

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ  
ВАЛОВ ПРИ БАЗИРОВАНИИ В ПРИЗМАХ**

*В.Е. Карпуть, д-р техн. наук;*

*В.А. Иванов\*, канд. техн. наук;*

*А.В. Ряховский\*\*, канд. техн. наук,*

*Национальный технический университет «Харьковский  
политехнический институт», г. Харьков;*

*\*Сумский государственный университет, г. Сумы;*

*\*\*Национальный научный центр «Институт метрологии», г. Харьков*

В зависимости от объема выпуска продукции и других производственных условий для базирования и закрепления заготовок на станках разработаны различные системы станочных приспособлений, создаваемых на основе единых правил с целью обеспечения единства их исполнения и использования в определенных организационных условиях технологических систем изготовления различных изделий.

В условиях единичного и мелкосерийного производства эффективными являются универсальные безналадочные приспособления. В серийном производстве целесообразно использовать универсальные и специализированные наладочные приспособления, состоящие из базовой части и сменной наладки. К разборным приспособлениям многократного применения относятся универсально-сборные и сборно-разборные приспособления, а также общемашиностроительный комплекс универсально-сборной и переналаживаемой оснастки.

В работе [1] описана технологическая оснастка, основанная на унификации координатно-базирующих элементов и предназначенная для базирования и закрепления различных заготовок при обработке на сверлильно-фрезерно-расточных станках.

К базовым элементам относятся кубы, одно- и двухсторонние угольники, подставки, предназначенные для базирования и закрепления сменных элементов (плит). С целью уменьшения металлоемкости кубы выполнены пустотелыми и предназначены, в основном, для установки плоскостных заготовок. Для базирования и закрепления сменных элементов, а также самого куба на столе станка имеются втулки с координатными отверстиями и выполнена сетка резьбовых отверстий.

Двухсторонний угольник представляет собой стойку, поэтому в отличие от куба рабочими поверхностями для установки сменных элементов являются не четыре, а две стороны. Это позволяет обрабатывать не только плоскостные, но и корпусные заготовки. Односторонний угольник состоит из вертикальной и горизонтальной плит, соединенных между собой ребрами жесткости.

К сменным элементам относятся сменные плиты нескольких типоразмеров, которые могут устанавливаться как непосредственно на рабочий стол, так и на любые базовые элементы.

Установочно-зажимные элементы предназначены для закрепления обрабатываемых заготовок на плитах. Как показало внедрение этой оснастки затраты времени и средств на технологическую подготовку производства сокращаются.

Развивая идею унификации технологической оснастки и создания более совершенной системы станочных приспособлений нами предложена система универсально-сборных переналаживаемых приспособлений (УСПП) [2, 3], объединяющая достоинства сборных и переналаживаемых приспособлений, суть которых состоит в том, что сборные

приспособления komponуются из функциональных переналаживаемых элементов. Это позволяет существенно сократить затраты на изготовление комплекта элементов, сократив и даже расширив при этом гибкость и технологические возможности станочных приспособлений.

Разработаны и запатентованы конструкции функциональных элементов УСПП, допускающих переналадку при переходе к обработке деталей других типоразмеров [4–12].

При обработке валов на сверлильных и фрезерных станках наиболее распространенной является схема базирования по наружным цилиндрическим поверхностям и торцу. Нами предложена конструкция переналаживаемой призмы, входящая в комплект элементов УСПП [13], с установочными элементами, выполненными в форме дисков, оси вращения которых смещены относительно осей дисков на величину эксцентриситета. Система зубчатых колес позволяет одновременно поворачивать опорные диски в разные стороны на заданный угол, который соответствует диаметру базовой цилиндрической поверхности вала (рис. 1). Для оценки целесообразности и эффективности применения этого функционального элемента системы УСПП выполнены экспериментальные исследования точности обработки ступенчатого вала, устанавливаемого на вертикально- и горизонтально-фрезерном станке в опытной образце переналаживаемой призмы.

