

# КОМПОНОВКИ НА ДВУСУПОРТНИ МНОГООПЕРАЦИОННИ МАШИНИ ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА РОТАЦИОННИ ДЕТАЙЛИ

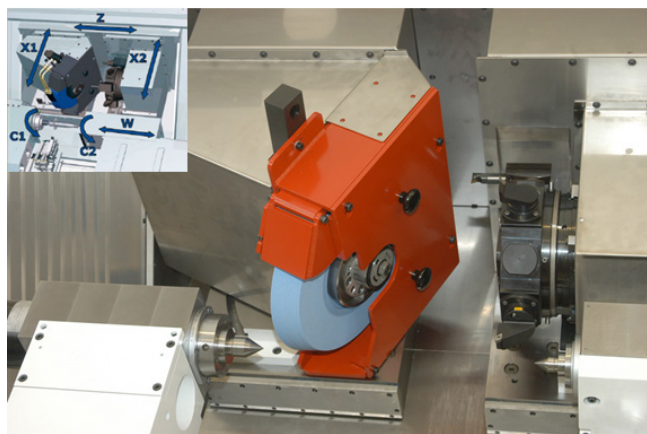
доц. д-р Лъчезар Стоев, ТУ-София

## Въведение

В публикация [1] авторът изложи своето виждане за условията, при които може да се постигне интегриране на предварителното и окончателното обработване на стъпални ротационни детайли на една машина, при една или две установки. Тя е илюстрирана с различни модулни структури на компоновки на този вид машини, наименувани в текста, като „многооперационни“ (МОМ). Характерно за всяка една от тях е присъствието, като основен модул на един многофункционален револверен супорт с различна окомплектовка. По тази причина многооперационните машини от този вид са определени като „едносупортни“.

Разнообразието на центровите и патронниковите детайли, както и възможността за приложение на многооперационни машини във всички производства, в това число и масовото, предизвиква търсене на нови компоновки и машини без ограничаване на броя и вида на супортите.

В първата част на настоящата публикация се анализира подхода на някои водещи западни фирми при разработване на многооперационни машини за обработване на центрови и патронникови детайли. Част от тях, като Щудер, са традиционни производители на шлифовъчни машини, а други като Индекс – на обработващи центри и стругове. Във втората част се разглежда предложената от автора концепция за конфигуриране на двусупортни многооперационни машини за обработване на стъпални ротационни детайли.

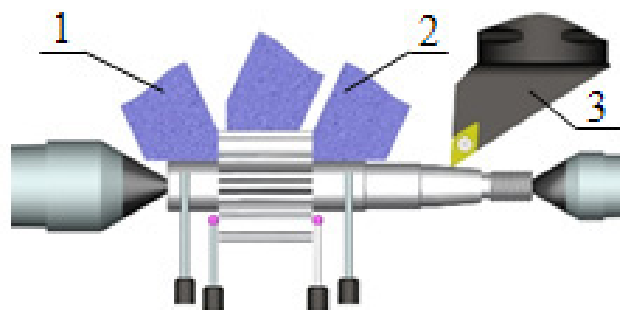


Фиг. 1 Многооперационна машина, модел S 242 на фирма Studer [2]

## 1. Многооперационни машини на фирмите Щудер и Индекс

На фиг. 1 е показана машината за последователно едностранно обработване (струговане и шлифоване) на центрови детайли, модел S 242 на фирма Щудер. В горния ляв ъгъл на фигурата се вижда модулната структура на нейната компоновка. Тя е с две успоредни надлъжни направляващи и основен модул: надлъжна шейна (ос Z), върху която са установени два напречни супорта: шлифовъчен (ос  $X_1$ ) и стругов с револверна глава (ос  $X_2$ ).

На фиг. 2 е показана схема за последователно двустранно обработване при една установка на вал-зъбно колело от хидравлична зъбна помпа за високо налягане при условията на масово производство. Схемата е осъществена при структура на компоновка еднаква с тази от фиг. 1, с една надлъжна шейна, носеща три напречни супорта (с дискове 1, 2 и нож 3).



