

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ДЕТАЛИ «КРЫШКА НАСОСА»

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством в
машиностроении»

Идентификационный код ВКР: 306

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедры ТМС
_____ Н.В. Бородина
« ____ » _____ 2018 г.

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
ДЕТАЛИ «КРЫШКА НАСОСА»

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Сертификация, метрология и управление качеством в
машиностроении»

Исполнитель:
студент группы ЗКМ-403С

М.А. Ершов

Руководитель:
доцент, канд. техн. наук,
доцент кафедры ТМС

Г.Н. Мигачева

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 82 страницах, содержит 11 таблиц, 20 рисунков, 30 источников литературы, а так же 3 приложений на 19 листах.

Ключевые слова: ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ, КОНТРОЛЬНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ.

Библиографическое описание ВКР.

Ершов М.А. Разработка процесса технического контроля детали «Крышка насоса»: выпускная квалификационная работа / М.А. Ершов; Рос. гос. проф.-пед. ун-т; Институт инж.-пед. образования, каф. технологии машиностроения, сертификации и методики профессионального обучения. – Екатеринбург, 2018.–105 с.

В выпускной квалификационной работе разработано:

- разработан процесс изготовления детали «Крышка насоса»;
- разработан процесс контроля детали;
- предложена конструкция универсального контрольно-измерительного приспособления;
- предложен тематический планы повышению квалификации слесарей-ремонтников производственного оборудования, лекция и презентация к ней.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВЫБОР И ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА.....	11
1.1. Конструктивно-технологический анализ узла, составной частью которого является выбранная деталь.....	11
1.2. Назначение и краткое техническое описание детали	11
1.3. Описание порядка процесса изготовления «Крышки насоса»	17
1.4. Описание использованных средств автоматизации проектирования и разработки	17
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЕДИНИЦЫ «КРЫШКА НАСОСА»	20
2.1. Описание технологического процесса.....	20
2.2. Разработка твердотельной 3D модели объекта	25
3. РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ	27
3.1. Особенности контроля качества деталей при обработке резанием	29
3.2. Выбор контролируемых параметров, описание измерительных устройств.....	34
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	43
4.1. Общие сведения о контрольно-измерительных приспособлениях	43
4.2. Анализ исходных данных для проектирования	47
4.3. Описание работы контрольно-измерительного приспособления	60
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	63
5.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Слесарь- ремонтник промышленного оборудования»	63
5.2. Учебный план повышения квалификации.....	65
5.3. Разработка методики проведения занятия.....	67

5.4. Разработка методического обеспечения.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ А - Конспект занятий для повышения квалификации.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Комплект конструкторской документации.....	83

ВВЕДЕНИЕ

Современные предприятия оснащаются дорогостоящим и разнообразным оборудованием, автоматизированными системами. Для бесперебойной работы оборудования с заданными метрологическими характеристиками требуется его систематическое техническое обслуживание и выполнение ремонтных работ и мероприятий по технической диагностике.

Ремонтное хозяйство предприятия представляет собой совокупность отделов и производственных подразделений. Занимается анализом технического состояния оборудования, надзором за его состоянием, техническим обслуживанием, ремонтом и разработкой мероприятий по замене изношенного оборудования на новое и улучшению его использования. Также проектирование и изготовление новых частей, а также контроль качества изготавливаемой продукции. Выполнение этих работ должно быть организовано с минимальными простоям оборудования, в кратчайшие сроки и своевременно, качественно и с минимальными затратами.

Контроль качества – важнейшая технологическая операция, выполняющая функцию подтверждения соответствия качества работы требованиям нормативной документации, где метод неразрушающего контроля является одним из основных. Современный уровень развития средств неразрушающего контроля и их многообразие также требуют рационального выбора способов, в зависимости от примененной технологии в целом, от организации работ на объекте. В связи с тем, что при больших объёмах работ в основном стали применяться механизированные способы сварки, возникла потребность применения механизированного и автоматизированного контроля.

Актуальность работы обусловлена тем, что проведение механизированного и автоматизированного контроля затруднено распространёнными дефектами, что не редкость при данных способах обработки деталей. При контроле эти дефекты трудно различимы не опытному специалисту, что может привести к перебраковке, или, напротив, к пропуску опасных дефектов. В тоже время данные дефекты

легко определяются при визуальном контроле. Для проведения визуального контроля предназначена предлагаемая разработка процесса технического контроля детали. Для обучения новым методам работы, в данном дипломном проекте разработаны планы занятий повышения квалификации работников ремонтно-механического цеха по контролю качества изготавливаемой продукции.

Целью настоящей выпускной квалификационной работы является разработка модернизированного технологического процесса обработки детали «Крышка насоса» на станке с ЧПУ и разработка процесса приемочного контроля детали.

Для достижения указанной цели необходимо решение ряда технологических и проектно-конструкторских задач:

1. Совершенствование технологического процесса путем замены традиционных способов механической обработки современными высокопроизводительными способами размерной обработки.

2. Совершенствование операционного технологического процесса за счет концентрации операций с применением специального комбинированного режущего инструмента, специальной оснастки и много инструментальных станков с ЧПУ.

3. Анализ организации процесса контроля детали после обработки резанием – выявление отличительных особенностей, разработка поэтапного контроля детали.

4. Выбор контролируемых параметров и средств измерений.

5. Рассчитать и спроектировать конструкцию универсального контрольно-измерительного приспособления.

1. ВЫБОР И ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА

1.1. Конструктивно-технологический анализ узла, составной частью которого является выбранная деталь

Деталь «Крышка насоса» входит в узел сборки корпуса консольного насоса ККН-400 – один из самых распространенных насосов на станциях перекачки воды и других жидкостей. Они подвержены сильному трению и вибрациям, вследствие чего обязательным при изготовлении является контроль шероховатости, торцевого биения, а также сварных соединений посредством неразрушающих методов контроля. Применимо к предприятию МУП «Водоканал» данным методом является ультразвуковой контроль.

Для предотвращения появления вибраций насоса, данный элемент изготавливается с повышенными требованиями расположения поверхности наружного диаметра относительно внутреннего. В связи с чем, также обязательным требованием при изготовлении данного элемента, является организация приёмочного контроля детали с применением специального приспособления и точного контрольного инструмента.

Два отверстия, расположенные по наружному диаметру «Диска», используются для замера вибрации. «Патрубок вакуумметра» расположен в детали «Патрубок». Вследствие чего необходима определенная точность в расположении данных элементов (рисунок 1.1) .

1.2. Назначение и краткое техническое описание детали

Рассмотрим сборочную единицу «Крышка насоса» (рисунок 1.1), она состоит из следующих деталей:

1. Диск;
2. Воронка (рисунок 1.2);
3. Фланец.

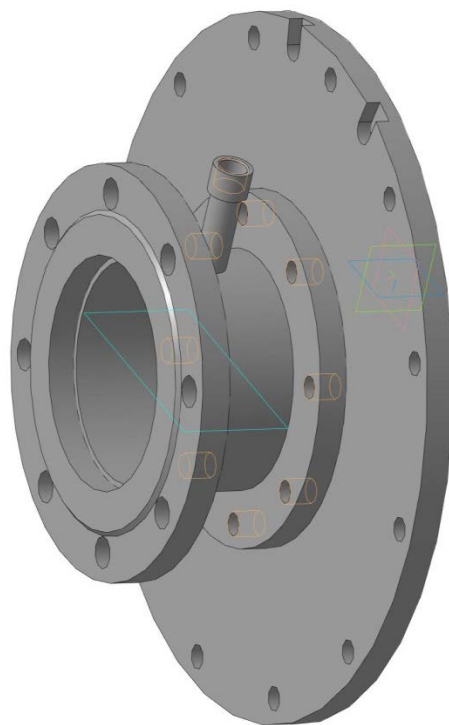


Рисунок 1.1 – Общий вид «Крышки насоса» (3D - модель)

Данные детали изготавливаются из стали конструкционной углеродистой обыкновенного качества Ст3сп по ГОСТ 380-2005 [4]. Материал является свариваемым без ограничений, не склонен к отпускной хрупкости.

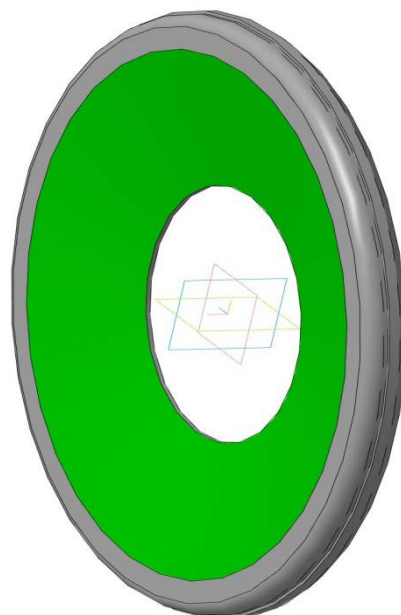


Рисунок 1.2 – «Воронка» (3D - модель)

Твердость материала СтЗсп: НВ 10-1=131 МПа. В таблице 1 приведен химический состав стали. Механические свойства приведены в таблице 2.

Таблица 1.1 – Химический состав СтЗсп, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
0,14- 0,22	0,15- 0,3	0,4- 0,65	До 0,3	До 0,05	До 0,04	До 0,3	До 0,008	До 0,3	До 0,08	~97

Таблица 1.2 – Механические свойства СтЗсп при T=20°C

Прокат	Размер образца	σв, МПа	σТ, МПа	δ5,%	%	КСУкДж / м ²
Сталь горячекатан.	20 - 40	380-490	-	25	-	-

Примечание: σв – предел прочности (МПа), σТ – предел текучести (МПа), δ5 – относительное удлинение при разрыве (%), Ψ – относительное сужение (%), КСУ – ударная вязкость (кДж / м²).

Чертеж детали является основным источником информации для выполнения дипломного проекта. Размещенные на нем виды и проекции дают полное представление о конструкции детали.

Крышка является ответственной сборочной единицей. К надёжности её работы предъявляются определенные требования, поэтому в отличие от заводской модели пришлось отказаться и произвести замену материалов, необходимую для условий в которых эксплуатируется деталь материалов. Чистота обработки поверхностей варьируется от Ra 3,2 мкм до Ra 6,3 мкм, то есть поверхности проходят многократную обработку: черновую, получистовую и чистовую.

Необходимые информационные данные для анализа технических условий представлены на рабочем чертеже сборочной единицы.

Далее произведем оценку технологичности детали [15; 16].

Технологичность конструкции детали является одним из путей снижения затрат и времени на изготовление нужной детали. Под этим термином понимают

такое проектирование, которое при соблюдении всех эксплуатационных качеств обеспечивает минимальные трудоемкость изготовления, материалоемкость и себестоимость, а также возможность быстрого освоения выпуска изделий в заданном объеме с использованием современных методов обработки и сборки. Другими словами, конфигурация детали должна представлять собой сочетание простых геометрических форм, обеспечивающих надежное базирование заготовки в процессе обработки и дающих возможность применения высокопроизводительных методов изготовления.

Деталь «Крышка насоса» относится к деталям типа крышка, и имеет значительное количество поверхностей расположенных параллельно и перпендикулярно друг к другу. Деталь имеет несколько ступенчатых наружных поверхностей. Центральное отверстие детали имеет также ступенчатую поверхность из-за того что деталь после изготовления проходит стадию сборки и последующей сварки. С торца деталь углубление в виде воронки, также отверстие для патрубка в который будет установлен вакуумметр. Произведем количественную оценку технологичности поверхности детали в сводной таблице 1.3 [20; 21].

Таблица 1.3 – Количественная оценка

Элементы поверхности детали	Количество поверхностей	Количество унифицированных поверхностей	Квалитет точности	Шероховатость
1	2	3	4	5
1. Диаметр 476 мм.	1	1	14	3,2
2. Диаметр 400 мм.	1	1	14	3,2
3. Диаметр 396 мм.	1	1	14	6,3
4. Диаметр 350 мм.	1	1	14	6,3
5. Диаметр 170 мм.	1	1	14	6,3
6. Диаметр 402 мм.	1	1	14	6,3
7. Диаметр 158 мм.	2	2	14	6,3
8. Диаметр 440 мм.	1	1	14	6,3
9. Диаметр 240 мм.	2	2	14	6,3
10. Диаметр 280 мм.	1	1	14	6,3
11. Диаметр 212 мм.	1	1	14	6,3
12. Диаметр 208 мм.	1	1	14	6,3
13. Диаметр Dy15.	1	1	14	6,3

Окончание таблицы 1.3

1	2	3	4	5
14. Диаметр 22 мм.	1	1	14	6,3
15. Длина L=2 мм.	1	1	14	6,3
16. Длина L=10 мм.	1	1	14	6,3
17. Длина L=20 мм.	2	2	14	6,3
18. Длина L=24 мм.	1	1	14	6,3
19. Длина L=21мм.	1	1	14	6,3
20. Длина L=65 мм.	1	1	14	6,3
21. Длина L=82 мм.	1	1	14	6,3
22. Длина L=90 мм.	1	1	14	3,2
23. Длина L=5 мм.	2	2	14	6,3
24. Длина L=45 мм.	1	1	14	6,3
25. Длина L=13,5 мм.	2	2	14	6,3
26. Длина L=9 мм.	2	2	14	6,3
27.Отверстие M20×1,5	1	1	14	6,3
28. Отверстия 17 мм.	12	12	14	6,3
29. Отверстия 22 мм.	8	8	14	6,3
30. Отверстия M16.	8	8	14	6,3
Итого:	60	60	406	173,4

а) Унификация конструктивных элементов подтверждается следующим условием:

$$E_{y.э} \geq 0,6 \quad (1.1)$$

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали определим по формуле:

$$E_{y.э} = \frac{Q_{y.э}}{Q_э} \quad (1.2)$$

где $Q_{y.э}$ – число унифицированных элементов детали;

$Q_э$ – общее число конструктивных элементов детали.

Учитывая данные из таблицы 3 получаем:

$$E_{y.э} = \frac{60}{60} = 1$$

По этому показателю деталь технологична, т.к. выполняется условие формулы (1.1):

$$1,0 \geq 0,6.$$

б) Технологичность детали по точности обработки подтверждается следующим условием:

$$K_{т.ч} \geq 0,8 \quad (1.3)$$

Коэффициент точности обработки определим по формуле:

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{A_{ср.}}, \quad (1.4)$$

где $A_{ср.}$ – средний квалитет точности:

$$A_{ср} = \frac{406}{29} = 14$$

Тогда, коэффициент точности равен:

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{14} = 0,92$$

По этому показателю деталь технологична, т.к. выполняется условие формулы (1.3):

$$0,92 \geq 0,8.$$

в) Технологичность детали по параметру шероховатости поверхностей подтверждается следующим условием:

$$K_{ш.} \geq 0,32 \quad (1.5)$$

Коэффициент шероховатости определим по формуле:

$$K_{ш.} = 1 - \frac{1}{B_{ср.}}, \quad (1.6)$$

где $B_{ср.}$ – средняя шероховатость:

$$B_{ср} = \frac{173,4}{29} = 5,97$$

Тогда, коэффициент шероховатости равен:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{5,97} = 0,83$$

По этому показателю деталь технологична, т.к. выполняется условие формулы (1.5):

$$0,83 \geq 0,32.$$

Вывод: по степени унификации конструктивных элементов, точности обработки и коэффициенту шероховатости материала деталь полностью технологична.

1.3. Описание порядка процесса изготовления «Крышки насоса»

Технологический процесс обработки детали является совокупностью механических операций, в процессе выполнения которых деталь принимает окончательные форму и размеры поверхностей. Построение и содержание технологического процесса обработки заготовки детали определяется в основном выбором баз и размерными связями между различными поверхностями.

В данной работе разработан технологический процесс изготовления детали крышка насоса для предприятия МУП водоканал (мелкосерийного производства).

Чертеж детали включает все необходимые данные и не имеет ошибок в размерных цепях.

Порядок обработки сборной детали, состоящей из «Диск», «Воронка» (рисунки 1.2), «Фланец», следующий:

- механическая обработка каждой детали;
- сварка деталей между собой;
- монтаж или установка детали между насосом и трубой.

1.4. Описание использованных средств автоматизации проектирования и разработки

«КОМПАС» (сокращение от «комплекс автоматизированных систем») – семейство систем автоматизированного проектирования (здесь и далее САПР) от российской компании «Аскон» с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии Единая система конструкторской документации и Система проектной документации для строительства.

