



УДК 621.454.2

Модернизация станка для абразивной доводки

В.А. СКРЯБИН, д-р техн. наук, профессор, **С.А. ГУСЕВ**, аспирант
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», г. Пенза, 440026, Российская Федерация
E-mail: vs_51@list.ru
DOI: 10.31044/1684-2561-2026-0-2-31-34
Поступила в редакцию 09.10.2025
После доработки 20.12.2025
Принята к публикации 10.02.2026

В статье рассматриваются вопросы модернизации кинематической схемы притирочно-доводочного станка с ЧПУ с целью обеспечения стабильности процесса обработки заданного качества уплотнительных поверхностей деталей запорной арматуры. Показано, что совершенствование технологии обработки деталей возможно путем модернизации кинематики станка.

Ключевые слова: модернизация станка, кинематическая схема, совершенствование технологии обработки.

This article examines the questions of modernization of the kinematic scheme of CNC lapping and finishing machine with the aim to ensure the stability of the processing process and the specified quality of the sealing surfaces of shut-off reinforcement parts. It is demonstrated that improving the machining technology of the parts is possible by upgrading the machine kinematics.

Keywords: machine modernization, kinematic diagram, improvement of processing technology.

Введение

Актуальность проблемы обусловлена жесткими требованиями к герметичности запорной арматуры (задвижек, клапанов), работающей в условиях высоких давлений и агрессивных сред. Ключевым фактором, определяющим герметичность затвора, является качество обработки его уплотнительных поверхностей. Низкое качество поверхности (высокая шероховатость, отклонение от плоскостности) приводит к неудовлетворительному прилеганию поверхностей, протечкам рабочей среды, снижению ресурса оборудования и риску аварийных ситуаций. Таким образом, разработка высокоэффективных методов финишной обработки, таких как абразивная доводка, является критически важной для обеспечения надежности и безопасности промышленных систем.

Шлифование и притирка (доводка) уплотнительных поверхностей корпуса кли-

новой задвижки (рис. 1) осуществляется как при изготовлении, так и при ремонте [1—3].

Корпус клиновой задвижки 2 устанавливается на установочное приспособление 3. На переносной станок 1 устанавливают инструментальный блок со шлифовальными кругами или притирами. Переносной притирочно-доводочный станок значительно сокращает время обработки уплотнительных поверхностей и не занимает дополнительную производственную площадь по сравнению с обычными вертикальными доводочными станками. Кроме того, этот станок можно использовать непосредственно при ремонте задвижки, не снимая ее с трубопровода. Переносной станок с закрепленным на нем инструментальным блоком монтируют на корпусе клиновой задвижки. При монтаже необходимо обеспечить равномерное расположение шлифовальных кругов или притиров над уплотнитель-

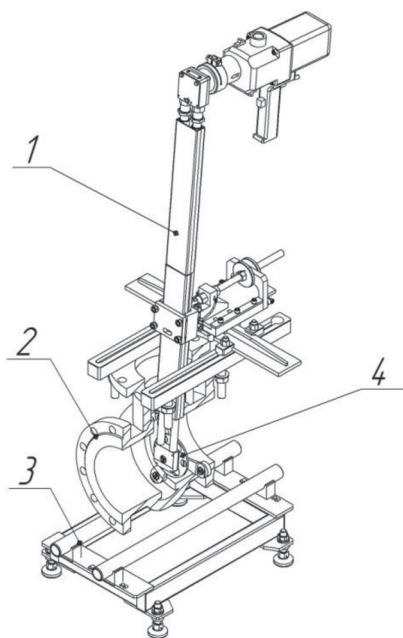


Рис. 1. Сема абразивной доводки уплотнительных поверхностей корпуса клиновой задвижки трубопроводной арматуры:
1 — станок; 2 — корпус клиновой задвижки в разрезе; 3 — установочное приспособление; 4 — инструментальный блок со шлифовальными кругами

ной поверхностью, что осуществляется при помощи установочного приспособления 3 станка 1. Инструментальный блок 4 получает вращение от привода, который вращается с угловой скоростью $\omega_{дв}$, за счет чего происходит обработка уплотнительной поверхности. Выбор скорости зависит от диаметра обрабатываемой уплотнительной по-

верхности. Чем больше диаметр, тем меньше скорость. Так как шлифовальные круги нежестко закреплены на рычагах инструментального блока на плавающих оправках, происходит вращение шлифовальных кругов относительно своей оси, что обеспечивает равномерную обработку всей ширины уплотнительной поверхности. Съем металла происходит при приложении усилия на инструментальный блок. Прижим осуществляется механически при помощи установочного приспособления 3 [4—6].

