

ТЕХНОЛОГИЧНИ ВЪЗМОЖНОСТИ НА ВЕРТИКАЛНИТЕ МАШИНИ ЗА МНОГООПЕРАЦИОННО ОБРАБОТВАНЕ НА ПАТРОННИКОВИ ДЕТАЙЛИ

доц. д-р Лъчезар СТОЕВ

lstoev@abv.bg

катедра ТМММ, ТУ-София, 1000, БЪЛГАРИЯ

Резюме: В публикацията са представени и анализирани технологичните възможности, компоновки и конструктивни особености на избрани представители на многооперационни машини за обработване на патронникови детайли при вертикално разположение на тяхната ос на въртене. Посочени са предимствата на многооперационното обработване и е илюстрирана последователността на операциите струговане и шлифване при една установка на типични патронникови детайли - закалени зъбни колела.

Ключови думи: многооперационно обработване, патронникови детайли, многооперационни машини

Увод

В публикацията са представени и анализирани технологичните възможности, компоновки и конструктивни особености на вертикалните многооперационни машини за обработване на патронникови детайли. Посочени са предимствата на многооперационното обработване и е илюстрирана последователността на операциите струговане и шлифване при една установка на типични патронникови детайли - закалени зъбни колела.

Определенията „вертикални” и „многооперационни” са възприети за обозначаване на металорежещи машини за предварително и окончателно обработване на патронникови детайли, с вертикално разположение на тяхната ос, чрез комбиниране на различни технологични методи на една машина, при една или две установки. С това те се разграничават от останалите, при които предварителното и окончателно обработване се извършва на отделни машини за струговане, фрезование, шлифване и други.

Изложение

Машините от този вид се характеризират с равностойно и ефективно използване на всички режещи инструменти за грубо и

окончателно обработване (свредла, ножове, фрези, шлифовъчни дискове за външно и вътрешно шлифване и други). С това се повишава производителността на обработване и точността на размерите, формата и взаимното разположение на обработените повърхнини.

Разглежданите машини са производство на различни водещи фирми, някои от които са традиционни производители на стругове и обработващи центри (Index), а други, като Schaudt и Buderus, произвеждаха доскоро само шлифовъчни машини. Всички те са намерили свои собствени компоновъчни и конструктивни решения на машините чрез преодоляване на различията между отделните машини за предварително и за окончателно обработване:

- различна геометрична и работна точност;
- различно силово и топлинно натоварване;
- различна честота на въртене на главните и инструментални вретена;
- различни възможности за обработване на закалени детайли;
- различен тип на стружките, начини на тяхното отвеждане и защита на направляващите.

Характерно за разглежданите машини е вертикалното разположение на оста на патронниковите детайли, над режещите инструменти, което осигурява свободно падане

на стружките под действие на собственото им тегло.

На фиг. 1 е показан общият вид на вертикална машина, модел VS 110 DS на фирма EMAG [EMAG 2009], предназначена за последователно струговане и шлифование на закалени патронникови детайли при една установка. При този модел машина осите X и Z са разделени, т.е. двете подавателни движения не се изпълняват от заготовката. Надлъжната шейна 1, фиг. 1в се движи по ос X и носи вертикално разположеното мотор-вретено 2, към което се установяват заготовките.



а)

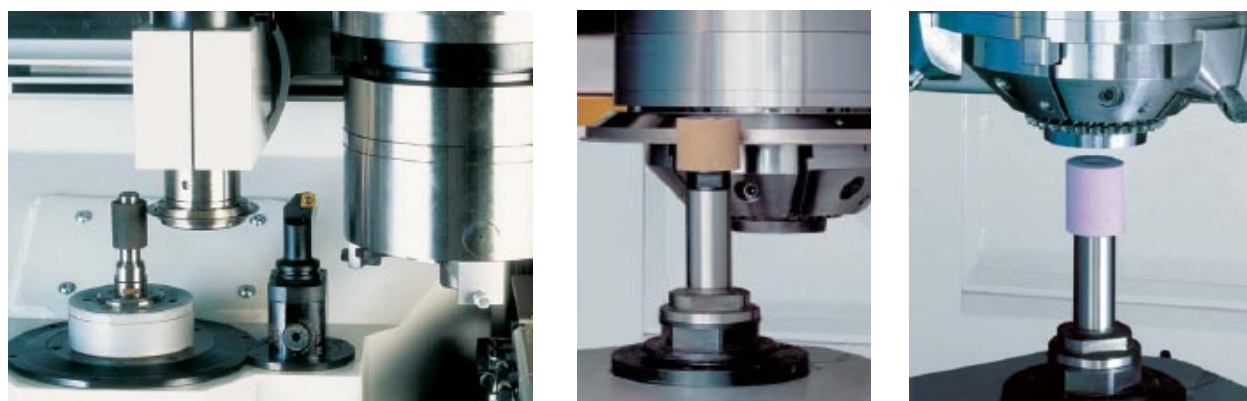
б)

