

ОРИЕНТАЦИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ СБОРКЕ

Cherepanov A.P.

ORIENTATION OF PLATE PARTS DURING ASSEMBLY

Аннотация. В статье приведен анализ методов логического распознавания положения и ориентации деталей при сборке, который позволил установить, что среди них несомненными достоинствами обладают пневматические методы, реализованные струйно-логическими ориентирующими устройствами. Рассмотрен процесс распознавания положения деталей на основе теории безотрывного течения потока сжатого воздуха в зазоре между плоскостями рецептора и детали. Показано использование струйных датчиков с автономным питанием и струйных логических элементов в совокупности, представляющие распознающие ячейки, которые создают управляющие сигналы путем подачи потока сжатого воздуха в зазор между датчиком и деталью с помощью центрального канала. Распознающие ячейки расширяют возможности при ориентации пластинчатых деталей, а также исключают индивидуальные каналы для подвода питания к каждому датчику ориентирующего устройства. Рассмотрены преимущества и недостатки методов струйной ориентации пластинчатых деталей при сборке.

Ключевые слова: датчик, деталь, лоток, ориентация, рецептор, струйный элемент, сборка.

Abstract. The article presents an analysis of methods of logical recognition of the position and orientation of parts during assembly, which allowed us to establish that among them, pneumatic methods implemented by jet-logical orienting devices have undoubted merits. The process of recognizing the position of parts based on the theory of continuous flow of compressed air flow in the gap between the planes of the reactor and the part is considered. The use of self-powered jet sensors and jet logic elements together representing the recognition cells that create control signals by supplying a stream of compressed air into the gap between the sensor and the part using a central channel is shown. The recognition cells expand the possibilities for the orientation of plate parts, and also exclude individual channels for supplying power to each sensor of the orienting device. The advantages and disadvantages of the methods of orientation of plate parts during assembly are considered.

Keywords: assembly, sensor, orientation, jet element part, receptor, tray.

Многообразие форм, размеров, мелких элементов, наличия отверстий, канавок, выступов и других признаков, расположенных на деталях несимметрично, требует их ориентации в заданное положение при автоматической сборке.

Применение механических, электромагнитных и фотоэлектрических методов логической ориентации пластин с несимметрично расположенными признаками, показывает ряд недостатков, которые сдерживают развитие технологии автоматической сборки. Из них особенно сложны механические системы ориентации деталей, которые обладают жесткой настройкой на одну конкретную деталь с невозможности их переналадки на другие детали. Детали, имеющие на своих поверхностях мелкие элементы, например,

сквозные отверстия, выступы, пуклевки, механическими устройствами ориентировать при сборке весьма затруднительно. Некоторые недостатки механических систем могут быть устранены применением пневматических струйных систем логического распознавания и ориентации деталей, в которых управляющие сигналы распознающих ячеек создают путем подачи потока сжатого воздуха в зазор между рецептором и деталью. Рецептор представляет собой датчик давления или разрежения, подключенный к струйному логическому элементу. Система управления, подающая сигнал на изменение положения также составлена из струйных логических элементов и струйных усилителей и в работе [1] названа струйно-логическим ориентирующим устройством (СЛОУ). Применение

СЛОУ позволило расширить возможности систем ориентации при сортировке деталей или при их узловой сборке. Достоинства СЛОУ состоят в устойчивости к вибрации, шуму, электромагнитным помехам, различной степени освещенности, прозрачности или магнитных свойств ориентируемых деталей, что позволяет применять их в машинах для сборки типовых узлов. Практика показала эффективность СЛОУ при совмещении с транспортировкой деталей в вибробункерах, на вибролотках, на воздушной подушке и с другими средствами непрерывной подачи деталей в зону сборки за счет упрощения схемы управления и применения в качестве исполнительных механизмов энергии сжатого воздуха.

