

УДК 67.05

ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ УСКОРЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

К.т.н. В.И. Роменский, С.И. Теслюк, Харьковский национальный университет радиозлектроники

При исследовании практического применения специальных станочных приспособлений установлено, что до 50% из них, при переходе на выпуск нового изделия, претерпевает значительного изменения. Типизация неизменяемых частей применяемых приспособлений позволит создать типовые конструкции ПТО отличающихся высокой степенью унификации и стандартизации.

При дослідженні практичного застосування спеціальних верстатних пристосувань встановлено, що до 50% з них, при переході на випуск нового виробу, зазнає суттєвих змін. Типізація незмінних частин застосовуваних пристроїв дозволить створити типові конструкції ПТО відрізняються високим ступенем уніфікації та стандартизації.

In the study of the practical application of special machine tools found that up to 50% of them, when switching to the release of a new product, undergoes a significant change. Typification of unchanging parts of the devices used will allow the creation of standard VET structures with a high degree of unification and standardization.

Ключевые слова: ГПС, ПТО, роботизированные комплексы, специальные наладочные приспособления, станочные приспособления, УНП, УСМ, УСПО, ЧПУ

Введение

Непрерывное повышение требований, предъявляемых к рабочим параметрам изделий, конструктивное изменение форм деталей и одновременно ускорение темпов освоения производства новых, более совершенных конструкций приводит к росту объемов работ и затрат на технологическую подготовку производства.

Основные направления экономического и социального стратегически устойчивого развития Украины в соответствии с разработанным программ «Украина 2020» и «Горизонт 2020», предусматриваются широкое использование гибкой технологии, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, резкое снижение доли ручных операций и повышение на этой основе производительности общественного производства.

Успешная деятельность современного предприятия, особенно в приборостроении, по производству новых изделий базируется на мобильной системе технологической подготовки производства.

Наиболее трудоемкая часть технологической подготовки производства – проектирование и изготовление необходимых средств оснащения в общем объеме которых значительную долю составляют станочные приспособления [1].

В настоящее время на предприятиях Украины эксплуатируется большое количество данных приспособлений. Подавляющее большинство эксплуатируемых и изготавливаемых приспособлений

имеет немеханизированный зажим заготовок. Проектировать и изготавливать высокопроизводительные механизированные приспособления в индивидуальном, опытном и мелкосерийном производстве экономически нецелесообразно из-за высокой стоимости и интенсивного обновления материально-технической базы производства. С другой стороны, повышение производительности труда, улучшение условий работы станочников в значительной степени зависят от условия механизации и автоматизации технологической оснастки.

Приходится констатировать, что в настоящее время большая часть средств технологического оснащения изготавливается индивидуально в инструментальных цехах приборостроительных и машиностроительных предприятий.

Сегодня масштабы и темпы освоения новых изделий, особенно в оборонной отрасли, значительно возрастают. Предстоит освоить значительно больше изделий новой техники. При этом выпуск промышленной продукции должен быть получен за счет роста производительности труда, расширения использования высокопроизводительного оборудования и технологических процессов технологической оснастки, особенно автоматизированной и механизированной [2].

Одним из путей решения задачи ускорения и совершенствования технологической подготовки производства и сроков освоения новых изделий является разработка и внедрение переналаживаемой технологической оснастки (ПТО), предназначенной для обработки деталей изделий серийного и мелкосерийного производства.

Применение ПТО

Смешанный характер производства на многих предприятиях приводит к необходимости при разработке прогрессивных конструкций ПТО идти по пути создания приспособления, с одной стороны специализированных, удовлетворяющих требования серийного и даже крупносерийного производства, с другой стороны, универсальных, способных обеспечить достаточную эффективность в условиях мелкосерийного и опытного производства.

Сегодня предусмотрено широкое внедрение гибких переналаживаемых производств, машин, приборов, оборудования со встроенными средствами микропроцессорной техники, многооперационных станков с числовым программным управлением, робототехнических роторных и роторно-конвейерных комплексов.

