

УДК 621.9.02

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОТВЕРСТИЙ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ

<sup>1</sup>Шеров К.Т., <sup>2</sup>Сихимбаев М.Р., <sup>3</sup>Габдысалык Р., <sup>1</sup>Бузауова Т.М.,

<sup>1</sup>Карсакова Н.Ж., <sup>1</sup>Имашева К.И., <sup>1</sup>Сейсенбаев Д.С.

<sup>1</sup>Карагандинский государственный технический университет,  
Караганда, e-mail: shkt1965@mail.ru;

<sup>2</sup>Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза,  
Караганда, e-mail: smurat@yandex.kz;

<sup>3</sup>Восточно-Казахстанский государственный технический университет,  
Усть-Каменогорск, e-mail: riza.gabdyssalyk@mail.ru

В данной статье приводятся результаты исследования конструкции и технологических возможностей существующих контрольно-измерительных средств и устройств для контроля отверстий больших диаметров крупногабаритных деталей. Анализ состояния вопроса метрологического обеспечения контроля отверстий больших диаметров крупногабаритных деталей в условиях машиностроительных производств Республики Казахстан (РК) показал, что существующие и применяемые контрольно-измерительные средства типа штангенциркули, нутромеры, калибр-пробки и др. не имеют технологической возможности контроля отверстий больших диаметров. А заказ дорогих контрольно-измерительных средств и устройств для этих целей не оправдывает расходы на приобретение. Сложившаяся ситуация в условиях современных машиностроительных производств РК диктует необходимость разработки контрольно-измерительных средств и устройств для контроля отверстий больших диаметров крупногабаритных деталей, которые обладают универсальностью, доступностью по стоимости, высокой точностью измерения. Кроме этого, разработанные контрольно-измерительные средства и устройства для контроля отверстий больших диаметров крупногабаритных деталей должны обеспечить: возможность измерения отклонений диаметров отверстий больших размеров; устойчивого положения контрольно-измерительных средств и устройств для контроля отверстий больших диаметров, высокую точность измерения.

**Ключевые слова:** крупногабаритная деталь, контроль отверстия, нутромер, отверстие большого диаметра, точность измерения

## INVESTIGATION OF TECHNOLOGICAL OPPORTUNITIES OF CONTROL MEASURING MEANS FOR THE CONTROL OF THE OPENINGS OF LARGE-SIZE DETAILS

<sup>1</sup>Sherov K.T., <sup>2</sup>Sikhimbaev M.R., <sup>3</sup>Gabdysalyk R., <sup>1</sup>Buzauova T.M.,

<sup>1</sup>Karsakova N.Zh., <sup>1</sup>Imasheva K.I., <sup>1</sup>Seysenbaev D.S.

<sup>1</sup>Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: shkt1965@mail.ru;

<sup>2</sup>Karaganda Economic University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda, e-mail: smurat@yandex.kz;

<sup>3</sup>East-Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk, e-mail: riza.gabdyssalyk@mail.ru

This article presents the results of a study of the design and technological capabilities of existing test equipment and devices for monitoring large-diameter holes of large-sized parts. Analysis of the state of the issue of metrological support of large-diameter holes for large-sized parts in the engineering industry of the Republic of Kazakhstan (RK) showed that the existing and used test equipment of calipers, calipers, gauge plugs, etc. do not have the technological ability to control large-diameter holes. And to order expensive measuring instruments and devices for these purposes does not justify the acquisition costs. The current situation in the conditions of modern machine-building industries of the Republic of Kazakhstan dictates the need to develop control measuring tools and devices for monitoring large-diameter holes of large-sized parts, which has versatility, affordability, high measurement accuracy. Besides, developed measuring instruments and devices for testing large-diameter holes of large-sized parts should provide: the ability to measure deviations of the diameters of large-sized holes; the stable position of measuring instruments and devices for monitoring holes of large diameters in the holes during the control; high measurement accuracy.

**Keywords:** large part, hole control, inside gauge, large diameter hole, measurement accuracy

Современное тяжелое машиностроение характеризуется значительным удельным весом мелкосерийных и единичных форм производства. Машины, производимые для металлургической, энергетической, горнодобывающей, химической отраслей промышленности, характеризуются большой

металлоемкостью и высокой трудоемкостью их изготовления.

