



ГАЙСИН
Сергей Николаевич
зав. лабораторией кафедры
«Технология
машиностроения»
(Национальный
исследовательский
Иркутский
государственный
технический университет)



ЦВИК
Лев Беркович
доктор технических наук,
доцент кафедры САПР
(Иркутский
государственный
университет путей
сообщения)



БАЛАКИРЕВ
Василий Альбертович
зав. лабораторий
«Герметичность»
(филиал
ОАО
«ИркутскНИИХиммаш»
в г. Ангарске
Иркутской области)

Формирование уплотнительных поверхностей трубопроводной арматуры однодисковыми и многодисковыми шлифовальными головками

С.Н. Гайсин, Л.Б. Цвик, В.А. Балакирев

Рассмотрены шлифовальные головки для изготовления или восстановления уплотнительных поверхностей (УП) трубопроводной арматуры. Проведено сравнение эффективности процесса восстановления УП с помощью шлифовальных головок указанного типа с одним и пятью рабочими дисками.

Ключевые слова: трубопроводная арматура, уплотнительные поверхности, восстановление поверхностей.

The grinding wheel heads to manufacture or recover sealing areas (SA) of pipeline valves are under consideration. A comparison of the efficiency of sealing surfaces recovery by means of a single and five wheel grinding heads has been made.

Keywords: pipeline valves, sealing areas, surface recovery.

В технологических процессах изготовления и восстановительного ремонта (далее — восстановления) уплотнительных поверхностей (УП) элементов трубопроводной арматуры финишные технологические операции осуществляются, как правило, при шлифовании. Основной задачей описываемого исследования являлось экспериментальное сравнение эффективности применения однодисковых и многодисковых шлифовальных головок, технологическим воздействием которых формируются и восстанавливаются УП. Восстановление УП осуществлялось при этом за счет необходимого уменьшения ее волнистости (максимальных отклонений УП от номинальной плоскости) и необходимого снижения высотных параметров ее шероховатости.

Эксперименты проводились на деталях-свидетелях, имитирующих «седло» клапана низкого давления (рис. 1). Детали изготавливались из стали 20Х13 (ГОСТ 5632), твердость поверхностного слоя их УП 169—184 НВ. Для получения достоверных показателей при проведении экспериментов было задействовано семь опытных образцов-свидетелей.

На первом этапе исследований проводился эксперимент по формированию УП однодисковой шлифовальной головкой шлифовального устройства, показанного на рис. 2, в котором в качестве привода используется электродрель 230V-1200W с частотой вращения $n = 0...650 \text{ мин}^{-1}$ [1]. Однодисковая шлифовальная головка, осуществ-



