

ТЕМА 8. ПРОТЯЖКИ

Протяжките са инструменти, осигуряващи 3...10 пъти по-голяма производителност и десетки пъти по-голяма трайност от другите инструменти, които могат да обработват повърхнини с аналогична точност (7...9 степен) и грапавост ($Ra = 0,32...2,5 \mu m$). Те работят с ниска скорост на рязане (1...25 m/min), а производителността им се дължи на съвпадането на посоката движението на рязане с това на формообразуване. Високите точност и гладкост се дължат на тънките и равномерни стружки, снемани от всеки зъб, чиято дебелина е независима снеманата прибавка. Протяжките разрешават съвместяването на няколко прехода – груб, чист и фин в един.

Таблица 8.1. Сравнителни показатели на методите за обработване на отвори

Метод на обработване	Степен на точност	Грапавост $Ra, \mu m$	Производителност на метода %	Себестойност на метода %
Обработване чрез рязане				
Зенкерование	9-11	2,5-10	59	130
Разстъргване	8-9	1,25-5	24	160
Чисто разстъргване	6-7	0,32-2,5	29	180
Райберование	7-9	0,32-2,5	30	280
Протегляне	7-9	0,32-2,5	100	100
Шлифование	6-7	0,17-0,63	18	300
Хонинговане	6-7	0,08-0,32	25	210
Обработване чрез пластично деформиране				
Протяжки	6-7	0,08-0,16	100	100
Дорноване				
- с ролки	6-7	0,08-0,16	25	140
- със сачми	7	0,08-0,16	20	160

Протяжките са сложни и скъпи специални инструменти, предназначени за едросерийно и масово производство. Те се проектират за обработвани повърхнини от конкретен материал, с конкретна форма, размери, прибавка и осигуряват определени точност и грапавост. В общият курс “Металорежещи инструменти” са разгледани някои основни видове. Тук се разглеждат протяжки, работещи с различни кинематични схеми, за обработване на външни повърхнини и с приложение на материали с повишени експлоатационни възможности.

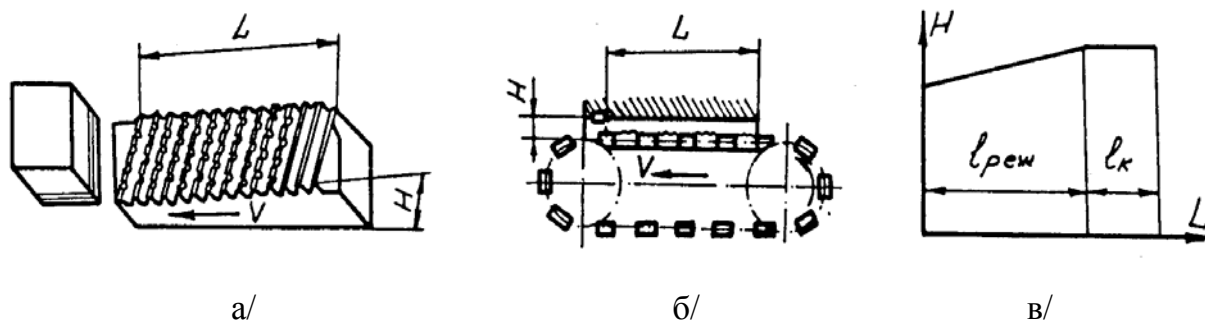
1. Протяжки, работещи с различни кинематични схеми

1.1. Протяжки, работещи по първа кинематична схема

Протяжките работещи по първа кинематична схема имат едно праволинейно формообразуващо движение на рязане относно заготовката, обикновено извършвано от инструмента. Те работят на хоризонтални или вертикални машини. Първият случай е по-често срещан и по-универсален. При него машината е по-евтина, а използването е целесъобразно при променлива номенклатура, но се ангажира по-голяма производствена площ, инструментът и заготовката се сменят ръчно, процесът на рязане по-трудно се автоматизира.

Протяжките, работещи с вертикално движение на рязане имат и задна захващаща част, оразмерена да носи собственото тегло при обратния ход, подобро охлаждане, по-равномерно износване и по-добра точност поради липса на влияние на собствената маса върху формата и размерите на обработената повърхнина. Захващането им в машината е опростено, обратният ход и захващането на заготовката по-лесно се автоматизират, но машините са с голяма височина, с каквато цеховете не винаги разполагат.