в)

фиг. 1 Фамилия хоризонтални многооперационни машини на Index и нейните основни модули

Заточването на шлифовъчните инструменти се извършва от диамантна заточваща ролка или единичен диамантен изравнител, фиг. 2. При интерполация между осите X и Z се извършва профилно заточване в

надлъжно направление на шлифовъчния диск, фиг. 2а. При интерполация между оста X и допълнителната ос C е възможно външно шлифование на некръгли профилни повърхнини, фиг. 2б.



а)

б)

в)

фиг. 2 Работна зона на машина модел VG 110 DS

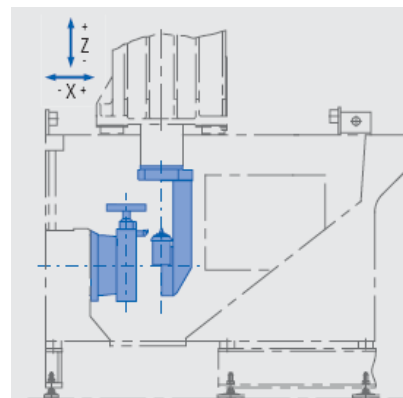
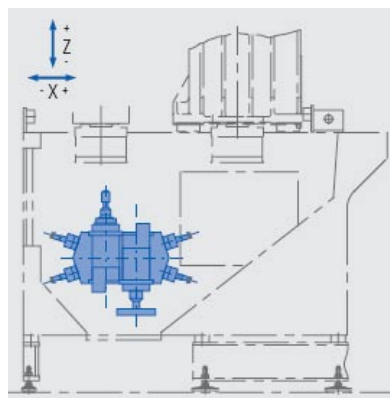
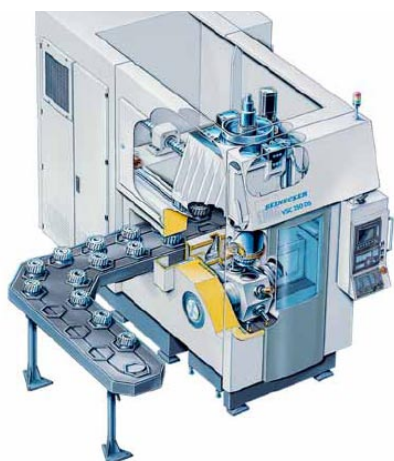
Комбинирането на два технологични метода - струговане и шлифование при обработване на патронникови детайли на една машина и при една установка, намалява броя на необходимите машини за изпълнение на определен технологичен маршрут, което води до съкращаване на инвестиционните и

производствени разходи. Допълнителни предимства са: намаляване на цикловото време за обработване при едновременно повишаване качеството на детайлите, намаляване на необходимите производствени площи и разходи за поддържане.

При последователното струговане и шлифоване на една машина и при една установка се избягва грешката от установяване. Това позволява да се програмират много малки прибавки за шлифоване - под 0,05 mm, с което се намалява машинното време и се ускорява процесът на шлифоване. Това е особено важно при вътрешно шлифоване на отвори с малък диаметър. В резултат, износването на шлифовъчните инструменти, както и броят и

продължителността на вътрешно-цикловите заточвания намаляват.

На фиг. 3а е представена вертикалната многооперационна машина от серията *VSC DS/DDS* на EMAG за самостоятелно използване или вграждане в производствени линии и нейната система за автоматично транспортиране на заготовки и обработени детайли.