Рис. 1. Опытная деталь имитирующая «седло» клапана низкого давления DN 65

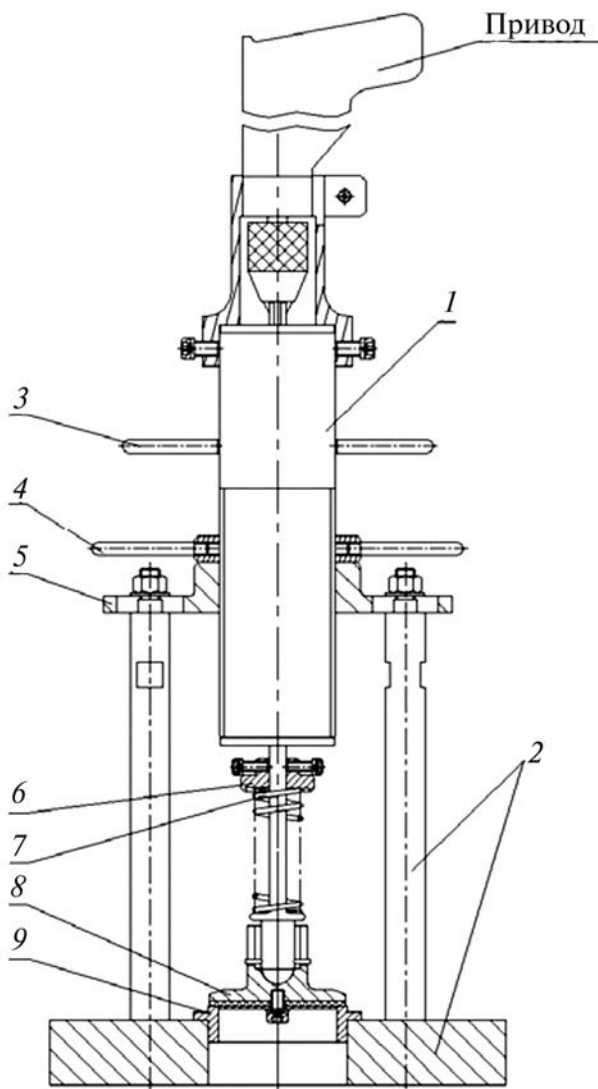


Рис. 2. Шлифовальное устройство и стенд для отработки технологий шлифования на деталях-свидетелях:

- 1 — устройство; 2 — испытательный стенд со стойками; 3 — регулировочный маховик;
- 4 — специальная контрольная гайка;
- 5 — крестовина; 6 — опора пружины; 7 — пружина;
- 8 — инструментальная головка;
- 9 — деталь-свидетель «седло»

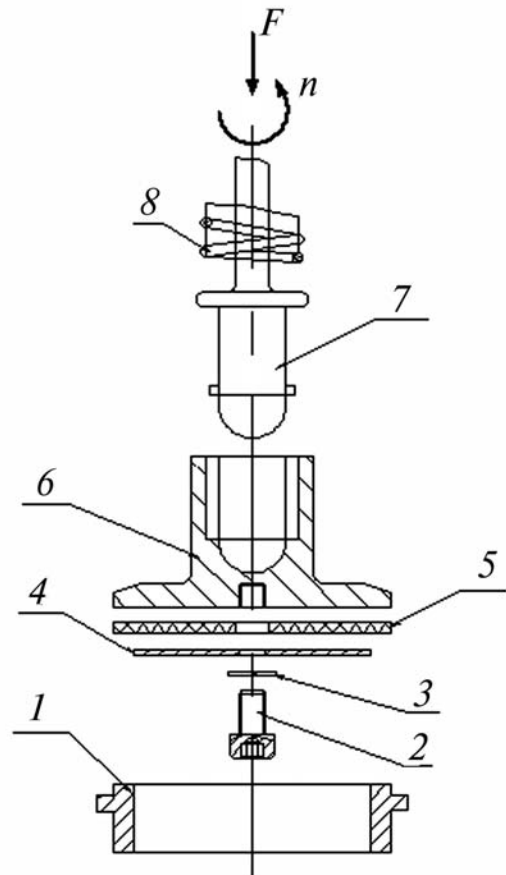


Рис. 3. Шлифовальная головка:

- 1 — опытная деталь-свидетель «седло»; 2 — болт;
- 3 — пружинная шайба; 4 — поджимная шайба;
- 5 — шлифовальная шкурка; 6 — корпус шлифовальной головки; 7 — шпindelь;
- 8 — пружина

вляющая процесс микрорезания за счет главного движения (вращения) и подачи головки осевым усилием, изображена на рис. 3.

При проведении экспериментов по шлифованию такие параметры обработки как скорость резания, усилие на шлифовальную головку, время обработки и зернистость шлифовальной шкурки были установлены на основе имеющегося опыта восстановительного ремонта УП. Экспериментальное формирование УП всех семи деталей выполнялось в два технологических перехода: черновым и чистовым шлифованием. В качестве инструментального материала использовалась шкурка шлифовальная, тканевая, водостойкая (ГОСТ 13344). Черновое шлифование производили шлифовальной шкуркой марки 16Н 14А, чистовое —

шкуркой марки М40Н 14А, при этом каждая УП обрабатывалась новой наждачной шкуркой.

При проведении эксперимента был выбран следующий режим обработки:

- скорость вращения 100 об/мин;
- усилие (подача) на инструментальную головку 6,0 кгс;
- время обработки черновым шлифованием 5 мин;
- время обработки чистовым шлифованием 5 мин.

При черновом шлифовании в начале обработки наблюдался некоторый начальный тормозящий момент, затем равномерное его снижение и как следствие, плавное увеличение частоты вращения в процессе шлифования. Изменение скорости вращения головки обусловлено особенностью использованного в испытываемом устройстве электропривода, имеющего коллекторный двигатель, частота вращения которого меняется в зависимости от прилагаемой нагрузки (момента сопротивления).