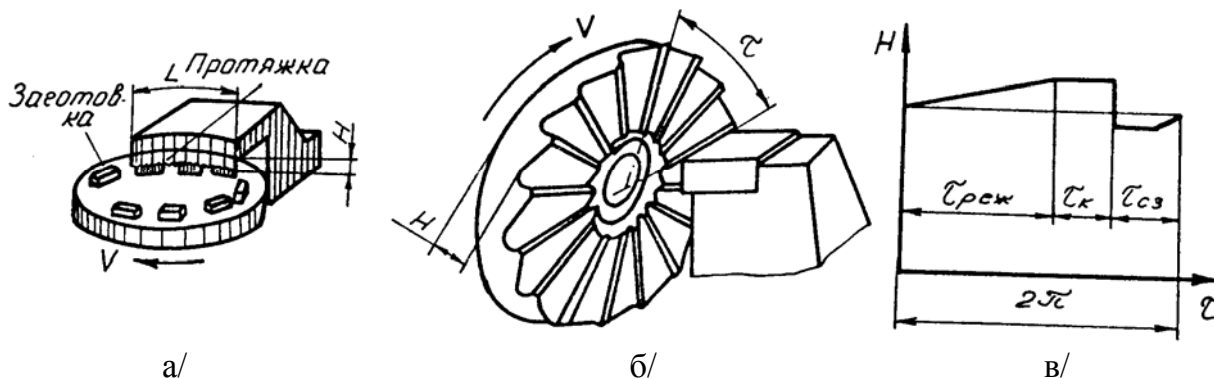
На фиг. 8.1.а е показана схема на прекъснато, а на фиг. 8.1.б на непрекъснато протегляне с протяжка за обработване на външна повърхнина, работеща по първа кинематична схема. Технологичната схема (фиг. 8.1.б) се характеризира с липса на спомагателно време за обратен ход и смяна на заготовките, а машинните времена за обработване на няколко заготовки, намиращи се едновременно в контакт с инструмента, се препокриват. Производителността по тази схема е 5...10 пъти по-голяма при същата скорост на рязане и подем на зъб, но е необходима специална протяжна машина вместо стандартната. Изменението на височината на зъбите по дължина на работната част и за двете схеми е идентично – режещи зъби с увеличаващ се размер H и калибровачи зъби с еднаква височина (фиг. 8.1.в).



Фиг. 8.1. Протяжки, работещи по първа кинематична схема

1.2. Протяжки, работещи по трета кинематична схема

На фиг. 8.2 са показани протяжки с въртливо главно движение. Във варианта а/ то се извършва от заготовката, а във варианта б/ - от протяжката. Целият цикъл на обработката (установяване, рязане, калиброване, освобождаване) се извършва за едно завъртане на масата на машината, съответно на инструмента. Процесът може лесно да се автоматизира, производителността е много по-голяма поради непрекъснатият характер на рязането. Точността и грапаостта на обработената повърхнина са много по-добри от тези на алтернативните обработки (пр. челно фрезование, последвано от шлифование), обслужването е много просто.