Целью применения СЛОУ является повышение надежности логического распознавания и ориентации пластинчатых деталей при сборке. В работе рассмотрены СЛОУ для подачи на сборку пластинчатых деталей с несимметрично расположенными отверстиями и другими мелкими элементами.

Одно из известных устройств ориентации деталей на транспортном лотке с опорной дорожкой имеет ступеньку и наклонное силовое сопло, контролируемые сопла и струйные элементы [2]. Однако это устройство предназначено для ориентации плоских деталей типа дисков с вырезами.

Рассмотрим ряд устройств, ориентирующих пластинчатые детали с несимметрично расположенными отверстиями в заданное положение на транспортном лотке сборочной машины, в частности, детали сердечников электромагнитов, необходимо ориентировать так, чтобы при подаче на сборочную операцию все отверстия в пакете сердечника совпадали.

На рисунке 1 изображено устройство для ориентации плоских деталей сердечников электромагнитов с тремя отверстиями *Г*, *Д* и *Е*, расположенными несимметрично [3]. Распознавание их положения на лотке осуществляется по трем несимметрично расположенным отверстиям в процессе непрерывного перемещения по транспортному лотку вибробункера. Предварительно детали в вибробункере ориентируются перемычками *В* вперед и движутся по горизонтальному лотку в направлении, показанном стрелкой.

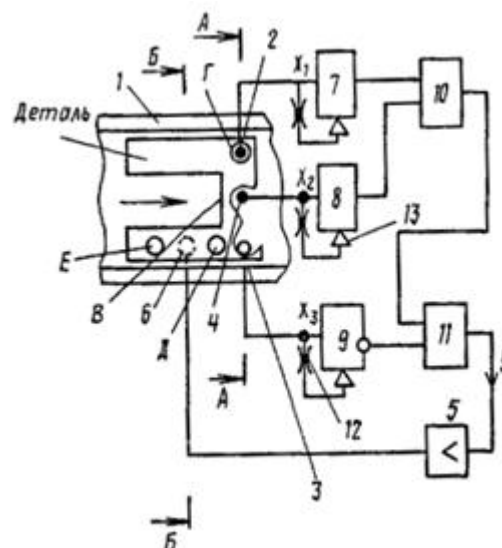


Рисунок 1 - Устройство для ориентации плоских деталей с тремя отверстиями

Устройство содержит транспортный лоток 1, на котором в зоне определения положения отверстий *Г*, *Д* и *Е* установлены струйные датчики в виде сопел 2, 3, 4. Датчик 4 служит для определения наличия детали на транспортном лотке 1. Датчики 2 и 3 служат для определения наличия отверстий *Г*, *Д* и *Е*. Струйный усилитель 5 соединен с исполнительным соплом 6, которое служит для сбрасывания неправильно расположенной на лотке 1 детали. Блок управления выполнен в виде струйных логических элементов «ДА» 7 и 8, элементов «НЕ» 9 и элементов «И» 10 и 11. Питание струйных датчиков 2, 3, 4 и струйных логических элементов 7, 8, 9, 10, 11 осуществляется подводом к ним сжатого воздуха 13. Струйные датчики 2, 3 и 4 соединены попарно с управляющими входами струйных логических элементов 7, 8 и 9, соответственно. При этом каждая пара датчиков и струйных логических элементов образует рецептор [1], который служит для определения отличительного признака детали - отверстия. Дроссели 12 служат для настройки давления на струйных датчиках 2, 3, 4 и одновременно на соответствующих им струйных логических элементах 7, 8, 9. При этом давление настраивается так, чтобы при открытых соплах струйных датчиков 2, 3, 4 на выходе струйных логических элементов 7, 8, 9 сигналы отсутствовали. Если сопла 2, 3 и 4 при отсутствии детали открыты, то сжатый воздух выходит в атмосферу, одновременно подсасывая воздух с управляющих входов струйных логических элементов 7, 8, 9.