По истечении 25...80 с обработки УП однодисковой шлифовальной головкой наблюдались вибрации корпуса шлифовальной головки в плоскости обработки УП. Появление вибраций объясняется тем, что в процессе микрорезания происходит заполнение межзеренного пространства поверхности шкурки снятым материалом и соответствующее уменьшение, как давления на абразивные зерна, так и глубины погружения зерен в металл. Вследствие этого происходит переход от режима собственно резания к смешанному процессу — к совмещению процесса резания со скольжением наждачной шкурки по снятому порошковому материалу, что, в свою очередь, приводит к периодическому неравномерному накоплению («нагребанию») порошка. Данное явление в зоне обработки вызывает дополнительные радиальные и осевые усилия и как следствие вибрацию.

У изготовленных на токарно-винторезном станке деталей перед проведением операции шлифования были замерены шероховатость и отклонения от номинальной плоскости УП. Измерение шероховатости осуществлялось

тремя параллельными замерами на профилометре-профилографе мод. 252. Отклонения от номинальной плоскости уплотнения (УП «седло») измерялись контрольно-измерительной машиной модели ACCURA_MASS (погрешность измерения $\pm 2,2$ мкм) методом автоматического сканирования в 360 равномерно расположенных точках контрольной окружности. Результаты оценки для однодисковой головки и длительности процесса шлифования 5 мин сведены в табл. 1, сканированное объемное изображение волнистости уплотнительной поверхности детали № 1 схематически представлено на рис. 4.

Таблица 1

Значение шероховатости и отклонения от плоскости УП деталей-свидетелей «седло» после шлифования

Номер детали						
1	2	3	4	5	6	7
Максимальные отклонения от номинальной плоскости УП до шлифования, мкм						
16	29	31	20	32	21	15
Шероховатость поверхности до шлифования (среднее значение) УП R_a , мкм						
1,5	4,3	6,4	3,1	5,4	5,7	4,0
Максимальные отклонения от номинальной плоскости УП после шлифования, мкм						
57	179	21	15	43	50	19
Шероховатость поверхности (среднее значение) после шлифования УП R_a , мкм						
4,7	1,5	1,9	4,1	3,2	4,6	3,1

Приведенные в табл. 1 значения показывают, что максимальное отклонение от номинальной плоскости после шлифования увеличилось более чем в 2 раза по сравнению с исходным. Шероховатость поверхности (среднее значение высотного параметра R_a) уменьшилось при этом в среднем на 23%. Это позволяет сделать вывод, что в процессе экспериментального формирования УП процесс микрорезания, реализованный с помощью однодисковой шлифовальной головки в течение 5 мин, достаточно производителен, но не обеспечивает необходимой плоскостности восстанавливаемой УП.

Необходимо отметить, что умеренные или управляемые вибрации корпуса головки, как

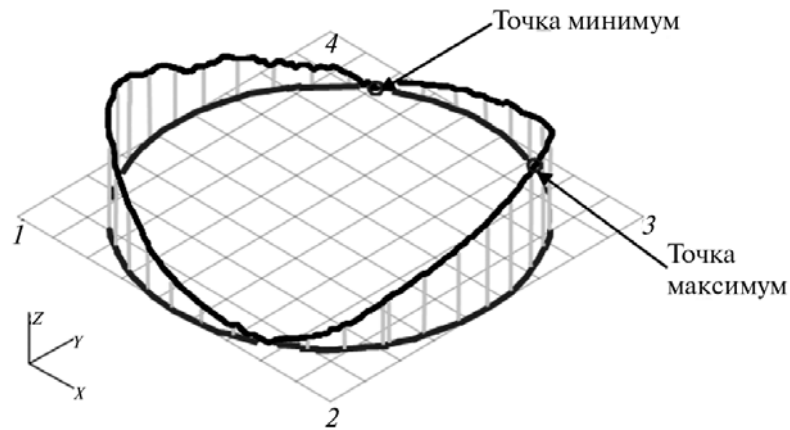


Рис. 4. Отклонение от номинальной УП детали «седло» (образец № 1) после технологической операции шлифования в течение 5 мин с однодисковой головкой