Фиг. 2 Последователно двустранно обработване на вал-зъбно колело от хидравлична зъбна помпа [2]

Подходът на фирма Щудер при създаване на машини за многооперационно обработване се характеризира с:

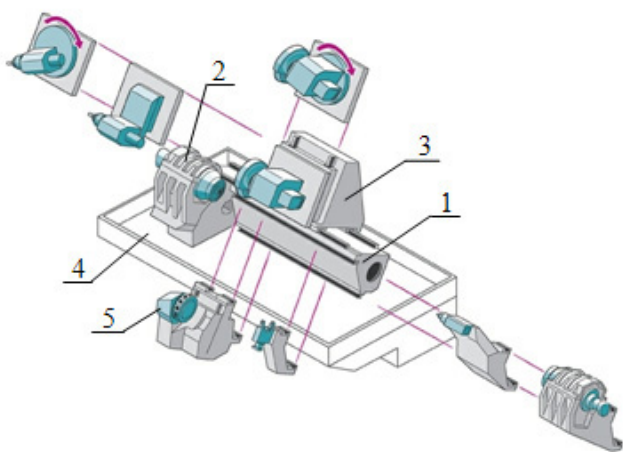
първо: двете машини (фиг. 1 и 2) са от така наречения продукционен тип, които обработват само един вид детайли – в случая центрови. Очевидно големият брой стъпални центрови детайли в машиностроителната практика е причина за търсенето и предлагането на този тип многооперационни машини на пазара;

второ: и при двете машини напречните супорти за струговане и шлифоване са установени върху една обща надлъжна шейна, което изключва възможността за едновременно обработване на повърхнините. При фиг. 1 този

избор е лесно обясним: появата на силови деформации при струговането на детайлите не позволява едновременното им шлифоване. При схемата от фиг. 2 обаче обяснението е по-сложно. В случая се касае за специализирана машина за масово производство, от която по правило се изисква по-висока производителност. Тя може да се повиши например при едновременно челно-цилиндрично шлифоване на зъбния венец и двете лагерни стъпала, което би могло да се постигне при отделни надлъжни шейни за шлифовъчните супорти с дискове 1 и 2. Само че високите изисквания за точност на широчината и разположението на зъбния венец са съизмерими с тези на диаметралните размери на двете стъпала и тяхното постигане не е възможно при едновременното им шлифоване. Разгледаният пример доказва преди всичко силната зависимост на структурата на компоновките от техническите изисквания за точност на обработваните повърхнини на детайлите и предписаната за тяхното постигане технология.

На фиг. 3 е представено пространственото разположение на различните модули и направляващи, от които се компоноват многооперационните машини на фирма Индекс [3]. Неизменна част на всяка една от тях са базовите модули: тяло 1, предно седло 2, надлъжно подвижна колона 3, основа 4 и супорт 5 с револверна глава за стругови инструменти. Други модули, в комбинация с базовите, изграждат различни варианти машини в зависимост от технологичните задачи, които те трябва да изпълняват.

Характерно за подхода на фирма Индекс е конфигуриране на модулен принцип на два основни вида производни многооперационни машини: за центрови и за патронникови детайли. При избраните модули и тяхното разположение обаче, липсва възможност за компоноване на универсален тип машина за обработване в произволна последователност на центрови и патронникови детайли. Това означава по-големи инвестиционни разходи за потребителя, поради необходимостта от закупуване на най-малко по една от двата вида производни машини.



Фиг. 3 Модули за изграждане на многооперационни машини на фирма Index [3]