Фиг. 8.2. Протяжки, работещи по трета кинематична схема

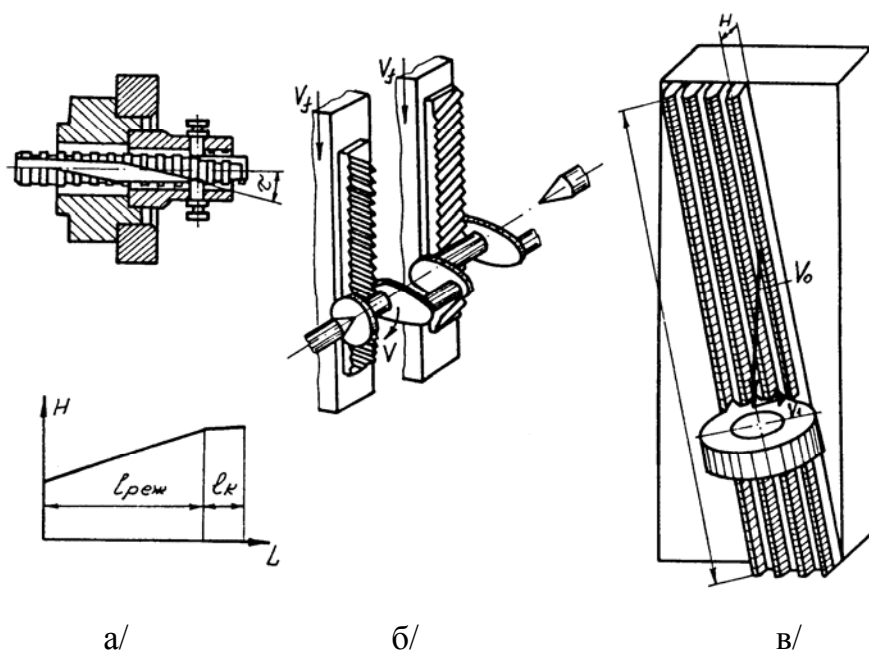
Качеството на обработената повърхнина съответства на това при шлифване, но производителността и размерната трайност са много по-високи. Изменението на височината на зъбите по дължина на работната част в зависимост от ъгловия параметър τ на дясната протяжка е показано на фиг. 8.2.в.

1.3. Протяжки, работещи по четвърта кинематична схема

Това са протяжки за обработване на винтови повърхнини (фиг. 8.3.а), на ротационни повърхнини (фиг. 8.3.б) и на повърхнини с двойна кривина (фиг. 8.3.в). Винтовото относително движение, извършвано обикновено от инструмента, се състои от две елементарни движения – въртеливо и постъпателно. При голям ъгъл между оста и образуващата на винтовата линия – над 80° , инструментът може да работи чрез принудително въртене и самоподаване по оста (пр. при резбонарязващи прошивки). При малък ъгъл на подема на винтовата линия – до 10° протяжката може да работи чрез принудително осово подаване чрез натиск или опън и самовъртене. В останалите случаи винтовото движение се осигурява от копири, зъбни механизми и др., осигуряващи необходимото равенство на подема на винтовата линия на инструмента с тази на формообразиващото движение, като и двете съставки на винтовото движение са принудително осъществявани.

На фиг. 8.3.б. е показана протяжка за обработване на пръстеновидни ротационни повърхнини с праволинейна или криволинейна образуваща. Всеки от зъбите на протяжката работи като тангенциален профилен нож, снемаш материал с дебелина равна на подема на зъб. По производителност, трайност и качество на обработената повърхнина методът дава възможност операциите струговане и шлифване да се заменят с една много по-ефективна.

В последно време се разширява употребата на протяжки за обработване на повърхнини с двойна кривина, каквито са зъбите на зъбните колела. На фиг. 8.3.в е показана схема за протегляне зъбите на цилиндрични зъбни колела по метода на центроидното обхождане. Инструментът представлява комплект от наклонени гребени с формата на производящия гребен, като отделните последователни зъби имат нарастващи размери.



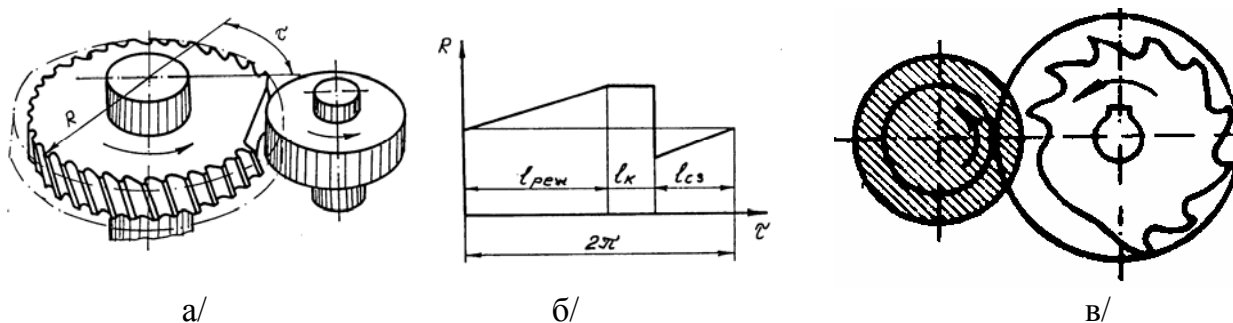
Фиг. 8.3. Протяжки, работещи по четвърта кинематична схема