известно [2], могут качественно и количественно улучшать характеристики процесса микрорезания. В соответствии с этим в процесс шлифования был внесен ряд изменений, в основном простого изменения инструмента (шлифовальной шкурки). Варианты «выкроек» шлифовальных шкурок, выполненных с целью нахождения наиболее рациональной компоновки режущей части головки, показаны на рис. 5. На рисунке 5, а видно, что продукты обработки (микростружка обрабатываемого металла и микрочастицы используемого абразива) не имеют сплошного следа на шлифовальной шкурке. Это позволяет предположить, что обработанная такой шкуркой УП не будет иметь высокого качества по критерию формирования плоскостности. Указанное предположение подтвердилось в процессе последующей экспериментальной проверки.

На шлифовальной шкурке, изображенной на рис. 5, б и имеющей более мелкую зерни-

стость, видна сплошная круглая полоса контакта. От центрального отверстия этой шкурки выполнены надрезы, которые предназначены для снятия возможных напряжений в абразивной шкурке при установке ее на шлифовальную головку. На рисунке 5, в показана конструкция «выкройки» 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 различными конструкциями шлифовальных шкурок. В результате предпочтение было отдано конструкции, представленной на рис. 5, б.

Скорректированная таким образом конструкция была опробована при следующих режимах шлифования (использовалась шкурка 1250×50П7 15А163ВМ624 ГОСТ 6456—82):

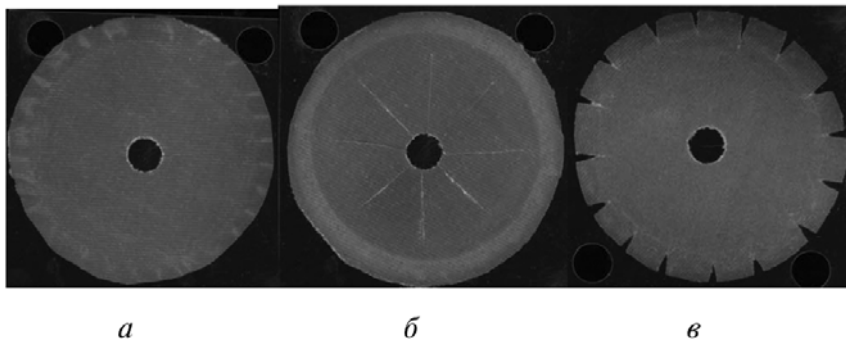


Рис. 5. Конструкция шлифовального инструмента (шкурки)

- частота вращения поддерживалась в пределах 100...150 об/мин;
- усилие на инструментальную головку 2,7 кгс;
- длительность периода шлифования 25...80 с (до наступления вибраций).

Результаты эксперимента с показателями времени шлифования и максимальными отклонениями от номинальной плоскости сведены в табл. 2. Полученные численные значения отклонений изменялись в пределах 7...12 мкм.

Таблица 2

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

Номер детали						
1	2	3	4	5	6	7
Время шлифования, с						
75	40	80	50	80	25	55
Максимальные отклонения от номинальной плоскости УП после шлифования, мкм						
10	8	12	7	8	7	8

Результаты описанной экспериментальной апробации показали, что возможности конструкции шлифовальной головки, показанной на рис. 2, по достижению минимальных отклонений от номинальной плоскости УП ограничи-

ваются значениями 7...12 мкм. Дальнейшее снижение этих значений требует разработки более эффективной конструкции корпуса шлифовальной головки и ее основных элементов. С этой целью была опробована 5-дисковая (рис. 6) шлифовальная головка [3]. Оказалось, что кинематическая схема движения ее дисков с указанной технологической позиции, направленной на достижение максимальной плоскостности УП, более эффективна. Соответствующие количественные характеристики качества УП, сформированной с помощью 5-дисковой шлифовальной головки, приведены в табл. 3 и 4.

Вариант 5-дисковой головки можно использовать, как в стационарной установке по ремонту УП, так и в мобильном оборудовании аналогичного назначения. В качестве стационарного оборудования может быть использован вертикально-сверлильный станок, а в качестве мобильного оборудования — электро- или пневмопривод, например электродрель соответствующей мощности.