Программы данного семейства автоматически генерируют ассоциативные виды трёхмерных моделей (в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом). Все они ассоциированы с мо-

делью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже. Стандартные виды автоматически строятся в проекционной связи.

Имеется возможность связи трёхмерных моделей и чертежей со спецификациями, то есть при проектировании спецификация может быть получена автоматически; кроме того, изменения в чертеже или модели будут передаваться в спецификацию, и наоборот.

Более того, богатая конструкторская и технологическая библиотека программы позволяет уменьшить затраты времени на поиск и проектирование стандартных видов большинства машиностроительных элементов (крепежные изделия, профили, соединения и т.д.), уменьшается время на выбор и поиск применяемых материалов. Увеличиваются конструкторские возможности проектирования деталей сложных конфигураций (винтовые поверхности, тонкостенные, дутые, радиусные и прочее).

«Компас» выпускается в нескольких редакциях: «Компас-График», «Компас-СПДС», «Компас-3D», «Компас-3D LT», «Компас-3D Home». «Компас-График» может использоваться и как полностью интегрированный в «Компас-3D» модуль работы с чертежами и эскизами, и в качестве самостоятельного продукта, предоставляющего средства решения задач 2D-проектирования и выпуска документации.

Основные компоненты «Компас-3D» — собственно система трёхмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования «Компас-График» и модуль проектирования спецификаций. Система «Компас-3D» предназначена для создания трёхмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Ключевой особенностью «Компас-3D» является использование собственного ма-

тематического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами компании «Аскон».

«Delcam FeatureCAM» - это удобная и простая в использовании САМ-система, предназначенная для фрезерных, токарных, токарно-фрезерных и электроэрозионных станков с ЧПУ. Технология работы FeatureCAM построена на базе знаний, что позволяет сочетать автоматизированный подход с полным контролем задаваемых параметров. Система генерирует траектории на основе элементов обработки и автоматически назначает подходящий инструмент, черновые/чистовые проходы, рассчитывает подачи и скорости. При этом пользователь имеет возможность редактировать настройки и параметры в соответствии с требованиями производства или конкретной технологии.

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЕДИНИЦЫ «КРЫШКА НАСОСА»

2.1. Описание технологического процесса

После выполнения модернизации сквозной технологический процесс изготовления детали выглядит следующим образом:

Заготовки, для выполнения первой операции, предварительно подготовлены по собственным технологическим процессам и представляют собой:

1. Деталь «Воронка» (рисунок 2.1) проходит следующие операции:

а) Заготовительная операция – вырезать заготовку на воздушно-плазменной установке СтЗсп, лист 25, габариты диаметр 405 мм, внутренний диаметр 160 мм.

б) Механическая обработка – выполнить на токарно-фрезерном центре согласно чертежу

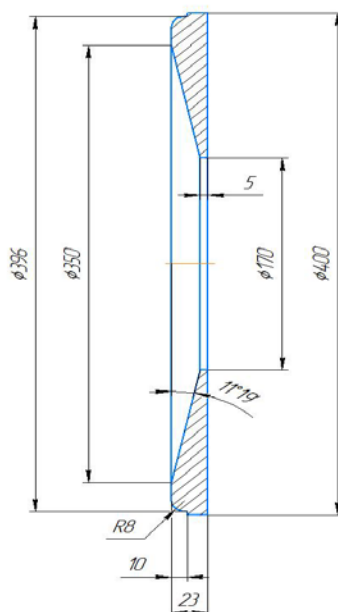


Рисунок 2.1 – Заготовка детали «Воронка»

После прохождения ТП деталь «Воронка» имеет следующие размеры:

- диаметр наружный обработан с шероховатостью Ra 6,3, наружным диаметром 400 мм, с внутренним диаметром 170 мм;

2. Деталь «Диск» (рисунок 2.2) проходит следующие операции:

а) Заготовительная операция – вырезать заготовку на воздушно-плазменной установке СтЗсп, лист 25, габариты диаметр 480 мм, внутренний диаметр 163 мм.

б) Механическая операция – выполняются на токарно-фрезерном центре согласно чертежу, также 12 отверстий диаметром 17 мм.

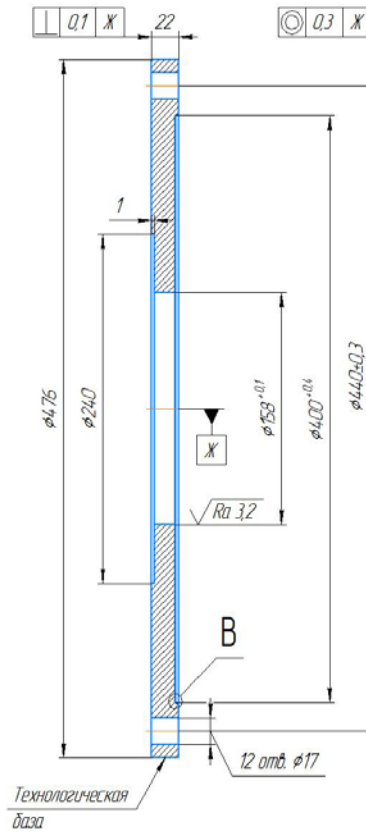


Рисунок 2.2 – «Диск»

После прохождения ТП деталь имеет размеры:

- наружный диаметр 476 мм;
- внутренний диаметр 158 мм ;
- 12 отверстий диаметром 17 мм;
- углубление 1 мм и диаметром 400 мм для детали «Воронка»
- также углубление 1 мм и диаметром 240 мм для детали «Фланец»

3. Деталь «Фланец» (рисунок 2.3) проходит следующие операции:

а) Заготовительная операция – вырезать заготовку на воздушно-плазменной установке СтЗсп, лист 25, габариты диаметром 183 мм, внутренний диаметр 155 мм.

б) Механическая операция – выполняются на токарно-фрезерном центре согласно чертежу.

После прохождения ТП деталь имеет размеры:

- наружный диаметр 240 мм, внутренний диаметр 158 мм ;

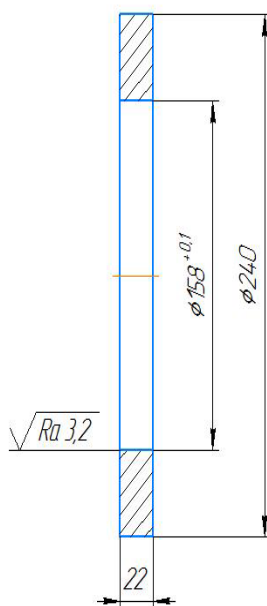


Рисунок 2.3 – «Фланец»

4. Деталь «Фланец» (рисунок 2.4) проходит следующие операции:

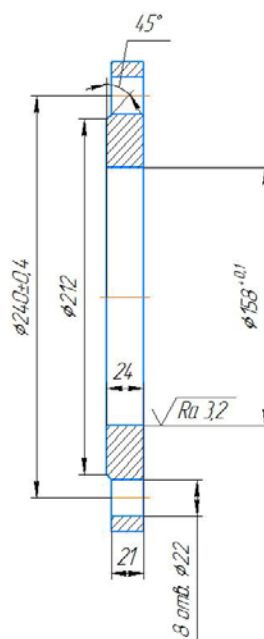


Рисунок 2.4 – «Фланец»

а) Заготовительная операция – вырезать заготовку на воздушно-плазменной установке СтЗсп, лист 25, габариты диаметр 283 мм, внутренний диаметр 155 мм.

б) Механическая операция – выполняются на токарно-фрезерном центре согласно чертежу, также 8 отверстий диаметром 22 мм.

После прохождения ТП деталь имеет размеры:

- наружный диаметр 280 мм, внутренний диаметр 158 мм ;

- 8 отверстий диаметром 22 мм;

5. Деталь «Патрубок» (рисунок 2.5) проходит следующие операции:

а) Заготовительная операция – вырезать заготовку на воздушно-плазменной установке Труба 165×6 ГОСТ 3262-75, длиной 93 мм.

б) Механическая операция – выполняются на токарно-фрезерном центре согласно чертежу, так же 1 отверстия диаметром 22 мм.

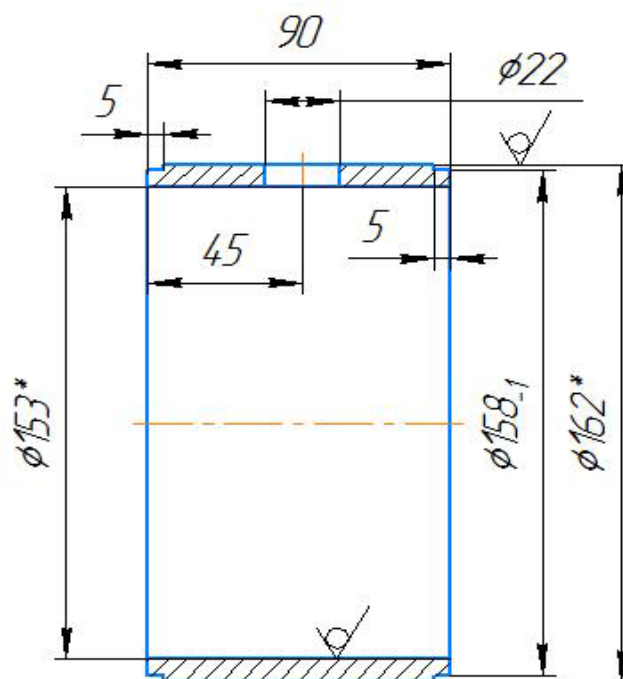


Рисунок 2.5 – «Патрубок»

После прохождения ТП деталь имеет размеры:

– наружный диаметр 162 мм, внутренний диаметр 153 мм, длина 90 мм;

– 1 отверстием диаметром 22 мм;

б. Деталь «Патрубок вакуумметра» (рисунок 2. 6) проходит следующие операции:

а) Заготовительная операция – вырезать заготовку на воздушно-плазменной установке прутки диаметром 30 мм СтЗсп ГОСТ 2590-2006, длиной 85 мм;

б) Механическая операция – выполняются на токарно-фрезерном центре согласно чертежу, так же 1 внутреннее отверстие диаметром 16 мм длиной 82 мм и одно внутреннее отверстие диаметром M20×1,5.

После прохождения ТП деталь получаем деталь «Патрубок вакуумметра»:

– длиной 82 мм;

– отверстие диаметром 22 мм на входе и на выходе диаметром 28 мм, внутреннее отверстие на выходе отверстие M20×1,5 мм, на входе диаметр 16 мм.

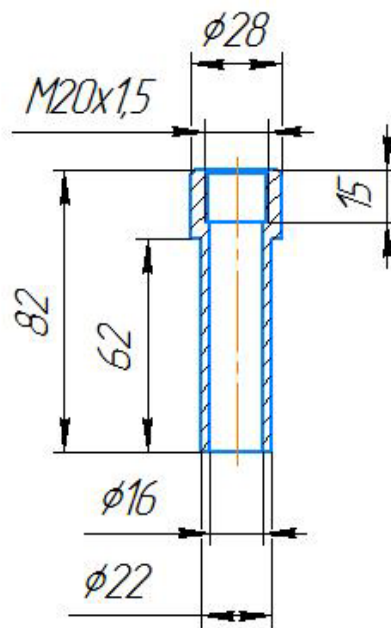


Рисунок 2.6 - «Патрубок вакуумметра»

В итоге производятся следующие операции:

а) Сборочная операция – собрать детали согласно конструкторской документации;

б) Сварочная операция – заварить сборочную единицу на роботизированном комплексе Kawasaki.

2.2. Разработка твердотельной 3D модели объекта

В связи с тем, что деталь состоит из нескольких частей, необходимо представить с помощью «КОМПАС-3D», соответствующую модель.

«КОМПАС-3D» - это система трехмерного твердотельного моделирования предназначена для создания трехмерных параметрических моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы.

Рассматриваемая сборочная единица состоит из отдельных деталей (тел), рассмотрим выполнение 3D сборки.

Первоначально создаем файл «Сборка» (рисунок 2.7). В нем поэтапно «собирается» в соответствии с требуемыми размерами вся сборочная единица.

Поочередно добавляем в рабочее пространство создаваемой сборочной единицы необходимые в сборке детали.

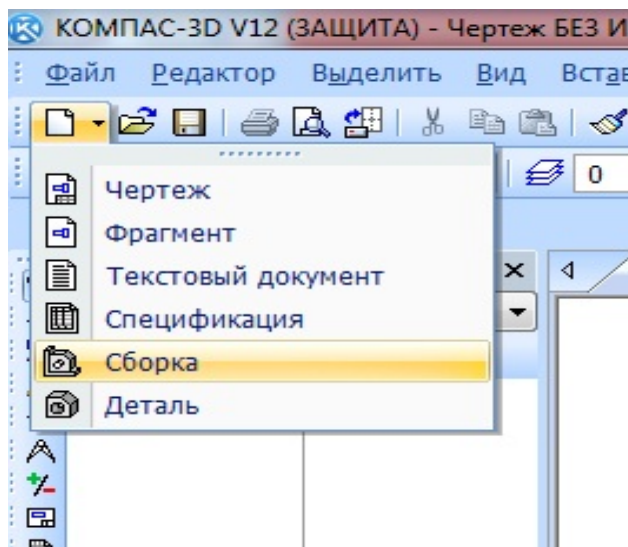


Рисунок 2.7 – Создание сборочного чертежа

Затем переходим в операции «Сопряжения компонентов». Здесь детали выставляются в необходимых позиционированиях на нужных расстояниях.

Для того чтобы получить чертёж с разработанной 3D-моделью, в ПО «КОМПАС» предусмотрен инструмент «Новый чертёж из модели».

Воспользовавшись данной кнопкой, программа автоматически создает файл типа «чертёж» и предлагает поместить главный вид детали. Выбрав необходимый масштаб в панели свойств, получаем автоматически масштабированный главный вид разрабатываемой детали. Далее пользуясь целым рядом инструментов «виды» получаем необходимые проекционные виды, выноски и сечения (приложение Б).

Также необходимый чертеж, возможно, получить и другим способом, вручную создать файл «чертёж» с необходимыми параметрами (формат, ориентация и т.д.) Далее таким же образом что и при первом методе, с помощью инструментов «виды», создаваемых уже вручную, получаем необходимые проекционные виды, выноски и сечения.

Затем при помощи инструментальных панелей «размеры» и «обозначения» расставляем все необходимые размеры, допуски, обозначения и технические требования в соответствии с ЕСКД. В итоге выполнен чертёж необходимый для изготовления заданной сборочной единицы (приложение Б).

3. РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ

Технический контроль (здесь и далее ТК) – это важнейшая часть системы управления качеством продукции в Ремонтно-механическом цехе предприятия. Система ТК (объекты контроля, контрольные операции и их последовательность, техническое оснащение, методы) является неотъемлемой частью производственного процесса, а отдельные элементы системы разрабатываются одновременно с разработкой технологии производства и в обязательном порядке фиксируются в утвержденных технологических процессах.

Под контролем качества продукции понимают контроль количественных и (или) качественных характеристик свойство продукции. При контроле качества продукции объектом контроля является изготавливаемая, выпускаемая, эксплуатируемая продукция. Для суждения о её качестве при контроле проверяют соответствующие признаки и параметры этой продукции. Процессы ТК классифицируют по различным признакам (рисунок 3.1) [6].

Контроль качества в масштабах предприятия МУП «Водоканал» возложен на слесарей-ремонтников, в функции которых входят разработка качественных показателей по всем видам выпускаемой продукции (составление протоколов и актов испытаний, ведение карт бракованной продукции её маркировка), разработка методов проверки качества и порядка проведения испытаний. Анализ рекламаций и порядок их урегулирования, а так же выяснение причин возникновения дефектов и брака, и условий их устранения возложено на старшего мастера и инженера конструктора.

Слесаря ремонтники осуществляют свою деятельность в тесном контакте со службами старшего мастера и инженера конструктора.

Слесарь ремонтник осуществляет проверку качества сырья и материалов, технологического процесса, организует проведение входных, периодических и приемочных испытаний, а так же ведет контроль качества выпускаемой продукции.

