

УДК 621.941.019-187

**Алексей Петрович Павлов**, канд. техн. наук., доц.,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, 89037628407@mail.ru

**Илья Сергеевич Нефёлов**, инженер,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, iljanefelov@yandex.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ  
ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ**

**Аннотация.** В статье приводятся основные положения методики формирования требований при проектировании приспособлений для контроля в процессе обработки деталей типа «стержень».

**Ключевые слова:** точность обработки, форма поверхности, операционный контроль, измерительные приборы, лазерное оборудование, оптическое оснащение, приспособления, датчики.

**Alexey P. Pavlov**, Ph. D., associate professor,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, 89037628407@mail.ru

**Илья S. Nefelov**, engineer,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, iljanefelov@yandex.ru

**THE FORMATION OF THE BASIC REQUIREMENTS FOR  
THE DESIGN OF UNIVERSAL DEVICES FOR QUALITY CONTROL  
OF PROCESSING CYLINDRICAL PARTS**

**Abstract.** The article contains the main statements of the method of forming the requirements for the design of the control devices in the processing of details of type «core».

**Keywords:** precision machining, surface shape, operational control and measuring instruments, laser equipment, optical equipment, devices, gauges.

### **Введение**

В настоящее время всё более высокие требования предъявляются к качеству и точности обработки поверхностей сложной формы. Особенно это касается точности их изготовления как в отношении размеров, ограниченных максимальными допусками, так и в отношении их формы. Кроме требований по точности к оборудованию, приспособлениям и инструменту при проведении механической обработки необходимо обеспечивать точность и высокую эффективность операционного контроля, для чего можно использовать различные методы контроля точности обработки поверхности.

В зависимости от конструктивного устройства различают механические, оптические, гидравлические, пневматические, электрические и лазерные измерительные приборы.

Наиболее эффективным способом осуществления контроля геометрических параметров деталей сложной формы является использование лазерных систем, которые получают все большее распространение благодаря высокой точности их измерений, быстрдействию, универсальности и простоте эксплуатации. Причем подобные лазерные измерительные системы можно устанавливать не только на современные металлообрабатывающие станки, но и на те, которые уже длительное время находятся в эксплуатации и могут быть отнесены к категории морально устаревшего оборудования.

### **Основная часть**

При разработке измерительного приспособления можно установить следующие базовые критерии: обеспечение точности измерений; минимизацию массовых и габаритных параметров; использование широко распространенных материалов для изготовления приспособления; обеспечение принципа унификации деталей приспособления; обеспечение

надежности; простоту монтажа с обеспечением условий для предотвращения ошибок при сборке приспособления; обеспечение системы ТО и ремонта; обеспечение простоты и легкости при проведении измерений; обеспечение безопасности при работе устройства; обеспечение минимальных затрат на производство приспособления.

Для того чтобы использовать измерительное оборудование непосредственно в процессе обработки, необходимо создать конструкцию креплений и направляющих для размещения на них датчика и управления его позиционированием относительно контролируемой поверхности.

Общими требованиями к креплениям и направляющим являются: высокая точность взаимного расположения датчиков; жесткость конструкции для обеспечения защиты датчиков от вибрации; простота управления позиционированием датчиков.

Существует также ряд ограничений, накладываемых на конструкцию измерительного прибора.

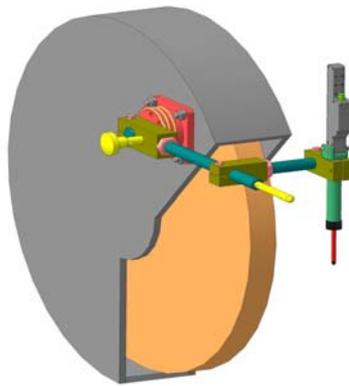
Во-первых, обработка изделия зачастую производится с применением смазочно-охлаждающей жидкости. Работа датчиков возможна в условиях отсутствия прямого попадания жидкости на тело датчика. Таким образом, это накладывает ограничение на расположение датчика относительно измеряемой детали. Расположить датчик следует над измеряемой поверхностью.

Во-вторых, прибор должен работать в широких измерительных диапазонах для исключения переналадки при измерении деталей с различным диаметром.