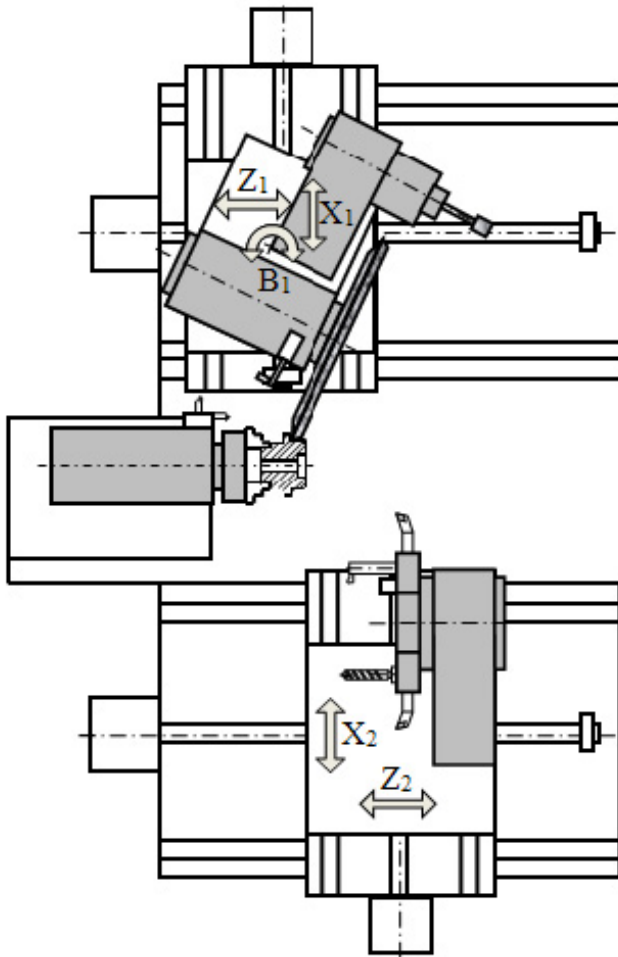
При анализа на схемата от фиг. 3 се виждат предимствата на многооперационните машини на фирма Индекс в сравнение с машина, модел S 242 (фиг. 1):

- Наличие на различни надлъжни направляващи на тялото за водене на модулите за грубо и окончателно обработване: вертикални за струговия супорт (с револверна глава) и наклонени за подвижната колона носеща различни шлифовъчни супорта. Това е благоприятно за поддържане на висока точност на формата и размерите на шлифованите детайли през целия експлоатационен период на машината.
- Силовото и температурно натоварване на струговия супорт и подвижната колона е разделено, което води до намаляване на износването на сачмено-винтовата двойка на подавателния превод за окончателно обработване. По този начин в самата компоновка е заложено постигане на по-висока точност на позициониране при шлифоване.
- Струговият и всеки един от шлифовъчните супорти са с благоприятно разположение във вертикално направление по отношение на безпрепятствено отвеждане на горещите стружки от струговата операция и отпадъчните продукти при шлифоването. Последните обаче попадат върху струговия супорт и изискват специални конструктивни мерки за защита на неговите направляващи от износване.

## 2. Компоноване на двусупортни многооперационни машини

В публикация [1] бяха показани различни компоновки на едносупортни машини за многооперационно едностранно обработване на патронникови и центрови ротационни детайли, както и две компоновки (фиг. 7 и 8 от [1]) на машини за двустранно обработване. По-долу са представени нови компоновки на двусупортни машини за изпълнение на същите технологични задачи при постигане на по-висока производителност.

На фиг. 4 е дадена модулната структура на компоновката на производен тип машина за последователно, едностранно многооперационно обработване на патронникови детайли. Характерно за нея е използването на две успоредни надлъжни направляващи за водене на шлифовъчния и струговия супорт, разположени от двете страни на оста на обработвания детайл. С това е осъществено разделяне на всички направляващи и подавателни преводи за грубо и окончателно обработване и постигане на описаните по-горе преимущества. С използването на стругов и двувретенен револверен шлифовъчен супорт се реализират последователно операциите: струговане, външно шлифоване и вътрешно шлифоване на дясно разположените повърхнини на детайла при една установка. Двустранното разположение на супортите позволява изпълнение на машината с възможно най-малка дължина и съответно по-малка заемана производствена площ. Постигат се и по-малки времена за позициониране на супортите, в сравнение с варианта с обща надлъжна маса, носеща двата супорта, при едностранното им разположение (фиг. 1). Представената на фиг. 4 компоновка може да послужи за основа при конфигуриране на универсален тип машина за едностранно многооперационно обработване на центрови и патронникови детайли. Това се постига (фиг. 5) с прибавяне само на един допълнителен модул „задно