Анализ состояния машиностроительных производств Республики Казахстан занимающихся изготовлением и ремонтом крупногабаритных деталей технологического оборудования вышеуказанных от-

раслей показал, что существует проблема связанная не только с механической обработкой, но и с контролем и измерением обработанных поверхностей. Особенно часто данная проблема возникает при обработке отверстий больших размеров и еще больше усугубляется, если данное отверстие является функционально связанным с другой поверхностью.

Отечественные машиностроительные предприятия, ввиду соответствия по характеру в основном единичному типу производства, не позволяют закупку дорогостоящих контрольно-измерительных средств и контрольно-измерительных машин, а также современных многоцелевых металлорежущих станков с ЧПУ, снабженных устройствами активного контроля.

В настоящее время в РК изготовлением и ремонтом крупногабаритных деталей (крупные задвижки, улиты, мельницы и др.) занимаются в основном заводы тяжелого машиностроения, такие как Алматинский завод тяжелого машиностроения, Павлодарский завод тяжелого машиностроения, а также крупные машиностроительные заводы, имеющие соответствующее технологическое оборудование.

На рисунке показаны некоторые крупногабаритные детали с отверстиями больших диаметров.

Проведенные исследования [1] показали, что одной из основных проблем возникающих при изготовлении крупногабаритных деталей это обеспечение точности контроля и измерения отверстий больших диаметров.

Существующими контрольно-измерительными средствами, широко применяемыми в условиях машиностроительных заводов РК, такими как штангенциркули, нутромеры, калибр-пробки и др., нельзя контролировать отверстия больших диаметров. А заказ дорогих контрольно-измерительных средств для этих целей не оправдывает расходы на приобретение и является невыгодным для условий машиностроительных заводов РК.

Используемые контрольно-измерительные средства типа штангенинструментов, нутромеров (индикаторные, самоцентрирующийся, микрометрические), калибры-пробки и др. имеют следующие недостатки: невозможность контроля отверстий больших диаметров; неустойчивое положение внутри контролируемого отверстия при измерениях; невозможность определения численных значений размера контролируемого отверстия; недостаточная точность измерения; отсутствие возможности настройки на измерение разных точных диаметров. В связи с этим исследование состояния метрологической обеспеченности

контроля и измерения отверстий больших диаметров, а также разработка доступных контрольно-измерительных средств с более высокой точностью измерения является актуальной задачей. Для решения данной задачи были исследованы конструкции и технологические возможности существующих контрольно-измерительных средств.

*Исследование конструкции  
и технологических возможностей  
существующих  
контрольно-измерительных средств*

Известны измерительные средства для контроля диаметров отверстий: штангенинструменты, содержащие губки для внутренних измерений, подвижную рамку, штангу, нониус, линейку [2]. Недостатком штангенинструмента является низкая точность измерений, а штангенинструменты для контроля отверстий больших размеров не выпускаются.

Известны контрольные средства калибры-пробки, содержащие цилиндрические поверхности имеющие размеры равные наименьшему и наибольшему предельному размеру измеряемого отверстия [3]. Недостатком калибра-пробки является невозможность определения численных значений размера контролируемого отверстия, а кроме того калибры больших диаметров не изготавливаются.

Известно устройство для измерения диаметра отверстий, содержащее корпус, установленные в корпусе измеритель, измерительный штифт, жесткий упор и передаточный элемент между измерительным штифтом и измерителем [4]. Недостатком данного устройства является узость технологических возможностей, и измерение диаметров отверстий больших размеров невозможно.

Известен нутромер, содержащий полный корпус, закрепленный на корпусе индикатор с измерительным наконечником, толкатель [5]. Недостатком известного нутромера является отсутствие возможности настройки на измерение разных точных диаметров, что требует изготовления или покупки набора дорогостоящих колец под разные измеряемые диаметры. Известен индикаторный нутромер, содержащий корпус, сменную вставку, шток с конусной иглой, измерительные элементы, установленные в отверстиях сменные вставки и выполненные в виде штифтов, сменная вставка выполнена с размерами проходного калибра по диаметру [6]. Недостатком данного индикаторного нутромера является сложность конструкции и узость технологических возможностей, так как измерение и контроль отверстий больших диаметров невозможны.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

*Некоторые крупногабаритные детали с отверстиями больших диаметров:  
а – звездочка; б – заготовки для детали стакан; в – гильза гидроцилиндра;  
г – улитка; д – полукорпус крупногабаритной шиберной задвижки; е – станина*

Известен нутромер самоцентрирующийся, содержащий корпус, индикатор, несущие рычаги, индикаторную головку, измерительный наконечник [7]. Недостатком данного нутромера является сложность в эксплуатации, недостаточная точность измерения и узость технологических возможностей, так как измерение и контроль отверстий больших диаметров невозможны.

