

---

# Анализ конструкций соединительных узлов блочно-модульного инструмента

**А.В. Платонов**

канд. техн. наук, доцент,  
кафедра технологии машиностроения,  
ФГБОУ ВПО АПИ (ф) НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
г. Арзамас Нижегородской области.

**А.М. Ярош**

Магистрант,  
кафедра технологии машиностроения,  
ФГБОУ ВПО АПИ (ф) НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
г. Арзамас Нижегородской области.

**И.С. Самсонов**

Магистрант,  
кафедра Авиационные приборы и устройства,  
ФГБОУ ВПО АПИ (ф) НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
г. Арзамас Нижегородской области.

**А.С. Любомиров**

Магистрант,  
кафедра технологии машиностроения,  
ФГБОУ ВПО АПИ (ф) НГТУ им. Р.Е. Алексеева  
г. Арзамас Нижегородской области.

E-mail: [paltonov-alex-v@mail.ru](mailto:paltonov-alex-v@mail.ru)

**Аннотация.** В статье изучены конструкции крепежных элементов модульного инструмента. Рассмотрена последовательность сборки и разборки инструмента модульной конструкции. Исследованы достоинства и недостатки данных узлов.

**Ключевые слова:** технологическая оснастка, блочно — модульная оснастка, расточной инструмент, станок с ЧПУ, расточная головка, осевой инструмент.

**A.V. Platonov, Arzamas Polytechnic Institute (branch) Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R.E. Alekseev A.S.**

**I.S. Samsonov, Arzamas Polytechnic Institute (branch) Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R.E. Alekseev**

**A.M. Yarosh, Arzamas Polytechnic Institute (branch) Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R.E. Alekseev A.S.**

**A.S. Lubomirov, Arzamas Polytechnic Institute (branch) Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R.E. Alekseev**

**Study design sfeatures modular axial tool used on CNC machining centers.**

**Annotation.** The article investigated the modular design tool fasteners. The sequence of assembly and disassembly of the modular design of the instrument. Studied the advantages and disadvantages of data nodes.

---

**Keywords.** technological rigging, block — module tooling, milling tool, turning tools, basing snap, CNC machine, boring head, tool axial.

Конструктивные особенности модульного инструмента, используемого на различных типах металлорежущих станков, на основе анализа каталогов различных производителей, представлены в работах [1-3]. Отмечены высокие требования к такому виду оснастки в части обеспечения жесткости фиксации инструмента и точности его базирования при закреплении. Для выполнения этой задачи при модульном исполнении инструмента предусмотрено переходное звено, в виде адаптера, позволяющего надежно зафиксировать режущий модуль с отверстием шпинделя станка.

В настоящей статье приведены описания устройств соединения модулей, представленных патентами на изобретения.

Изобретением [4] предлагается устройство соединения модулей, в котором жесткость и точность позиционирования модулей обеспечивается путем устранения радиального зазора между их сопрягаемыми поверхностями. Однако, слабым звеном этого технического решения является упругий элемент, входящий в состав стяжного винта, в некоторых случаях не обеспечивающий требуемую величину осевого усилия при стяжке соединяемых модулей.

Известны устройства соединения модулей с креплением боковыми винтами, где расточка базового модуля охватывает хвостовик присоединяемого модуля и поджимает его к торцу посредством винта, ввинчиваемого в радиальное отверстие корпуса. Коническая головка винта взаимодействует с поверхностью конического углубления, выполненного в устанавливаемой в хвостовике вставке, эксцентричного относительно отверстия под винт. Для повышения жесткости конструкция в стенке отверстия державки соосно с винтом выполнено обращенное к нему коническое углубление, а в хвостовике корпуса — поперечное отверстие под вставку, на одном из торцов которой расположено коническое углубление, а другой выполнен в виде конуса, взаимодействующего с поверхностью конического углубления державки.

Недостатком данных устройств является невысокая жесткость фиксации соединяемых модулей при относительно высокой сложности конструкции.

Известно также устройство соединения модулей с радиальным креплением, где соединение двух модулей базового и присоединяемого происходит при помощи конического винта, взаимодействующего с шариками, которые в свою очередь деформируют упругий хвостовик присоединяемого модуля и тем самым происходит базирование и крепление модулей.