Применение многофункциональных машин и оборудования, гибких производственных систем (ГПС) и робототехнических комплексов (РТК) ставит перед конструкторами и технологами задачу по разработке и освоению производства гаммы автоматизированной

переналаживаемой оснастки для механической обработки деталей на станках типа ОЦ (обрабатывающий центр) со сменными поворотными столами, агрегатными средствами автоматизации станочных приспособлений и специализированной переналаживаемой оснастки для обработки деталей типа «тела вращения».

Основным источником данных для разработки типоразмерных рядов ПТО является обследование предприятий отрасли в части конструкторско-технологических характеристик обрабатываемых деталей, планово-экономических требований к оснащаемым операциям, организационных и технологических условий выполнения механообрабатывающих операций.

Статическая обработка и обобщение полученных в ходе обследования производства данных позволяют обосновать конструктивно-технологические требования к основным параметрам ПТО, в число которых входят: тип базовой части; применяемость; степень универсальности; точностные параметры; размерные параметры; весовые параметры; тип привода; допускаемое усилие зажима; характеристики жесткости; показатели надежности и ресурса [3].

Структурный состав переналаживаемых станочных приспособлений приведен на рис. 1.

При помощи данной оснастки возможно выполнение таких технологических операций как: сверлильные, фрезерные, расточные, шлифовальные, токарные.

Известно, что в условиях постоянной модернизации и обновления выпускаемых изделий ранее созданную специальную оснастку, как правило, вторично использовать не удастся. Это приводит к многократному ее проектированию, изготовлению, что приводит к новым затратам времени и средств.



Рис. 1. Структурный состав переналаживаемых станочных приспособлений

Применение ПТО имеет следующие достоинства: приближение по точности, габаритным размерам, массе и удобству в работе к специальной оснастке; жесткость конструкций, создаваемых из неразборных узлов и

минимального количества элементов; применение методов фиксации деталей и узлов с помощью отверстий и пальцев, что гарантирует стабильность размеров при обработке крупных партий деталей; возможность широкой механизации переналаживаемых приспособлений за счет применения быстродействующих съёмных и встроенных силовых устройств.

Одним из основных факторов, влияющих на надежность и долговечность деталей и узлов ПТО, является правильный выбор материалов, рациональные режимы термической обработки и шероховатости поверхности деталей. Детали ПТО следует изготавливать из материалов, имеющих высокую прочность и поверхностную твердость после соответствующей термообработки с сохранением вязкости сердцевины и обладающих износоустойчивостью в результате частот сборки и разборки, высокими антикоррозионными свойствами, хорошей обрабатываемостью на станках в незакаленном состоянии.

Ответственные детали ПТО изготавливают из сталей 12ХН3А, 20Х, с последующей цементацией на глубину 0,8-2 мм и закалкой до HRC 58-62. При этом внутренние слои прокаливаются до HRC 30-34, что придает деталям хорошую поверхностную износоустойчивость и усталостную прочность.

Изготовленные таким образом детали сохраняют свою первоначальную форму и размеры (при правильной эксплуатации) без заметных следов деформации после 10-15 лет эксплуатации. Точность изготовления деталей ПТО соответствует 1-7 классу, а шероховатость поверхности 4-8 классу.

Функциональная взаимоувязка элементов узлов и приспособлений осуществляется по шести сериям на основе единства установочных и соединительных размеров базовых элементов и поверхностей в пределах каждой из серий станочных приспособлений.

Унифицированные средства механизации и автоматизации позволяют методом агрегатирования механизировать УСП, УСПО, специальные или специализированные зажимные приспособления.

После выполнения определенной операции приспособления могут быть сняты и использованы для механизации другой технологической оснастки.

Данный вид переналаживаемой оснастки может быть применен в различных типах производства.

Так, универсальные средства механизации УСП с пазами 8 мм (УСП-8), 12 мм (УСП-12) и 16 мм (УСП-16) могут применяться в индивидуальном и мелкосерийном производстве.