С выхода струйных логических элементов 7, 8, 9 сигналы поступают на струйные логические элементы 10 и 11, а с их выходов – на струйный усилитель 5, выход которого связан с исполнительным соплом 6. В строках таблицы 1 показаны номера команд и сигналов X_1 , X_2 , X_3 при срабатывании

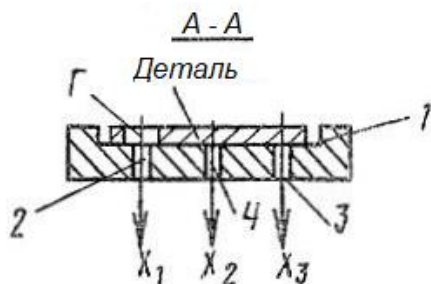
струйных логических элементов 7, 8, 9 блока управления. Выходной сигнал $Y=1$ согласно матрице, соответствует строка 7, при этом происходит подача сжатого воздуха на исполнительное сопло 6 для сбрасывания детали с лотка 1.

Таблица 1. Матрица сигналов к рисунку 1

| Строка | X_1 | X_2 | X_3 | Y | Выходной сигнал |
|--------|-------|-------|-------|-----|-----------------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | НЕТ |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | НЕТ |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | НЕТ |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | НЕТ |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | НЕТ |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | НЕТ |
| 7 | 1 | 1 | 0 | 1 | ДА |

Устройство (рисунок 1) работает следующим образом. Деталь, перемещаясь в направлении, указанном стрелкой по лотку 1, перекрывает сопла струйных датчиков 2, 3, 4. При этом деталь на лотке 1 может занимать два взаимных положения.

В первом положении деталь с отверстиями Γ , Δ и E передвигается по направлению стрелки переключкой B вперед по транспортному лотку 1. Когда отверстие Γ по ходу перемещения детали совпадает с соплом 2, как показано на рисунке 2, струйный датчик открывается.

Рисунок 2 - Расположение детали на транспортном лотке при отверстии Γ слева

При этом блок управления не срабатывает ($Y=0$). Сигналы X_1 , X_2 , X_3 на элементах 7, 8, 9 будут соответствовать третьей строке матрицы сигналов в таблице 1, следовательно, деталь ориентирована правильно, поэтому она свободно проходит по транспортному лотку 1, не меняя своего положения. Далее двигаясь по лотку 1, деталь перекрывает управляющие сопла 2, 3, 4, создавая в них

избыточное давление. Отверстия Δ и E также могут совпадать со струйными датчиками 2 и 3, но при этом сигнал на их сбрасывание не подается. При появлении отверстий Γ , Δ , E над управляющими соплами 2, 3, 4 на входах струйных элементов 7, 8, 9 создается разрежение, поэтому давление на струйные элементы 10 и 11 не подается и во всех строках таблицы 1, кроме седьмой, выходной сигнал отсутствует ($Y=0$), исполнительное сопло 6 не получает сигнала от усилителя 5 и деталь не сбрасывается с лотка 1.

Во втором положении деталь движется по транспортному лотку 1 так, что отверстие Γ по ходу ее перемещения совпадает с соплом 3. Сигналы X_1 , X_2 , X_3 на элементах 7, 8, 9 будут соответствовать строке 7 таблицы 1, когда выходной сигнал $Y=1$. Происходит подача сжатого воздуха на исполнительное сопло 6 и деталь сбрасывается с транспортного лотка 1 давлением сжатого воздуха, выходящего из сопла 6, как показано на рисунке 3.