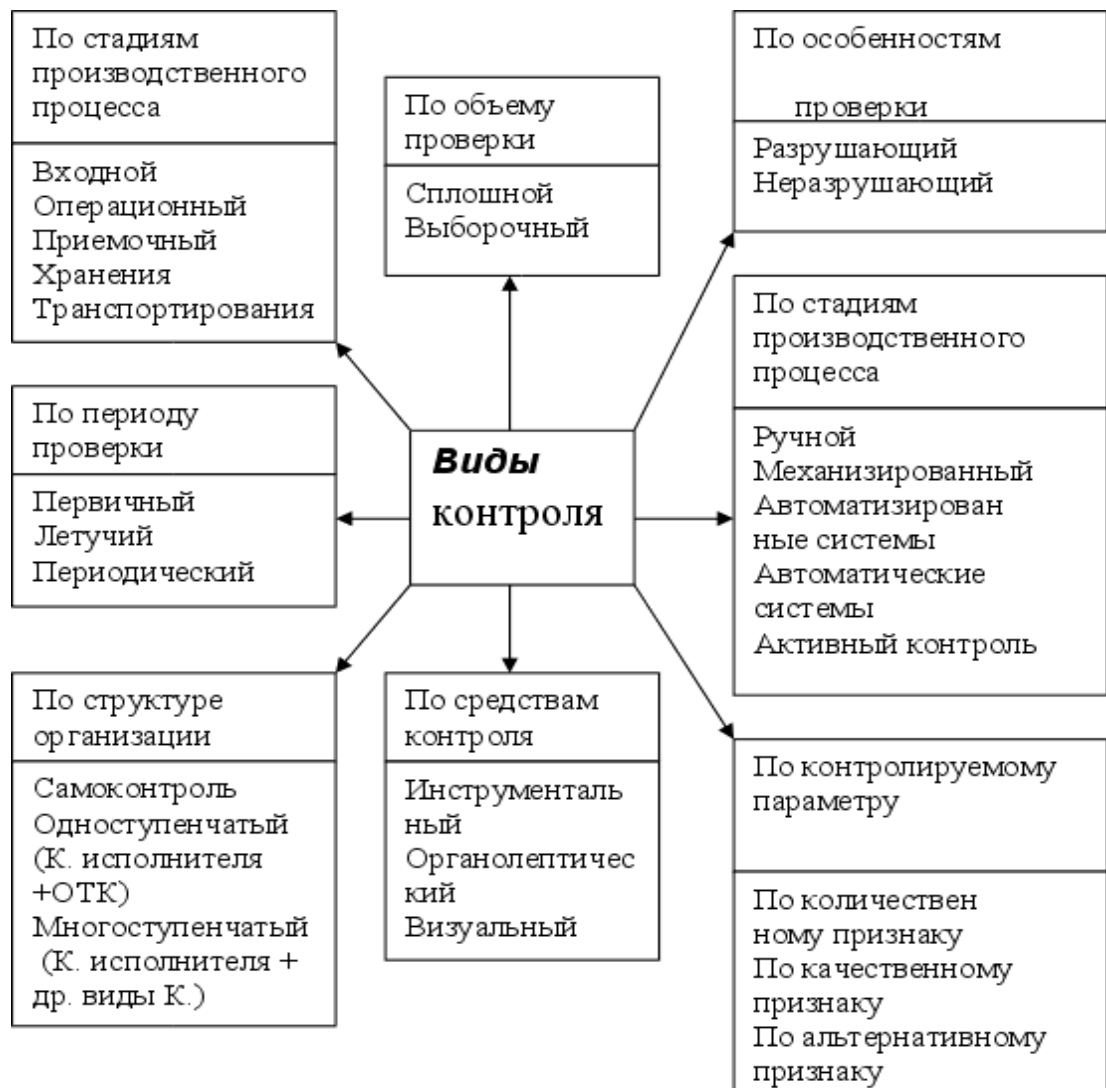


Рисунок 3.1 – Классификация видов технического контроля

Одной из важнейших функций ремонтно-механического цеха предприятия является планирование и координация всей работы в области обеспечения качества, установление необходимых связей между внутренними отделовцеха. Через инженера конструктора осуществляется централизация управления в области совершенствования качества выпускаемой продукции. На предприятии внедрена интегрированная система менеджмента качества в соответствии с требованиями МС ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001.

В рамках данной выпускной квалификационной работы, а именно разработка процесса технологического контроля детали «Крышка насоса» в условиях предприятия МУП «Водоканал». Имеет место рассмотреть контроль по стадиям

производственного процесса касающегося детали «Крышка насоса»: входной, операционный, приемочный.

Входной контроль – контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю или заказчику и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации продукции. Входному контролю подвергают исходные материалы, полуфабрикаты, готовые изделия поставщиков, техническую документацию и пр.

Операционный контроль – контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции. Осуществляется, как правило, на всех стадиях производства.

Приемочный контроль – контроль продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставкам и (или) использованию.

Рассмотрим далее контроль производственного процесса применительно к детали «Крышка насоса».

3.1. Особенности контроля качества деталей при обработке резанием

Качество выпускаемого изделия зависит в первую очередь от качества деталей, поступающих на сборку.

Основной причиной, влияющей на износ деталей и качество работы изделия в целом, является качество механической обработки.

До 90% от всего цикла изготовления изделия приходится именно на долю механической обработки деталей резанием и сверлением. Преимуществом обработки материалов резанием является возможность получения геометрической формы точных размеров с низкой шероховатостью поверхности при различном типе производства. Резанием обрабатывают различные материалы, свойства которых лежат в широком диапазоне: это пластичные и хрупкие материалы, металлические и неметаллические, природные и искусственные, твердые и мягкие. В подавляющем большинстве случаев, чтобы обеспечить требуемую точность размеров и формы, расположения поверхностей детали, необходимо на заключи-

тельной стадии изготовления деталей применять обработку резанием. Выполненные при обработке размеры, форма и расположение поверхностей, и их шероховатость определяют фактические зазоры и натяги в соединениях деталей машин и механизмов, влияющие на их качество, технические и экономические показатели продукции. В общем виде маршрут технического контроля (далее ТК) при обработке детали резанием содержит:

- входной контроль (марки материала (при необходимости), геометрических и физических параметров, внешнего вида объектов);
- операционный контроль (контроль геометрических параметров, внешнего вида объектов);
- специальный контроль деталей в специализированных пунктах (контроль геометрических и физических параметров объектов 1 и 2 категорий контроля – особо высокого и высокого качества, точности, надежности и безопасности);
- приемочный контроль деталей по геометрическим параметрам, внешнему виду, наличие клейм и документации.

К отличительным особенностям ТК при обработке деталей резанием относят:

- преимущественное применение измерительных методов;
- среднюю и большую применяемость деталей, что создает благоприятные условия для использования статистических методов ТК;
- повышенную точность контролируемых параметров;
- широкую возможность применения универсально-сборочных приспособлений контроля и калибров;
- большую трудоемкость ручного ТК при повышенном разряде контрольных работ (4 – 6-й разряд).

Пример структуры типового процесса ТК детали «Крышка насоса» категории 1 – 2, приведен в [28].

Технический прогресс не стоит на месте, постоянно появляются новые методы обработки, с помощью которых снижается трудоемкость и повышается качество изделий. Совершенствовать технологические процессы невозможно без совершенствования методов контроля получения результатов. Измерения можно вести как на готовой детали, так и в процессе её изготовления. Широкое распространение в современном производстве получили станки с ЧПУ, которые многократно расширили возможности обработки и контроля детали с минимальными затратами (экономическими, трудоемкости). Они снабжаются устройствами для смены отдельных инструментов. Станки снабжаются сменными столами и наборами поворотных плит, позволяющими осуществлять быструю автоматическую замену обрабатываемых заготовок различного типа и размеров с контролем позиционирования базовых поверхностей.

Этапы выполнения работ на станках с ЧПУ:

- измерение и установка заготовки с заданным ориентированием ее относительно осей станка (привязка заготовки);
- измерение и установка инструмента в рабочий орган станка, а также его привязка;
- предварительная обработка детали;
- промежуточный контроль состояния и размеров инструмента;
- промежуточный контроль размеров детали;
- ввод корректив по результатам промежуточного контроля;
- окончательная обработка с учетом корректив;
- измерение размеров готовой детали с выводом о ее соответствии требованиям чертежа.

Что изменилось?

Во-первых, для станков с ЧПУ привязка инструмента производится не к детали (по первой стружке), а к системе координат станка. К ней же привязывается заготовка. Это позволяет разделить две процедуры привязки и сделать их независимыми.

Во-вторых, для станков с ЧПУ доля времени на вспомогательные операции (измерение, привязка, контроль) при «ручном» их исполнении становится непомерно большой в общем цикле изготовления детали. Это связано с высоким уровнем автоматизации и большей производительностью непосредственно процесса обработки.

В-третьих, весь процесс обработки происходит, что называется за «закрытыми дверями». Для промежуточного контроля станок необходимо останавливать. Все это привело к появлению автоматизированных систем привязки и контроля инструмента и детали, которые интегрированы, как правило, с системой ЧПУ станка. Сердцем такой системы является комплект датчиков и щупов, которые обеспечивают измерения, а также комплект программного обеспечения, который обеспечивает интеграцию с системой ЧПУ и предлагает ряд разнообразных возможностей. В общем случае это датчики для привязки заготовки к системе координат станка и для осуществления перехода в рабочую систему координат в системе ЧПУ станка. Все измерения выполняются в автоматическом режиме, включая обновление коррекции в системе ЧПУ станка, что позволяет исключить влияние человеческого фактора и необходимость в постоянном присутствии оператора. Другое широкое распространение применения датчиков – распределение припусков перед началом финишной обработки. По окончании черновой обработки выполняются измерения, результаты которых загружаются в систему ЧПУ. Затем на основании результатов измерений происходит автоматическая корректировка программы финишной обработки станка.

— Подробнее о датчиках. В основе системы находятся два элемента: датчик для измерения и контроля инструмента и датчик (щуп) для контроля детали.

Между датчиками и системой ЧПУ станка, на котором используется эти датчики, должна быть установлена связь. Сигнал срабатывания датчика должен попадать в систему ЧПУ станка, чтобы зарегистрировать момент касания заготовки или инструмента щупом датчика (рисунок 3.2). Кроме того, между системой ЧПУ и датчиком должна существовать обратная связь, чтобы УЧПУ станка

могло управлять работой датчика. Эта связь может быть оптической, индуктивной, радиочастотной или проводной.

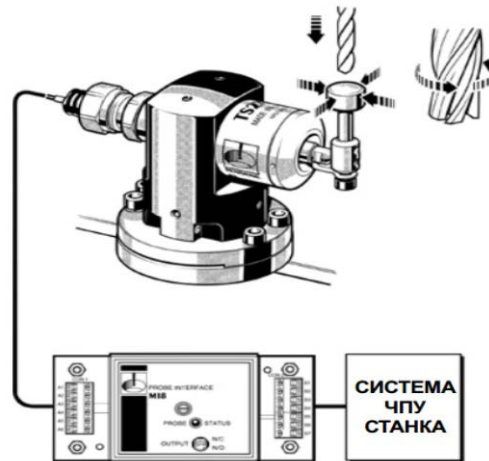


Рисунок 3.2 – Система контроля датчиком состояния режущего инструмента ЧПУ

Щупы для контроля детали находятся в инструментальном магазине станка и устанавливаются в шпиндель оператором ЧПУ. Датчики контроля инструмента устанавливаются, как правило, на рабочем столе станка и соединены с ЧПУ проводной связью. Область применения датчиков для наладки, контроля и обнаружения поломки инструмента:

- неподвижный или вращающийся инструмент подводится к щупу датчика и касается его наконечника;
- наладка по длине неподвижного инструмента (метчики, сверла и т.п.);
- наладка по длине вращающихся торцевых фрез и другого крупногабаритного режущего инструмента;
- наладка вращающегося инструмента (шпоночные фрезы, расточные оправки и т.п.) по диаметру;
- контроль длины и диаметра режущего инструмента перед началом обработки, для того чтобы исключить ошибки при выборе инструмента;
- быстрая проверка режущего инструмента на предмет поломки (изменения длины) после окончания обработки.

Установка заготовки и контроль детали в процессе ее изготовления.

Вначале деталь проходит привязку к системе координат станка с помощью датчиков. Датчик позволяет определить положение заготовки, обновляя автоматически значения рабочих смещений и обеспечивая правильность обработки детали с первого раза. Датчик также может быть использован:

- для идентификации заготовок при использовании гибких производственных систем;
- для определения положения заготовки, а также обнаружения ее неправильной установки с целью исключения брака;
- для распределения припусков на обработку с тем, чтобы быстро и безопасно подвести режущий инструмент к заготовке.

Применение обрабатывающих центров на современном производстве позволяет:

- снизить время простоя станка, связанное с ожиданием результатов проверки детали на дополнительном устройстве вне станка;
- производить автоматическую коррекцию любых ошибок;
- обеспечить необходимую точность финишной обработки;
- выявить ошибки, прежде чем они приведут к появлению бракованного изделия.

Существует значительное количество различных средств технического контроля и измерений. Однако важным условием улучшения качества, снижения себестоимости, повышения надежности и долговечности службы изделия является использование высокопроизводительных и точных систем контроля параметров.

3.2. Выбор контролируемых параметров, описание измерительных устройств.

Одним из основных требований при проектировании конструкции детали (сборочной единицы, изделия, комплекса) является контролепригодность кон-

струкции. Контролепригодность — свойство изделия, характеризующее его пригодность к проведению диагностирования (контроля) заданными средствами. Приспособленность объекта к диагностированию (контролепригодность.) обеспечивается со стадии его разработки. ГОСТ 20911-89 устанавливает следующее: «Конструкция объекта и его составных частей должна обеспечивать доступ к контрольным точкам без разборки конструкции, доступ к местам сопряжений датчиков со средствами диагностирования (контроля) и исключать возможность повреждения сборочных единиц при присоединении средств диагностирования (контроля). Конструктивное оформление мест присоединения средств диагностирования (контроля) должно быть, по возможности, простым (резьбовые отверстия с заглушками, запорные устройства, крышки и т. п.).

Номенклатуру и значения показателей контролепригодности изделий следует задавать с учетом: технических требований на изделия, вида и назначения систем диагностирования, обеспечение возможности сопоставления контролепригодности однотипных изделий. Качественный подход к контролепригодности изделия состоит в обеспечении требований к составу материала, конструктивному оформлению и взаимному расположению элементов. При соблюдении данных требований может быть осуществлен контроль существующими методами и средствами в определенных условиях изготовления, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

При анализе характеристик объекта технического контроля (далее ТК) и самого процесса контроля учитывают [28]:

- вид объекта ТК (деталь, сборочная единица, технологический процесс);
- виды контролируемых признаков (геометрический размер, физический параметр, форма и т.п.);
- номинальные значения и допуски на контролируемые параметры;
- допустимую погрешность измерения;
- конструктивные особенности изделия;
- особенности измерительной базы;

- массу объекта ТК (при необходимости);
- повреждаемость (деформация) объектов ТК при контроле;
- условия рабочего места (температурный режим, влажность и т.д.);
- транспортабельность объекта контроля и средств контроля;
- производительность ТК;
- наличие средств контроля на заводе;
- условия выдачи результатов контроля;
- стоимость средств контроля;
- квалификацию контролера;
- целесообразность проектирования специальных средств контроля;
- дополнительные условия и характеристики.

Рассмотрим в качестве объекта ТК деталь «Крышка насоса». После завершения обработки (сварка, механообработка) сборочную единицу следует рассматривать как единую монолитную деталь с наличием сварных соединений, уклонов (конусов), отверстий, пазов. Контролируемые признаки – наличие внутренних дефектов швов сварных соединений; геометрические размеры; отклонения от геометрических форм. Деталь технологична (см. раздел 1), следовательно, большая часть контролируемых параметров лежит в пределах h14, N14 квалитетов, что дает возможность применять при контроле стандартизованные и унифицированные средства измерения. Однако, в связи с повышенным требованием к точности изготовления геометрической формы детали, особенности базирования и габаритов имеет место разработка и применение специального приспособления для контроля радиального биения детали.

Далее разберем непосредственно процесс контроля детали, основываясь на типовом процессе контроля.

Входной контроль.

Применительно к детали «Крышка насоса» входной контроль предопределяет контроль следующих сборочных единиц:

1. Диск;

2. Воронка;

3. Фланец;

Все детали подвергаются входному контролю на соответствие установленным параметрам в конструкторской документации. Допустимый разряд слесаря ремонтника – не ниже 3-го.

Операционный контроль.

Производится в процессе обработки детали на токарно-фрезерном обрабатывающем центре марки 1728С с помощью специальных датчиков, а так же оператором, который использует стандартизованные измерительные средства: штангенциркуль ШЦ-I-200-0,05 [7]; угломер типа 2-2; микрометр гладкий МК-500 400-500 мм (0,01 мм), так же используются стандартные калибр-пробки Пр и НЕ. Разряд оператора – не ниже 3-го.

