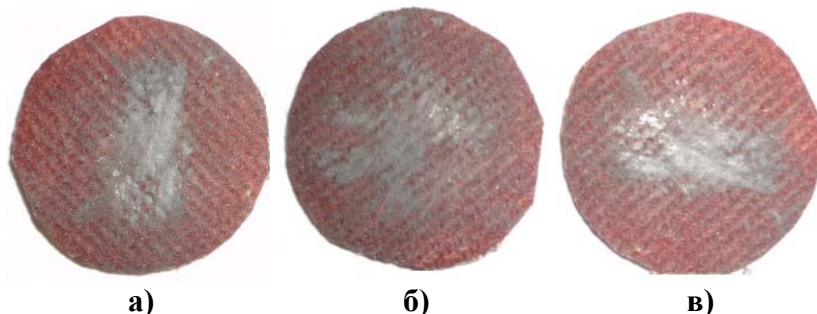


Рисунок 9 – Шлифовальный инструмент (шкурки) после проведенного второго эксперимента второго этапа

Изучив состояние инструмента после шлифования, т.е. его рабочую режущую поверхность, сделали вывод, что концентрация продуктов обработки, собирающаяся в центре режущей части цельного круглого инструмента, не даст качественного шлифования и будет способствовать возникновению вибраций в процессе шлифования.

Вследствие этого было принято решение о внесении изменений в конструкцию инструмента (шлифовальной шкурки) (рисунок 10). Изменения конструкции шлифовального инструмента заключались в том, что в центральной части выполнили отверстие $\varnothing 10$ мм. По нашему мнению, присутствующие в процессе микрорезания центробежные силы выбрасывают часть продуктов обработки за наружный диаметр, а другая оставшаяся часть выдавливается (уходит) в центр инструмента.

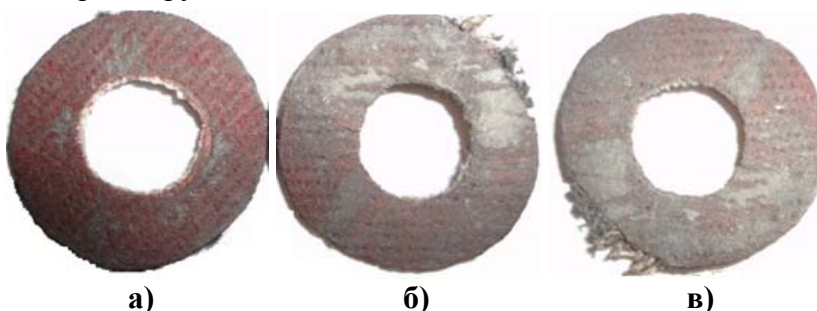


Рисунок 10 – Шлифовальный инструмент (шкурки) с выполненным отверстием для выхода продукта обработки

С использованием этой же конструкции шлифовальной головки был проведён еще один пробный эксперимент, но уже с измененной конструкцией инструмента. Рассматривая состояние режущей поверхности шлифовальной шкурки, можно сделать следующий вывод: отверстие для выхода продуктов обработки обязательно должно присутствовать. На рисунке 10а видны следы обработки с разрывами по окружности и ближе к центру, что предположительно позволяет сделать вывод, что диск, на который монтировалась шлифовальная шкурка, осуществлял микрорезание вращением диска «в чистом виде», т.е. без обдирки. На режущей поверхности инструмента (рисунок 10б), «засаленность» режущей поверхности распространена неравномерно. Подобное состояние режущей поверхности наблюдается и на рисунке 10в, данное явление предположительно можно охарактеризовать тем, что при эксперименте также имело место совмещение процесса микрорезания со скольжением (обдиркой) УП опытной детали. Результат предварительных испытаний 3-х дисковой шлифовальной головки по формированию УП на деталях-свидетелях показал, что максимальные отклонения от плоскостности уменьшились на 60 %.

В заключение следует отметить, что поставленная задача по достижению воспроизво-

димости достигаемой точности обработки для шлифовальной головки, показанной на рисунке 1, была выполнена. Определена зависимость качества формирования УП от времени шлифования, т.е. выявлен один из технологических факторов (время), оказывающий влияние на качество формирования УП. Теоретически предполагаем, решена задача кинематики сложного кругового плоскопараллельного и осциллирующего движения.

Выводы

1. Конструкция шлифовальной головки, показанная на рисунке 1, имеет предел своих возможностей по формированию УП на деталях-свидетелях «седло», т.е. возможности данной конструкции по достижению точности (в нашем случае) ограничиваются в диапазоне 7-12 мкм.
2. График (рисунок 4), фиксирующий результаты шлифования деталей-свидетелей показывает зависимость формирования плоскостности от времени шлифования, а время обработки (продолжительность) в свою очередь определяется началом возникновения вибраций.
3. Использованные конструкции шлифовальных шкур (рисунки 9 и 10) в испытываемой шлифовальной головке (рисунок 8) в настоящее время частично подтверждают, что одной из причин проявления вибраций являются продукты обработки, находящиеся между инструментом и обрабатываемой плоскостью.
4. Отверстие в шлифовальной шкурке (рисунок 10), на наш взгляд, будет способствовать выбросу (выводу) части продуктов обработки в центр инструмента.

Литература

1. Калашников В.А. Оборудование и технологии ремонта трубопроводной арматуры. – М.: Машиностроение, 2001. -232 с., ил.
2. Патент №2106951 (РФ) БИ №8. 1998.
3. Сейнов С.В. Задвижки клиновые. Использование. Техническое обслуживание. Ремонт: Справочное пособие./ С.В. Сейнов, Ю.С. Сейнов. – М.: Инструмент, 2003. – 144 с.
4. Гайсин С.Н., Балакирев В.А., Травин Д.В. О применении мобильных шлифовально-притирочных устройств в технологическом процессе восстановления уплотнительных поверхностей элементов трубопроводной арматуры // Научный рецензируемый журнал. – М., МГТУ «МАМИ», № 2 (10), 2010. – с. 118-124.

Особенности применения наноразмерных порошков углерода и хрома на процессы подготовки шихты и прессования порошковых сталей

д.т.н. Еремеева Ж.В., Ниткин Н.М., Шарипзянова Г.Х.
МГТУ «МАМИ»

8 (495) 223-05-23, доб. 1551, eremeeva-shanna@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения наноразмерных порошков углерода и хрома при подготовке шихты и прессовании порошковых сталей.

Ключевые слова: углеродсодержащий компонент, прессование, наноразмерный порошок.

Наиболее распространенными видами спеченных изделий являются конструкционные детали, применяемые в машинах, механизмах и приборах. В зависимости от условий работы спеченные конструкционные детали подразделяют на ненагруженные, мало- средне- и сильнонагруженные. Ненагруженные и малонагруженные конструкционные детали изготавливают из углеродистой стали. Существенное влияние на структуру и прочность углеродистой стали оказывают природа углеродсодержащих компонентов и способ их введения в шихту (обычно железный порошок) для последующих изделий или заготовок методами порошко-