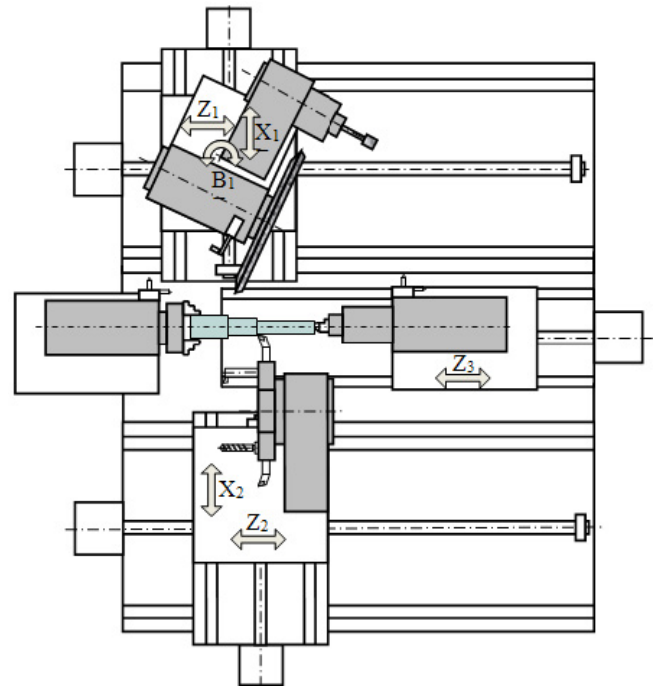


Фиг. 4 Многооперационна двусупортна машина за последователно, едностранно обработване на патронникови детайли

седло" с или без ос  $Z_3$  за промяна на разстоянието между центрите (РМЦ). Възможно е изпълнение на машината със самостоятелни надлъжни направляващи за задното седло (показани на фиг. 5) или с неговото водене по надлъжните направляващи на струговия супорт.

При установяване на центровите детайли между два центъра и използване на специални патронници или сърца за предаване на въртящия момент се постига двустранното им обработване при две установки на същата машина, при висока точност на взаимно разположение на повърхнините. При друг вариант се използва револверен тип предно седло с две позиции: една със стандартен патронник и втора с преден център и сърце за установяване на центровите детайли между два центъра. Това осигурява по-бърза пренастройка на машината при обработване в произволна последователност на центрови и патронникови детайли, разбира се при по-висока цена на машината. С включването на двувретенния револверен шлифовъчен супорт в списъка на модули за конфигуриране на машини за многооперационно обработване, който липсва досега в известните концепции (в това число и на Индекс), е възможно производство на универсален тип машини по посочената във фиг. 5 компоновка. При нея има престой

само на един от двата модула (задно седло или вътрешно шлифовъчно вретено) при обработване на патронникови или центрови детайли. Този престой обаче е на лице и при сега произвежданите универсални кръглошлифовъчни машини, без това да ограничава тяхното широко разпространение. Предложеният универсален тип многооперационни машини е с относително най-ниска цена и може да намери приложение във всяка машиностроителна фирма, особено при тези с дребно и средно серийно производство.

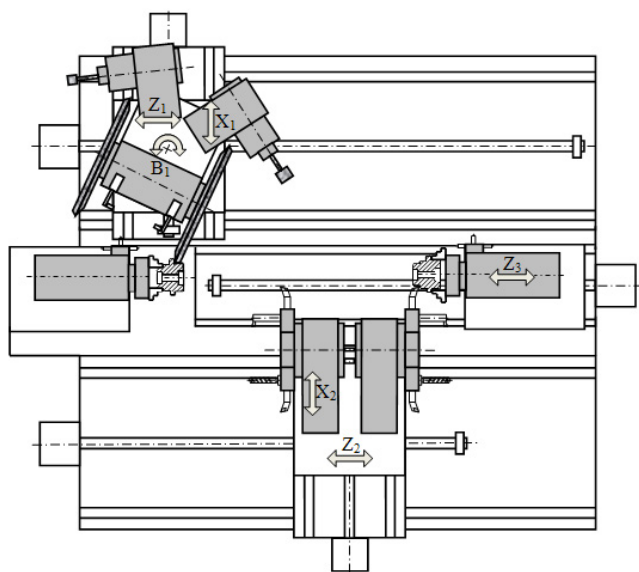


Фиг. 5 Универсална многооперационна двусупортна машина за едностранно обработване на центрови и патронникови детайли в произволна последователност

По-долу се предлагат компоновки на машини за двустранно многооперационно обработване на патронникови детайли.