Приемочный контроль.

Для проведения приемочного контроля предъявляется обработанная в соответствии с конструкторской и технологической документации деталь «Крышка насоса». Из-за большой массы и габаритов деталь после обработки устанавливается на контрольное приспособление «УКИП – Универсальное контрольно-измерительное устройства», это обусловлено уменьшением трудозатрат и норм времени на транспортирование, а так же удобством проведения контроля. Так как деталь является ответственным элементом узла насоса и постоянно подвергается вибрацией и трением, то приемочному контролю подвергается 100% обрабатываемых деталей.

Внешний осмотр служит для определения наружных дефектов в сварных швах. Производится невооруженным глазом или с помощью лупы 10-кратного увеличения. Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность металла шириной ± 20 мм очищают от шлака, брызг и загрязнений. Размеры сварного шва и дефектных участков определяют измерительным инструментом. Дефектоскоп ультразвуковой УД2-70, предназначен для контроля продукции на наличие дефектов (обнаружение дефектов) типа:

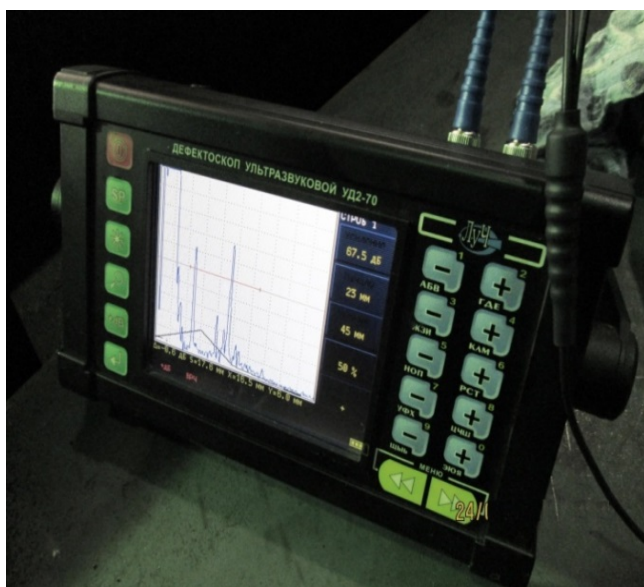
– нарушения сплошности и однородности материалов готовых изделий;

- полуфабрикатов и сварных (паяных) соединений;
- для измерения глубины и координат их залегания;
- для измерения толщины контролируемых изделий.

Дефектоскоп может применяться в машиностроении, металлургической промышленности, на всех видах транспорта и энергетике. В основу работы дефектоскопа положена способность ультразвуковых колебаний (УЗК) распространяться в контролируемых изделиях и отражаться от внутренних дефектов и границ материалов. Дефектоскоп реализует эхо-импульсный, теневой и зеркально-теневой методы неразрушающего контроля. Полученные сигналы отображаются на дисплее в виде развертки типа А (А-Скан). Дефектоскоп состоит из электронного блока и связанного с ним кабелем ультразвукового преобразователя (рисунок 3.2 а, б).

3.3. Операции технологического контроля

Данные о контролируемых параметрах, применяемому контрольно-измерительному инструменту и содержание выполняемых работ приведены в сводной таблице 3.1.



а)



б)

Рисунок 3.2 – Пример проведения УЗК контроля прибором УД2-70:

а) проведение контроля; б) снятие показаний

Таблица 3.1 – Операции приемочного контроля детали «Крышка насоса»

Контролируемый параметр, мм	Допускаемая погрешность измерения (Δ), мм	Средство контроля	Предельная погрешность средства контроля (δ), мм	Сопоставление ($\delta \leq \Delta$), мм	Число контрольных точек
1	2	3	4	5	6
Входной контроль заготовки «Воронка»					
$\varnothing 405_{-1,55}$	1,55	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 1,55$	1
$\varnothing 160_{-1,0}$	1,0	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 1,0$	1
Входной контроль заготовки «Диск»					
$\varnothing 480_{-1,55}$	1,55	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 1,55$	1
$\varnothing 163_{-1,0}$	1,0	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 1,0$	1
Входной контроль заготовки «Фланец»					
$\varnothing 183_{-1,15}$	1,15	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 1,8$	1
$\varnothing 155_{-1,30}$	1,30	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 1,8$	1
Входной контроль заготовки «Патрубок»					
$92_{-0,87}$	0,87	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 0,87$	1
$\varnothing 20_{-0,52}$	0,52	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 0,52$	1
Входной контроль заготовки «Патрубок вакуумметра»					
$\varnothing 30_{-0,62}$	0,62	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 0,62$	1
$85_{-0,87}$	0,87	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 0,87$	1
Входной контроль заготовки «Фланец»					
$\varnothing 283_{-1,3}$	1,3	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 1,3$	1

Контролируемый параметр, мм	Допускаемая погрешность измерения (Δ), мм	Средство контроля	Предельная погрешность средства контроля (δ), мм	Сопоставление ($\delta \leq \Delta$), мм	Число контрольных точек
1	2	3	4	5	6
$\emptyset 155_{-1,30}$	1,3	Линейка измерительная металлическая	0,5	$0,5 \leq 1,3$	1

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
Операционный контроль детали «Воронка»					
$\emptyset 400_{-0,40}$	0,4	ШЦ-III-500 ГОСТ166-89	0,05	$0,05 \leq 1,4$	1
$\emptyset 170_{-1,0}$	1,0	ШЦ-I-200 ГОСТ166-89	0,1	$0,1 \leq 1,0$	1
R8	0,29	Шаблоны радиусные ТУ 2-034-228-88	0,003	$0,003 \leq 0,29$	1
угол $11^{\circ}19'$	$5'$	Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88	$2'$	$2' \leq 5'$	1
$396_{-1,4}$	1,4	ШЦ-III-500 ГОСТ166-89	0,05	$0,02 \leq 1,4$	1
$350_{-1,4}$	1,4	ШЦ-III-500 ГОСТ166-89	0,05	$0,05 \leq 1,4$	1
$5^{+0,3}$	0,3	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	$0,05 \leq 0,3$	1
$10^{+0,36}$	0,36	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	$0,05 \leq 0,36$	1
$23^{+0,62}$	0,62	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	$0,05 \leq 0,62$	1
Операционный контроль детали «Диск»					
$\emptyset 476_{-1,55}$	1,55	ШЦ-III-500 ГОСТ166-89	0,05	$0,05 \leq 1,55$	1
$\emptyset 158^{+0,1}$	0,1	ШЦ-I-200 ГОСТ166-89	0,1	$0,1 \leq 0,1$	1
$\emptyset 400^{+0,4}$	0,4	ШЦ-III-500 ГОСТ166-89	0,05	$0,05 \leq 0,4$	1
$\emptyset 240_{-1,15}$	1,15	ШЦ-I-300 ГОСТ166-89	0,1	$0,1 \leq 0,15$	1
$\emptyset 17_{-0,43}$	0,43	Гладкий калибр 8133-0931 ГОСТ 14810-69	0,01	$0,01 \leq 0,43$	12
Операционный контроль детали «Фланец»					
$\emptyset 240_{1,15}$	1,15	ШЦ-I-300 ГОСТ166-89	0,01	$0,1 \leq 0,15$	1
$\emptyset 158^{+0,1}$	0,1	ШЦ-I-200 ГОСТ166-89	0,1	$0,1 \leq 0,1$	1
$22_{-0,52}$	0,52	ШЦ-I-125	0,05	$0,05 \leq 0,52$	1

1	2	3	4	5	6
		ГОСТ166-89			
Операционный контроль детали «Патрубок»					
Ø162 _{-1,0}	1,0	ШЦ-I-200 ГОСТ166-89	0,1	0,1 ≤ 0,1	1
Ø158 _{-1,0}	1,0	ШЦ-I-200 ГОСТ166-89	0,1	0,1 ≤ 0,1	1
Ø153 _{-1,0}	1,0	ШЦ-I-200 ГОСТ166-89	0,1	0,1 ≤ 0,1	1
Ø22 _{-0,52}	0,52	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,52	1

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
5 ^{+0,3}	0,3	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,03	2
45 _{-0,62}	0,62	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,62	1
90 _{-0,87}	0,87	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,87	1
Операционный контроль детали «Патрубок вакуумметра»					
M20×1,5 H7	0,176	Калибр пробка резь- бовая M20H ПР НЕ ГОСТ 24997-2004	0,054	0,054 ≤ 0,176	1
82 _{-0,87}	0,87	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,87	1
62 _{-0,74}	0,74	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,74	1
Ø28 _{-0,52}	0,52	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,52	1
Ø22 _{-0,52}	0,52	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,52	1
Ø16 _{-0,43}	0,43	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,43	1
15 _{-0,43}	0,43	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,43	1
Операционный контроль детали «Фланец»					
Ø240 ^{+0,4} _{-0,4}	0,4	ШЦ-I-300 ГОСТ166-89	0,01	0,1 ≤ 0,4	1
Ø212 _{1,15}	1,15	ШЦ-I-300 ГОСТ166-89	0,01	0,1 ≤ 0,15	1
Ø158 ^{+0,1}	0,1	ШЦ-I-200 ГОСТ166-89	0,1	0,1 ≤ 0,1	1
Ø22 _{-0,52}	0,52	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,52	1
24 ^{+0,52}	0,52	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,52	1
21 ^{+0,52}	0,52	ШЦ-I-125 ГОСТ166-89	0,05	0,05 ≤ 0,52	1

1	2	3	4	5	6
5°	5'	Угломер 2-2 ГОСТ 5378-88	2'	2' ≤ 5'	1
Технический контроль детали «Крышка насоса»					
Перпендикулярность 0,6 Ж	0,6	УКИП и стойка SMG1 с индикаторной головкой ИЧ-02 ГОСТ 577-68	0,0012	0,0012 ≤ 0,6	1
Соосность 0,2 З	0,2	УКИП и стойка SMG1 с индикаторной головкой ИЧ-02 ГОСТ 577-68	0,0012	0,0012 ≤ 0,2	1

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
Соосность 0,3 Ж	0,3	УКИП и стойка SMG1 с индикаторной головкой ИЧ-02 ГОСТ 577-68	0,0012	0,0012 ≤ 0,3	12

Обоснованный выбор контролируемых параметров, при разработке и совершенствовании действующего технологического процесса, являются исходными данными для выбора методов и средств контроля. Цель выбора контролируемых параметров – сократить до минимума контролируемые параметры при обеспечении высокого качества выпускаемой продукции. Применение специальных средств контроля (приспособлений и/или оборудования) целесообразно при отсутствии стандартизованных и универсальных средств контроля и в случаях, если применение специальных средств из-за преимуществ в точности, надежности и производительности. Рассмотрим далее основы проектирования, устройство и принцип работы универсального контрольного приспособления для контроля радиального биения детали «Крышка насоса».

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В современном производстве измерительную информацию используют для управления качеством выпускаемой продукции на всех стадиях ее изготовления, а так же в целях организации и управления производством, включая и обеспечение требований безопасности. Контроль качества изделий очень важен в современном машиностроении. Применение универсальных измерительных инструментов и калибров малопроизводительно, и не всегда обеспечивает нужную точность и удобство контроля. При 100% проверке деталей в поточном производстве время контроля не должно превышать темпа работы поточной линии. Однако если требуется контролировать размеры и форму деталей сложного контура, расположение или биение поверхностей, то применение дополнительной технологической оснастки становится обязательным.

В связи с этим одно из важнейших мест в управлении контролем качества изготовления продукции занимают контрольно-измерительные приспособления.

4.1. Общие сведения о контрольно-измерительных приспособлениях

Контрольно-измерительные приспособления (здесь и далее КИП) – это специальные производственные средства измерения и контроля, представляющие собой вспомогательные устройства, используемые для установки и зажима заготовки при механической обработке или сборке, для осуществления контроля, транспортирования и других операций в ходе производственного процесса.

КИП подразделяют следующим образом.

Для проверки небольших и средних деталей применяют стационарные контрольные приспособления, а для крупных деталей – переносные. Наряду с одномерными находят широкое применение многомерные приспособления, где за одну установку проверяют несколько параметров.

Контрольные приспособления делят на: пассивные и активные. Пассивные применяют после выполнения операций обработки. Активные устанавливают на

станках, они контролируют деталь в процессе обработки, давая сигнал на органы станка или оператору на прекращение обработки или изменение условий ее выполнения при появлении брака.

Контрольное приспособление состоит из установочных, зажимных, измерительных и вспомогательных элементов, смонтированных на корпусе приспособления. На установочные элементы (опоры) ставят проверяемую деталь своими измерительными базами для проведения контроля. Для установки применяют постоянные опоры со сферическими и плоскими головками, опорные пластины, а также специальные детали (секторы, кольца, втулки на подшипниках качения и т. д.) в зависимости от конфигурации детали. Опоры со сферическими головками применяют для установки деталей на необработанные базы; с гладкой поверхностью — на обработанные базы. Призмы используют для установки деталей на внешние цилиндрические поверхности. Для проверки деталей на радиальное или осевое биение применяют установку на одно или два соосных цилиндрических отверстия. Часто детали для проверки устанавливают на конические кольца или разжимные оправки. Кроме того применяют различные сочетания элементарных поверхностей в качестве установочных баз (плоскость – наружная цилиндрическая поверхность, плоскость – отверстие и т. д.). В контрольных приспособлениях применяют ручные зажимные устройства (рычажные, пружинные, винтовые, эксцентриковые), также устройства с приводом (пневмозажимы). Часто применяют комбинированные зажимные устройства.

Измерительные устройства контрольных приспособлений делятся на:

- предельные (без шкальные);
- отсчетные (шкальные).

Особую группу составляют устройства, работающие по принципу нормальных калибров. Предельные измерительные устройства не дают численного значения измеряемых величин, а все проверяемые изделия делят на три категории:

- годные;

- брак по переходу за нижнюю границу допуска;
- брак по переходу за верхнюю границу допуска.

В качестве простейших устройств, применяют встроенные в контрольные приспособления, жестко закрепленные или выдвижные предельные элементы (скобы, пробки, щупы т. д.). Широкое применение получили электро-контактные датчики: их применяют в контрольно-сортировочных автоматах.

В качестве отсчетных измерителей используют индикаторы с рычажной или зубчатой передачами (до 0,001 мм), а также пневматические микромеры (до 0,2 мм).

Вспомогательные устройства контрольных приспособлений имеют различное целевое назначение это различные поворотные устройства, ползуны, подъемные устройства, выталкиватели.

Корпусы контрольных приспособлений выполняют в виде массивной жесткой плиты или корпусной детали. В основном применяют материал СЧ 12 или СЧ 15.

На рисунке 4.1 показаны примеры некоторых приспособлений.

С помощью КИП проверяют:

- линейные размеры: наружные и внутренние диаметры, высоту, ширину, глубину, выступы, длину различных элементов деталей, которые невозможно либо нецелесообразно измерять предельными калибрами или универсальными измерительными средствами;

- точность формы поверхностей;

- точность расположения поверхностей;

- параметры зацепления зубчатых колес, резьбовых соединений, фасонных поверхностей и деталей со сложным профилем.