Поставленная изобретением цель достигается тем, что устройство соединения модулей, содержащее винтовую пару, состоящую из хвостовика присоединяемого модуля с резьбовым отверстием и наружным диаметром в одном из его сечений не менее диаметра посадочного отверстия базового модуля и резьбовой тяги, одним концом взаимодействующей с базовым модулем, а другим, установленной в отверстие присоединяемого модуля, и винта, имеющего возможность вращения вокруг оси, перпендикулярной к оси упомянутых модулей. Винт выполнен с двумя оппозитно расположенными конусами и имеет возможность возвратно-поступательного перемещения, а в тяге имеются две, оппозитно расположенные, клиновидные поверхности, причем соответствующий конус винта взаимодействует с соответствующей клиновидной поверхностью тяги.

В корпусе базового модуля 1 (рис.1) выполнена полость с посадочным отверстием 2, открытым на свой базирующий торец 3, на который опирается своим базирующим торцом 4 другой (присоединяемый) модуль 5, имеющий упругий хвостовик 6 с резьбовым отверстием 7 и входящий в отверстие 2. Наружный диаметр хвостовика 6 имеет, по меньшей мере, в одном из сечений диаметр не менее диаметра отверстия 2. В резьбовое отверстие 7 ввернута тяга 8 по резьбе 9.

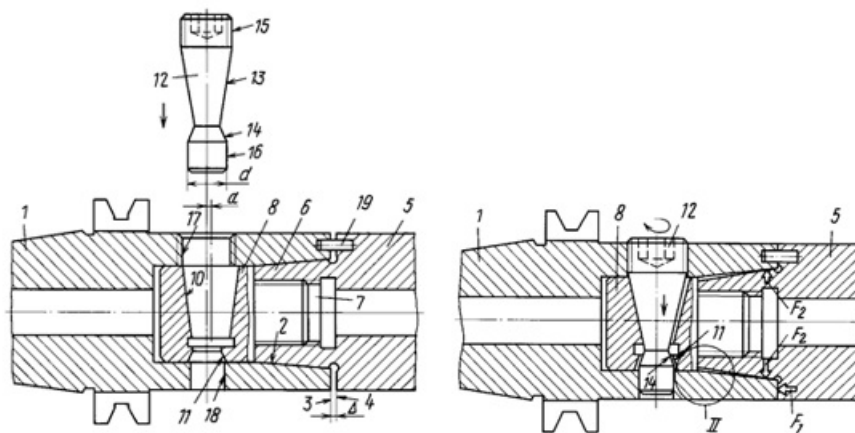


Рисунок 1 — узел крепления модульного инструмента

Резьба 9 на тяге 8 выполнена конической, с небольшим углом  $\alpha$ , а в отверстии 7 присоединяемого модуля 5 — цилиндрической (метрической). В тяге 8 имеется также сквозное отверстие с двумя oppositно расположенными (прямыми и обратными) клиновидными или конусными поверхностями 10 и 11, причем, оси этих поверхностей смещены на расстояние  $(\alpha \pm \Delta + )$  где  $\Delta$  - зазор между торцами 3 и 4; — величина запаса.

Для соединения модулей 1 и 5 служит винт 12 имеющий также два oppositно расположенных конуса 13 и 14, резьбовую поверхность 15 и цилиндрическую 16 с диаметром  $d$ . При больших осевых нагрузках на конусе 13 винта 12 и конусной поверхности 10 тяги 8 может быть выполнена резьба, образуя, тем самым, несоосную коническую винтовую пару. В базовом модуле 1 выполнены соосно два отверстия 17 и 18, с которыми сопрягаются элементы винта. Для передачи крутящего момента, а также удобства процесса сборки модулей 1 и 5, служит шпонка 19. Для подвода охлаждающей жидкости используются каналы 20.

Принцип работы устройства соединения модулей следующий.

В исходном положении модулей 1 и 5 (рис.1а) между их торцами 3 и 4 имеется зазор  $\Delta$ , а шпонка 19, закрепленная на модуле 5, входит в паз модуля 1. Отверстия 11, 17 и 18, при этом, находятся на одной оси, а ось отверстия 10 смещена на расстояние  $\alpha$ . Затем винт 12 вводится соосно с отверстиями 11, 17 и 18. При вращении винта 12, его конус 13 взаимодействует с конусом 10 тяги 8. В это время винт 12 своей цилиндрической поверхностью 16 входит в отверстие 18 базового модуля 1 (рис.1б) и в нем базируется тяга 8 вместе с присоединяемым модулем 5, перемещается внутрь модуля 1 и между торцами 3 и 4. Устраняется при этом зазор  $\Delta$ , а клиновидная поверхность 11 тяги 8 заходит за конус 14 винта 12.