На фиг. 6 е представена компоновка на машина с двустранно разположение на струговия и шлифовъчен супорт. Нейната разлика в сравнение с компоновката от фиг. 5 се състои във следното:

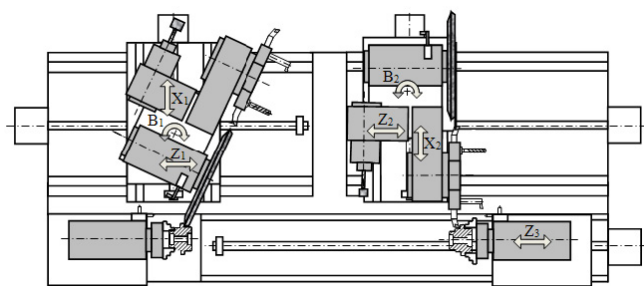
Шлифовъчният супорт е с два външно шлифовъчни диска и две вътрешно шлифовъчни вретена с различни максимални честоти на въртене и различен външен диаметър на инструментите. Струговият супорт е с две револверни глави. Върху трета направляваща, успоредна на останалите две, се премества задно седло (ос  $Z_3$ ) със срещуположно разположен вретенен възел и патронник. Работният цикъл на машината включва последователно грубо и окончателно обработване на дясно и ляво разположените външни и вътрешни повърхнини на детайла при неговите две установки в патронниците на предното и задно седло. Автоматичното пребазиране на детайла се извършва след преместване на задното седло наляво до програмирана позиция. Следва закрепване на детайла в патронника на



Фиг. 6 Многооперационна двусупортна машина за последователно двустранно обработване на патронникови детайли

задното седло, освобождаването му от патронника на предното седло и връщане на задното седло в изходна позиция. Тази компоновка позволява едновременна работа на двата супорта само при грубо обработване на ляво разположените повърхнини на първия детайл и окончателното обработване на дясно разположените повърхнини на втория детайл от партидата.

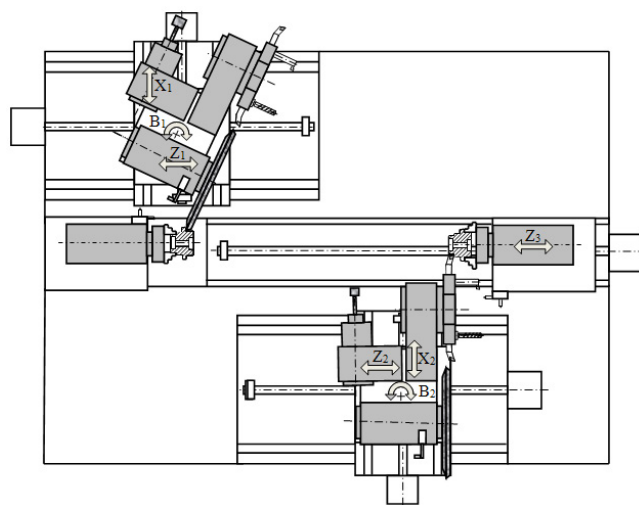
На фиг. 7 и 8 са показани две компоновки на двусупортни многооперационни машини за едновременно грубо и окончателно обработване на дясно и ляво разположените повърхнини на патронниковите детайли. При двете компоновки се използват два многофункционални револверни супорта от вида на тези приложени в едносупортните машини [1].



Фиг. 7 Многооперационна двусупортна машина за едновременно двустранно обработване на патронникови детайли

При компоновката от фиг. 7 двата супорта са с огледално разположение спрямо ос на симетрия, която разделя работната зона в напречно направление. Супортите се преместват в надлъжно направление (оси  $Z_1$  и  $Z_2$ ) по две успоредни направляващи от отделни подавателни пре-

води. Предното и задно седло са еднакви с тези от компоновката на фиг. 6. Грубото и окончателно обработване на дясно разположените повърхнини на втория детайл от партидата при неговата първа установка в предното седло се извършва последователно от инструментите на револверната глава, външно шлифовъчния диск и вътрешно шлифовъчния диск на левия супорт. Едновременно с това чрез инструментите на десния супорт се обработват ляво разположените повърхнини на първия детайл от партидата, при неговата втора установка в патронника на задното седло. Захранването на машината се извършва ръчно или автоматично (с манипулатор), а пребазирането му от предното към задното седло се извършва по описания по-горе начин (фиг. 6)



Фиг. 8 Многооперационна двусупортна машина за едновременно двустранно обработване на патронникови детайли

При компоновката на фиг. 8 двата многофункционални револверни супорта са разположени от двете страни на обработвания детайл и се преместват по две отделни надлъжни направляващи, успоредни на общата ос на вретенните възли на предното и задно седла. Многооперационното обработване на патронниковия детайл, при неговите две установки, се извършва по идентичен на описания по-горе начин (фиг. 7).