Агрегатные средства механизации и автоматизации специальной оснастки АСМ-32 с максимальным усилием зажима на штоке $P_{\text{ум}} = 5800$ Н, АСМ-40 с $P_{\text{ум}} = 8350$ Н, АСМ-50 с $P_{\text{ум}} = 14500$ Н, АСМ-63 с $P_{\text{ум}} = 24790$ Н, АСМ-80 с $P_{\text{ум}} = 37240$ Н находят применение в серийном и крупносерийном производстве.

Универсальные средства механизации комплектов УСП-8, УСП-12, УСП-16 предназначены для механизации УСП с пазами 8, 12 и 16 мм (УСП-8, УСП-12, УСП-16), применяемых для выполнения фрезерных, сверлильных, расточных операций на универсальном оборудовании и станках с ЧПУ.

В основу конструкций элементов комплектов УСМ-8, УСМ-12, УСМ-16 положен принцип обеспечения взаимособираемости их со стандартными элементами комплектов УСП-8, УСП-12, УСП-16.

Элементы УСМ-8, УСМ-12, УСМ-16 по своему назначению образуют следующие группы: базовые гидравлические узлы, гидравлические цилиндры, быстродействующие зажимные устройства, прижимные элементы, переходные и установочные элементы, рукава высокого давления и арматура, пневмогидропреобразователи, вспомогательные устройства.

Примеры механизированного использования ПТО

Пример механизированного УСП для сверления отверстия диаметром 16Н15 на универсальном оборудовании приведен на рис. 2.

Основанием приспособления является каркас собранной из планки 14 и опоры 13.

Обрабатываемая деталь 2 базируется поверхностью А на планки 1, отверстием диаметром 26Н15 – на срезанный палец 3 и поверхностью Б на опоры 11 и 10. Палец 3, в свою очередь базируется на установочное отверстие планки 1 диаметром 18Н6. Крепление обрабатываемой детали 2 осуществляется с помощью шпильки 6, ввернутой в переходник, установленный в штоке поршня гидроцилиндра 9. Приспособление базируется на столе станка с помощью переходных шпонок и крепится посредством двух угольников 12. Механизированный зажим детали осуществляется за счет усилия, создаваемого гидроцилиндром комплекта УСМ-12 установленным в паз опоры 10. Сверление отверстия в детали осуществляется с помощью кондукторной втулки 7, установленной в направляющей планке 8.

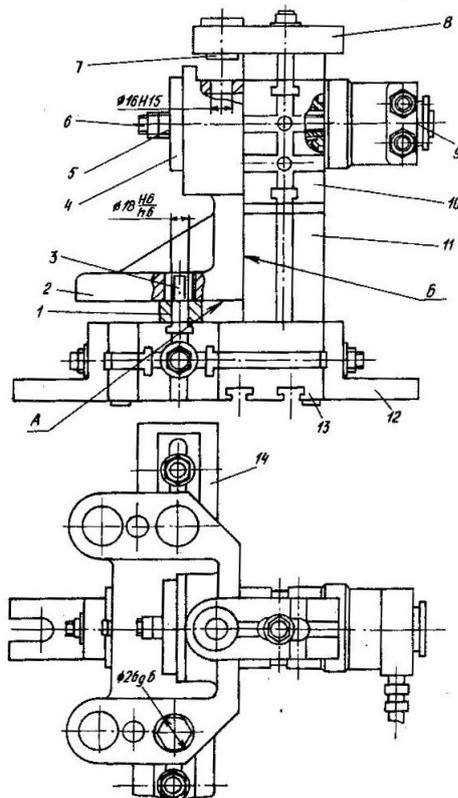


Рис. 2. Механизированное УСП для сверления отверстия диаметром 16 мм в кронштейне

Пример механизированного УСП для фрезерования плоскости основания А, сверления двух отверстий диаметром 13d9 и четырех отверстий диаметром 26Н15 на станке с ЧПУ приведен на рис. 3.