После выборки зазора  $\Delta$ , между торцами 3 и 4 возникает натяг  $F_1$  а между сопрягаемыми поверхностями модулей 1 и 5 — натяг  $F_2$  (первый пояс контакта). В резьбовом сопряжении 7 и 9 возникает осевое усилие  $F_0$ , которое воздействует на элементы отверстия 7, разлагается на нормальное усилие  $F$  и радиальное усилие  $F_p$ . Осевое усилие  $F_0$  увеличивает натяг  $F_1$  между торцами 3 и 4 до  $F_3$  (рис.1а). При необходимости разборки модулей 1 и 5, винт 12 выворачивается и своим конусом 14 давит на клиновидную, или конусную поверхность 11, тяги 8. В связи с этим возникает большое обратное осевое усилие, которое разъединяет два модуля 1 и 5.

Достоинством данного конструктивного решения узла крепления модульного инструмента является простота конструкции, что обеспечивает быструю сборку и разборку модулей инструмента.

Другое устройство соединения модулей [5] работает следующим образом (рис.2). В корпусе 1 базового модуля, закрепляемого в конусном отверстии шпинделя станка, выполнено сквозное

---

осевое отверстие сложного профиля. В цилиндрическую часть отверстия базового модуля, обращенную в сторону корпуса 2 присоединяемого конечного модуля, вставлен, с возможностью осевого и вращательного движения, стяжной винт 3 с резьбовым участком и цилиндрической частью. На цилиндрической части выполнена канавка под уплотнительное кольцо 4 и канавка, для размещения в ней шариков 5 опорного кольцевого элемента (рис.2 а, б). Против канавки в корпусе 1, под шарики 5, выполнена канавка 6 для размещения тех же шариков, которыми заполняют образовавшуюся полость через радиальное резьбовое отверстие, закрываемое винтом 7 с конической частью. В осевом отверстии стяжного винта 3 выполнено граненое (четырёхгранник или шестигранник) отверстие под соответствующий ключ (не показан).

Между описанной цилиндрической частью отверстия корпуса 1 и его торцевой поверхностью 8 (рис.2а) выполнена внутренняя коническая базирующая поверхность 9. С противоположной стороны корпуса 1 в его центральном отверстии выполнена резьба 10 для закрепления базового модуля в шпинделе станка при помощи резьбовой тяги (не показана). Со стороны торцевой поверхности 8 на корпусе 1 выполнен также сквозной радиальный паз 11, в который при сборке описываемого устройства соединения модулей заводятся два сухаря 12, закрепляемые винтами 13 на наружной поверхности корпуса 2 конечного модуля, предотвращающие проворачивание, от усилий резания, корпуса 2 относительно корпуса 1.

На трубчатой части корпуса 2, обращенной в сторону корпуса 1, выполнены наружная базирующая коническая часть 14 и внутренняя резьба 15 для взаимодействия с наружной резьбой стяжного винта 3. На противоположной стороне корпуса 2 выполнена внутренняя поверхность конуса Морзе № 17, или другая поверхность, для базирования в ней режущего инструмента (не показан), имеющего соответствующий наружный конус Морзе, или другую поверхность.

Сборку инструментальной штанги (из двух модулей или больше) непосредственно на металлообрабатывающем станке, или на специальном стенде, производят в следующем порядке. Конус 14 конечного модуля (рис.2б) вводят в, сопрягаемое с ним, коническое отверстие 9 базового модуля (рис.2а) до их непосредственного контакта, совмещая сухари 12 конечного модуля с соответствующими пазами 11 на базовом модуле. Затем удлиненный стержневой ключ (например, шестигранный) через осевое отверстие корпуса 1 вводят в шестигранное отверстие стяжного винта 3 и начинают его вращать.

