

<i>Поздравление</i> с юбилеем Петровой А.П.	3
● НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ	
<i>Коротков В.А.</i> Работы в области реновации и упрочнения в Нижнетагильском филиале УрФУ	4
● ПРАКТИКА РЕМОНТА, ВОССТАНОВЛЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ	
<i>Скрябин В.А.</i> Модернизация вертикально-расточного станка с ЧПУ, предназначенного для лезвийной обработки уплотнительных поверхностей трубопроводной арматуры в стационарных условиях	7
● ДИАГНОСТИКА И ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ	
<i>Косенко Е.А.</i> Методы неразрушающего контроля изделий машиностроения, изготовленных из полимерных композиционных материалов (обзор)	12
● НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ	
<i>Коломейченко А.В., Кравченко И.Н., Соловьев Р.Ю., Ерофеев М.Н., Титов Н.В., Багринцев О.О., Федоров А.О.</i> Ресурсосберегающие восстановительно-упрочняющие технологии нанесения износостойких металлокерамических покрытий	18
● ОБЩИЕ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ	
<i>Щедрин А.В., Алёшин В.Ф., Мельников Э.Л., Климочкин К.О., Минязева Л.Х., Самойлов В.Б., Чихачёва Н.Ю.</i> Исследование явления технологического наследования в методах комбинированного дорнования отверстий	23
<i>Кухарчук А.В., Бочкарев С.В.</i> Анализ повреждения и вариантов обеспечения номинальных режимов работы измерительного трансформатора напряжения	29
<i>Коноплин А.Ю., Баурова Н.И.</i> Исследование влияния отрицательных температур на напряженно-деформированное состояние и прочность композиционных материалов, используемых при ремонте трубопроводов	31
<i>Чумакова Л.А.</i> Определение функции момента прокатки в клетки редукционного стана	41
<i>Добрецов Р.Ю., Григорьев И.В., Куницкая О.А.</i> Шасси гусеничного трелевочного трактора с «диагональной» системой управления поворотом	44



УДК 621.454.2

Модернизация вертикально-расточного станка с ЧПУ, предназначенного для пезвийной обработки уплотнительных поверхностей трубопроводной арматуры в стационарных условиях

В.А. СКРЯБИН, д-р техн. наук, профессор

Пензенский государственный университет, г. Пенза, 440026, РФ

E-mail: vs_51@list.ru

DOI: 10.31044/1684-2561-2020-0-1-7-11

Поступила в редакцию 06.02.2019

После доработки 18.06.2019

Принята к публикации 23.09.2019

Рассмотрена модернизация вертикально-расточного станка с ЧПУ модели ГАКС-Л-7, позволяющая за счет введения наклонного стола, варьирования размеров основных блоков станка (станина, стойка, стол), номенклатуры обрабатываемых деталей трубопроводной арматуры (клиновых затворов корпусов задвижек и других поверхностей деталей арматуры) существенно расширить технологические возможности оборудования.

Ключевые слова: модернизация вертикально-расточного станка с ЧПУ, наклонный стол, размеры основных блоков станка, технологические возможности оборудования.

Modernization of NC vertical boring machine, model GAKS-L-7, is discussed, that allows one to considerably increase manufacturing capability of equipment owing to the use of an inclined table, variation of dimensions of main blocks of a machine (frame, rack, table), a product mix of produced parts of pipe fittings (wedge gate valves, housings and other surfaces of fitting parts).

Keywords: modernization, NC vertical boring machine, inclined table, manufacturing capability, equipment.

Станок модели ГАКС-Л-7, выпускаемый на ремонтном предприятии ОАО «ГАКС-РЕМ-АРМ» (г. Пенза), предназначен для механической обработки плоских уплотнительных поверхностей элементов клинового затвора трубопроводной арматуры в стационарных условиях обработки или ремонта поверхностей деталей. Вид обрабатываемых поверхностей трубопроводной арматуры следующий: плоские кольцевые уплотнительные поверхности корпусов задвижки, клиньев и дисков клиновых и параллельных задвижек (рис. 1). Обработке на станках должны подлежать вышеуказанные детали запорной арматуры, прошедшие операцию разметки, с помощью которой определены и видеолизированы осевые линии уплотнительных поверхностей, расположенных на клиновых поверхностях, используемые в дальнейшем для точного базирования при их установке на регулируемом столе станка, отсутствующем на базовой модели [1–3].