При экспериментальных исследованиях на валах фрезеровались лыски, расположенные в различных местах вала: консольно ( $d = 30$  мм), над опорой ( $d = 42$  мм) и между двух опор ( $d = 54$  мм). Фрезерование лысок выполнялось для режимов обработки, которые соответствуют черновой (глубина резания  $t = 4$  мм) и получистовой обработке ( $t = 1$  мм). Таким образом, при обработке лысок необходимо получить размеры по качеству IT11: при глубине резания  $t = 1$  мм – 29<sub>(0,13)</sub>, 41<sub>(0,16)</sub>, 53<sub>(0,19)</sub> соответственно, а при глубине резания  $t = 4$  мм – 26<sub>(0,13)</sub>, 38<sub>(0,16)</sub> и 50<sub>(0,16)</sub> соответственно.

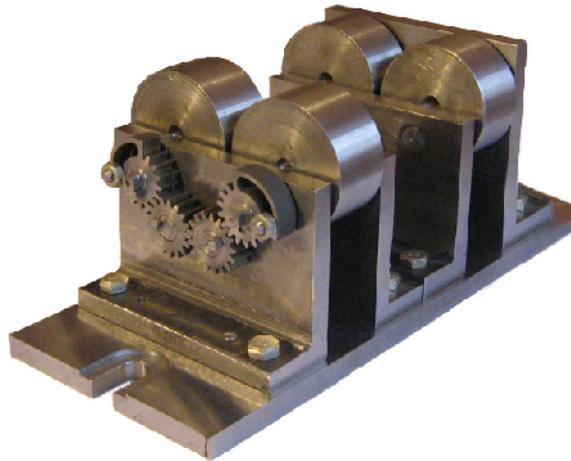
На рис. 2 приведены фотографии процесса фрезерования лыски на горизонтально-фрезерном станке мод. 6P82Г и вертикально-фрезерном станке с ЧПУ мод. 6P13Ф3 при установке заготовок на переналаживаемой призме.

Для сравнения выполнены аналогичные исследования при установке валов на стандартных жестких опорных призмах.

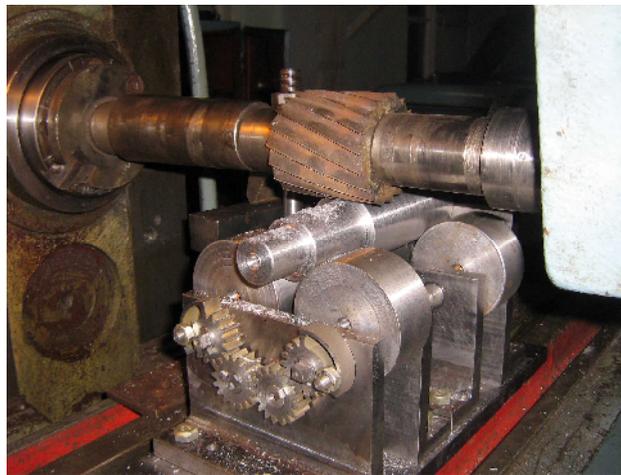
Установлено, что в результате упругих деформаций технологической системы имеют место погрешности размеров, которые отличаются по величине в зависимости от условий обработки. При глубине резания  $t = 1$  мм (получистовая обработка) погрешности размеров обрабатываемых поверхностей при установке заготовок на призмах обоих типов одинаковы и не превышают 0,01 мм.

При увеличении глубины резания цилиндрической фрезой до  $t = 4$  мм (черновое фрезерование) погрешности размеров обработки находятся в пределах 0,01–0,02 мм и 0,02–0,03 мм при установке заготовки на стандартную жесткую опорную призму и предложенную переналаживаемую призму соответственно в зависимости от места обработки лыски на валу. Погрешности обработки концевой фрезой практически не изменяются в зависимости от конструкций базирующих модулей и не превышают 0,01 мм. Для размеров в диапазоне диаметров 18–30 мм допуск на выполняемый размер  $T_d = 0,13$  мм, для размеров 30–50 мм –  $T_d = 0,16$  мм, для размеров 50–80 мм – 0,19 мм.

Таким образом, значительное расширение технологических возможностей предложенной переналаживаемой призмы и гибкости соответствующих установочно-зажимных приспособлений не связано с существенным ухудшением их точностных показателей, которые полностью удовлетворяют производственным условиям.