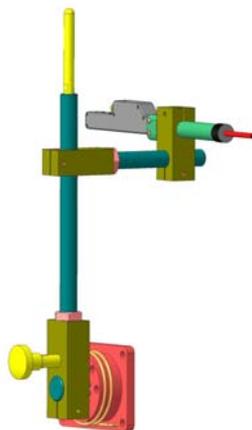
В-третьих, прибор должен располагаться в легкодоступной для оператора зоне и постоянно базироваться на станке, но в то же время прибор не должен мешать работе оператора на станке.

С учетом всех перечисленных выше факторов была разработана следующая конструкция (на примере круглошлифовального станка), рис. 1.

К кожуху шлифовального круга болтовым соединением крепится цилиндрический шарнир, ось которого расположена параллельно оси шлифовальной бабки. В этот цилиндрический шарнир вставляется пространственная консольная балка с возможностью фиксации в трех положениях: первое положение – при обработке детали (рис. 2); второе – при перемещении на следующую измеряемую поверхность (рис. 3); третье – непосредственно при измерении поверхности (рис. 4). Осевое смещение данной балки предотвращается двумя пружинными кольцами. На конце пространственной консольной балки крепится в вертикальной плоскости измерительный датчик.



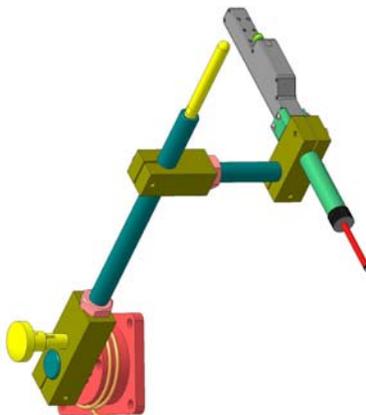
*Рис. 1. Общий вид измерительного приспособления с базированием на кожухе шлифовального круга*



*Рис. 2. Положение прибора при обработке детали*

После окончания измерений необходимо выполнить все операции с приспособлением в обратной последовательности и перевести его в

соответствующее положение фиксации, которое зависит от дальнейших операций (передвижения на следующую измеряемую поверхность или операции шлифования).



*Рис. 3. Положение прибора при перемещении на следующую измеряемую поверхность*

Пружина кручения, устанавливаемая на кронштейн прибора и консольную балку, позволяет предотвратить случайное падение измерительного наконечника на измеряемую поверхность, а также уменьшает усилие для поднятия конструкции в положение фиксации при обработке детали.

Так как приспособление проектировалось как универсальное переналаживаемое, в нем предусмотрена система регулировок. В частности, имеются регулировки при изменении диаметра измеряемой поверхности, диаметра шлифовального круга, высоты расположения детали.

Крепление датчика является универсальным и подходит для всех датчиков серий РФ251 и РФ256. При установке на защитный кожух шлифовального круга приспособление не создает препятствий в работе штатной системы охлаждения. Возможно использовать шток увеличенной длины для измерения деталей малого диаметра.

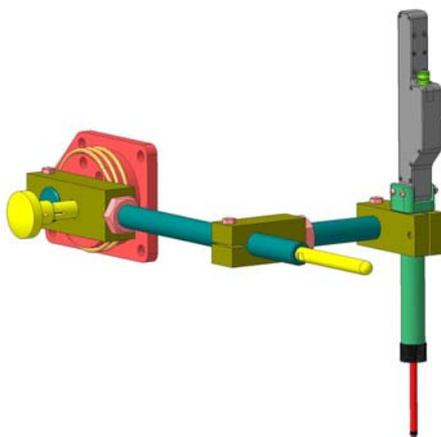
В качестве материала для деталей был выбран алюминиевый деформируемый сплав Д16 ГОСТ 4784-97. Преимуществом сплава Д16

перед другими материалами является низкий удельный вес ( $2,77 \text{ г/см}^3$ ), высокая коррозионная стойкость в атмосфере и среде многих органических кислот вследствие образования на его поверхности тонкой прочной защитной пленки оксида  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , а также высокие технологические свойства – легко обрабатывается давлением и хорошо сваривается.

В результате расчетов выяснилось, что при применении в качестве материала алюминиевого деформированного сплава Д16 ГОСТ 4874-97 диаметром 20 мм, конструкция обладает жесткостью, достаточной для выполнения высокоточных контрольных измерений. Максимальная погрешность при измерениях составит не более 3 мкм. При базировании на защитном кожухе шлифовального круга вибрации не будут превышать значений, допустимых для датчика РФ256-55.