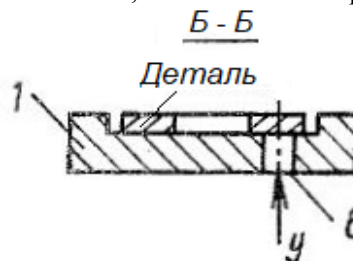


Рисунок 3 - Расположение детали перед сбрасыванием ее с транспортного лотка

Следовательно, усилитель 5 срабатывает только тогда, когда сигналы X_1 , X_2 , X_3

на элементах 7, 8, 9 будут соответствовать седьмой строке матрицы сигналов в таблице 1 ($Y=1$) и деталь сбрасывается с лотка 1 давлением сжатого воздуха, выходящего из сопла 6. Если имеется вибробункер (не показан), то сброшенная с лотка 1 деталь попадает в вибробункер, а из него снова на лоток 1.

На рисунке 4 изображено устройство для ориентации деталей поворотом на транспортном лотке [4], которое отличается от устройства (рисунок 1) тем, что плоские детали 24 с несимметрично расположенными отверстиями B , B и Γ и перемычкой D , приводятся в правильное положение на транспортном лотке 1 за счет поворота или соскальзывания. Зона распознавания находится на наклонной площадке 2, а приемная площадка 3 расположена горизонтально. Между площадками 2 и 3 имеется выступ 4 для изменения положения детали 24. На наклонной площадке 2 транспортного лотка 1 установлены преобразователи типа сопло-заслонка с соплами 5, 6, 7, камерами 8, 9, 10 и входными дросселями 11.

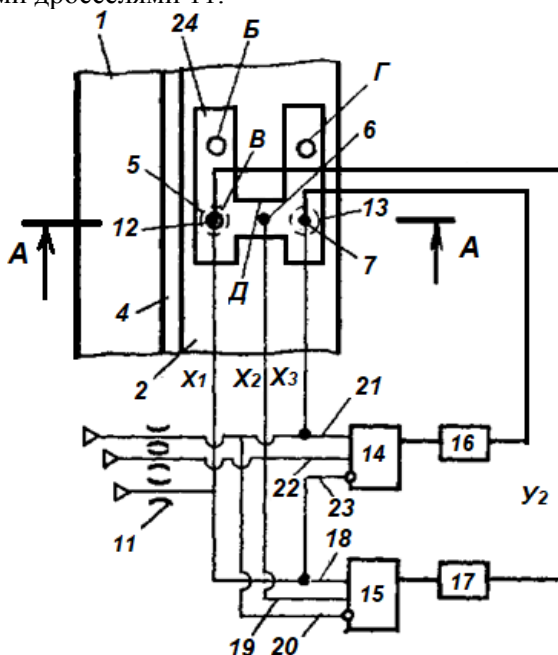


Рисунок 4 - Устройство для ориентации деталей поворотом на транспортном лотке

Блок управления содержит струйные логические элементы «И» 14, 15, к выходам которых подключены струйные усилители 16, 17. Прямые входы 18 и 19 струйного логического элемента 15 соединены с соплами 5, 6, а инверсный вход 20 - с соплом 7. Прямой вход 21 струйного логического элемента 14 соединен с соплом 7, а инверсный вход 23

соединен с соплом 5 и с прямым входом 18 струйного логического элемента 15.

На прямые входы 21, 22 струйного логического элемента 14 и на инверсный вход 20 струйного логического элемента 15 подается питание сжатого воздуха.

Выход струйного логического элемента 14 через струйный усилитель 16 соединен с камерой 10 сопла 7, а выход струйного логического элемента 15 через струйный усилитель 17 соединен с камерой 8 сопла 5.

На рисунке 5 показано расположение детали на транспортном лотке при совпадении отверстия Γ с соплом 7.

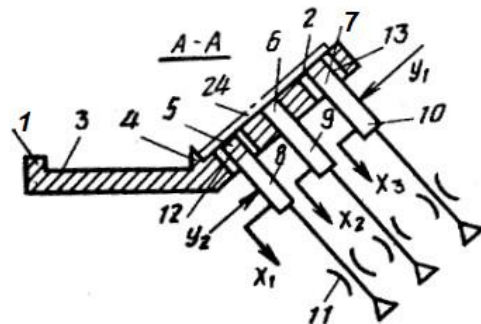


Рисунок 5 - Расположение детали на транспортном лотке при совпадении отверстия Γ с соплом 7

Устройство работает следующим образом. Плоская деталь 24 с отверстиями B , B и Γ продвигается перемычкой D вперед по наклонной плоскости 2 транспортного лотка 1 и может занимать два положения.