Технологические испытания указанной 5-дисковой шлифовальной головки проводились на вертикально-сверлильном станке мод. 2А125. При шлифовке деталей были опро-

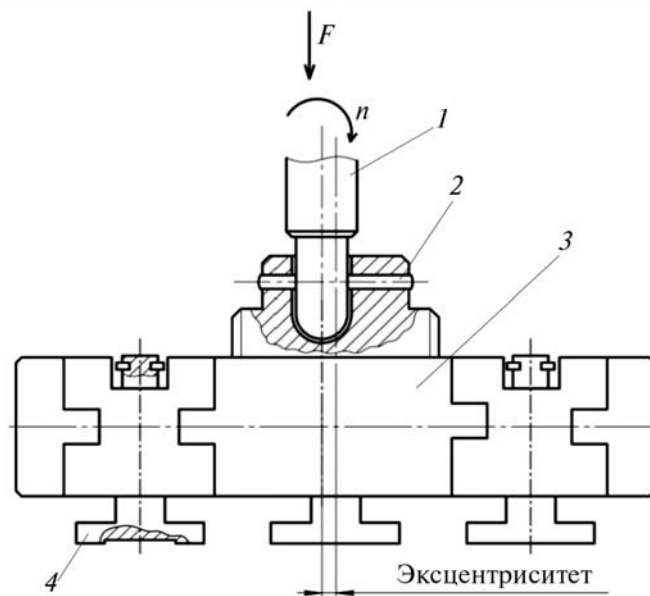


Рис. 6. Шлифовальная головка:

1 — шпиндель; 2 — штифт; 3 — шлифовальная головка; 4 — рабочие диски

Таблица 3

Значения отклонений от номинальной плоскости УП после шлифования 5-дисковой головкой

Номер детали						
1	2	3	4	5	6	7
Максимальные отклонения от номинальной плоскости УП деталей-свидетелей перед шлифованием, мкм						
9	6	12	4	10	4	7
Максимальные отклонения от номинальной плоскости УП деталей-свидетелей после шлифования абразивной шкуркой AC 100 XW P180, мкм						
8	5	8	10	18	7	6
Максимальные отклонения от номинальной плоскости УП деталей-свидетелей после шлифования абразивной шкуркой L251CM40 ГОСТ 10054—82, мкм						
8	5	8	8	7	8	6
Максимальные отклонения от номинальной плоскости УП деталей-свидетелей после шлифования абразивной шкуркой (EFCO), мкм						
6	5	6	6	5	4	4

бованы следующие шлифовальные шкурки: AC 100 XWP180, L251CM40 ГОСТ 10054, абразивный инструмент фирмы EFCO на основе оксида алюминия (Al_2O_3) зернистостью 30μ. При этом каждая деталь-свидетель обрабатывалась новым комплектом шлифовальной шкурки. Обработка деталей-свидетелей первыми двумя из перечисленных шкурок производилась путем базирования деталей в 4-кулачковом патроне по Ø76к6 (см. рис. 1). Патрон располагался на рабочем столе станка. При апробации третьей шкурки базирование осуществлялось в 3-кулачковом патроне по Ø76к6 с использованием разжимной оправки. В процессе экспериментального шлифования были опробованы следующие режимы [3]:

- частота вращения шпинделя 96,5 об/мин (минимальная для данного оборудования);
- осевое усилие контролировалось рабочим-оператором, обеспечивающим процесс микрорезания; максимальное значение осевого усилия определялось из условия сохранности работоспособности режущей поверхности используемой абразивной шкурки;
- время обработки детали было фиксированным и составляло 50 с (в рассматриваемом

Таблица 4

Средний показатель шероховатости УП после процесса шлифования 5-дисковой головкой

Номер детали						
1	2	3	4	5	6	7
Средний показатель шероховатости (R_a , мкм) УП деталей-свидетелей после шлифования абразивной шкуркой AC 100 XW P180						
0,66	0,69	0,97	0,73	0,77	0,71	0,78
Средний показатель шероховатости (R_a , мкм) УП деталей-свидетелей после шлифования абразивной шкуркой L251CM40 ГОСТ 10054—82						
0,08	0,09	0,09	0,11	0,08	0,08	0,08
Средний показатель шероховатости (R_a , мкм) УП деталей-свидетелей после шлифования абразивной шкуркой (EFCO)						
0,13	0,13	0,13	0,16	0,15	0,15	0,19

случае 5-дисковой головки вибрации в процессе шлифования не наблюдались при шлифовании длительностью до 1 мин).