Общото което отличава двете компоновки (фиг. 7 и 8) от всички останали е постигане на максимално възможната производителност, поради едновременното обработване на дясно и ляво разположените повърхнини на патронниковите детайли.

Тя е най-висока при детайли, които имат еднакъв брой двустранно разположени външни и вътрешни повърхнини и еднакви изисквания за точност на техните размери и взаимно разположение. Естествено тя намалява при всички други случаи, поради престой на единия от двата супорта, с продължителност в зависимост от конфигурацията на детайла.

Представените на фиг. 6, 7 и 8 компоновки на двусупортни машини за двустранно обработване на патронникови детайли се различават съществено от тези на едноротационните машини със същото предназначение, показани на фиг. 7 и 8 от публикацията [1]. При двусупортните машини всички инструменти за предварително и окончателно обработване са установени към револверните глави и шлифовъчните вретена на супортите. Това позволява двете седла да имат само по един вретенен възел и патронник, разположени срещуположно. Общата стабилност на технологичната система „детайл-инструмент“ е по-висока поради неподвижното закрепване на предното седло към тялото на машината. Това осигурява възможност за предварително обработване с по-високи режими на рязане и повишаване на производителността. Оценката и изборът на всяка една от компоновките, преди тяхната реализация, изисква задълбочен технически и икономически анализ при съобразяване с детайлите, които подлежат на многооперационно обработване.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията е направен анализ на многооперационни машини на някои водещи западни фирми. Той потвърждава тезата за определящото влияние на техническите изисквания на обработваните детайли и предписаната технология за тяхното постигане върху избора на компоновката за необходимата машина.

Представена е концепция за конфигуриране на модулен принцип на различни двусупортни многооперационни машини. Особено място намира компоновката на универсалната многооперационна машина за обработване в произволна последователност на центрови и патронникови детайли. Поради разнообразието си технологични възможности и ниска цена тя може да намери приложение във всяка машиностроителна фирма.

Предложени са нови компоновки на многооперационни машини за последователно или едновременно двустранно обработване на патронникови детайли. При тях всички инструменти за предварително (грубо) и окончателно обработване са установени към супортите. Предното седло при всички компоновки (за едностранно или двустранно обработване) е неподвижно закрепено към тялото. Това повишава стабилността на технологичната система и позволява предварително обработване да се извършва с по-високи режими на рязане.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Стоев Л. Компоновки на многооперационни машини за обработване на ротационни детайли Списание Машиностроене и електротехника бр. 4/2014 г.
2. <http://www.schleifring.net>, информационен сайт на германско сдружение Körber Schleifring, 17.03.2008
1. <http://www.index-werke.de>, информационен сайт на германската фирма INDEX-Werke GmbH & Co. KG, 14.03.2009

### CONCEPTIONS OF TWO CARRIAGE MULTIOPERATIONAL MACHINES FOR ROTARY TYPE PARTS

**Abstract:** In the first publication the author presented his viewpoint about the conditions how to integrate rough and finish machining of stepped rotary type parts on one machine tool with one or two settings. It's illustrated with different modular structures of this type of machines, named in the text "multioperational" (MOM). For each one of them is typical the presence as a basic module a turret carriage with different attachments. Due to that reason the multioperational machines of that kind are called "single carriage". The variety of center and chuck type parts and the option to apply multioperational machines in any production, including mass production provokes a search for new layouts and machines without restriction of number and type of carriages.

In the first part of the present publication is analyzed the approach of some leading companies when developing multioperational machines for center and chuck type parts. Some of them like Studer and Schaudt are traditional manufacturers of grinding machines, while others like Index – machining centers and lathes. In the second part of the publication is studied the concept suggested by the author for configuration of two carriage multioperational machines for stepped rotary type parts.

**Key words:** multioperational machine, two carriage machines, sided processing, bilateral processing, chuck and center type workpieces