Известен нутромер для измерения отверстий, содержащий корпус, установленные в корпусе измеритель, два измери-

тельных штифта, передаточный механизм между измерительными штифтами и измерителем и элемент предварительного центрирования нутромера в отверстии [8]. Недостатком данного нутромера является повышенная сложность конструкции измерительного звена ввиду наличия двух измерительных наконечников, что снижает точность измерения.

Известен нутромер для контроля отверстий небольших диаметров, содержащий индикатор часового типа [2].

Недостатком нутромера является невозможность контроля отверстий больших диаметров и её неустойчивое положение внутри контролируемого отверстия.

Известно устройство нутромера [9]: полый корпус, три измерительные опоры, устройство для отсчета. В качестве недостатков данного устройства нутромера можно отметить узость технологических возможностей, т.е. данное устройство не может выполнять контроль глубоких канавок, так как конструктивное исполнение контактных элементов не позволяет, и для осуществления измерения необходимо дополнительно использовать настроечного кольца, что удорожает его применение.

Известно устройство для измерения диаметра отверстия [10]. Устройство состоит из отсчетного устройства и нутромера. Отсчетное устройство имеет специальные шкалы для определения действительного размера отверстия. Корпус нутромера на одном конце имеет перпендикулярно расположенные три отверстия, а на другом конце расположены элементы для крепления отсчетного устройства. В этих отверстиях корпуса нутромера размещаются шарикообразные опоры, а также в корпусе устанавливается цилиндрикоконический стержень, который совершает ограниченное возвратно-поступательное движение. Конусный конец стержня должен взаимодействовать с измерительной опорой, а другой конец – с измерительным наконечником отсчетного устройства нутромера. А также корпус с наружной поверхности имеет сменный нутромер для центрирования, а в измеряемом отверстии установлена втулка, через которую проходят измерительные опоры и муфта подвижная.

Недостатки устройства нутромера заключаются в нетехнологичности конструкции, который приведет к трудоемкости изготовления его элементов, а также для измерения других отверстий необходимо выполнить наладку и заменить центрирующую втулку.

Известен самоцентрирующийся и самовыравнивающийся нутромер TESA IMICRO с контактом измерительных опор с поверхностью измеряемого отверстия по трем направлениям [11]. Нутромер имеет полый корпус который содержит на одном конце закрепленное отсчетное устройство, а на другом конце измерительную головку. Отсчетное устройство может иметь микрометрические или электронные шкалы с цифровой индикацией. Измерительная головка располагается через каждые  $120^\circ$  и содержит три подпружиненные измерительные опоры, установленные относительно оси корпуса.

При работе нутромера контроль осуществляется перемещением измерительной опоры в плоскости расположенной перпендикулярно относительно оси вращения корпуса, а её поверхность, соприкасаясь с измеряемой поверхностью отверстия, располагается параллельно.

Недостатком нутромера является узость технологических возможностей, так как он предназначен только для контроля размеров отверстия цилиндрической формы, измерение и контроль других отверстий (например конической, сложнопрофильной формы и др.) невозможно.

Другим недостатком данного нутромера можно назвать сложность конструкции и трудоемкость изготовления.

Известен нутромер для измерения отверстий, который содержит корпус, подвижные и неподвижные наконечники, индикатор [12]. Недостатком является узость технологических возможностей, так как данный нутромер предназначен только для измерения размеров отверстий расположенных в легкодоступных, открытых поверхностях.

Известен также индикаторный нутромер [13], который содержит корпус, индикатор, головку измерительную, подвижные наконечники, плунжер. Недостатком рассматриваемого индикаторного нутромера также является узость технологических возможностей. Он не может осуществить измерение в труднодоступных отверстиях.

Известен нутромер индикаторного типа для измерения диаметров растачиваемых отверстий [14], который содержит корпус, снабженный индикатором, который закреплен в стойку, измерительную головку, которая передает отклонение размера с помощью стержня и рычага на индикатор.

Нутромер индикаторного типа предназначен только для измерения отверстий после операции растачивания, что является основным его недостатком. А также другие отклонения, такие как конусообразность, овальность, данным нутромером невозможно измерить.

Известно устройство для измерения диаметров и линейных величин [15], который состоит из корпуса, включающего тяговый механизм со штангой и пружиной. Тяговый механизм через штанги с пружиной связан с индикатором. Он также имеет мерительные и контактирующие элементы в виде наконечника.