Также с помощью КИП можно:

- выполнять активный контроль размеров заготовок непосредственно при обработке на станках;

- проверять одновременно несколько параметров деталей;

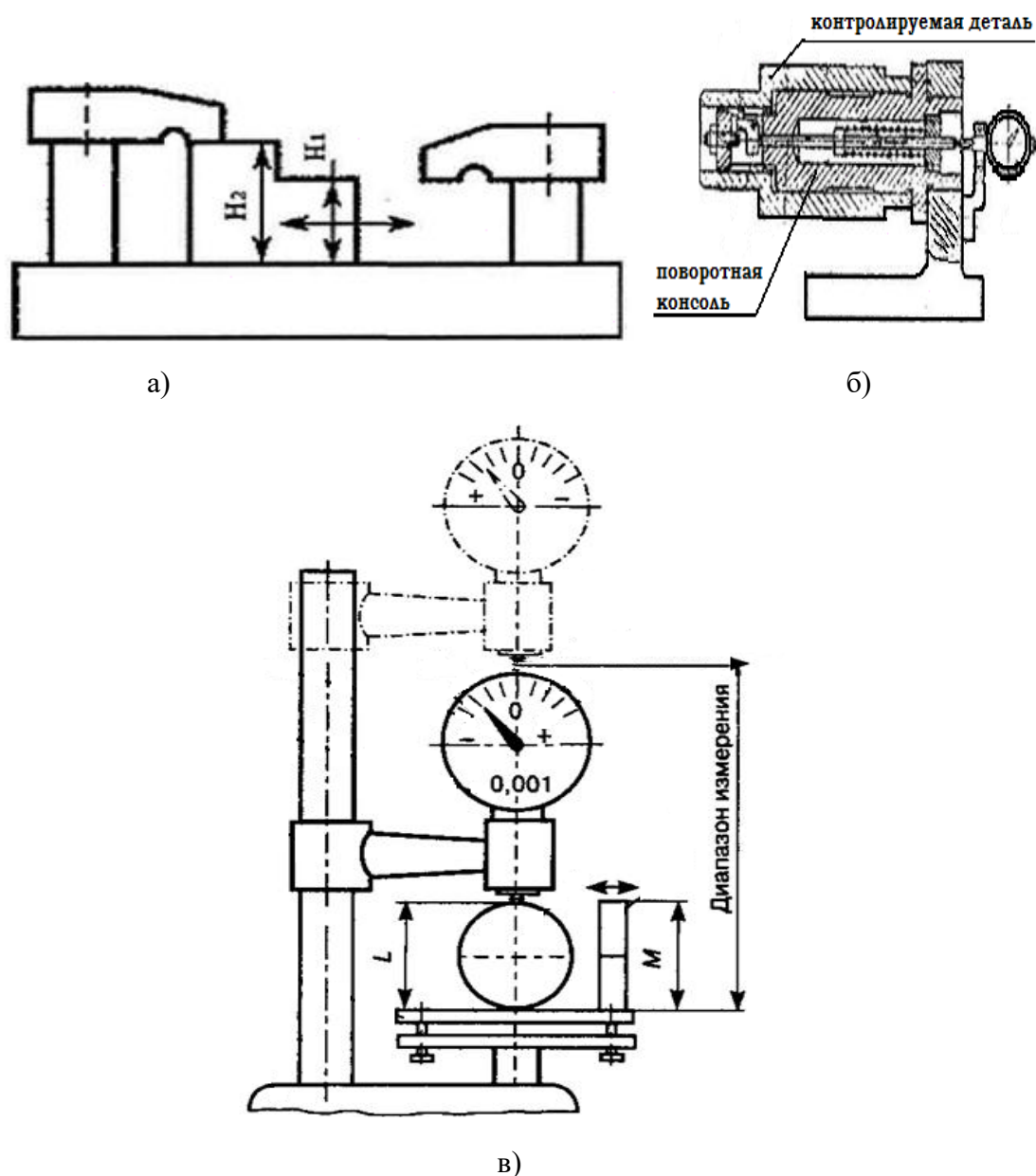


Рисунок 4.1 – Примеры конструкций контрольных приспособлений:

- а) приспособление с жесткими предельными элементами;
- б) индикаторное приспособление для контроля соосности двух отверстий;
- в) контроль радиального биения индикаторной головкой в стойке.

Основные требования, предъявляемые к КИП, определяются необходимостью обеспечения оптимальной точности и производительности операций ТК. Кроме того приспособление должно быть удобно в эксплуатации, технологично в изготовлении и износоустойчиво, а так же должно удовлетворять требованию экономической целесообразности. Экономическая целесообразность приспособления характеризуется повышением качества продукции с одновременным

уменьшением брака, а так же сокращением числа контролеров и снижением требований к их квалификации.

Для оптимизации процесса приемочного контроля детали «Втулка» было разработано пассивное переносное многомерное контрольное приспособление для контроля радиального и торцевого биения «УКИП – Универсальное контрольно-измерительное приспособление» для контроля соосности, перпендикулярности, радиального и торцевого биений» с применением магнитной стойкой SMG1 и рычажной индикаторной головки ИЧ-02 (рисунок 4.2).

Выбор средств контроля осуществляется с учетом их метрологических характеристик (пределы измерения, пределы показания, цена деления и точность измерения), конструктивных особенностей деталей (габариты, масса, жесткость, качество, допуск), экономических соображений, а также с учетом улучшения труда контролеров. Рассмотрим особенности проектирования данного приспособления.

4.2. Анализ исходных данных для проектирования

Начальным этапом проектирования контрольного приспособления является сбор и анализ нормативных, конструктивных и технологических данных о контролируемой детали, на основе которых производится проектирование КИП [11].

1. Анализ исходных данных. Одной из важных характеристик детали «Крышка насоса», как упоминалось ранее, является строгое соблюдение допуска радиального биения диаметра 400 мм относительно внутреннего диаметра 158 мм. Поэтому начальными данными при проектировании конструкции приспособления послужили:

- линейка типоразмеров деталей типа втулка, ступица, изготавливаемых на предприятии;
- установочной базой для контроля является внутреннее отверстие;

- максимальный типоразмер детали установлен по детали «Крышка насоса» (476×65мм).

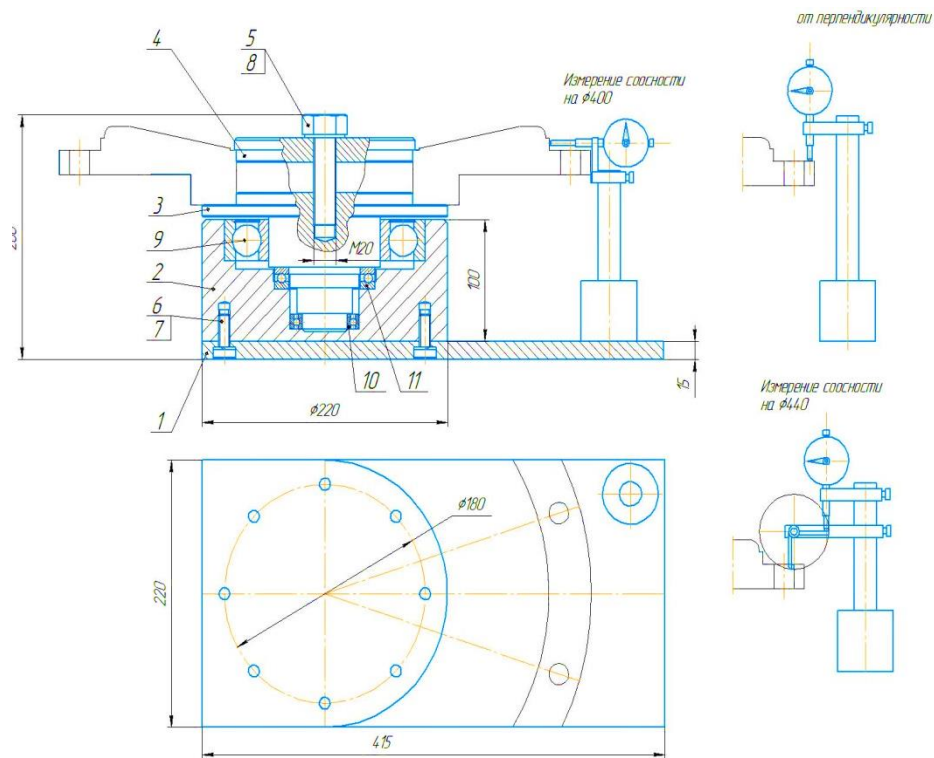


Рисунок 4.2 – Принципиальная схема контроля детали «Крышка насоса» в приспособлении

2. Выбор принципиальной схемы контроля. Схема контроля – это совокупность схемы установки контролируемого объекта и связанных с его измерительными базами средств контроля. Таким образом, на схеме должны быть изображены полный состав элементов КИП и связи между ними, что позволяет получить полное представление о принципах его работы. Другими словами, на схеме контроля должны быть показаны: установочные элементы (рычаги, штыри), средства измерения (индикаторы), а также вспомогательные подвижные и неподвижные элементы. Различные схемы контроля широко представлены в справочной литературе, и задача определения схемы контроля чаще всего сводится к обоснованному выбору того или иного варианта схемы, который зависит от вида контролируемого параметра и конструкции контролируемого объекта. При выборе схемы контроля для детали «Крышка насоса» был выбран альбом контрольно-измерительных приспособлений [12], в котором в разделе 2 контрольно-

измерительных приспособлений дисков было выбрано контрольное приспособление для проверки торцевого и радиального биений [12, стр. 46]. Пример приспособления представлен на рисунке 4.3.

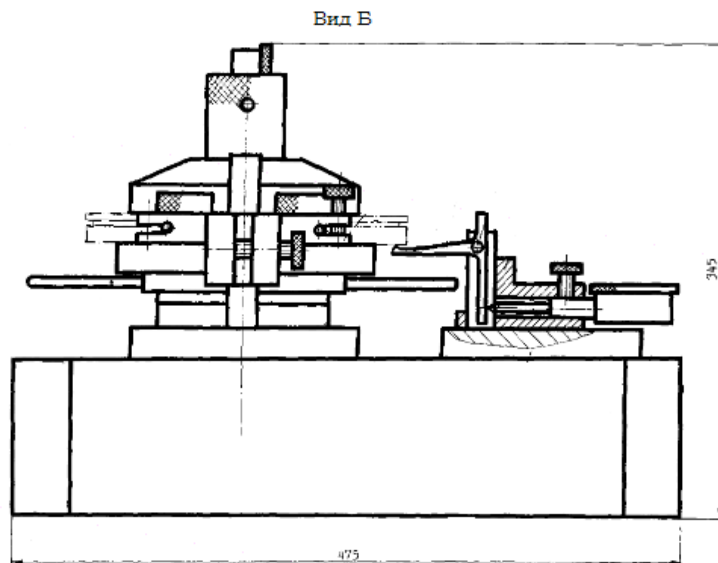


Рисунок 4.3 – Контрольное приспособление для контроля торцевого и радиального биений

Основываясь на выбранную схему, учитывая конфигурацию детали «Крышка насоса» и её габариты. Принципиальная схема контроля выглядит следующим образом (рисунок 4.3): деталь 1 запасовывается на контрольную ступенчатую оправку 4, которая посредством подшипников качения устанавливается в основании 3 на поверочной плите 2, далее деталь фиксируется крышкой 5 с фиксатором (зажимным болтом с резьбой), вращая деталь, оператор фиксирует отклонение индикаторной головкой 6 в стойке 7 на всей ширине венца.

3. Установочные элементы КИП. Установочные (базирующие) элементы предназначены для правильной установки контролируемой детали на КИП относительно заданных координат. Точность контроля детали в первую очередь зависит от точности установки, то есть от конструкции и точности изготовления установочных элементов. При установке базовые поверхности контролируемого объекта находятся в контакте с установочными элементами, что приводит к износу их поверхностей, а, следовательно, к снижению точности измерения. Поэтому установочные элементы изготавливают из износостойких материалов,

например из сталей 20 или 20Х с последующей цементацией и закалкой, или из высокоуглеродистых и легированных сталей с закалкой до твердости 58 – 62HRC. Обычно базовыми поверхностями контролируемой детали являются плоскости, наружные и внутренние цилиндрические поверхности. Способ базирования определяет схему контроля, а она конструкцию установочных элементов и их размещение в корпусе КИП.

Для детали «Втулка» наиболее подходящим базированием является способ установки по базовому цилиндрическому отверстию. Для этого можно использовать цилиндрические пальцы и оправки (жесткие, разжимные, конические). При установке на жесткий цилиндрический палец или оправку, всегда возникает радиальный зазор, что снижает точность измерения. Для уменьшения радиального зазора используют ступенчатые оправки под разные размеры отверстия (рисунок 4.4 а) и различные конструкции разжимных оправок. Так же в контрольных приспособлениях широко применяются разжимные оправки и пальцы на основе подпружиненных шариков (рисунок 4.4 б, в).

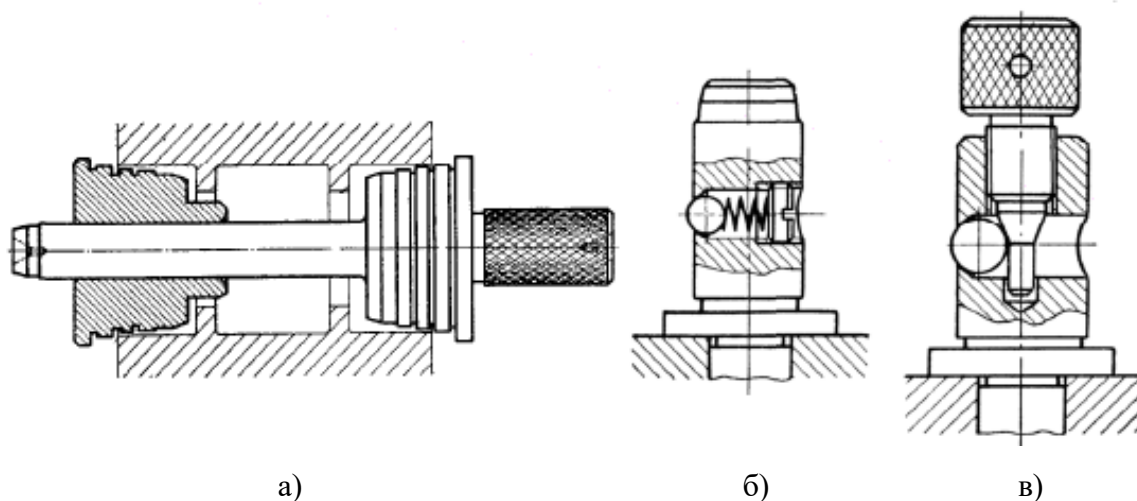


Рисунок 4.4 – Конструкции цилиндрических оправок:

- а) ступенчатой цилиндрической оправки;
- б) пальца с подпружиненным шариком;
- в) разжимной шариковой оправки

Конструкцию и разновидности различных установочных элементов можно найти в справочной литературе по технологической оснастке, причем большинство установочных элементов являются стандартизованными. За основу устано-

вочного элемента для детали «Крышка насоса» была взята конструкция ступенчатой цилиндрической оправки. Учитывая универсальность проектируемого приспособления для контроля других типоразмеров, ступенчатая оправка будет выглядеть, как показано на рисунке 4.5. Диаметр 220мм – для запасовки детали в натяг.

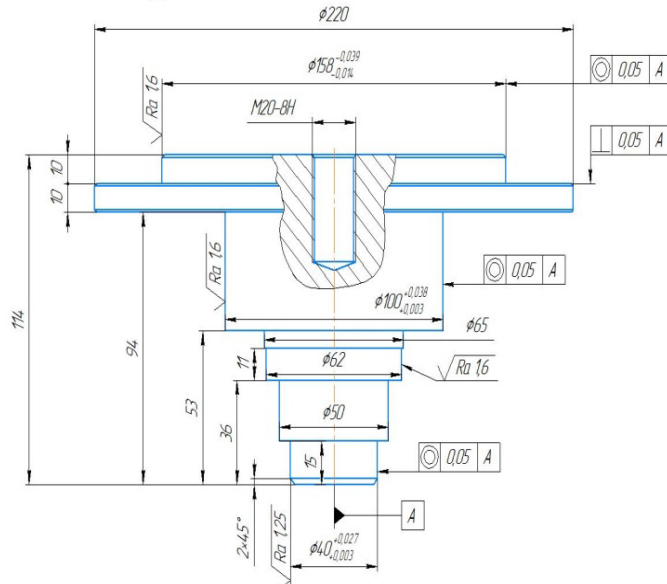


Рисунок 4.5 – Многоступенчатая цилиндрическая оправка для контроля детали «Крышка насоса»

4. Зажимные элементы КИП. Для надежной установки проверяемых деталей на контрольных приспособлениях служат зажимные элементы и устройства. Они должны закреплять деталь, не вызывая при этом её смещений и деформаций, и обеспечивать надежность установки проверяемой детали относительно измерительного устройства. Таким образом, условия работы зажимов контрольных приспособлений соответствует наименьшему противодействию внешних сил. В ряде случаев – при устойчивом базировании проверяемой детали на КИП, когда центр тяжести совпадает с геометрическим центром детали (как в контролируемой детали «Крышка насоса»), а силы, создаваемые измерительным устройством, не нарушают положения детали – вообще отпадает необходимость в зажимном устройстве. Необходимым требованием к зажимным устройствам является быстрота управления зажимом, что уменьшает вспомогательное время контрольной операции. Поэтому при разработке КИП для детали «Втулка» был выбран винтовой зажим, используемый комплектно с крышкой (рисунок 4.6).