На рис. 2 приведены конструкции инструментальных блоков 4, изготовленных из углеродистых и легированных сталей, а также из сплавов алюминия. Блоки имеют кронштейны с гнездом для крепления инструментов. Кронштейны могут выдвигаться на определенное расстояние, позволяя обрабатывать детали различных диаметров.

Следует отметить, что свободное вращение инструментальных головок (притиров) вокруг своей оси осуществляется при строгом соблюдении всех факторов необходимых для обработки. Неправильно установленная величина давления (усилия прижима) может привести к стопорению всех инструментальных головок, что приведет к быстрому износу инструмента и неодно-

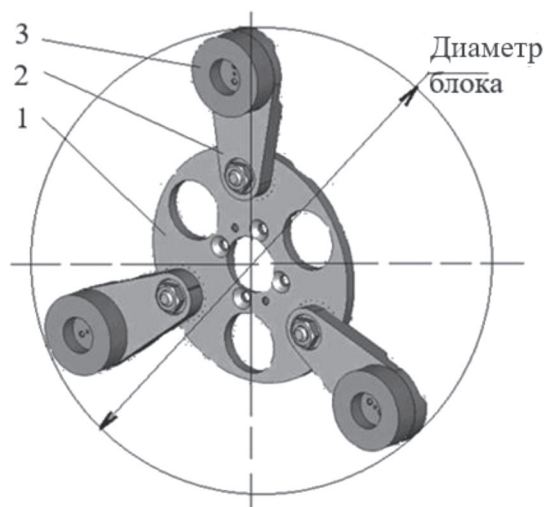
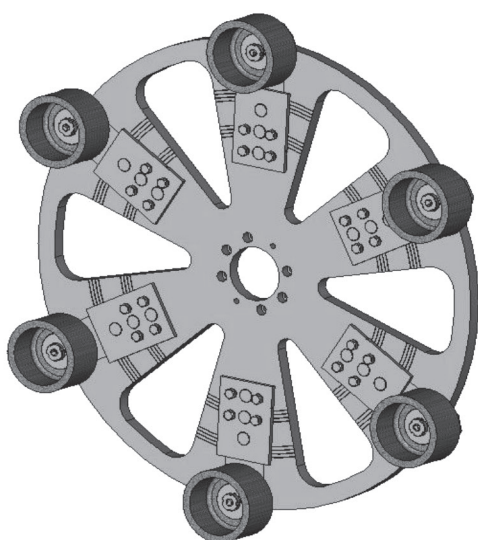


Рис. 2. Конструкции инструментальных блоков на 6 и на 3 инструмента:
1 — инструментальный диск; 2 — кронштейн; 3 — шлифовальный круг или притир

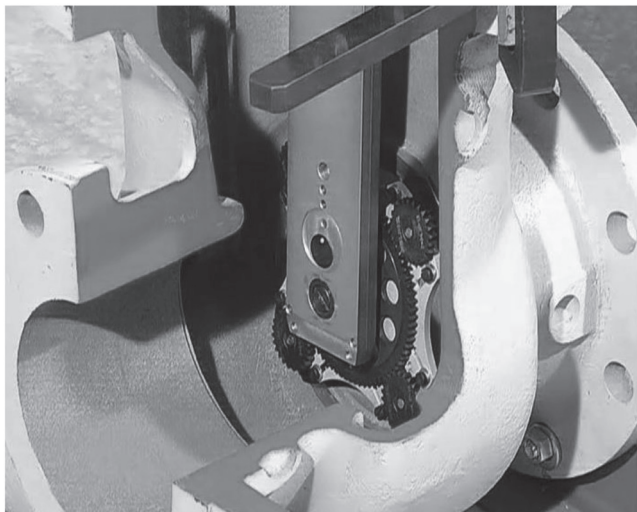


Рис. 3. Модернизация конструкции инструментального блока притирочно-доводочного станка

родной обработке поверхности. Неверно выбранная величина скорости инструментального блока может привести к самоторможению инструментальных головок, что не допустимо, так как обрабатываемая поверхность может получиться волнообразной. Неточно выбранный вид абразива может нарушить состояние поверхности.

В статье рассмотрена возможность изменения имеющейся конструкции станка переносного для шлифования и притирки корпусов клиновых задвижек, в частности, изменение конструкции инструментального блока (рис. 3).