Основанием приспособления является плита 7 с размерами 180x360x60 мм из комплекта УСМ-12. Обрабатываемая деталь 6 базируется поверхностью Б на колпачковые опоры 2, установленные на шпильку 3, поверхность Б – на прокладку 1, закрепленную на опоре 5, поверхность Г – на опоры 8, закрепленные на плите 7. Крепление обрабатываемой детали осуществляется с помощью двух прихватов 12, болтов 10, гаск 15, набора шайб 14, гидроцилиндров 13 и опор 11. Для крепления данного узла используются опоры 9. Приспособление базируется на столе станка с помощью переходных шпонок и крепится посредством угольников 4. Механизированный зажим детали осуществляется за счет усилий, создаваемых установленными в пазы прихватов 12 гидроцилиндрами комплекта УСМ-12.

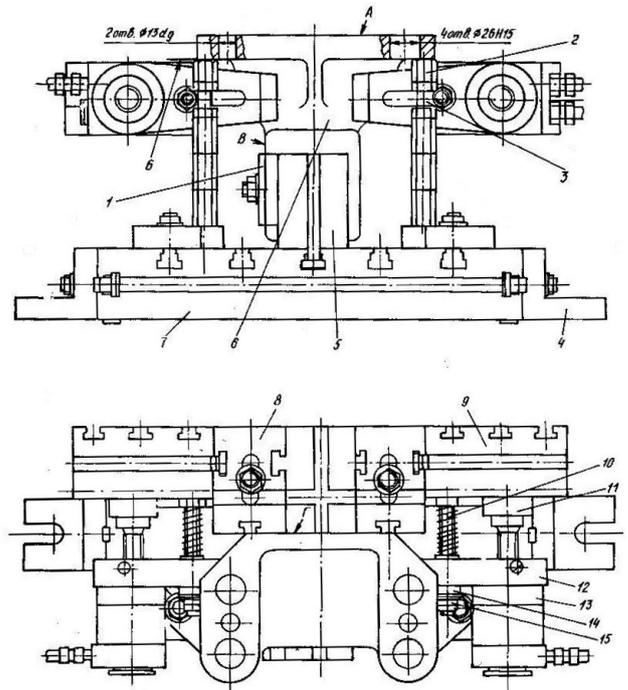
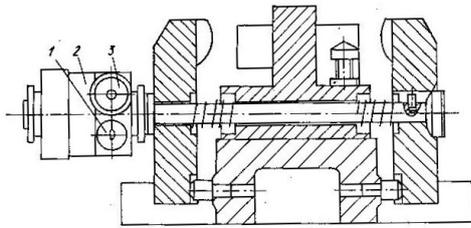


Рис. 3. Механизированное УСП для фрезерования плоскости А и сверлении 6 отверстий на станке ЧПУ

Агрегатные средства механизации и автоматизации специальной и специализированной технологической оснастки (АСМ) предназначены для механизации закрепления обрабатываемых заготовок (деталей) в специальных и специализированных станочных приспособлениях, применяемых на станках сверльно-фрезерной группы.

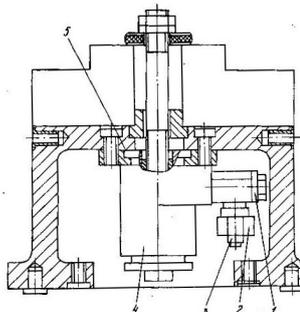
Комплекты АСМ представляют собой набор элементов, которые по своему назначению образуют следующие основные группы: гидроцилиндры; переходные и установочные детали, рукава высокого давления и арматуру; пневмогидропреобразователи; вспомогательные устройства [4].

На рис. 4 – 6 представлены различные варианты установки и крепления гидроцилиндров с сквозным штоком и других элементов АСМ на специальных приспособлениях.