а)

б)

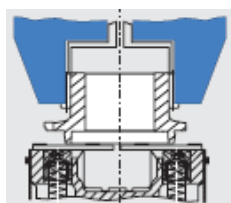
в)

фиг. 3 Многооперационна машина от серията *VSC DS/DDS* на EMAG

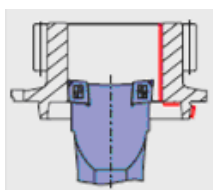
На фиг. 3б е показана модулната структура на нейната компоновка. Както се вижда, при модел *VSC DS/DDS*, заготовката извършва и двете движения по осите *X* и *Z* при обработване, измерване и смяна на детайла. Револверната глава с режещите инструменти е закрепена неподвижно към долната лява част на тялото на машината. Тя може да се окомплектова с високочестотно вретено за вътрешно шлифоване и пет стругарски ножа, или с две вретена за вътрешно и външно шлифоване и четири стругарски ножа.

На фиг. 3в се вижда приспособление към мотор-вретеното на машината за установяване, струговане и шлифоване на къси центрови детайли. Трябва да се отбележи обаче, че нестабилността на конзолно закрепеното приспособление не може да осигури достатъчна точност и производителност при струговане и шлифоване на центрови детайли.

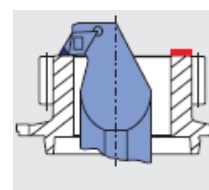
На фиг. 4 е илюстрирана последователността на многооперационно обработване при разглеждания модел на типични патронникови детайли - шамповани и закалени зъбни колела. След смяна на обработения детайл и установяване на нова заготовка, фиг. 4а следва разстъргване на стъпалния отвор с прибавка за шлифоване 10 - 15 μm и обстъргване на неговата външна конусна повърхнина, фиг. 4б. При следващата позиция на револверната глава, фиг. 4в е показано струговане на задната челна повърхнина на зъбното колело, фиг. 4в. Следва външно шлифоване на конусната повърхнина с наклонен диск, фиг. 4г и шлифоване на отвора, фиг. 4д. Следоперационното измерване на детайла се извършва с пневматичен дорник или измервателна глава за определяне на необходимите корекции за поднастройване, фиг. 4е.



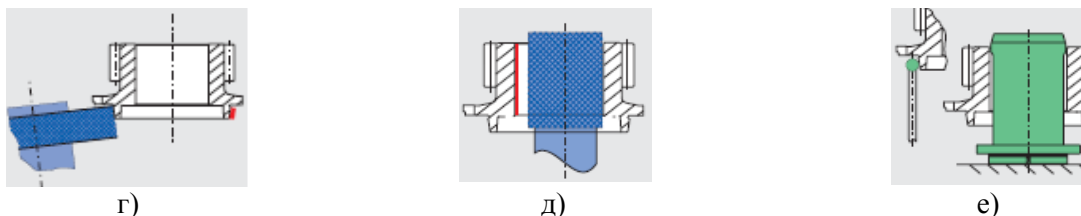
а)



б)



в)



фиг. 4 Пример за последователно многооперационно обработване на патроников детайл (зъбно колело)

На фиг. 5 е показана вертикалната многооперационна машина, модел „Combi Grind V” на фирма Schaudt [Schaudt 2013]. Мотор-вретеното за заготовката извършва движенията по ос X и Z спрямо разположените в постоянни позиции инструменти. Към долната част на тялото са установени последователно в надлъжно направление модулите:

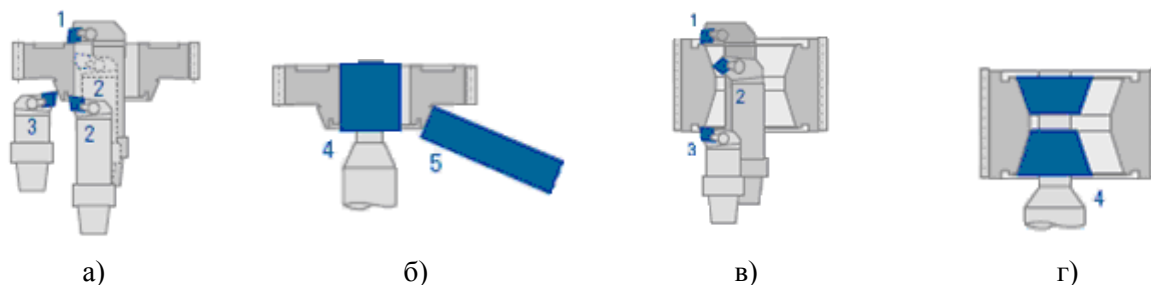
- револверна глава, окомплектована с инструменти за струговане и разстъргване;
- две вретена за вътрешно шлифование с различна максимална честота на въртене и различен външен диаметър на дисковете и
- вретено с диск за външно шлифование, което може да се завърта на определен ъгъл.