Предварительное базирование и установка деталей перед обработкой должны осуществляться с помощью концентрических окружностей, нанесенных на наружной поверхности регулируемого стола.

Точность линейных и угловых размеров уплотнительных поверхностей осуществляется настроечными перемещениями наклонного стола путем совмещения оси борштанги с инструментом и осью магистрального фланца, а также за счет выставки корпуса с помощью обкатки индикатором магистральных фланцев. Информация по перемещению стола станка, являющегося одним из элементов его модернизации, по линейным координатам X и Y и наклону стола по угловой координате B должна отражаться на экранах мониторов. Детали, обрабатываемые на вертикально-расточном станке с ЧПУ, должны иметь следующие размеры.

Параметрические ряды арматуры (корпуса задвижек), подлежащие обработке на одном типе станка:

Для I номера параметрического ряда станков:

Условный диаметр прохода задвижки трубопроводной арматуры — $DN = 50—800$ (900) мм; длина задвижки $L = 180—1000$ мм.

Для II номера параметрического ряда станков:

$DN = 100—1000$ (1200) мм; длина $L = 300—1100$ мм.

Для III номера параметрического ряда станков:

$DN = 200—1200$ (1400) мм; длина $L = 400—1400$ мм.

1. Шероховатость уплотнительных поверхностей при использовании технологического

процесса разработчика должна быть не более $Ra = 1,6$ мкм, угол α уплотнительных поверхностей корпусов задвижек должен находиться в диапазонах: $8^\circ \pm 10'$; $10^\circ \pm 10'$; $12^\circ \pm 10'$.

2. Ноль станка устанавливается по отсчетным линейкам или по упорам.

3. Необходима тщательная проверка сварных швов во избежание угловой погрешности формы и расположения.

4. Отклонение от плоскостности уплотнительных поверхностей при использовании технологического процесса разработчика должно находиться в диапазоне $\Delta F = 1—1,5$ мкм.

Электроника, используемая в структуре станка типа ГАКС-ЛІ-7

1. Серводвигатель типа *OSK—061* с редуктором *GTE120* (перемещение консоли).

2. Серводвигатель типа *MAD—1000—0150* с редуктором *GTM120* (вращение шпинделя и перемещения планшайбы).

3. Пульт управления станком.

4. Силовой электрошкаф управления электроприводами из серии «Bosch Rexroth» (сеть питания переменного тока напряжением 380 В, 50 Гц).

5. Блок управления электромагнитными муфтами по осям X, Y .

6. Процессор ЧПУ 32 бита/500 МГц *Intel*, совместимый ОЗУ-64 Мб.

7. Карта памяти типа *CF*, 128 Мб.

8. Пульт управления и индикации наклонно-координатного стола.

9. Метод управления электроприводами — система ЧПУ *Indra Motion MTX micro* фирмы *Bosch Rexroth*.

В качестве датчиков обратной связи по положению используют встроенные оптические датчики двигателей.

Вертикально-расточной станок типа ГАКС-ЛІ-7 с ЧПУ обеспечивает точность линейных и угловых размеров, заданных отклонений формы обрабатываемых деталей, а также шероховатость уплотнительных поверхностей и ресурс работы станка за счет следующих факторов:

- **жесткость шпиндельного узла.** Шпиндельный узел представляет собой встроенный в консоль корпус шпинделя, в который устанавливают жесткий шпиндель; передней опо-