В первом положении деталь с отверстиями B , B и Γ , передвигается по направлению стрелки перемычкой D вперед по наклонной плоскости 2 транспортного лотка 1. Отверстие Γ по ходу перемещения детали 24 совпадает с соплом 7, как показано на рисунке 5, отверстие B при этом находится слева по ходу детали. Деталь 24 в зоне ориентации проходит над соплами 5, 6, 7. На всех этапах перемещения деталь 24 в одних случаях перекрывает своей поверхностью сопла 5, 6, 7, создавая в сопловых камерах 8, 9, 10 единичные сигналы X_1 , X_2 , X_3 , которые подаются на прямые 18, 19, 21, 22 и инверсные 20, 23 входы элементов 14, 15 блока управления, а в других случаях - открывает их отверстиями B , B , Γ , создавая в сопловых камерах 8, 9, 10 нулевые сигналы X_1 , X_2 , X_3 .

При совпадении отверстия B детали с соплом 5 сигналы X_1 , X_2 , X_3 на элементах 14 и 15 соответствуют первой строке таблицы 2 ($Y_1=1$, $Y_2=0$). Сигналы присутствуют на вхо-

дах 19 и 20 элемента 15 и на входах 21 и 22 элемента 14. На выходе элемента 15 сигнал отсутствует. Сигнал с выхода элемента 14 поступает на усилитель 16, который подает сжатый воздух в сопловую камеру 10 ($Y_1=1$,

$Y_2=1$). Струя сжатого воздуха, выходящая из сопла 7, переворачивает деталь 24 по стрелке и опрокидывает на горизонтальную приемную площадку 3 (рисунок 6).

Таблица 2. Матрица сигналов к рисунку 4

| Строка | X_1 | X_2 | X_3 | Y_1 | Выходной сигнал | Y_2 | Выходной сигнал |
|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | ДА | 0 | НЕТ |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | НЕТ | 1 | ДА |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | НЕТ | 0 | НЕТ |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | НЕТ | 0 | НЕТ |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | НЕТ | 0 | НЕТ |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | НЕТ | 0 | НЕТ |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | НЕТ | 0 | НЕТ |
| 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | НЕТ | 0 | НЕТ |

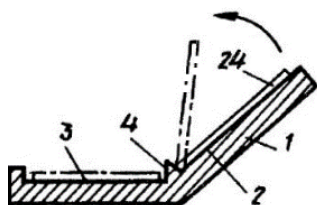


Рисунок 6 – Поворот детали после распознавания ее положения

Во втором положении отверстие Γ детали по ходу перемещения детали 24 совпадает с соплом 7, как показано на рисунке 5, отверстие B при этом по ходу детали находится справа.

При совпадении отверстия B детали с соплом 7 сигналы на элементах 14 и 15 соответствуют второй строке таблицы 2 ($Y_1=0$, $Y_2=1$). Сигналы присутствуют на входах 18, 19 элемента 15 и входах 22 и 23 элемента 14, при этом на выходе элемента 14 сигнал отсутствует. Сигнал с выхода элемента 15 поступает на усилитель 17, который подает сжатый воздух в камеру 8 сопла 5. Давление сжатого воздуха в камере 8 приподнимает нижний край детали (рисунок 7). Деталь 24 под собственным весом скатывается на приемную площадку 3 без переворота.

Таким образом, на горизонтальную приемную площадку 3 поступают детали, сориентированные в одном направлении отверстиями B , и занимают заданное положение на лотке 3. Детали, не имеющие отверстия B , а также гнутые детали проходят по транспортному лотку 1 и падают в вибробункер, а из него снова попадают на транспортный лоток 1 в зону распознавания 2. В отличие от устройства (рисунок 1) устройство (рисунок 4)

имеет более высокую производительность подачи деталей на сборку.