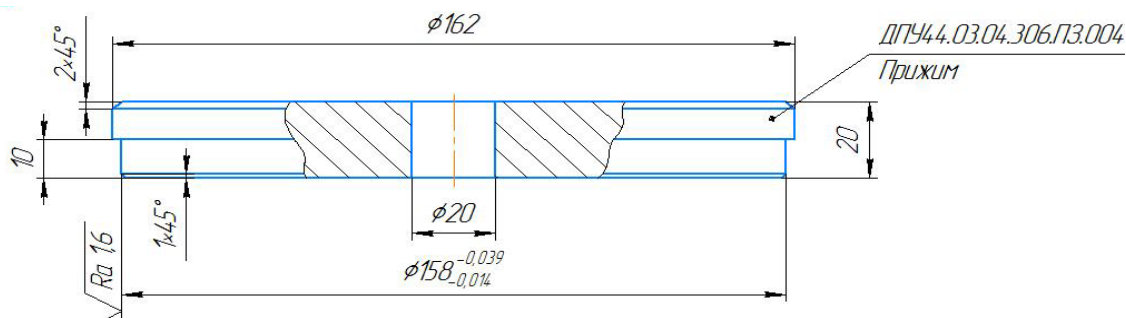


Рисунок 4.6 – Зажимное устройство для проектируемого УКИП (крышка, отверстие под болт М20)

5. Передаточные элементы КИП. Основное назначение передаточных устройств – передача измеренных величин на некоторое расстояние от измеряемой поверхности; изменение направления передаваемых величин; предохранение измерительного наконечника прибора от непосредственного контакта с контролируемой деталью. Передаточные устройства подразделяют на две основные группы: прямые (рисунок 4.7 а) и рычажные (рисунок 4.7 б).

В связи с удорожанием разработки контрольного приспособления, передаточные механизмы решено не вводить. Однако, в случае быстрого износа измерительного наконечника используемой индикаторной головки возможно применение стандартизованного прямого передаточного механизма.

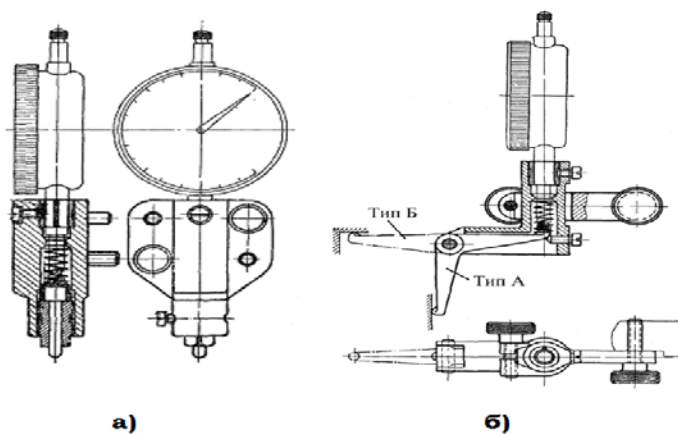


Рисунок 4.7 – Варианты исполнения передаточных механизмов:

а) прямых передаточных механизмов; б) рычажных передаточных механизмов

6. Выбор средства измерения. Выбор средства измерения в первую очередь зависит от заданной точности контролируемого параметра детали, то есть от допуска на этот параметр. Любой вид измерительных средств создает соответству-

ющую погрешность измерения, тем большая часть допуска остается на обработку контролируемого параметра, а, следовательно, упрощается процесс обработки детали. Однако применение высокоточных средств измерения (здесь и далее СИ) при больших допусках на обработку нецелесообразно, так как это увеличивает стоимость СИ. Поэтому для каждого качества точности контролируемого параметра должны быть выбраны оптимальные средства контроля с определенной допустимой погрешностью измерения. При выборе СИ предпочтения отдают наиболее простым и дешевым средствам, к которым относятся различные стандартизованные калибры (скобы, пробки, шаблоны) и универсальные измерительные инструменты (ШЦ, микрометры, нутромеры и др.). Однако часто эти средства не полностью удовлетворяют заданным метрологическим требованиям, кроме того, в ряде случаев, применение универсальных СИ не представляется возможным, например, при контроле биения, формы поверхностей или их взаимного расположения.

Исходя из вышеперечисленного, основным СИ в конструкции большинства специальных КИП являются измерительные головки или индикаторы различного вида. Измерительные головки (здесь и далее ИГ) – это приборы, предназначенные для измерений линейных размеров деталей, отклонений формы и расположения поверхностей. Их принцип действия основан на преобразовании малого линейного перемещения измерительного стержня, находящегося в контакте с объектом измерений, в большие перемещения – в виде отклонений стрелки отсчетного устройства относительно штрихов круговой шкалы. В машиностроении наиболее широко применяются зубчатые (ИГ с зубчатым механизмом преобразования) и рычажно-зубчатые (ИГ с рычажно-зубчатым механизмом преобразования), первые называют индикаторами часового типа, а вторые – рычажно-зубчатыми индикаторами. Основные характеристики измерительных головок и индикаторов приведены в таблице 4.1.

В соответствии с вышеуказанными рекомендациями выбора средства для контроля радиального биения детали «Втулка» выбираем индикатор часового

типа ИЧ с ценой деления 0,01 мм, диапазоном измерения 0 – 2 мм, 1-го класса точности с погрешностью 0,0012 мм в диапазоне 2 мм (рисунок 4.7).

7. Выбор вспомогательных устройств. Вспомогательными элементами контрольных приспособлений называются детали, узлы и устройства, с помощью которых ИГ подводятся в зону измерения или перемещаются относительно измеряемого объекта. Во многих КИП вспомогательными элементами являются стойки и штативы.

Таблица 4.1 – Основные характеристики измерительных головок и индикаторов

Обозначение	Цена деления, мм	Диапазон измерений, мм	Погрешность измерения, мкм	Соответствие стандартам
1	2	3	4	5
1ИГ	0,001	±0,05	1,4	ГОСТ 18833-73
2ИГ	0,002	±0,10	2,4	
1ИГМ	0,001	±0,05	1,4	
2ИГМ	0,002	±0,10	2,4	
Пример обозначения головки рычажно-зубчатой малогабаритной с ценой деления 0,001 мм: Головка измерительная 1ИГМ ГОСТ 18833-73				
ИЧ02	0,01	0 – 2	10 для кл. 0 12 для кл. 1	ГОСТ 577-68
ИЧ05	0,01	0 – 5	12 для кл. 0 16 для кл. 1	
ИЧ10	0,01	0 – 10	15 для кл. 0 20 для кл. 1	
ИЧ25	0,01	0 – 25	22 для кл. 0 30 для кл. 1	
ИЧ50	0,01	0 – 50	25 для кл. 0 36 для кл. 1	
Пример обозначения индикатора часового типа с диапазоном измерений 0 – 10 мм нормальной точности с ценой деления 0,001 мм: Индикатор ИЧ10 кл.0 ГОСТ 577-68				

Учитывая габариты детали, универсальность КИП была выбрана трёх шарнирная стойка - штатив для измерительных головок с магнитным основанием, предназначенная для крепления измерительных головок и других приборов и крепления на стальных и чугунных поверхностях типа SMG-1.



Рисунок 4.7 – Магнитная стойка SMG1 и индикаторная головка ИЧ-02

Магнитное основание штатива имеет нижнюю магнитную поверхность, которая позволяет устанавливать штатив на наклонных и вертикальных плоскостях дополнительного крепления. Закрепляемая в штативе измерительная головка может занимать необходимое положение перемещения штатива, зажим индикатора имеет микро подачу подвода индикатора к изделию. Механический фиксатор положения плеча позволяет закрепить индикатор в любом положении. Максимальный вылет (высота) 500 мм.

Большинство контрольных приспособлений имеет различные подвижные элементы. Это могут быть элементы, в которых осуществляется вращение контролируемого объекта (шпиндели, центры, поворотные столы и др.) или выполняется продольное перемещение (каретки, салазки, направляющие). При проектировании УКИП для детали «Крышка насоса» была поставлена задача разработки вращающегося механизма для поворота втулки относительно оси. Данная задача была решена, путем введения в конструкцию трёх подшипников (радиальных для уменьшения силы трения скольжения, воспринимают радиальные силы; и роликовый упорный который воспринимает осевые нагрузки, в том числе, принимающий массу детали «на себя»).

8. Разработка компоновки УКИП. Компоновка УКИП выполняется на основе имеющейся принципиальной схемы, отличается от неё большей детализацией и является упрощенным вариантом сборочного чертежа УКИП. Разработка компоновки сводится к последовательному вычерчиванию элементов контрольного приспособления и измерительных устройств вокруг контура контролируе-

мой детали. Вначале вычерчиваются установочные элементы, далее наносят детали зажимных устройств, затем идут измерительные и вспомогательные устройства. Последним изображается корпус, обычно в виде плиты, на которой изображаются все остальные детали КИП, и которая имеет элементы для установки на контрольном столе (ножки) и элементы для переноса приспособления (ручки). При вычерчивании общего вида контрольного приспособления необходимо задать посадки во всех сопряжениях и различные технические требования к конструкции.

В качестве основания для разрабатываемого КИП была выбрана плита из листа $S = 15$ мм из стали Ст3 габаритами $415 \times 220 \times 15$ мм. Так же была разработана конструкция обоймы для установки в подшипники многоступенчатой цилиндрической оправки. Материал обоймы Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016, высота 200 мм, максимальный диаметр 180 мм, крепление к основанию восемью винтами $M10 \times 40$ мм, что делает её легко заменяемой в случае износа или повреждения. Так же в конструкцию был введен пыльник – крышка, закрывающая верхний радиальный подшипник и защищающая его от попадания инородных тел и его заклинивания.

Учитывая все перечисленные составляющие разрабатываемого КИП, можно прочертить его компоновку (рисунок 4.8).

$\epsilon_{нб}$ – погрешность, вызванная не совмещением измерительной базы с технологической базой (в приспособлениях для межоперационного контроля) или конструкторской базой (в приспособлениях для окончательного контроля);

$\epsilon_з$ – погрешность, возникающая в результате закрепления контролируемого объекта, вследствие его возможной деформации (не учитывается, если деталь жесткая, а силы закрепления небольшие или отсутствуют);

$\epsilon_{ис}$ – погрешность, зависящая от измерительной силы, возникает в результате смещения измерительной базы детали от заданного положения в процессе измерения, имеет случайный характер (учитывается только для высокоточных измерений или при контроле не жестких деталей);

$\epsilon_{зп}$ – погрешность, возникающая по причине зазоров между осями рычагов передаточных устройств (при их наличии);

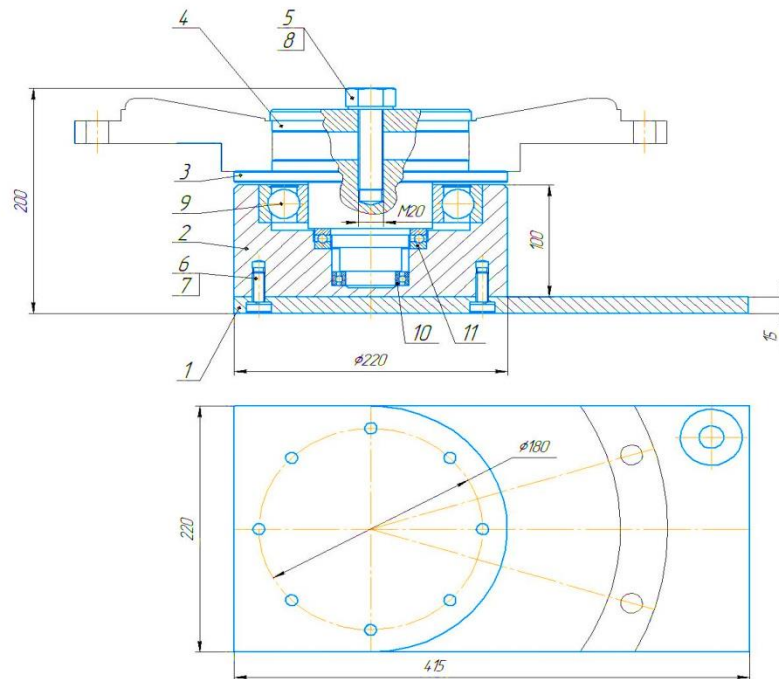


Рисунок 4.8 – Универсальное контрольно-измерительное приспособление для контроля радиального и торцевого биений детали :

1 – плита; 2 – корпус; 3 – оправка; 4 – прижим; 5 – болт М20×75; 6 – винт М10×40; 7 – шайба пружинная 10; 8 – шайба пружинная 20; 9 – 11 – подшипники

$\epsilon_{си}$ – погрешность используемого средства измерения;

$\epsilon_{др}$ – другие погрешности, вызванные действием случайных факторов при выполнении контроля. К ним относятся: погрешность базирования детали, погрешность из-за износа элементов приспособления и их температурных деформаций, погрешность, связанная с квалификацией контролера, погрешность отклонения деталей или эталонов от правильной геометрической формы (при их использовании) и др. вклад этих погрешностей по отдельности незначителен, однако в сумме они могут повлиять на точность контроля. В расчетах для данной категории погрешностей выделяют часть допуска на контролируемый параметр, так для контрольных приспособлений можно принять:

$$\epsilon_{др} = (0,03 - 0,05)T_k \quad (3.3.2)$$

Для того чтобы УКИП было признано годным для контроля некоторого параметра (размера, формы, отклонения и др.), необходимо, чтобы соблюдалось следующее условие:

$$\varepsilon_{\text{изм}} \leq [\varepsilon_{\text{изм}}] \quad (3.3.3)$$

При несоблюдении данного условия следует изменить конструкцию приспособления с целью уменьшения отдельных составляющих суммарной погрешности измерения. Можно ужесточить требования к изготовлению деталей и сборке УКИП, ужесточить требования к изготовлению эталонов, выбрать другое средство измерений или отказаться от выбранной схемы контроля в пользу другой. Последнее особенно актуально, если в приспособлении измерительная база не совмещена с требуемой базой (конструкторской или технологической). Если в приспособлении выполняется контроль нескольких параметров, то расчет с проверкой пригодности должен выполняться по каждому из них.

Далее произведем расчет на точность спроектированного УКИП, компонента, которого представлена на рисунке 4.8. Приспособление применяется для контроля радиального биения цилиндрической поверхности диаметра 400 мм относительно оси втулки, которое по техническим требованиям чертежа детали не должно превышать 0,3 мм.

Для начала определяем допустимую погрешность измерения $[\varepsilon_{\text{изм}}]$ по формуле (3.3.4) для данного приспособления по указанному контролируемому параметру – радиальное биение с допуском 0,3 мм.

$$[\varepsilon_{\text{изм}}] = k \cdot IT \quad (3.3.4)$$

На основе данных таблицы 4.2 и формулы (3.3.4) допустимая погрешность измерения для размера 400h6(-0.63) мм будет составлять:

$$[\varepsilon_{\text{изм}}] = 0,3 \cdot (-0,63) = -0,189 \text{ мм.}$$

Далее определяем фактическую погрешность измерения для рассматриваемого УКИП. Расчет произведем в соответствии с формулой (3.3.1).

Определим составляющие суммарной погрешности измерения, которые можно исключить из расчетной формулы в связи с особенностями конструкции приспособления и используемой схемы измерения.

Таблица 4.2 - Значения коэффициента точности

Квалитеты	Объекты измерения		Значение коэффициента кизм., %
	Отверстия	Валы	
2 – 8	–	g5; h5; k5; m5; n5; z5; s5	35
6 – 7	JS6; K6; M6; N6; H6; G6; F6; S6; H7; K7; M7; JS7; G7	f6; h6; z6; p6; js6; k6; m6; n6; h7; js7; g7	30
8 – 9	D8; E8; F8; JS8; K8; M8; N8; D9; E9; F8; JS9; K9; M9; N9	c8; d8; e8; h8; u8; x8; u9; x9; h9	25
10 – 11 – 12 13 – 18	B11; C11; D11; H11; H12; D12; H13 – H18	c11; d11; h11; b12; c12; h12; d10; h10	20

Приспособление служит для контроля биения наружного диаметра относительно оси, то есть внутреннего отверстия. Таким образом, конструкторской базой является внутреннее отверстие, то есть имеет место совмещение измерительной и конструкторской баз, поэтому составляющая $\epsilon_{нб}$ можно исключить из расчетной формулы.

Так же очевидно, что при контроле не произойдет смещения измерительной базы детали от заданного под действием измерительных сил, так как силы контролера недостаточно, чтобы вручную сместить массивную втулку. Поэтому составляющая $\epsilon_{ис}$ тоже исключается.