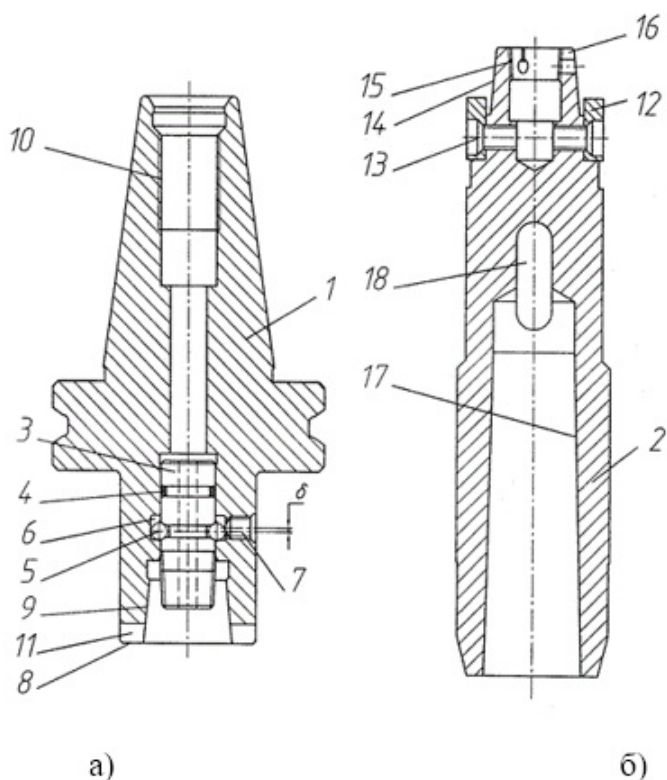


Рисунок 2 — устройство соединения модулей

Благодаря опорному элементу, выполненному из шариков 5, стяжной винт 3 ограничен в движении в осевом направлении относительно базового модуля и поэтому начинает тянуть на себя резьбой конечный модуль, преодолевая сопротивление трубчатой части корпуса 2. Это взаимное стягивание модулей продолжается до упора их соответствующими торцевыми базирующими поверхностями. Расклад действующих при этом сил показан на рис.3.

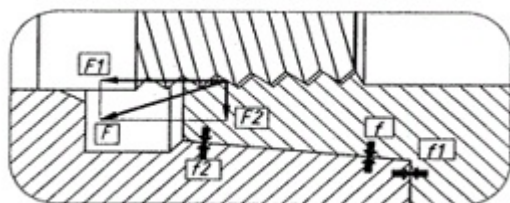


Рисунок 3 — расположение сил в крепежном устройстве

Дальнейшим вращением стержневого ключа добиваются расчетного момента затяжки (например, при помощи, не показанного на чертежах, динамометрического ключа, соединенного со стержневым ключом). Затем вворачиванием винта 7 до определенного момента, заклиниваются шарики опорного элемента 5, предотвращая самопроизвольный поворот опорного элемента и стяжного винта 3 от вибраций, возникающих при резании металла (или другого материала). Надежность фиксации шарикового опорного элемента обеспечивается тем, что ось стопорного винта 7 смещена на некоторую расчетную величину (рис.2а) относительно оси шариков опорного элемента 5, и контакт конической части винта 7 с боковой поверхностью шариков опорного элемента создает заклинивание созданного положения опорного элемента и стяжного винта. Режущий инструмент посредством конуса Морзе крепится в корпусе 2 и, таким образом, собранная штанга готова к работе. Разъединение модулей производят в обратном порядке.

Исследуемые выше конструкции крепежных узлов, обеспечивают необходимую жесткость

---

и возможность работы на станках с ЧПУ, так же простота конструкции этих элементов обеспечивает простоту сборки и разборки инструмента в процессе подготовки перед станочными работами.

### **Используемая литература**

1. И.С. Самсонов, А.С. Любомиров, А.В. Виноградов, А.В. Платонов. Исследование конструктивных особенностей блочно-модульной оснастки, применяемой на станках с ЧПУ. Часть 1 — Анализ блочно-модульной оснастки, применяемой на токарных станках с ЧПУ // Приволжский научный вестник. Научно-практический журнал. г. Ижевск, 2016. № 52 (3), С 74-81.
2. И.С. Самсонов, А.С. Любомиров, А.В. Виноградов, А.В. Платонов. Исследование конструктивных особенностей блочно-модульной оснастки, применяемой на станках с ЧПУ. Часть 2— Анализ блочно-модульной оснастки, применяемой на фрезерных станках с ЧПУ // Приволжский научный вестник. Научно-практический журнал. г. Ижевск, 2016. № 52 (3), С 81-86.
3. А.В. Платонов, А.М. Ярош, И.С. Самсонов, А.С. Любомиров Исследование конструктивных особенностей блочно-модульного осевого инструмента, применяемого на обрабатывающих центрах с ЧПУ// Евразийский научный журнал. Научно-практический журнал. г. Санкт-Петербург, 2017. № 1, С
4. Патент на изобретение РФ № 2014196: МПК [B23B3/155](#). " Устройство соединения модулей «/ Украженко Константин Адамович, 15.06.1994.
5. Патент на изобретение РФ № 2396148: МПК [B23B31/06](#). » Устройство соединения модулей "/ Целковнев Геннадий Михайлович, 22.12.2008.