*Рисунок 1 – Опытный образец переналаживаемой призмы*



*а)*



*б)*

*Рисунок 2 – Фрезерование лыски на горизонтально-фрезерном станке мод. 6Р82Г (а) и вертикально-фрезерном станке с ЧПУ мод. 6Р13Ф3 (б) при установке заготовок на переналаживаемой призме*

## ВИВОДИ

В результате экспериментальных исследований на примере обработки валов доказана целесообразность применения системы УСПП для обработки деталей на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ в условиях многономенклатурного производства.

Экспериментально подтверждена достаточно высокая точность обработки ступенчатых валов с установкой их в предложенной переналаживаемой призме при получистовом и черновом фрезеровании концевыми фрезами, а также при получистовой обработке цилиндрическими фрезами, так как величины погрешностей обработки одинаковы по сравнению с установкой заготовок на стандартные жесткие опорные призмы.

## SUMMARY

*The article describes the results of experimental researches of machining accuracy of shafts. The new construction of reusable base module is offered. The investigation was conducted on vertical- and horizontal milling machine tools. The level of accuracy of proposed reusable base module was determined.*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мовшович А. Я. Новая унифицированная система технологической оснастки для механообработки / А. Я. Мовшович, А. В. Ряховский, А. С. Кобзев // Технологии XXI века: сб. научных статей по матер. 13-й Междунар. научно-метод. конф. – Сумы : СНАУ, 2006. – С. 40–44.
2. Карпусь В. Е. Универсально-сборные переналаживаемые приспособления / В. Е. Карпусь, В. А. Иванов // Вестник машиностроения. – 2008. – №11. – С. 46–50.
3. Karpus' V. E. Universal-composite adjustable machine-tool attachments / V. E. Karpus', V. A. Ivanov // Russian Engineering Research. – 2008. – Vol. 28, No. 11. – P. 1077–1083.
4. Пат. на корисну модель № 27551 Україна, МПК (2006) В23В 39/00; В23Q 3/06. Губки верстатних лещат / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2007 05589; заявл. 21.05.07; опуб. 12.11.07, Бюл. № 18.
5. Пат. на корисну модель № 29823 Україна, МПК (2006) В23В 39/00. Призма регульована / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2007 11451; заявл. 15.10.07; опубл. 25.01.08, Бюл. № 2.
6. Пат. на корисну модель № 29824 Україна, МПК (2006) В23В 39/00. Упор регульований / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2007 11452; заявл. 15.10.07; опубл. 25.01.08, Бюл. № 2.
7. Пат. на корисну модель № 30999 Україна, МПК (2006) В23Q 3/06. Оправка розтискна / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2007 11359; заявл. 15.10.07; опубл. 25.03.08, Бюл. № 6.
8. Пат. на корисну модель № 31000 Україна, МПК (2006) В23В 39/00. Опора регульована / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2007 11360; заявл. 15.10.07; опубл. 25.03.08, Бюл. № 6.
9. Пат. на корисну модель № 31468 Україна, МПК (2006) В23В 39/00, В23Q 3/06. Токарний самоцентруючий патрон з автоматичним приводом / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2007 13696; заявл. 07.12.07; опубл. 10.04.08, Бюл. № 7.
10. Пат. на корисну модель № 31469 Україна, МПК (2006) В23В 39/00. Базуючий вузол / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2007 13697; заявл. 07.12.07; опубл. 10.04.08, Бюл. № 7.
11. Пат. на корисну модель № 34438 Україна, МПК (2006) В23В 39/00, В23Q 3/06. Змінна плита / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2008 03381; заявл. 17.03.08; опубл. 11.08.08, Бюл. № 15.
12. Пат. на корисну модель № 38073 Україна, МПК (2006) В23Q 3/00. Затискний модуль / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2008 07518; заявл. 02.06.08; опубл. 25.12.08, Бюл. № 24.
13. Пат. на корисну модель № 31416 Україна, МПК (2006) В23В 39/00. Базуюча призма, що автоматично регулюється / Карпусь В. Є., Іванов В. О.; заявник та власник патента Нац. техн. ун-т «ХПІ». – № у 2007 12864; заявл. 20.11.2007; опубл. 10.04.08, Бюл. № 7.

<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/9359>