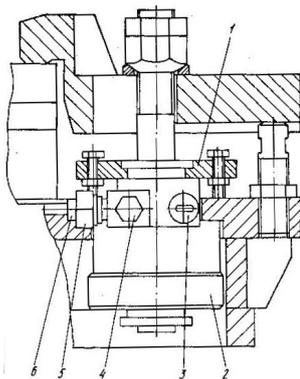
1 – левая полумуфта; 2 – пробка; 3 – гидроцилиндр

Рис. 4. Первый вариант установки гидроцилиндра со сквозным штоком



1 – угловой штуцер; 2 – гайка; 3 – ниппель;
4 – гидроцилиндр; 5 – опора

Рис. 5. Второй вариант установки гидроцилиндра со сквозным штоком



1 – опора; 2 – гидроцилиндр; 3 – пробка;
4 – угловой штуцер; 5 – гайка; 6 – ниппель

Рис. 6. Третий вариант установки гидроцилиндра со сквозным штоком

Быстродействующие зажимные устройства нашли широкое применение при сборке универсально-сборных приспособлений (УСП) при выполнении сверлильных и фрезерных операций на универсальном оборудовании и станках с ЧПУ. В эту группу входят гидравлический прижим, гидравлический прижим с автоматическим подводом прихвата, эксцентриковые и клиновые зажимы.

Гидравлический прижим, схема которого приведена на рис. 7, состоит из основания 1, в котором выполнено отверстие для установки стойки 10 и паз для установки гидроцилиндра 8. В верхней части стойки 10 выполнена наружная резьба для соединения с гайкой 2, осуществляющей крепления прижима к элементам УСП или стола станка, а также в стойке имеется внутренняя резьба для установки шпильки 4 с контргайкой 9.

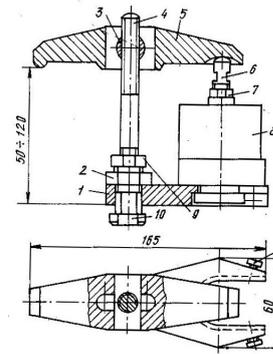


Рис. 7. Схема гидравлического прижима

На шпильку устанавливается прихват 5 посредством оси 3, в которой имеется резьбовое отверстие для соединения со шпилькой. Прихват с одной стороны имеет сферическую поверхность для прижима обрабатываемой детали, а с другой сферическую впадину, взаимодействующую с опорой 6, установленной в шток поршня гидроцилиндра 8 и зафиксированной гайкой 7. Гидроцилиндр к основанию крепится двумя винтами 11. Прижим может осуществлять зажим обрабатываемых заготовок высотой от 50 до 120 мм. Установка и настройка прижима на зажимаемый размер осуществляется в следующей последовательности:

- установить и закрепить основание 1 на элемент УСП или стол станка путем ввода T-образного выступа стойки 10 в T образный паз оснастки или станка и зафиксировать (зажать) гайкой 2;

- в паз основания установить гидроцилиндр 8 и затянуть винтами 11;

- установить шпильку 4 с контргайкой 9 и прихватом 5 в стойку 10, а опору 6 с контргайкой 7 в шток поршня гидроцилиндра;

- путем вращения шпильки 4 совместно с прихватом 5 или прихвата 5 совместно с осью 3 вокруг оси шпильки и опоры 6 в штоке гидроцилиндра – установить прихват в положение, чтобы зазор между обрабатываемой заготовкой и радиусным выступом прихвата находился в пределах 5 мм., а опора 6 касалась радиусной впадины прихвата.

Пример эксцентрикового зажима приведен на рис. 8.