В конструкции приспособления не используются меры и эталоны, передаточные устройства (соответственно отсутствие погрешности зазоров), а так же влияние погрешности закрепления так же не значительно, следовательно, исключаем погрешности $\epsilon_{им}$, $\epsilon_{зп}$, $\epsilon_{ип}$ и $\epsilon_з$.

Окончательно получаем следующую расчетную формулу:

$$\epsilon_{изм} = \epsilon_{иу} + \sqrt{\epsilon_{си}^2 + \epsilon_{др}^2}, \quad (3.3.5)$$

Погрешность изготовления установочного элемента приспособления в данном случае многоступенчатой оправки, которая устанавливается в подшипник диаметром 180h7(-0,05) мм будет равна (по формуле (3.3.4), таблица 4.2):

$$\epsilon_{иу} = 0,3 \cdot 0,04 = 0,012 \text{ мм.}$$

Средством измерения в УКИП является индикатор часового типа ИЧ02 1 класса точности. По таблице 4.1 погрешность средства измерения установлена:

$$\varepsilon_{\text{СИ}} = 0,012 \text{ мм.}$$

Другие погрешности, вызванные действием случайных факторов, определим как часть допуска на контролируемый параметр по формуле (3.3.2):

$$\varepsilon_{\text{др}} = 0,04 \cdot 0,3 = 0,12 \text{ мм.}$$

Определяем суммарную погрешность измерения специального универсального приспособления УКИП по полученной ранее формуле (3.3.5):

$$\varepsilon_{\text{ИЗМ}} = 0,012 + \sqrt{0,012^2 + 0,12^2} = 0,012 + \sqrt{0,01454} = 0,012 + 0,1206 = 0,1326 \text{ мм.}$$

Проверяем условие пригодности данного приспособления, сравнивая полученное значение фактической погрешности измерения с наибольшим допустимым значением, как определено формулой (3.3.3):

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{ИЗМ}} &\leq [\varepsilon_{\text{ИЗМ}}]; \\ 0,1326 \text{ мм} &\leq 0,25 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Условие выполняется. Следовательно, данное универсальное контрольно-измерительное приспособление полностью удовлетворяет требованиям точности измерительной оснастки и может использоваться для выполнения контрольной операции.

4.3. Описание работы контрольно-измерительного приспособления

После того как выполнены все этапы по проектированию и расчету контрольно-измерительного приспособления и подготовлена необходимая конструкторская документация, обобщим технические характеристики полученной конструкции и опишем принцип работы приспособления, отразив все особенности конструкции, особые детали, узлы, особенности работы с УКИП и т.д. С применением действительных ссылок на соответствующие позиции сборочного чертежа и спецификации на приспособление «УКИП – Универсальное контрольно-измерительное устройство», представленных в приложении В.

В рамках данной выпускной квалификационной работы было спроектировано и рассчитано специальное контрольно-измерительное приспособление для контроля радиального биения детали «Крышка насоса». Данное КИП имеет следующую классификацию: пассивное переносное многомерное контрольное приспособление для контроля радиального и торцевого биения. Одним из условий при разработке КИП было установление возможности контроля изделий типа крышка, ступица, диск, то есть деталей, требующих контроль радиального и/или торцевого биений относительно своей оси. На плиту позиция 1, выполненная из листа $S = 15$ мм, с помощью винтов и шайб крепится корпус позиция 2. Обойма – литая деталь, имеет внутри цилиндрические ступени для установки подшипников качения позиции 9 – 11. В корпус устанавливается оправка позиция 3 с жесткими техническими требованиями к расположению поверхностей.

Изделие, предоставленное на контроль, запасовывается на цилиндрическую оправку позиция 3, тем самым совместив конструкторскую и измерительную базы, что значительно снизило появление погрешности измерения. В целях удобства крепления в конструкцию была введена прижимная крышка с резьбовым болтом, для уменьшения возможности случайного опрокидывания детали позиция 6 и 7. Затем, на основание ставится магнитная стойка – штатив с установленной на ней индикаторной головкой часового типа ИЧ02 с ценой деления 0,01 мм. Стойка устанавливается наиболее удобным и оптимальным для проведения контроля расположением, затем включается магнит. С помощью подвижных шарниров индикатор выставляется для контроля радиального биения. После этого шарниры стопорятся и, с помощью микро подачи, измерительная головка выставляется на нулевую отметку, стопорится зажимом. Далее слесарь-ремонтник, вращая втулку, отмечает появившиеся на шкале значения отклонения.

После окончания контроля деталь снимается с приспособления и отправляется далее в соответствии с заключением о годности (неисправимый брак – в карантинную зону; исправимый брак – на доработку; годная деталь – на дальнейший балансировочный контроль).

Конструкция приспособления имеет универсальный характер благодаря сменным многоступенчатым оправкам (дополнительный накладной), посадочные диаметры которых установлены для каждого типоразмера контролируемых деталей. Техническими требованиями установлен метрологический контроль основных элементов конструкции (оправок, внутренних диаметров обоймы) производимый раз в квартал службой метрологии ФБУ «УРАЛТЕСТ».

Приспособление безопасно в использовании, не имеет вредного воздействия на человека и окружающую среду.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Предложенный в данном проекте способ контроля необходим для обеспечения надёжности работы детали. Данный способ контроля не применялся ранее, возникла потребность проведения обучения слесарей-ремонтников.

Проанализировав профессиональный стандарт 40.077 «Слесарь-ремонтник промышленного оборудования» [22], можно отметить, что в настоящее время сотрудники МУП «Водоканал» обучаются в специализированном центре ООО «Центр учебной подготовки кадров», где получают в основном теоретические знания. Практические навыки и умения предполагается получать на производстве.

5.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Слесарь-ремонтник промышленного оборудования»

Проанализируем учебный план учебного центра ООО «Центр учебной подготовки кадров» на соответствие профессиональному стандарту «слесарь-ремонтник», утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 26 декабря 2014 года № 1164н. Данным стандартом рассматриваются обобщенные трудовые функции, конкретные трудовые функции, требования к знаниям и умениям, опыту работы и образованию. Обобщенные трудовые функции и трудовые функции слесаря-ремонтника представлены в таблице 5.1.

Рассмотрим одну из обобщенных трудовых функций, соответствующую квалификации рабочего (слесарная обработка деталей средней сложности), которая согласно профессиональному стандарту имеет код Б и 4 уровень квалификации.

Обобщенная трудовая функция содержит четыре трудовые функции, нас интересует:

- Механическая обработка деталей средней сложности (В/03.4);

Таблица 5.1 – Обобщенные трудовые функции и функции «Слесаря-ремонтника промышленного оборудования»

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
А	Профилактическое обслуживание и ремонт простых деталей, узлов и механизмов	3	Монтаж и демонтаж простых узлов и механизмов	А/01.3	3
			Слесарная обработка простых деталей	А/02.3	3
			Профилактическое обслуживание простых механизмов	А/03.3	3
В	Техническое обслуживание и ремонт деталей, узлов и механизмов, оборудования, агрегатов и машин средней сложности	4	Монтаж и демонтаж узлов и механизмов, оборудования, агрегатов и машин средней сложности	В/01.4	4
			Слесарная обработка деталей средней сложности	В/02.4	4
			Механическая обработка деталей средней сложности	В/03.4	4
			Техническое обслуживание механизмов, оборудования, агрегатов и машин средней сложности	В/04.4	4
С	Техническое обслуживание и ремонт сложных деталей, узлов и механизмов, оборудования, агрегатов и машин	5	Техническое обслуживание сложных узлов и механизмов, оборудования, агрегатов и машин	С/01.5	5
			Монтаж и демонтаж сложных узлов и механизмов	С/02.5	5
			Слесарная обработка сложных деталей	С/03.5	5
			Механическая обработка сложных деталей и узлов	С/04.5	5
D	Техническое обслуживание и ремонт особо сложного оборудования, агрегатов и машин	5	Слесарная обработка деталей особо сложного оборудования, агрегатов и машин	D/01.5	5
			Монтаж и демонтаж особо сложного оборудования, агрегатов и машин	D/02.5	5
			Техническое обслуживание особо сложного оборудования, агрегатов и машин	D/03.5	5
			Испытания особо сложного оборудования, агрегатов и машин	D/04.5	5

Таблица 5.2 - Механическая обработка деталей средней сложности

Наименование	Описание
1	2
	Контроль качества выполненных работ
Необходимые умения	Поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места при механической обработке деталей средней сложности
	Читать техническую документацию общего и специализированного назначения
	Определять размеры детали средней сложности универсальными и специализированными измерительными инструментами в соответствии с технологическим процессом
	Контролировать качество выполняемых работ при механической обработке деталей с помощью контрольно-измерительных инструментов
Необходимые знания	Правила чтения чертежей деталей
	Правила и последовательность проведения измерений
	Методы и способы контроля качества выполнения механической обработки

Исходя из требований профессионального стандарта (таблица 5.2) к слесарю-ремонтнику, разработаем программу повышения квалификации, которая включает в себя теоретический курс и производственное обучение. На основе анализа профессионального стандарта по профессии «Слесарь-ремонтник» 4-го разряда разрабатываем дополнение к учебному плану по повышению квалификации для реализации в учебном центре ООО «Центр учебной подготовки кадров».

5.2. Учебный план повышения квалификации

Профессия – слесарь-ремонтник промышленного оборудования

Квалификация – 4-й разряд

Срок обучения – 2 месяца

Предлагаемый тематический учебный план соответствует профессиональному стандарту и может быть реализован в учебном центре ООО «Центр учеб-

ной подготовки кадров». Программа обучения по предлагаемому учебному плану включает в себя теоретическое и производственное обучение в количестве 79 часов.

Таблица 5.3 – Тематический учебный план

№	Темы	Кол-во часов	
		Теория	Практика
1	Введение	2	
2	Техника безопасности, пром. санитария и пожарная безопасность	16	
3	Слесарное дело	5	5
4	Основы общей технологии	6	
5	Допуски, посадки	2	2
6	Чтение чертежей	2	2
7	Контрольно-измерительный инструмент и техника измерения	4	4
8	Сведения из технической механики	2	
9	Сведения из электротехники	2	
10	Техпроцесс ремонта промышленного оборудования	6	3
11	Механизация и автоматизация производства	4	1
12	Квалификационный экзамен	2	
	ИТОГО:	62	17

Таблица 5.4 – Перспективно-тематический план

Наименование тем	Виды занятий		
	Теоритические	Практические	Всего часов
Теоритическое обучение			
Контрольные измерительные приборы (КИП). Определение. Классификация. Разновидности. Сферы применения.	3	3	6
Использование УКИП Описание устройства. Правила пользования	1	1	2
Всего часов (теоритическое обучение)	4	4	8

Для разработки методической части дипломного проекта выберем тему «Контрольно-измерительный инструмент и техника измерения», а именно «Использование УКИП на рабочем месте».

Данная тема изучается в течении 4 часов. Разработаем перспективно-тематический план по выбранной теме.

5.3. Разработка методики проведения занятия

Тема урока «Контрольные измерительные приборы».

Цели урока. Обучающая:

- сформировать знания о КИП;
- сформировать знания о УКИП.

Развивающая: развивать профессиональный интерес, мышление и технический кругозор.

Воспитательная: воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).

Тип урока: урок усвоения новых знаний

Метод обучения: рассказ, демонстрация презентации.

Оснащение урока:

- лекция (приложение А);
- ноутбук;
- мультимедиа проектор;
- экран;
- слайды.

Время, отведенное на урок: 4 академических часа

Таблица 5.5 – Ход занятия

№	Этап	Время	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационный	5	Приветствие, отметка присутствующих в журнале	

Окончание таблицы 5.5

1	2	3	4	5
2	Актуализация знаний	20	Задает вопросы	Отвечают на вопросы
3	Изучение нового материала	135	Излагает новый учебный материал с использованием компьютерной презентации. План изложения нового материала: -определение; -классификация; -разновидности; -сферы применения; -описание УКИП; -описание устройства; -правила пользования.	Слушают, составляют конспект изучаемого материала. Изучают содержание слайдов, запоминают новый материал.
4	Закрепление нового материала	20	Задает ряд вопросов по новому материалу. Отвечает на вопросы учащихся.	Отвечают на задаваемые вопросы
5	Заключительный	10	Подводит итоги занятия	Слушают
6	Домашнее задание	5	Повторить пройденный материал	Записывают в тетрадь

На основе представленного плана разработаем сценарий урока.

Организационный этап: поприветствовать учащихся, сообщить тему и цели занятия, сообщить план изложения нового материала:

- что такое физические величины, их измерение и определение контрольно-измерительного прибора (далее КИП);
- классификация КИП; разновидности КИП;
- сферы деятельности, где используются КИП;
- описание универсального контрольно-измерительного прибора (далее УКИП)

Вопросы для актуализации знаний:

1. Назовите измерительные приборы используемые слесарем-ремонтником на рабочем месте?

Предполагаемый ответ: Штангенциркуль, штангенглубиномер и штангенрейсмус с точностью измерения 0,1 и 0,05 мм.

2. Факторы, влияющие на точность измерения?

Предполагаемый ответ: Метод измерения и условия в которых производится измерение.

3. Для чего используют УКИП?

Предполагаемый ответ: УКИП используют для измерения соосности и отклонения перпендикулярности.

Изложение нового учебного материала

Лекция и вопросы для закрепления материала изложены в приложении А

5.4. Разработка методического обеспечения

Мультимедийные презентации используют, чтобы на большом экране (мониторе) были наглядно продемонстрированы дополнительные материалы к сообщению. Учебная компьютерная презентация – это программное средство, которое в основном используется, чтобы сопровождать объяснения нового материала. Также презентация в наглядном виде представляет содержание учебного материала.

Учебная компьютерная презентация – эффективное средство для повышения качества обучения, т.к. имеет дидактический потенциал, который заключается в возможностях таких, как:

- образное снабжение абстрактных и сложных понятий на основе мультимедийной системы;
- централизация управления процессом обучения;
- интерактивность обучения, обеспечивающая управление учебным процессом и создающая условия для осуществления различных видов учебной деятельности при объяснении нового материала за счет динамики предъявления информационных объектов на слайдах и навигации;
- оперативность обновления и изменения содержания обучения в соответствии с быстрыми темпами развития науки;

– мобильность и упрощение организации переходов от одного вида наглядности к другому при объяснении нового материала посредством интеграции в презентации различных видов информации.

В методической части дипломного проекта был проведён анализ Профессionalного стандарта № 40.077 «Слесарь-ремонтник промышленного оборудования», разработан тематический план дисциплины «Механическая обработка деталей средней сложности», а также разработан план учебного занятия на тему: «Контрольно-измерительный инструмент и техника измерения» и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия. Занятия проходят на базе учебного центра ООО «Центр учебной подготовки кадров» в г. Екатеринбурге ул. Сибирский тракт, 8Д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе проанализирован базовый технологический процесс обработки детали «Крышка насоса» для консольного насоса КНН - 400 с использованием станка с ЧПУ, а также сварочного комплекса.

Был разработан процесс входного, операционного и приёмочного контроля с применением специальных и универсальных средств измерения.

Рассчитана и спроектирована конструкция специального универсального контрольно-измерительного приспособления «УКИП – Универсальное контрольно-измерительное приспособление» для контроля соосности, перпендикулярности, радиального и торцевого биений.

Построена 3D модель детали для обеспечения требуемого качества сборки.

Предложены методические материалы для проведения обучения и контроля знаний и умений слесарей-ремонтников МУП «Водоканал».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 1976-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 4 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-12.0.003-74>.
2. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 1992-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 68 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-12.1.004-91>.
3. ГОСТ 12.1.045-84. Система стандартов безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. – Введ. 1985-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 3 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-12.1.045-84>.
4. СтЗсп по ГОСТ 380-2005. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки (с Изменением № 1). Технические условия. – Введ. 2008-07-01. – М.: Издательство стандартов, 2005. – 15 с. // ТЕХЭксперт: профессиональные справочные системы. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200052847>.
5. ГОСТ 14815-69. Калибры-пробки гладкие проходные с насадками диаметром свыше 50 до 100 мм. Конструкция и размеры. – Введ. 1971-01-01. – М.: Государственные стандарты СССР, 1971. – 6 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-14815-69>.
6. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – Введ. 1982-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 24 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-16504-81>.
7. ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия. – Введ. 1991-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 11 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-166-89>.

8. ГОСТ 5378-88. Угломеры с нониусом. Технические условия. – Введ. 1990-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 8 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-5378-88>.

9. ГОСТ 577-68. Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия.– Введ. 1968-02-05. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 11 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-577-68>.