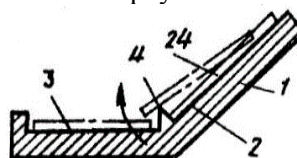


Рисунок 7 – Соскальзывание детали после распознавания ее положения

На рисунке 8 показано устройство для ориентации плоских деталей с вакуумным соплом и эжектором путем изменения положения на транспортном лотке [5]. В отличие от устройств, показанных на рисунках 1 и 4, данное устройство (рисунок 8) содержит вакуумное сопло и эжектор для его питания, ориентируемые детали 12 делятся на два потока на транспортном лотке. Устройство (рисунок 8), содержит транспортный лоток 1, вакуумное сопло 2, исполнительное сопло 3, соединительные магистрали 4, 5, 6, струйный логический элемент 7, усилитель 8, дополнительное сопло 9 и эжектор 10. Эжекторная камера 11 эжектора 10 соединена магистралью 4 с вакуумным соплом 2 и управляющим входом струйного логического элемента 7.

Сопла 3 и 9 расположены коаксиально для предотвращения образования воздушной подушки в зазоре между нижней плоскостью детали и лотком 1. Инверсный выход струйного логического элемента 7 магистралью 5 соединен со струйным усилителем 8, который магистралью 6 соединен с исполнительным соплом 3.

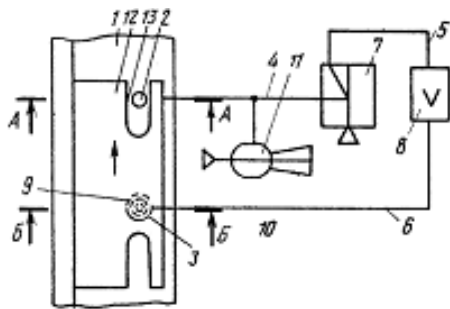


Рисунок 8 – Устройства для ориентации плоских деталей с вакуумным соплом и эжектором

Устройство работает следующим образом. При подаче давления на логический элемент 7, давление в магистрали 5 отсутствует. Подача давления на эжектор 10 создает разрежение в эжекторной камере 11, но так как вакуумное сопло 2 открыто, то логический элемент 7 не переключается. Если вырез 13 совпадает с вакуумным соплом 2, то деталь 12 проходит без изменения своего положения на транспортном лотке 1 в направлении стрелки (рисунок 9, сечение А-А).

Если вырез 13 детали 12 расположен с противоположной стороны, то вакуумное сопло 2 перекрывается нижней ее плоскостью, в магистрали 4 эжектором 10 создается пониженное давление, которое переключает струйный логический элемент 7. Сигнал с инверсного выхода элемента 7 подается на струйный усилитель 8 и по магистрали 6 давление подается на исполнительное сопло 3. Под действием давления сжатого воздуха на выходе исполнительного сопла 3 деталь 12 переворачивается на свободную сторону лотка (рисунок 9, сечение Б-Б). Через сопло 9 излишки воздуха стравливаются в атмосферу, воздушная подушка в зазоре между нижней плоскостью детали и лотком 1 не препятствует отрыву детали 12 от поверхности лотка 1.

Создание СЛОУ [1] направлено на решение сложной задачи распознавания положения и ориентации деталей в заданное положение на подготовительных операциях

сборки. СЛОУ основаны на теории безотрывного течения потока сжатого воздуха в зазоре и на исследовании процесса взаимодействия элементарной поверхности детали с распознающей ячейкой рецептора СЛОУ [7].