Для того, чтобы связать скорость, устанавливаемую на приводе, со скоростью вращения инструментов (притиров) предлагается ввести косозубую планетарную зубчатую передачу. Солнечное колесо, закрепленное к механизму привода, неподвижно. Вращение передается водилу, на котором закреплены шестерни, обкатывающие солнечное колесо. К шестерням, установленным на водиле, крепятся инструментальные головки (притиры). Скорость, задаваемая на приводе, передается через механизм привода водилу. Шестерни, обкатывая солнечное колесо, приводят во вращение инструментальные головки, и обеспечивают постоянность вращения инстру-

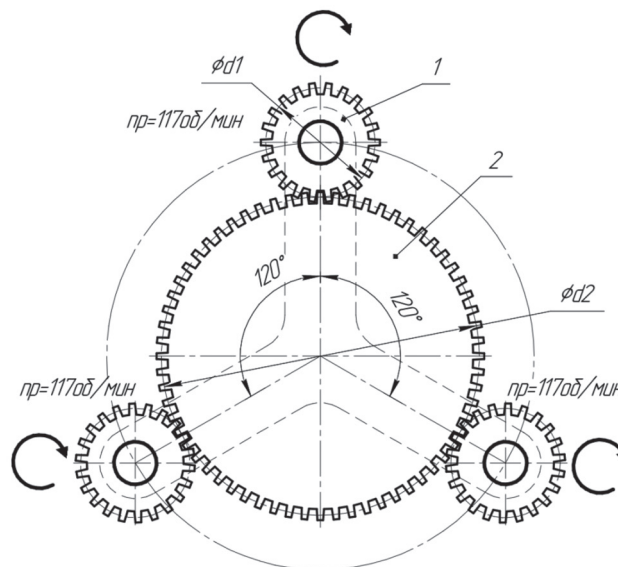


Рис. 4. Кинематическая схема притирочно-доводочного станка

ментальных головок вокруг своей оси, что позволяет говорить о стабильности протекания процесса доводки уплотнительной поверхности и достижении заданного качества данной поверхности. Величина скорости вращения инструментальных головок будет рассчитываться из скорости, задаваемой на приводе и передаточного отношения планетарной передачи [6, 7].

Схема (рис. 4) представляет собой планетарный механизм с неподвижным центральным (солнечным) колесом. Водило, на котором установлены три сателлитные шестерни (сателлиты) 1 с закрепленным на них инструментом (притиром), вращается вокруг оси солнечного колеса 2. Сателлиты обкатываются по неподвижному солнечному колесу, сообщая инструменту сложное движение: переносное (вращение вместе с водилом) и относительное (вращение вокруг собственной оси).

Для планетарных механизмов используем метод Виллиса. Формула Виллиса связывает угловые скорости звеньев по соотношению:

$$(n_p - n_h)/(n_s - n_h) = -Z_s/Z_p, \quad (1)$$

где n_p — частота вращения сателлита (инструмента), об/мин; n_s — частота вращения

солнечного колеса, об/мин; n_h — частота вращения водила, об/мин; Z_s — число зубьев солнечного колеса; Z_p — число зубьев сателлита (инструмента).

В конструкции станка солнечное колесо неподвижно ($n_s = 0$). Преобразуем формулу (1):

$$(n_p - n_h)/(0 - n_h) = -Z_s/Z_p,$$

$$(n_p - n_h)/(-n_h) = -Z_s/Z_p.$$

После дальнейших преобразований получаем основную расчетную формулу:

$$n_p/n_h = 1 + Z_s/Z_p. \quad (2)$$

Передаточное отношение от водила к сателлиту (инструменту) определяется зависимостью следующего вида:

$$u\{h - p\} = n_p/n_h = 1 + Z_s/Z_p. \quad (3)$$

Подставляя заданные числа зубьев, определяем частоту вращения инструментов.

Выводы

Модернизация притирочно-доводочного станка в плане изменения его кинематической схемы позволяет обеспечить стабильность протекания процесса и заданного качества кольцеобразных уплотнительных поверхностей в процессе абразивной доводки на вертикальном переносном плоскодоводочном станке с оригинальной конструкцией инструментального блока, который может быть предназначен как для шлифо-

вания, так и для притирочно-доводочных работ.

Финансирование работы

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Использование ИИ

Авторы данной работы заявляют, что при подготовке статьи технологии искусственного интеллекта не использовались.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 8—82** Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность.
2. **Скрябин В.А., Павлова Ж.В.** Модернизация переносного станка для шлифования и притирки уплотнительных поверхностей затворов задвижек трубопроводной арматуры // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2015. № 2. С. 8—13.
3. **Схиртладзе А.Г., Скрябин В.А., Борискин В.П.** Технологическое оборудование машиностроительных производств. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2013. 548 с.
4. **Скрябин В.А.** Этапы обработки при восстановлении запорных деталей трубопроводной запорной арматуры // Вестник Мордовского университета. 2016. Т. 26. № 2. С. 228—244.
5. **Схиртладзе А.Г., Скрябин В.А., Борискин В.П.** Ремонт технологических машин и оборудования. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2011. 432 с.
6. **Сейнов С.В.** Технологии и оборудование для притирки уплотнений арматуры // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2002. № 2. С. 8—13.
7. **Орлов П.Н.** Технологическое обеспечение качества деталей методами доводки. М.: Машиностроение, 1988. 384 с.