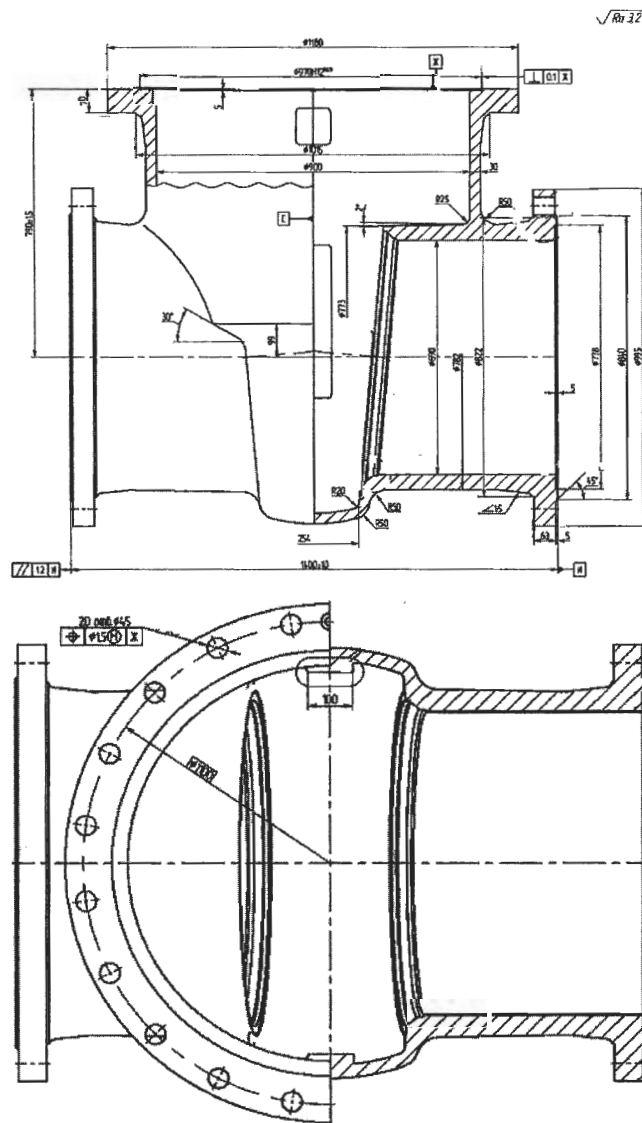


Рис. 1. Корпус задвижки трубопроводной арматуры

рой шпинделя служит двухрядный роликовый подшипник, а задней — дуплекс из радиально-упорных подшипников. Усилия, действующие в осевом направлении, воспринимаются упорными шарикоподшипниками. Шарико-винтовая передача цепи вертикального перемещения консоли жестко крепится к монтажной плите, что позволяет перемещать консоль вверх и вниз;

- **наличие датчиков обратной связи в сервоприводах** позволяет точно отслеживать в блоке сравнения системы ЧПУ разность между размером заданным по программе и действительным размером в процессе обработки и сводить эту разность к нулевому значению;

- **точность разметки осевых линий корпуса и клина задвижки** и перенос их на торец присоединительного фланца корпуса и боковые поверхности клина, а также выставки корпуса и клина задвижки по концентричным кольцевым канавкам стола позволяет обеспечить точностные параметры детали на регулируемом столе станка;

- **совмещения оси борштанги с осью магистрального фланца** стола с помощью специальных маховиков; выставка с помощью индикатора необходимых отклонений от перпендикулярности и соосности поверхности магистрального фланца, а также привязка резца к поверхности магистрального фланца и использование в качестве установочных элементов рисок или прихваток с рисками повышает точность базирования детали и снижает погрешности угловых размеров, погрешности формы и расположения, погрешности линейных размеров;

- **жесткость фиксации стола** с регулируемым наклоном по отношению к станине в процессе всего цикла обработки детали с целью исключения каких-либо вибраций [4—6].

На экране монитора во время привязки инструмента к детали должна визуализироваться следующая информация.

1. Привязка инструмента к детали (положение плавающего нуля).

2. Величина рассогласования между действительным значением перемещения или вращения исполнительного механизма станка и значениями, заданными по управляющей программе.

3. Наладочный режим станка по ручному вводу управляющей программы, задания режимных параметров и перемещений.

4. Управляющая программа обработки поверхностей корпуса задвижки и клина.

5. На экране пульта управления и индикации (рис. 2) должна визуализироваться информация по перемещению стола станка по линейным координатам X и Y и наклона стола по угловой координате B , Z — координата вертикального перемещения шпиндельной бабки станка по направляющим, W — координата продольного перемещения шпиндельной бабки станка, C — координата кругового перемещения автооператора с инструментами (рис. 3).

В таблице приведены сравнительные технические характеристики станков основных конкурентов, которые показывают, что российское и зарубежное оборудование фирм *Unigrind STM800E*, *EFCO SPM*, и ПКТБА СПШ1 при меньшей мощности электродвигателей шпинделей станков не обеспечивает заданные параметры обработки уплотнительных поверхностей крупных корпусов задвижек трубопроводной арматуры при диаметре условного прохода $DN = 1100—1400$ мм, уступая вертикально-расточным станкам с ЧПУ фирмы «ГАКС-РЕМ-АРМ» по производительности, заданной шероховатости Ra после лезвийной обработки и точности углового позиционирования.