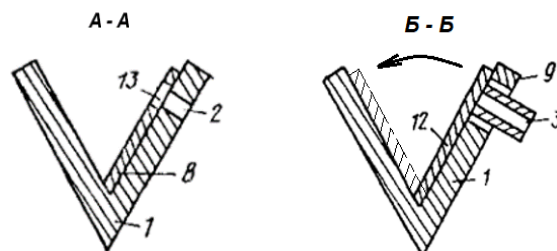


Рисунок 9 – Поперечные сечения лотка для ориентации деталей

Исследование устройств ориентации деталей показало возможность сочетание струйных датчиков со струйными логическими элементами [6] образует распознающие ячейки [1] рецепторов в устройствах для распознавания положения деталей. Распознающие ячейки предложенных рецепторов не требуют подвода сжатого воздуха к каждому датчику рецептора ориентирующего устройства. В то же время, при разработке распознающих ячеек следует учитывать ослабление давления сжатого воздуха по мере увеличения расстояния между деталью и плоскостью лотка.

Установлено, что условием работоспособности рецептора с централизованным питанием является непрерывность поверхности между приемным каналом рецептора и поверхностью детали.

С применением СЛОУ ориентация плоских деталей осуществляется непосредственно на транспортных лотках сборочных машин, что упрощает конструкцию сборочных машин и дает возможность их переналадки на другие типоразмеры деталей.

Применение эжекторов в распознающих ячейках рецепторов в сочетании с вакуумными соплами и датчиками наличия деталей, струйных усилителей и исполнительных сопел повышает надежность работы СЛОУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Черепанов А.П.** Струйно-логические устройства автоматической ориентации плоских деталей при сборке : специальность 05.02.08 «Технология машиностроения» : автореферат кандидатской дис-

сертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. ИПИ. Иркутск, 1993. - 20 с. - Библиогр.: с. 20. – Текст : непосредственный.

2. **Патент № 2000190 Российская**

Федерация, МПК В 23 Q 7/08. Устройство для ориентации плоских деталей типа диск : заявл. 24. 05.1991 : опубл. 07. 09.1993. / Сутин А.И., Гаврилов М.Г. Солдатенко П.Г., Шостенко С.В. ; заявитель Волгоградский Политехнический Институт. – 3 с. : ил. – Текст : непосредственный.

3. **Патент № 1219315 Российская Федерация, МПК В 23 Q 7/08.** Устройство для ориентированной подачи деталей : № 3732679 : заявл. 11.03.1984 : опубл. 23.03.1986. Бюл. № 11 / Черепанов А.П. и Седельников В.И. ; заявитель Ангарский электромеханический завод. – 3 с. : ил. – Текст : непосредственный.

4. **Патент № 1465253 Российская Федерация, МПК В 23Q 7/08.** Устройство для ориентации плоских деталей: № 4148189 : заявл. 24.12.1986 : опубл. 15.03.1989. Бюл. № 10 / Черепанов А.П., Власов А.В.: Заявитель Ангарский электромеханический завод. – 4 с. : ил. – Текст : непосредственный.

5. **Патент № 1379057 Российская**

Федерация, МПК В 23 Q 7/08. Устройство для ориентации деталей : № 4047664 : заявл. 02.04.1986: опубл. 07.03.1988. Бюл. № 9 / Черепанов А.П., Власов А.В. : заявитель Ангарский электромеханический завод. – 2 с. : ил. – Текст : непосредственный.

6. **Струйные логические элементы системы "Волга"** : Материалы по применению и эксплуатации. - Москва : НИИМаш, 1972. - 55 с. : ил.; 22 см. - (Руководящие материалы). - URL: Струйные логические элементы системы "Волга" [Текст] : Материалы по применению и эксплуатации - Search RSL

7. **Черепанов А.П. Земченко А.В.** Исследование рабочего процесса взаимодействия элементарной поверхности детали с распознающей ячейкой рецептора струйно-логического ориентирующего устройства (СЛОУ). Вестник Читинского политехнического института. Выпуск 3. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 1996. – с. 317–328. – Текст : непосредственный.