10. ГОСТ 7502-98. Межгосударственный стандарт. Рулетки измерительные металлические.– Введ. 2000-07-01. – Минск: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 11 с. // ГОСТ Эксперт: единая база ГОСТов РФ. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/gost/gost-7502-98>.

11. Аверьянов И. Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие / И. Н. Аверьянов, А. Н. Болотеин, М. А. Прокофьев. – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220 с.

12. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: учеб. пособие для вузов / Ю. С. Степанов, Б. И. Афонасьев, А. Г. Схиртладзе, А. Е. Щукин / под общ. ред. Ю. С. Степанова. – М.: Машиностроение, 1998. – 184 с.

13. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков: Расчеты и конструкции. – Л.: «МАШГИЗ», 1960. – 638 с.

14. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3-х т. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – Т.1. – 736 с.

15. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.

16. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособ. для маш. спец. вузов / Л. В. Худобин, В. Ф. Гурьянихин, В. Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.

17. Макиенко Н. И. Педагогический процесс в училищах профессионально-технического образования / Н. И. Макиенко: метод. пособие. – М.: Высш. школа, 1983. – 344 с.

18. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А. А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

19. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение, 1974. – 136с.

20. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание на металлорежущих станках. – М.: Издательство «Экономика», 1988. – 366 с.

21. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущем станке. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.

22. Охрана труда в машиностроении: учебник для машиностроительных вузов / Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев / под ред. Е.Я. Юдина. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

23. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / В. И. Баранчиков [и др.]; под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.

24. Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю. В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 408 с.

25. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова: в 2-х т. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – Т.2. – 496 с.

26. Станочные приспособления: справочник / под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова: в 2-х т. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1.– 592 с.

27. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работ (дипломных проектах): учеб. пособие / авт.-сост. Е. И. Чучкалова, В. П. Су-

риков. – Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. – 66 с.

28. Технический контроль в машиностроении: справочник проектировщика/ под общ. Ред. В. Н. Чупырина, А. Д. Никифорова. – М.: Машиностроение, 1987. – 512 с.

29. Технология машиностроения: учебник для техникумов. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш. Шк., 1984. – 416 с.

30. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения: учеб. Пособие. – 3-е изд., испр. И доп. – Екатеринбург: Изд-во «Рос. Гос. Проф.-пед. ун-та», 2004. – 150 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Конспект занятий для повышения квалификации.

Тема занятия: «Контрольные измерительные приборы (КИП)».

Управление техническими процессами, как известно, не возможно без измерения технологических параметров.

Наука об измерениях называется метрологией.

Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Основной метрологической характеристикой измерительных приборов и измерительной цепи в целом является погрешность измерения.

Погрешность измерения – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемого параметра.

Различают случайные, грубые и систематические погрешности.

Случайные погрешности изменяются случайным образом при многократных измерениях одного и того же параметра. Они принципиально не могут быть устранены или учтены при измерениях.

Грубые погрешности возникают при неправильной организации процесса измерения (например, из-за неправильной эксплуатации измерительных приборов, неправильного отсчета показаний, выхода из строя какого-либо элемента), такие погрешности могут быть обнаружены и устранены.

Систематические погрешности - погрешности изменяются закономерно или остаются постоянными при многократных измерениях одного и того же параметра. Они вызваны недостатками методов измерения и конструкций измерительных приборов. Систематические погрешности могут быть вычислены, следовательно, учтены в результатах измерений.

Погрешность измерения определяют по абсолютной величине разности между измеренным и истинным значениями параметра, это абсолютная погрешность измерения.

$$\Delta X = X_{\text{и}} - X$$

где ΔX – абсолютная погрешность;

$X_{\text{из}}$ - результат измерения;

X - истинное значение параметра.

Поскольку истинное значение измеряемого параметра нельзя измерить абсолютно точно, то для оценки погрешности измерения вместо неизвестного истинного значения измеряемого параметра X обычно используют результат измерения его более точным прибором или его значение, найденное теоретически.

Абсолютная погрешность неудобна для сравнения точности различных измерений. Так ошибка в 1 г, при взвешивании массы в 10 г значительно более существенна, чем при взвешивании массы в 1 кг, хотя абсолютная погрешность в обоих случаях одинакова. Поэтому вводятся понятия относительной погрешности.

Относительная погрешность измерения – это отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемого параметра т.е.

$$\delta = \frac{\Delta X}{X} = \frac{X_{\text{из}} - X}{X}$$

Относительная погрешность в отличие от абсолютной, безразмерная величина и выражается в %.

Погрешность измерительных приборов оценивают по приведенной погрешности, которая определяется как отношение абсолютной погрешности X к некоторой постоянной нормирующей величине X .

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X}$$

В качестве нормирующей величины обычно принимают диапазон измерения.

Приведенная погрешность безразмерная величина, выраженная в %, она пропорциональна абсолютной погрешности. Если абсолютная погрешность измерительного прибора постоянна во всем диапазоне измерения, то приведенная будет также постоянной. Следовательно, она характеризует точность измери-

тельного прибора независимо от значения измеряемого параметра и ее считают основной метрологической характеристикой измерительного прибора.

Приведенная погрешность изменяется под действием изменения окружающей температуры, давления, вибрации и т.д. В связи с этим для каждого прибора регламентируют нормальные условия эксплуатации (температуру, влажность, напряжение питания и т.д.)

Погрешность измерительного прибора при его эксплуатации в нормальных условиях является основной, а при отключении от нормальных условий – дополнительной.

Наличие различных показателей точности – абсолютной и приведенной, основной и дополнительной погрешностей, затрудняет сравнение измерительных приборов. Необходима обобщенная характеристика их метрологических свойств. Такой характеристикой является класс точности измерительного прибора.

Класс точности – это максимально допустимая приведенная погрешность (в процентах) при нормальных условиях эксплуатации.

Погрешность в каждом отдельном измерении может быть и меньше максимальной. Поэтому класс точности не может служить непосредственным показателем точности прибора, он лишь определяет предельное возможное значение приведенной погрешности. ГОСТом установлены стандартные классы точности: 0,005; 0,002; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Кроме основной метрологической характеристики измерительных приборов существует такие метрологические понятия как:

Чувствительность прибора – под этим термином подразумевают отношение линейного углового перемещения указателя к изменению измеряемой величины вызвавшей это перемещение.

Чувствительность характеризует способность измерительного прибора измерять малые сигналы.

Коэффициент передачи - отношение диапазона изменения выходного сигнала прибора к диапазону изменения его входного сигнала.

$$K = \frac{\delta_y}{\delta_x}$$

Если входной и выходной сигналы преобразователя выражены в одинаковых единицах измерения, то коэффициент передачи оказывается безразмерным и в этом случае употребляют термин коэффициент усиления.

Вариация – максимальная разность показаний измерительного прибора, определенная при прямом ($A_{ип}$) и обратном ($A_{ио}$) ходе изменения параметра для одного и того же его действительного значения.

$$B = A_{ип} - A_{ио}$$

Вариация может быть выражена в % от диапазона шкалы и должна быть меньше основной погрешности.

$$B = \frac{A_{ип} - A_{ио}}{A_k - A_n}$$

где A_k - конец шкалы;

A_n - начало шкалы.

Причиной вариации является трение в опорах, люфт в зубчатых передачах.

Цена деления – это разность значений между двумя соседними отметками шкалы, выраженная в единицах измерения.

Для равномерной шкалы:

$$C = \frac{A_k - A_n}{n}$$

где n - количество делений.

Инертность – это время, за которое показания прибора приходят в соответствии со значением измеряемой величины.

Безотказность – это свойство прибора сохранять работоспособность в течение некоторого времени без вынужденных перерывов.

Надежность - это способность прибора сохранять свои характеристики в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени.

Классификация приборов.

Все измерительные приборы можно подразделить на следующие группы по различным признакам.

1. По способу отсчета.

1.1. Компарирующие приборы. При измерении этими приборами необходимо участие человека, в них происходит сравнение измеряемой величины с мерой, эталонной величиной. Самый простой пример – это весы.

1.2. Показывающие приборы. Величина измеряемого параметра указывается отсчетным устройством. Эти приборы просты по конструкции, однако показывают величину измеряемого параметра только в момент измерения, что не позволяет следить за его изменением во времени. В большинстве приборов показывающее устройство выполнено в виде неподвижной шкалы и подвижной стрелки. В некоторых приборах, наоборот шкала движется относительно неподвижного указателя. Такая конструкция позволяет значительно уменьшить фронтальные размеры прибора. Но на результат отсчета влияют субъективные особенности оператора.

1.3. Регистрирующие или самопишущие приборы. Значение измеряемой величины в них непрерывно или в отдельные промежутки времени записывается. Запись производится обычно на бумажной дисковой или ленточной диаграмме, движущейся с постоянной скоростью. Это позволяет наблюдать характер изменения параметра во времени. На дисковой диаграмме обычно записывается только один параметр. Ленточная диаграмма допускает поочередную запись нескольких параметров. Такие приборы называются многоточечными и выпускаются на 3, 6 и 12 точек измерения.

1.4. Суммирующие приборы или интеграторы. В них происходит непрерывное суммирование (интегрирование) мгновенных значений измеряемого параметра. Для этого они снабжены счетчиком (например электрическим). Приборы показывают суммарное значение измеряемой величины за промежутки времени. К ним относятся счетчики электроэнергии, счетчики расхода воды, пара и других величин.

1.5. Комбинированные приборы. Они могут одновременно показывать и записывать величину измеряемого параметра.

2. По виду шкалы.

2.1. С линейной шкалой (рисунок 1.1)

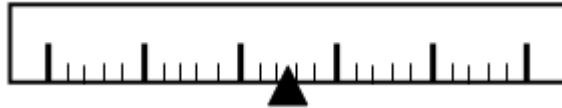


Рисунок 1.1 – линейная шкала

К этим приборам относятся все вторичные пневматические приборы.

2.2. С дуговой шкалой (рисунок 1.2).

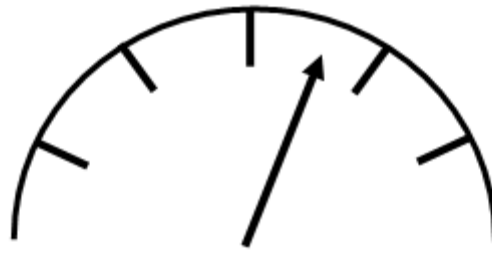


Рисунок 1.2 – Дуговая шкала

К этим приборам относятся такие приборы как, КСП-3, КСМ-3, КСД-3, МТ, МО и многие электроизмерительные приборы.

2.3. С профильной шкалой (рисунок 1.3).

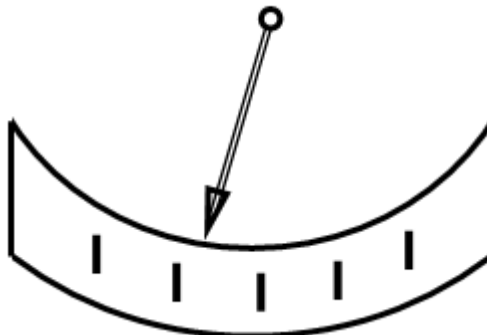


Рисунок 1.3 – Профильная шкала

Такие шкалы имеют логометры, милливольтметры и т.п. приборы.

2.4. С барабанной шкалой (рисунок 1.4).

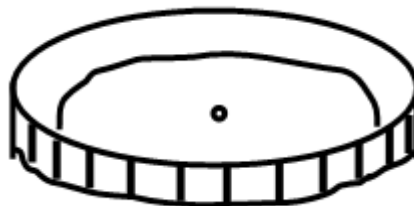


Рисунок 1.4 – Барабанная шкала

Такие шкалы могут быть подвижные и неподвижные, равномерные и неравномерные.

3. По метрологическому назначению

3.1. Технические приборы. Приборы, предназначенные для работы в производственных условиях. Поэтому они должны быть недорогими и надежными в эксплуатации. В показаниях таких приборов не вводят поправки на погрешность измерений. Класс точности большинства технических приборов в пределах 0.25 – 4.0 %.

3.2. Контрольные приборы. Они служат для контроля исправности промышленных приборов на месте их установки.

3.3. Лабораторные приборы. Их применяют для точных измерений в лабораторных условиях. Для повышения точности измерения в их показания вводят поправки, учитывающие внешние условия, в которых проводились измерения (температура, атмосферное давление, влажность и т.п.). Кроме того лабораторные приборы используют для поверки технических приборов.

3.4. Образцовые приборы. Они служат для поверки лабораторных и технических приборов.

3.5. Эталонные приборы. Они служат для поверки образцовых приборов. Эталон, его характеристики определяются уровнем развития науки и техники.

4. По роду измеряемой величины различают приборы для измерения:

- температуры;
- давления;
- расхода;
- уровня;
- состава;
- концентрации;
- плотности.

Тема: «Использование УКИП»

Универсальное контрольное измерительное средство (далее УКИП) (рисунок 1.5), было разработано и введено в эксплуатацию в Ремонтно-механическом цехе для контроля качества изготавливаемой продукции.

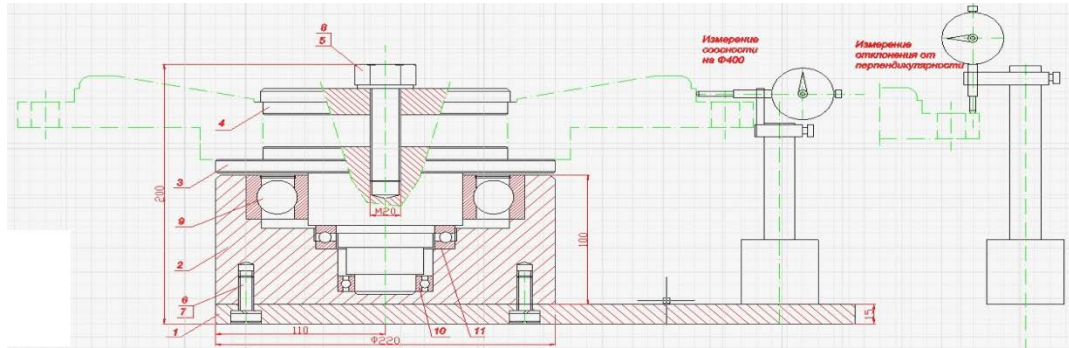


Рисунок 1.5 – УКИП

Данным приспособление контролируется радиальное биение, соосность, а также перпендикулярность.

УКИП состоит из:

1. плита;
2. корпус;
3. правка;
4. прижим;
5. болт М20×75;
6. винт М10×40;
7. шайба пружинная 10;
8. шайба пружинная 20;
9. подшипник радиальный с защитной шайбой № 220, класса 6;
10. подшипник радиальный № 1000908, класс 6;
11. подшипник упорный № 8113Н

Правило пользования:

1. установить деталь на оправку (3);
2. прижать деталь прижимом(4);
3. затянуть болт (5).

Деталь готова к началу измерений, но перед этим нужно произвести настройку нулевого положения индикатора часового типа. Для этого необходимо:

- установить на контрольную плиту или столик ПКМД;
- опускаем кронштейн с индикатором по колонке стойки так, что бы измерительный наконечник коснулся поверхности меры, и стрелка отклонилась от нулевого положения;
- продолжать опускание кронштейна до тех пор, пока большая стрелка индикатора не сделает полный оборот, а указатель числа оборотов стрелки не установлен на «1». Закрепляем в этом положении кронштейн;
- установить шкалу в нулевое положение. Для этого, вращая ободок индикатора, повернуть циферблат до совмещения нулевого штриха со стрелкой индикатора;
- проверить постоянство показаний индикатора, поднимая и опуская измерительный стержень за головку. Если стрелка отклонилась более чем на 0,5 деления, то настройку следует повторить;
- Снять блок мер, приподнимая за головку измерительный стержень.
-

Таблица 1.1 – Вопросы для закрепления знаний

Вопрос	Предлагаемый ответ
Назовите определение науки метрологии.	Метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.
Что такое погрешность измерения?	Погрешность измерения – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемого параметра.
Назовите, на какие виды классифицируются приборы по способу отчета	Компарирующие, показывающие, регистрирующие или самопишущие, суммирующие или интеграторы, комбинированные.
Какие бывают виды шкал?	Линейная, дуговая, профильная, барабанная шкалы.
Какие метрологические назначения бывают у приборов?	Технические, контрольные, лабораторные и образцовые.
К какой классификации относится УКИП?	Показывающий отсчет, барабанная шкала, техническое назначение
При каком отклонении нужно повторить настройку ИЧ?	При отклонении более 0,5.

—