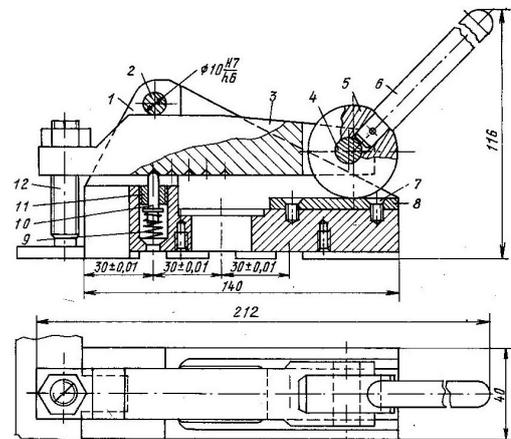


Рис. 8. Схема эксцентрикового зажима

Зажим состоит из основания 1, на нижней поверхности которого имеется шпоночные пазы 12Н7, обеспечивающие соединение с базовыми плитами или элементами УСП-12. В верхней части основания, в пружинах, имеются отверстия диаметром 10Н7 мм, в которые вставляется штифт 2, являющийся опорой для прихвата 3. В основании 1 имеется отверстие размером 14x28 мм для установки и закрепления его болтом на базовых плитах УСП-12 и отверстие М12x1,5 для установки штыря 10 с круглой гайкой 11 и пружиной 9. На верхней плоскости основания расположены два отверстия М4, в которые устанавливаются винты 7, закрепляющую опору 8 к основанию 1. Снизу в пазах расположены два отверстия М5 для закрепления установочных шпонок. Прихват 3 имеет на одном конце резьбовое отверстие М12x1,5, в которое заворачивается винт 12, а на другом конце – отверстие диаметром 12Н7 и паз 16Н11, в который вставляется эксцентрик 5 с рукояткой 6 и закрепляется осью 4. На нижней плоскости прихвата 3 имеется пять конических лунок, в одну из них упирается штырь 10 и поджимает при помощи пружины 9 прихват к штифту 2.

Это устройство позволяет менять соотношение плеч прихвата и соответственно усилие зажима.

Обрабатываемая заготовка устанавливается под винт 12 и базируется на поверхность основания 1. Поворачивая рукоятку 6 вверх устанавливают эксцентрик 5 в положение «отжим», затем подводят упорный винт 12 до упора в заготовку и производят зажим эксцентриком поворачивая рукоятку 6 вниз. Вращая винт 12, устанавливают прихват на необходимую высоту обрабатываемой заготовки, которая может быть в пределах от 0 до 35 мм.

Унифицированная перенастраиваемая технологическая оснастка (УПТО) широко применяется для обработки крупных партий деталей, когда требуется высокая производительность, прочность, жесткость, сохранение стабильных размеров компоновок приспособлений.

По применяемости доля условного комплекта УПТО распределяется на предприятии с различными типами производства следующим образом: мелкосерийное – 20%, серийное – 70%, крупносерийное – 10%.

Унифицированная перенастраиваемая технологическая оснастка состоит из базовых приспособлений и наладочных элементов к ним. Базовые приспособления используют многократно. В них применены гидравлические, пневматические, пневмомеханические и другие средства механизации, позволяющие сократить вспомогательное время при обработке детали.

Специальные наладочные элементы учитывают все особенности обрабатываемых деталей. После снятия изделия с производства базовые приспособления используются для производства других изделий, для этого необходимо изготовить на каждую соответствующую операцию один специальный наладочный элемент вместо неразборного специального приспособления.

УПТО делится на универсальные наладочные приспособления (УНП) и специальные наладочные приспособления (СНП). УНП предназначены для обработки различных по форме и схемам базирования

деталей определенных размеров. СНП предназначены для обработки деталей определенных размеров, родственных по конфигурации с одинаковыми схемами базирования.

В зависимости от функционального назначения наборы УНП условно подразделяются на следующие типы: тисочные, подставочные, делительные, комбинированные.

По конструктивному исполнению УНП делятся на приспособления с горизонтальным расположением основной привалочной плоскости (или оси), с вертикальным расположением.

В зависимости от способа закрепления обрабатываемых заготовок УНП обеспечивают обработку центральной или периферийной части.