Движението на рязане на фиг. 8.3.в е постъпателното движение на гребена със скорост V_0 . Заготовката е установена така, че зъбите и да сключват определен ъгъл с направлението на гребените. Въртеливото и постъпателното движения са принудителни и съгласувани така, че центроидната окръжност на колелото да се търкаля по центроидната права на инструмента без приплъзване. Това се постига, като съставляващата на V_f в челната равнина на заготовката е равна на периферната скорост на въртене V_1 , измервана по центроидната и окръжност. За да могат да се нарежат зъбите на колела със средни и големи модули е необходимо инструментът да има големи дължина и ширина (заготовката работи едновременно с няколко съседни гребена).

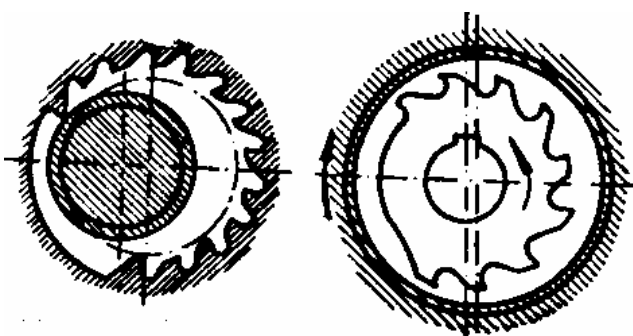
Този инструмент притежава големи производителност и трайност и осигурява високо качество на нарязаните зъби. Прилагането му може да направи излишна операцията шевинговане. Инструментът е универсален по отношение на колелата от определен модул и профилен ъгъл – осигурява точен еволвентен профил на колелата с различен брой на зъбите.

1.4. Протяжки, работещи по пета кинематична схема

На фиг. 8.4.а е показана заготовка с ротационна форма, обработвана с ротационна протяжка. Скоростта на рязане е периферната скорост на въртеливото движение на заготовката. Зъбите от режещата част на инструмента са разположени върху спирала, върховете на съседните зъби са разположени върху различни радиуси, като разликата им, отнесена за два съседни зъба образува подема на зъб. Протяжката работи с малка кръгова подавателна скорост, като всеки зъб сменя тънки стружки. Схемата на промяната на радиусите, по които са разположени размерите на зъбите на ротационната протяжка е показана на фиг. 8.4.б. На фиг. 8.4.в е показана спирална протяжка за обработване на пръстеновидни ротационни външи профили.



Фиг. 8.4. Спирална протяжка а/ параметри б/ схема $R=f(\alpha)$ в/схема



Фиг. 8.5. Ротационни протяжка с вътрешен и с външен контакт със заготовката

Спиралните протяжки могат да имат външни или вътрешни зъби и да обработват заготовки с права или профилна образуваща. При обработване на външни повърхнини могат да се използват протяжки с вътрешни зъби, режещата част на които е разположена по окръжност, а не по спирала. Те са по-технологични от спиралните. Подемът на зъб при тях се получава при изместването на осите на заготовката и инструмента (фиг. 8.5 ляво).

При такава схема се реализира по-голяма дължина на контакта инструмент-заготовка, по-голям брой едновременно режещи зъби и по-голяма производителност в сравнение със спиралните протяжки.

2. Протяжки за външни повърхнини

2.1. Особенности на условията на рязане и конструкциите.

Протяжки за външни повърхнини обикновено се използват за обработване на равнини, вдлъбнати или изпъкнали профили върху равнини. Особеностите на конструкцията и експлоатацията им се изразяват в следното:

- протеглят се големи прибавки, често неравномерни, с твърди силикатни включения, леярски кори и др., които силно влошават условията на работа на първия зъб;

- наличие на свободно място за непрекъснато странично отвеждане на стружките по време на рязане и отпадането на ограничителното условие целия обем на стружките да се побира в междузъбието на инструмента;