фиг. 5 Машина *Combi Grind V* на фирма Schaudt

На фиг. 6 е представена последователността на изпълняваните операции, обозначени с числа и използваните

инструменти при струговане и шлифование на две различни шамповани и закалени зъбни колела.



фиг. 6 Многооперационно обработване на два вида зъбни колела

На фиг. 7 се вижда работната зона на машината в близък план. В ляво е установена револверната глава със стругарски инструменти, а в дясно две вътрешно

шлифовъчни вретена. Заточването на абразивните инструменти се извършва от диамантна ролка установена към вретено, закрепено към надлъжната шейна, успоредно

на оста на мотор-вретеното за установяване на заготовката. Това отстранява влиянието на термичните деформации на шлифовъчните вретена и грешките при установяване на

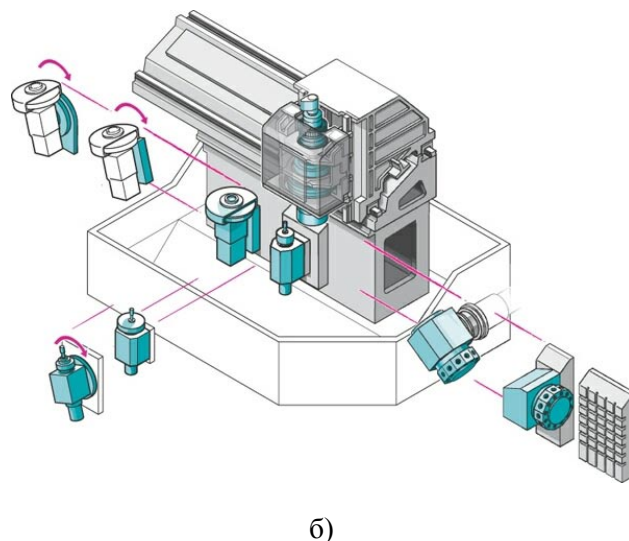
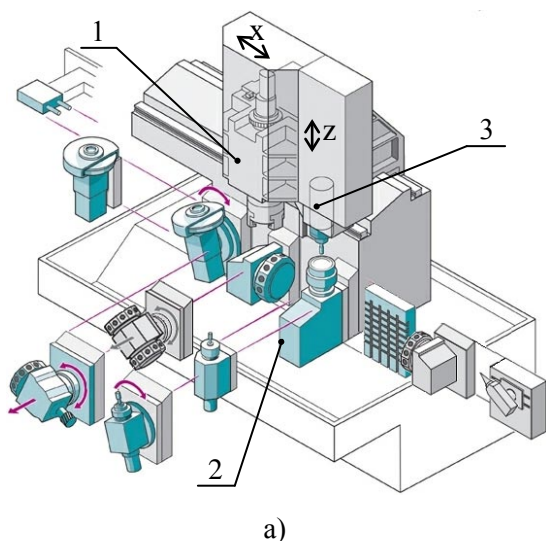
шлифовъчния дорник към вретеното върху формата и взаимното разположение на обработените външни и вътрешни повърхнини на детайла.



фиг. 7 Работна зона на машина „Combi Grind V” на Schaudt

На фиг. 8 са показани основните модули за komponovanie на различни модели вертикални многооперационни машини на фирма Index

[Index 2013] за струговане и шлифоване на патронникови детайли.