В качестве приводов основного рабочего движения в УНП применены пневмоприводы и гидроприводы; в некоторых конструкциях предусмотрены исполнения приводов с ручным зажимом, используемых в основном в процессе отладки приспособлений.

В качестве примера на рис. 9 приведена схема подставочной стойки для установки, фиксации и зажима заготовок при механической обработке их на операциях фрезерования и сверления.

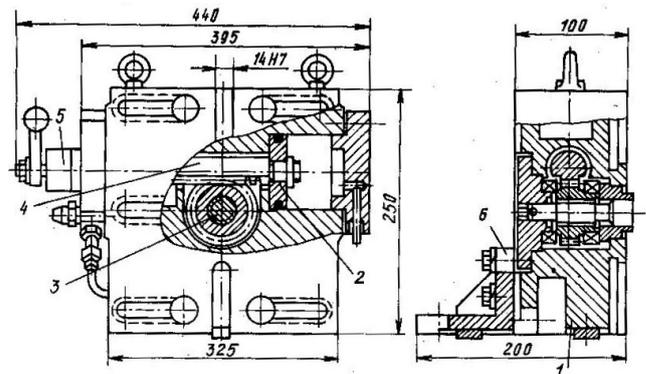


Рис. 9. Схема пневмомеханической наладочной кантуемой стойки

Состоит из корпуса 1, пневмопривода 2, зубчатой и винтовой передачи 4 и 3, распределительного устройства 5, угольника 6.

В зависимости от условий обработки, формы и материала заготовки изделия стойка имеет возможность устанавливаться на столе станка различными привалочными поверхностями и ось центровки совместно с базирующей плоскостью может располагаться как горизонтально так и вертикально.

На привалочных поверхностях выполнены взаимно перпендикулярные шпоночные пазы, дающие возможность для установки и ориентации стойки на столе станка.

Быстродействующий привод зажима заготовки пневматический состоит из пневмоцилиндров и поршней с общим штоком, связанным при помощи зубьев с винтовой парой, которая, в свою очередь, посредством наладочного элемента передает усилие на обрабатываемое изделие.

На рис. 10 представлена конструктивная схема наладочных тисков. Данный вид УНП предназначен для фрезерно-сверлильной обработки изделий с габаритными размерами от 100 до 260 мм.

Тиски состоят из корпуса 1, прижимной губки 2, тяги 3, зажимного кожуха 4, прижима привода 5 и привода зажима изделия 6.

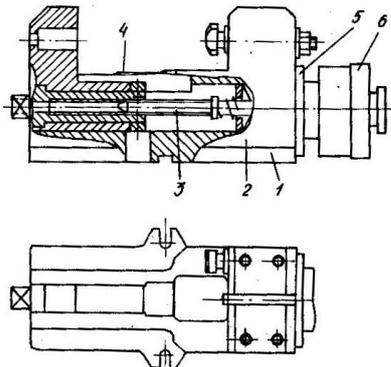


Рис. 10. Схема быстродействующих наладочных тисков

На основании корпуса имеется привалочная плоскость с пазами для установки и закрепления тисков на столе станка, при этом тиски могут крепиться как вдоль, так и поперек стола. Губка прижимная воспринимает сложную нагрузку от зажимных и режущих сил. Тяга предназначена для передачи усилий от привода к губке и имеет разъемную конструкцию в виде винтовой пары. В качестве привода применяется гидроцилиндр, который крепится к торцу корпуса который питается от пневмогидроусилителя установленного на столе станка рядом с тисками. Защитный кожух служит для предохранения трущихся поверхностей от стружки и пыли. Благодаря телескопическому исполнению он позволяет предохранять поверхность во всем диапазоне работы тисков.

Специализированные наладочные приспособления (СНП) применяются в основном при обработке определенного специального вида изделий, например обработка лопаток турбин.

Конструкции всех СНП разработаны по схеме: базовое приспособление, неизменяемое при переналадке, специальный наладочный элемент учитывающий специфику обрабатываемой заготовки, и агрегантируемое средство механизации.