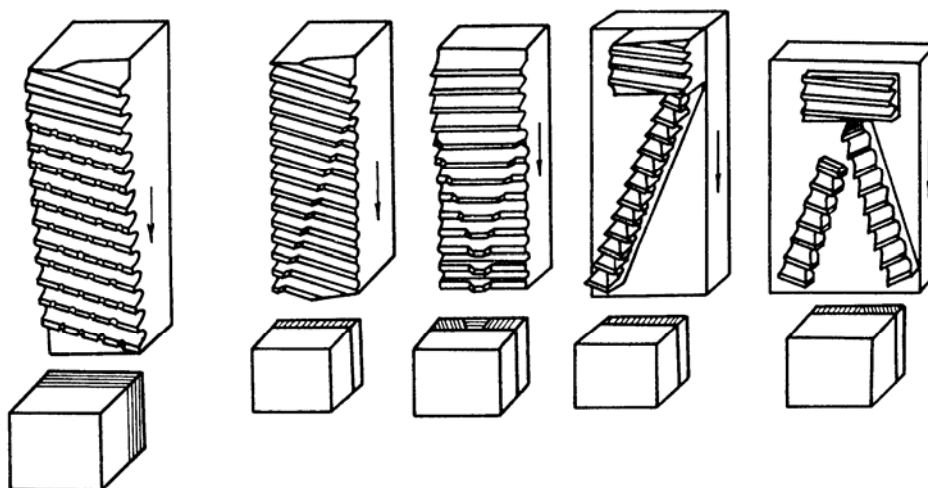
- поемане функциите на захващащата част, предната и задна направляващи от елементи извън инструмента, при което от инструментален материал се изработват само режещата и калибровача части;

- за осигуряване на плавно рязане, подобро стружкоотвеждане и намалена стъпка на зъбите, независеща от подема на зъб и дължината на обработената повърхнина, зъбите се правят наклонени под ъгъл от 10° до 30° ;

- много често се използват генераторни и групови схеми за изрязване на прибавките (фиг. 8.6), използват се значително по-големи подеми на зъб;

- обикновено протяжките са сглобяеми, изработени от високоефективни режещи материали, с възможности за регулиране на размерите и единична смяна на износени или счупени зъби или секции.

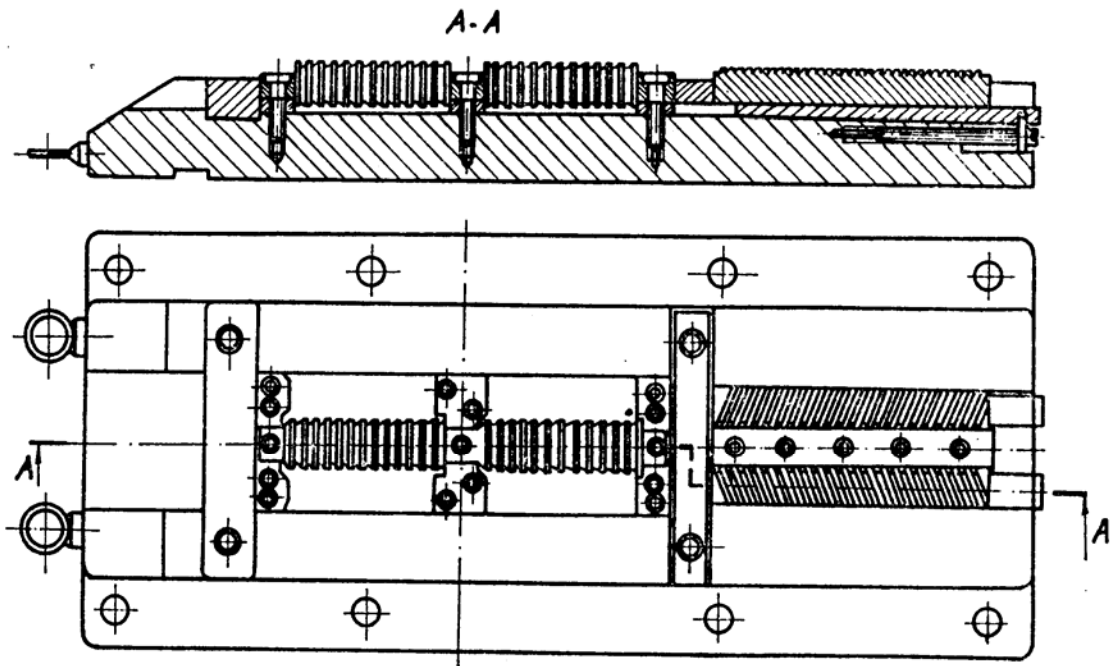
- поради по-малката височина на зъбите те са с по-голяма якост и могат да се използват по-големи предни и задни ъгли.