Недостатком данного устройства является низкая точность измерения и нетехнологичность конструкции, что приводит к повышению трудоемкости изготовления.

Результаты проведенных исследований показывают необходимость решения следующих задач:

– обеспечение возможности измерения отклонений диаметров отверстий больших размеров;

– обеспечение устойчивого положения нутромера для контроля отверстий больших диаметров в отверстиях при осуществлении контроля;

– обеспечение точности измерений с разрешающей способностью, соответствующей разрешающей способности применяемого индикатора часового типа.

Для решения вышеуказанных задач на кафедре «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация» Карагандинского государственного технического университета выполняется научная работа, направленная на разработку и изготовление контрольно-измерительных средств и устройств для контроля отверстий больших диаметров крупногабаритных деталей. В результате выполненных исследований авторами разработана конструкция нутромера для контроля и измерения отверстий больших размеров крупногабаритных деталей, а также специальное устройство для контроля торцевого биения корпусных деталей относительно оси отверстия.

Выполняется научная работа по разработке специальных конструкций контрольно-измерительных средств для контроля угловых и линейных размеров функционально связанных поверхностей крупногабаритных деталей.

### Выводы

1. В результате исследования конструкции и технологических возможностей существующих контрольно-измерительных средств для контроля отверстий больших диаметров были выявлено, что большинство их не нашло широкого применения, в частности, в условиях машиностроительных производств РК из-за невысокой точности, сложности изготовления и использования, высокой стоимости.

2. Сложившаяся ситуация в условиях современных машиностроительных производств РК диктует необходимость разра-

ботки контрольно-измерительных средств и устройств для контроля отверстий больших диаметров крупногабаритных деталей, которые обладают универсальностью, доступностью по стоимости, высокой точностью измерения.

### Список литературы

1. Шеров К.Т., Габдысальк Р., Доненбаев Б.С., Карсакова Н.Ж. Проблемы контроля отверстий больших диаметров при обработке крупногабаритных деталей // Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации: труды международной научно-практической конференции (Сагиновские чтения № 10), Ч. 3. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018. С. 285–287.

2. Политехнический словарь / Гл. ред. акад. А.Ю. Ишлинский. 2-е изд. М.: Советская энциклопедия, 2009. – 656с.

3. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2009. 352 с.

4. Справочник по производственному контролю в машиностроении / Под ред. А.А. Кутая. Л.: «Машиностроение», 2010. 610 с.

5. Шпытев Н.В. Нутромер // Патент на изобретение RU 2044259 С1. Опубликовано 20.09.1995.

6. А.С. SU 339390 А1. Индикаторный нутромер. / Оpubл. 23.09.2009. Бюл. № 35.

7. Рабинович И.Л. Нутромер самоцентрирующийся // Патент на изобретение RU 2509977 С1. Оpubл. 20.03.2014. Б. № 8.

8. Григорьев И.А., Дворецкий Е.Р. Контроль размеров в машиностроении. М.: Машгиз, 1989. 230 с.

9. Митин А.С., Назарова М.В. Устройство нутромера // Патент на изобретение RU 2397438 С2. Опубликовано 20.08.2010. Бюл. № 23.

10. Теса С.А. Устройство для измерения диаметра отверстия // Патент DE 2462156А1. Оpubл. 18.03.2011. МПК G01В 5/08.

11. Измерительные инструменты и системы. Измерение внутренних размеров и необходимые условия, каталог, TESA IMICRO TECHNOLOGY. HEXAGON METROLOGY, Bugnon 38-CH-1020 Renens-Switzerland, 2008/2009. С. 2–9.

12. А.С. СССР N 312130, кл. G 01В 3/20. Двухконтактный нутромер / Шмунис Г.И., Мезенцев С.А. (СССР) № 1175734/25-28; заявл. 31.08.1967, опубл. 19.08.1971. Бюль. № 25.

13. ГОСТ 868-82. Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1984. 7 с.

14. А.С. СССР N 174374, кл. G 01В 3/22. Нутромер индикаторного типа для измерения диаметров растачиваемых отверстий / Маресов Ю.И., Стешенко П.Г. (СССР) № 809208/25-28; заявл. 17.12.1962, опубл. 27.08.1965, Бюль. № 17.

15. Кузнецова Р.С., Куликов В.М. Устройство для измерения диаметров и линейных величин // Патент на изобретение RU 2085828. Оpubл. 27.07.2010. Бюль. № 14.