Основные выводы по концепции развития станков типа ГАКС-Л-7 для лезвийной и абразивной обработки уплотнительных поверхностей корпусов и клиньев задвижек

1. Размерно-параметрический ряд содержит три основные модификации станков:



Рис. 2. Пульт управления и индикации

Сравнительные технические характеристики станков основных конкурентов

Станок	ГАКС-Л-7 Россия			Unigrind STM800E-Германия			EFCO SPM-Германия			ПКТБА СПШ1-2 Россия		
Параметр												
Диаметр условного прохода (мм) обрабатываемой арматуры	50—600 (800)	100—1000 (1200)	200—1200 (1400)	40—300	200—400	400—800	40—300	200—450	600—800	50—600	400—1000	600—1200
Масса станка, кг	9700	11000	14000	1300	—	—	1100	—	—	1400	—	2600
Максимальная масса обрабатываемых деталей, кг	2050	3500—4000	3800—4900	—	—	—	—	—	—	2050	3500—4000	3800—4900
Мощность эл. двигателя шпинделя, кВт	9,2	11,0	13,0	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5	7,5	7,5	7,5
Шероховатость Ra , мкм, после лезвийной обработки	До 1,6	До 1,6	До 1,6	До 1,8	До 1,8	До 1,8	До 1,8	До 1,8	До 1,8	До 1,8	До 1,8	До 1,8
Отклонение формы (неплоскостность), мкм	1,0—1,5	1,0—1,5	1,0—1,5	1,0—2,0	1,0—2,0	1,0—2,0	1,0—2,0	1,0—2,0	1,0—2,0	1,5—2,0	1,5—2,0	1,5—2,0
Точность углового позиционирования	10"	10"	10"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"

а) ГАКС-Л-7-I с размером стола 1100×1100 (1200×1200) для обработки задвижек $DN = 50—800$ (900) мм;

б) ГАКС-Л-7-II с размером стола 1300×1300 (1700×1700) для обработки задвижек $DN = 100—1000$ (1200) мм;

в) ГАКС-Л-7-III с размером стола 1500×1500 (1900×1900) для обработки задвижек $DN = 200—1200$ (1400) мм.

2. Модификации ГАКС-Л-7-I и ГАКС-Л-7-II построены на единой базе корпусных деталей (станина, стойка, стол) за счет варьирования:

- а) длины станины;
- б) высоты стойки;
- в) размеров верхней плиты стола.

3. Модификация ГАКС-Л-7-III сформирована на новой базе корпусных деталей (станина, стойка, стол) с максимальной унификацией деталей, образующих сварные узлы (станина, стойка) и деталей стола.

4. Все модификации имеют возможность для расширения номенклатуры обработки большего размера деталей:

а) ГАКС-Л-7-I должен обеспечивать расширение обработки корпусов диапазона $DN = 50—900$;

б) ГАКС-Л-7-II обеспечили расширение обработки корпусов диапазона $DN = 100—1200$;

в) ГАКС-Л-7-III обеспечил расширение обработки корпусов диапазона $DN = 200—1400$.

5. Работа всех модификаций станков размерно-параметрического ряда построена на едином для всех алгоритме процесса обработки деталей.