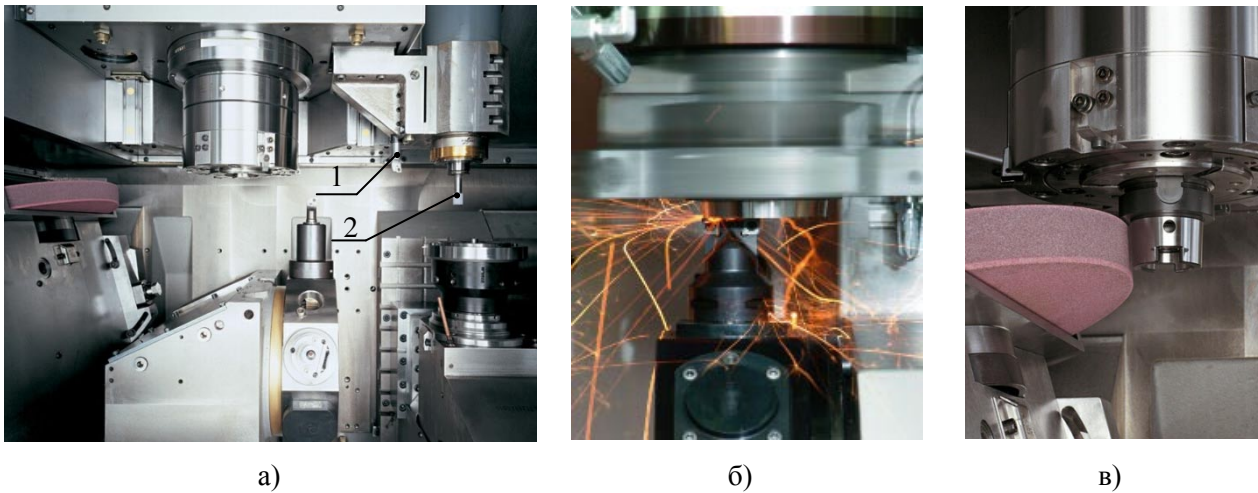


фиг. 8 Фамилия вертикални многооперационни машини на Index и нейните основни модули

Особен интерес представляват машините с две срещуположно разположени мотор-вретена за установяване на патронникови детайли при тяхното последователно двустранно обработване, фиг. 8а. Вретеното 1 служи за установяване на заготовката при нейното първоначално обработване и извършва движенията по оси X и Z . Среccуположното вретено 2 е закрепено статично към тялото на машината и служи за установяване на заготовката при обработване на повърхнините от нейната обратна страна. На фигурата се вижда и вретеното 3 за вътрешно шлифоване след установяване на заготовката към

срещуположното вретено. На фиг. 8б са показани основните модули за komponovanie на машините на Index за едностранно многооперационно обработване.

На фиг. 9 се вижда работната зона на една от вертикалните многооперационни машини на Index за двустранно обработване (модел $V300$). При първото установяване се извършва струговане, разстъргване, фиг. 9б и външно шлифоване с наклонен диск, фиг. 9в. След автоматично установяване на заготовката към срещуположното вретено се извършва последователно разстъргване с борщанга 1 и вътрешно шлифоване с диск 2, фиг. 9а.