В процессе обработки детали датчик будет находиться вне зоны разбрызгивания смазочно-охлаждающей жидкости. Благодаря разработанной конструкции прибор может работать в широких измерительных диапазонах, что позволит произвести лишь его первоначальную настройку без дальнейшей переналадки при измерении конструктивных элементов деталей различного диаметра.

Наконечник штока, непосредственно контактирующий с измеряемой поверхностью, является сменным и поставляется вместе с датчиком.



*Рис. 4. Положение прибора при измерении*

### **Заключение**

Применение такого измерительного устройства в производственных процессах позволяет значительно сократить время контрольных операций, повысить точность обработки поверхностей, а использование его непосредственно на производственном оборудовании позволит повысить эффективность процесса обработки и, как следствие, обеспечить увеличение технико-экономических показателей на предприятии.

### **Список литературы**

1. Дёмкин В.Н. Лазерные методы и средства измерения геометрии поверхностей сложной формы: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2004. 247 с.
2. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005. 736 с.
3. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 656 с.
4. Ванин В.А., Преображенский А.Н., Фидаров В.Х. Приспособления для металлорежущих станков: учеб. пособие. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2008. 128 с.
5. Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.П. Долгополов, Г.Н. Доценко, С.К. Лосавио, Н.Н. Митрохин, А.П. Павлов, А.А. Пегачков, В.М. Приходько, А.Ф. Синельников, А.Я. Суриков; под ред. В.А. Зорина. М.: Академия, 2010. 576 с.
6. Производство машин: учебник для вузов / В.М. Бурцев, А.С. Васильев, О.М. Деев [и др.]; под ред. Г.Н. Мельникова. 2-е изд., стереотип. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 640 с.
7. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / В.В. Клюев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев [и др.]; под ред. В.В. Клюева. 2-е изд., испр. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 656 с.

8. Кирилловский В.К., Ле Зуи Туан. Оптические измерения. Ч. 6. Инновационные направления в оптических измерениях и исследованиях оптических систем. СПб.: ГУ ИТМО, 2008. 131 с.

### References

1. Dyomkin V.N. *Lazernye metody i sredstva izmereniya geometrii poverhnostej slozhnoj formy* (Laser methods and means of measurement of the geometry of surfaces of complex shape doctor thesis), Moscow, 2004, 247 p.
2. Bazrov B.M. *Osnovy tekhnologii mashinostroeniya* (Fundamentals of manufacturing engineering), Moscow, Mashinostroenie, 2005, 736 p.
3. Klyuev V.V. *Nerazrushayushchij kontrol' i diagnostika: spravochnik* (Non-destructive testing and diagnostics), Moscow, Mashinostroenie, 2003, 656 p.
4. Vanin V.A., Preobrazhenskij A.N., Fidarov V.H. *Prisposobleniya dlya metallorazhushchih stankov: ucheb. posobie* (Accessories for machine tools), Tambov, Izd-vo TGTU, 2008, 128 p.
5. Dolgopolov B.P., Docenko G.N., Losavio S.K., Mitrohin N.N., Pavlov A.P., Pegachkov A.A., Prihod'ko V.M., Sinel'nikov A.F., Surikov A.Ya. *Tekhnologiya mashinostroeniya, proizvodstvo i remont pod'emno-transportnyh, stroitel'nyh i dorozhnyh mashin* (Mechanical engineering, manufacture and repair of lifting, building and road machines), Moscow, Akademiya, 2010, 576 p.
6. Burcev V.M., Vasil'ev A.S., Deev O.M. *Proizvodstvo mashin* (Production machines), Moscow, Izd-vo MGTU im. N.Eh. Baumana, 2001, 640 p.
7. Klyuev V.V., Sosnin F.R., Kovalev A.V. *Nerazrushayushchij kontrol' i diagnostika: spravochnik* (Non-destructive testing and diagnostics), Moscow, Mashinostroenie, 2003, 656 p.
8. Kirillovskij V.K., Le Zui Tuan *Opticheskie izmereniya. Ch. 6. Innovacionnye napravleniya v opticheskikh izmereniyah i issledovaniyah opticheskikh system* (Optical measurements. Part 6. Innovative trends in optical measurements and studies of optical systems), SPb., GU ITMO, 2008, 131 p.