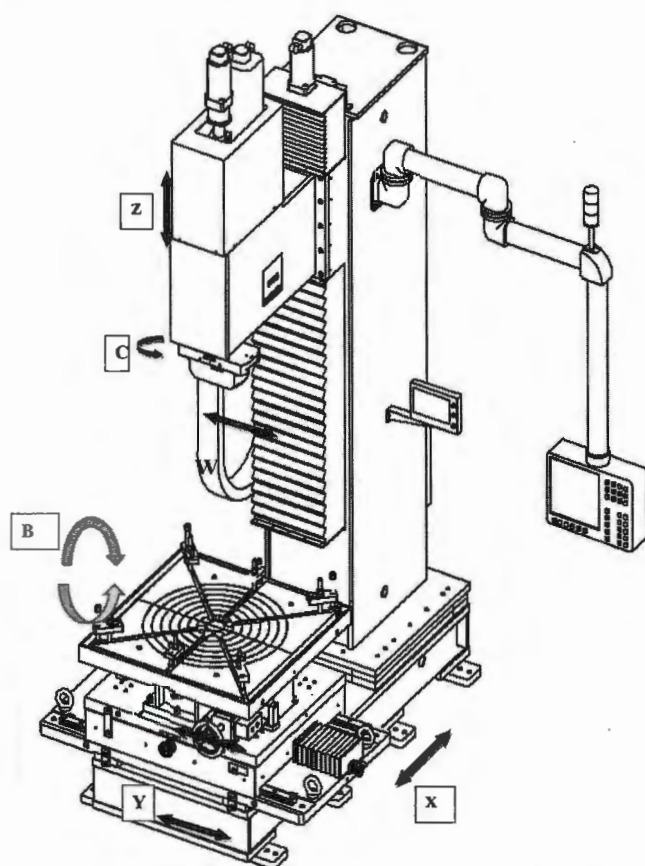


Рис. 3. Схема основных движений станка типа ГАКС-Л-7

6. Система управления каждого из станков размерно-параметрического ряда сформирована на одном принципе с использованием однотипных, а там, где возможно — и единых узлов, исполнительных механизмов, элементов принципиальных электрических схем.

7. При проектировании всех модификаций станков необходимо руководствоваться:

а) требованиями к условиям ведения лезвийной обработки уплотнений затвора;

б) критериями качества лезвийной обработки уплотнений затвора;

в) критериями формирования свойств и показателей оборудования для лезвийной обработки уплотнений арматуры;

г) принципами видеоизации процессов настройки, установки и обработки поверхностей.

8. Для расширения функциональных возможностей станков размерно-параметрического ряда предусмотрено (при модернизации) использование инструментальных блоков вертикально-доводочного станка для ведения операций шлифования и доводки (притирки) после лезвийной обработки уплотнительных поверхностей корпусов задвижек, соединяющих части трубопроводной арматуры.

9. Для исключения повреждений направляющих станков типа ГАКС-Л-7 применена надежная гофрозащита из полимерных материалов, унифицированная для всех типоразмеров.

10. За основу базовых технических решений в конструкциях, системах управления и измерения взята разработка ГАКС-Л-7-1 ($DN = 50-800$) без наклонного стола и других блоков [7–9].

Ремонтное предприятие г. Пензы «ГАКС—РЕМ—АРМ» модернизировало вышеуказанное оборудование совместно с кафедрой «Технология машиностроения» Пензенского государственного университета под руководством д-ра техн. наук, профессора Скрыбина В.А., являющегося по совместительству ведущим экспертом данного предприятия, что позволило существенно расширить технологические возможности оборудования и реализовать его продажу нескольким ремонтным предприятиям г. Пензы и Пензенской области, а также других регионов Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Металлорежущие** станки. Номенклатурный каталог. Ч. 1. 1992—1993. М.: ЭНИМС, ВНИИТЭМР. 1992. 300 с.
2. **Металлорежущие** станки / Под ред. Н.С. Колева. М.: Машиностроение. 1980. 500 с.
3. **Скрыбин В.А., Борискин В.П.** и др. Технологическое оборудование машиностроительных производств. Старый Оскол: ООО «ТНТ». 2013. 548 с.
4. **Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А., Борискин В.П.** Ремонт технологических машин и оборудования. Старый Оскол: ООО «ТНТ». 2011. 432 с.
5. **Скрыбин В.А.** Методика испытаний трубопроводной арматуры и шестеренных насосов // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2016. № 1. С. 27—31.
6. **Скрыбин В.А., Схиртладзе А.Г.** Технология ремонта шестеренчатых насосов // Ремонт, восстановление, модернизация. 2016. № 6. С. 3—7.
7. **Скрыбин В.А., Павлова Ж.В.** Технология ремонта корпуса задвижки трубопроводной арматуры // Ремонт, восстановление, модернизация. 2015. № 3. С. 3—10.
8. **Схиртладзе А.Г., Скрыбин В.А.** Ремонт технологического оборудования. М.: КУРС: ИНФРА-М. 2018. 352 с.
9. **Скрыбин В.А., Зверовщиков А.Е.** Перспективы развития технологии и оборудования при восстановлении уплотнительных поверхностей задвижек трубопроводной арматуры // Ремонт, восстановление, модернизация. 2018. № 9. С. 7—12.