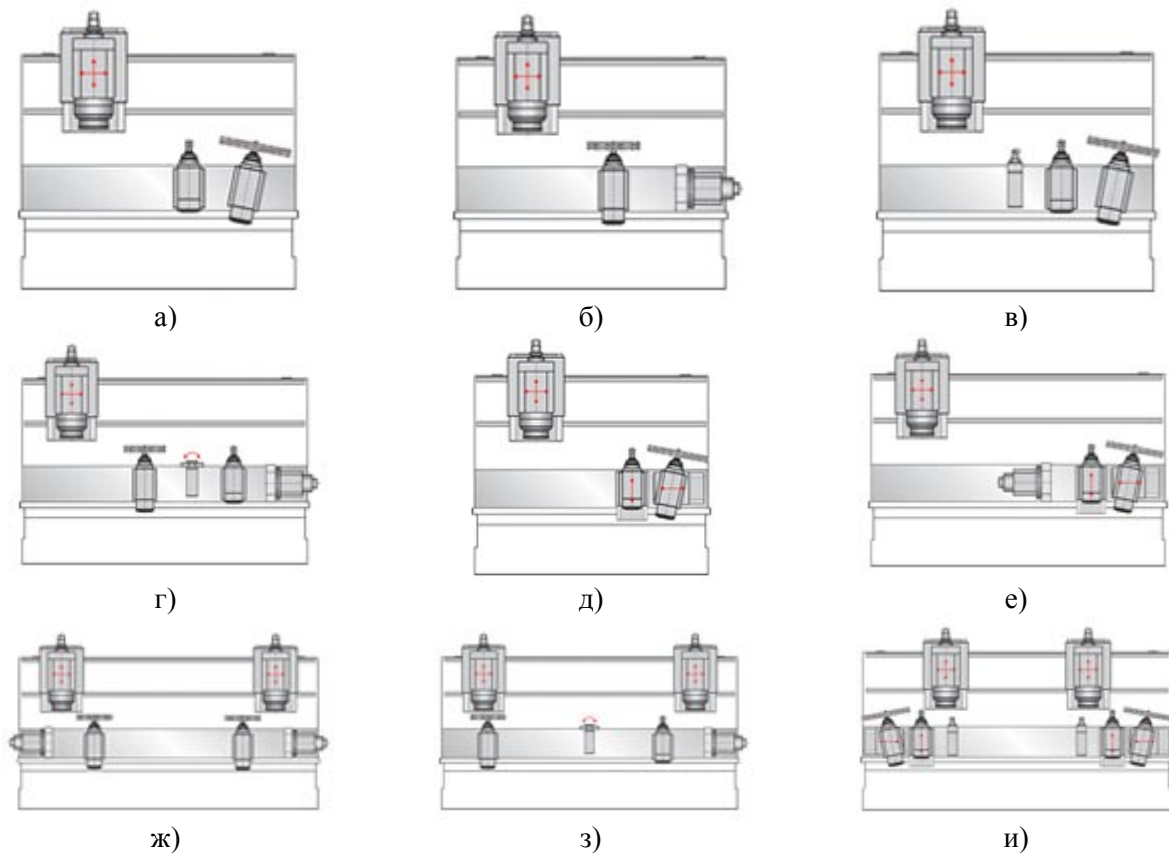


фиг. 9 Работна зона на вертикална многооперационна машина модел *V 300* на Index

Недостатък на модел *V300* е изпълняването на ограничен брой технологични операции при втората установка, поради наличието само на два инструмента: борщанга и вътрешно шлифовъчен диск. Поради липса на инструмент за външно шлифване, то се изпълнява от вътрешно

шлифовъчния диск с малък диаметър, който бързо губи режещата си способност.

На фиг. 10 са показани основните схеми за изпълнение на 9 варианта вертикални многооперационни машини на базовия модел *CNC 235* [Buderus 2013] на фирма Buderus с възможност за изпълнение на различни технологични операции, посочени по-долу:



фиг. 10 Варианти на вертикалната многооперационна машина модел *CNC 235* на Buderus

а) външно и вътрешно шлифване;

б) струговане с инструменти от револверна глава и външно или вътрешно шлифване;

в) струговане, вътрешно и външно шлифоване;

г) двустранно струговане с инструменти от револверна глава, външно и вътрешно шлифоване. Наличие на приспособление за прехвърляне на заготовката и установяване към същото вертикално вретено след обработване на повърхнините от едната ѝ страна;

д) едновременно външно и вътрешно шлифоване при наличие на две допълнителни оси X_I и Z_I ;

е) струговане с инструменти от револверна глава и едновременно външно и вътрешно шлифоване, аналогично на схема „д“.

ж) струговане с инструменти от револверна глава и външно или вътрешно шлифоване на две заготовки при двувретенна машина за едновременно едностранно обработване;

з) струговане с инструменти от револверна глава и външно и вътрешно шлифоване при двувретенна машина за двустранно обработване на една заготовка. Последователно прехвърляне на заготовката от едното към другото вертикално вретено с приспособление;

и) външно и вътрешно шлифоване на две заготовки при двувретенна машина за едновременно едностранно обработване.

Заклучение

В публикацията е направен анализ на технологичните възможности, компоновки и на някои конструктивни решения на вертикални машини за многооперационно обработване на патронникови детайли на водещи фирми.

Непрекъснатото повишаване на изискванията за точност на детайлите и намаляване на производствените разходи поставя пред производителите на машиностроителни изделия все по-сложни технологични и производствени задачи.

Многооперационното (предварително и окончателно) обработване на патронникови детайли, чрез комбиниране на различни технологични методи, на една машина, при една или две установки, е съвременен технологичен подход за удовлетворяване на растящите изисквания на потребителите за висока производителност и точност, при чувствително намаляване на производствените и инвестиционни разходи.

ЛИТЕРАТУРА

[EMAG 2009] EMAG Salach Maschinenfabrik GmbH, информационен сайт, <http://www.emag.com>, 23.11.2009 г.

[Schaudt 2013] Schaudt: информационни материали

[Index 2013] Index: информационни материали

[Buderus 2013] Buderus: информационни материали

TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES FOR MULTIOPERATIONAL MACHINING OF CHUCK TYPE PARTS ON VERTICAL MACHINE TOOLS

Assoc. Prof. PhD Lachezar STOEV

Summary: In the paper are presented and analyzed the technological possibilities, arrangements and design parameters of selected representative multioperational machines for processing of chuck type parts with vertical axis of rotation. The advantages of multioperational machining are given as well as the sequence of turning and grinding at one fixing of typical chuck type parts hardened gears.