После шлифования деталей их УП были проконтролированы на отклонения от номинальной плоскости УП. Кроме того, был измерен показатель шероховатости. Характеристика шероховатости измерялись профилометром *Surtronic* (производитель Фирма Taylor Hobson Ltd., Великобритания) на трех радиально ориентированных отрезках прямых линий, отстоящих друг от друга в угловом направлении на 120°. Значения отклонений от номинальной плоскости УП после шлифования сведены в табл. 3, а средние значения шероховатости поверхности — в табл. 4.

Представленные в табл. 3 результаты показывают, что в описанном эксперименте наилучшим по критерию плоскостности оказалось шлифование УП абразивной шкуркой фирмы EFCO (Германия) в разжимной оправке 3-кулачкового патрона. Информативными для более рациональной организации процесса шлифования оказались и результаты анализа шероховатости УП, получаемые после шлифовки. Практика эксплуатации клапанов различного конструктивного оформления показывает, что класс их герметичности определяется не только значениями отклонений

УП от номинальной плоскости, но и значениями высотных параметров шероховатости УП. Замеры высотного параметра шероховатости R_a сведены в табл. 4.

Приведенные средние значения шероховатости (R_a , мкм) УП опытных деталей, обработанных дополнительно с помощью абразивной шкурки, представлены в табл. 4. Из анализа этих данных следует, что меньшие значения параметра R_a получены с использованием 5-дисковой шлифовальной головкой, чем 1-дисковой головкой. Количественные характеристики качества шлифования описываются при этом следующими значениями: шлифование абразивной шкуркой АС 100 ХВ Р180 обеспечивает показатель шероховатости 0,66...0,97 мкм; шлифование абразивной шкуркой Л251СМ40 ГОСТ 10054 — 0,08...0,11 мкм; шлифование абразивной шкуркой на основе оксида алюминия (корунд) с зернистостью 30μ — 0,13...0,16 мкм. Результаты шлифования одно- и многодисковой инструментальными головками сведены в табл. 5. Они показывают, что из рассмотренных шкур, наиболее высокое качество обеспечивается использованием шкурки Л251СМ40 ГОСТ 10054.

Таблица 5

Результаты шлифования одно- и многодисковой головками

Инструментальная головка	Время шлифования, с	Среднее значение шероховатости по деталям R_a , мкм	Отклонения от номинальной плоскости, мкм	Примечание
Однодисковая инструментальная головка	25—80	1,5—6,4	7—12	—
Многодисковая инструментальная головка	50	0,8—0,11	4—6	—

Выводы

1. Применение многодисковой шлифовальной головки позволяет снизить (по сравнению с однодисковой головкой) величину волнистости (максимальных отклонений от номинальной плоскости) УП более чем в 2 раза.

2. Использование многодисковой шлифовальной головки позволяет снизить высотный параметр R_a шероховатости восстанавливаемой УП не менее чем в 1,5 раза. При этом шероховатость становится существенно более однородной по высоте.

Литература

1. Гайсин С.Н., Балакирев В.А., Травин Д.В. О применении мобильных шлифовально-притирочных устройств в технологическом процессе восстановления уплотнительных поверхностей элементов трубопроводной арматуры // Известия МГТУ «МАМИ». 2010. № 2 (10). С. 118–124.
2. Кумабэ Д. Вибрационное резание; под ред. Н.И. Портнова, В.В. Белова; пер. с яп. С. Л. Масленникова. М.: Машиностроение, 1985. 424 с.
3. Гайсин С.Н., Балакирев В.А., Цвик Л.Б., Безносков С.А. Универсальная многодисковая головка для финишной обработки плоских уплотнительных поверхностей элементов трубопроводной арматуры // ВЕСТНИК ИРГТУ. 2011. № 11 (58). С. 8–14.

Статья поступила в редакцию 02.03.2012