По функциональному назначению состав СНП обеспечил выполнение большинства операций механической обработки лопаток: порезку заготовок на детали, фрезерование корыта и спинки лопатки, кромок и скосов, шлифования ступенчатых баз, елочного профиля замка, фрезерование и шлифование торцов, полок и т.д.

На рис. 11 приведена конструктивная схема СНП для порезки заготовок лопаток.

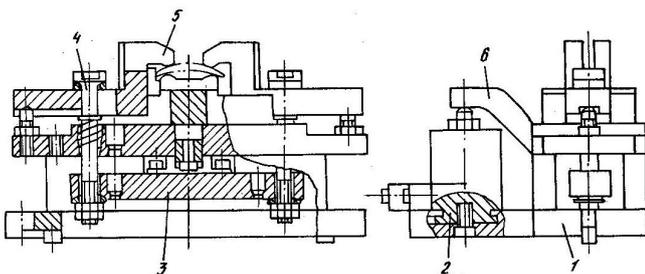


Рис. 11. Схема СНП для порезки заготовок лопаток

Представляет собой приспособление, выполненное в виде подставки с пневмогидроприводом для изготовления заготовок лопаток из требуемого профиля на горизонтально-фрезерных станках. Усилие зажима обрабатываемой заготовки составляет 15000 Н при давлении масла в сети 10 МПа. Состоит из корпуса 1, агрегатированного гидроцилиндра 2, который посредством рычага 6 передает усилие на коромысло 3, распределяющее его с помощью стандартных тяг 4 на два прихвата 5, выполненных в виде камертонов.

Применение данного приспособления значительно ускорило технологическую подготовку производства, повысило производительность труда, особенно в лопаточном производстве.

Эффективность внедрения и применения унифицированной переналаживаемой технологической оснастки должна обеспечиваться за счет: рационального выбора приспособлений; сокращения типажа и типоразмеров приспособлений; возможности заблаговременно до запуска изделия проектировать и изготавливать приспособления, базовые элементы, узлы, детали и заготовки УПТО; сокращения времени проектирования и изготовления приспособлений; повышения взаимозаменяемости и обеспечения агрегатирования УСПО на базе максимальной унификации приспособлений; обеспечения возможности максимальной загрузки приспособлений и эксплуатации их до полного износа; возможности повышения уровня оснащения; оптимизации технологической подготовки производства на базе применения УСПО и использования автоматизированной системы подготовки производства с применением ЭВМ.

Выводы

Применение ПТО в механообработке дает значительный экономический эффект и позволяет значительно повысить коэффициент технологической оснащенности производственных процессов, сократить сроки подготовки новых изделий повысить общую культуру производства. Мобильность в технологической подготовке производства, которую создает ПТО, позволяет обеспечить новые возможности для совершенствования выпускаемых изделий и быстрого освоения современной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Невлюдов І.Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації: Підручник. – Кривий Ріг: КК НАУ, 2017. – 444 с.
2. Новоселов, С.П. Анализ методов взаимодействия объектов промышленной автоматизации с использованием технологии Internet Of Things [Текст] / С.П. Новоселов, О.В. Сычова, С.И. Теслюк, И.Г. Гринченко // Наукове видання «Системи управління, навігації та зв'язку». Збірник наукових праць. Випуск №2 (42) - X.: 2017 – С. 43-46.
3. Жолткевич Н.Д. Повышение технологической оснащенности предприятий отрасли на базе единой отраслевой системы переналаживаемой оснастки // Прогрессивные виды универсально-сборной переналаживаемой оснастки. – Харьков: ЦНИТИ, 1982. с. 3-8.
4. Жолткевич Н.Д. Состояние и основные направления повышения технологической оснащенности предприятий отрасли на базе отраслевой системы обратимой технологической оснастки// Научно-техн. сб. Сер.2. – 1987. – Вып. 7 (193) – с. 3-5.