Фиг. 8.6. Протяжки за външни повърхнини, изрязващи прибавката по различни схеми

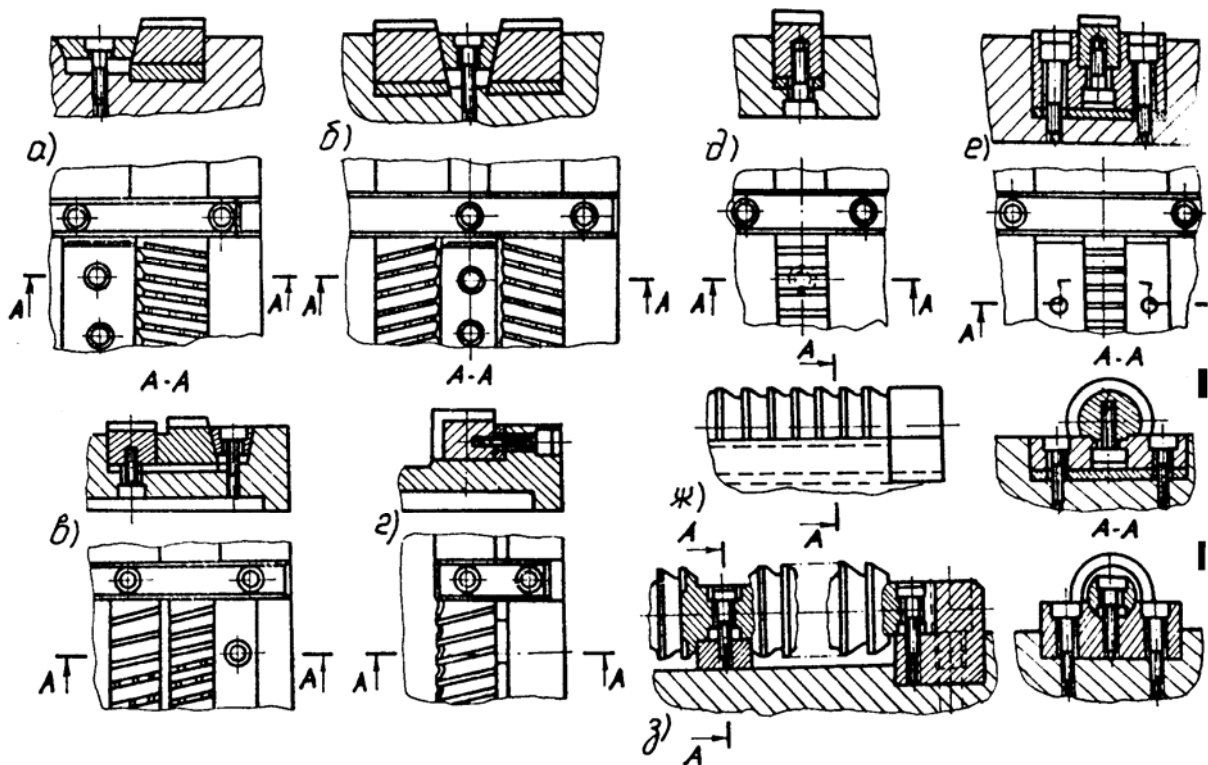
2.2. Конструктивни елементи на протяжките за външни повърхнини

Протяжките за външни повърхнини обикновено представляват плоча, която осигурява захващащите и направляващите повърхнини и съдържа елементи и повърхнини за регулиране размерите на работните части след презаточване (фиг. 8.7).



Фиг. 8.7. Сборна протяжка

Отделните работни части на протяжката са обособени като секции за протегляне на съответни повърхнини, които се включват в работа едновременно, последователно или по смесена схема. Така например при движение наляво първите две секции оформят в последователна схема една полукръгла повърхнина, а следващите две протеглят едновременно две равнини. Най-голяма производителност се реализира при едновременна работа на всички секции, но тогава е най-голямо натоварването на теглителния орган и е най-затруднено стружкоотвеждането, най-трудно се побират елементите за регулиране и закрепване.



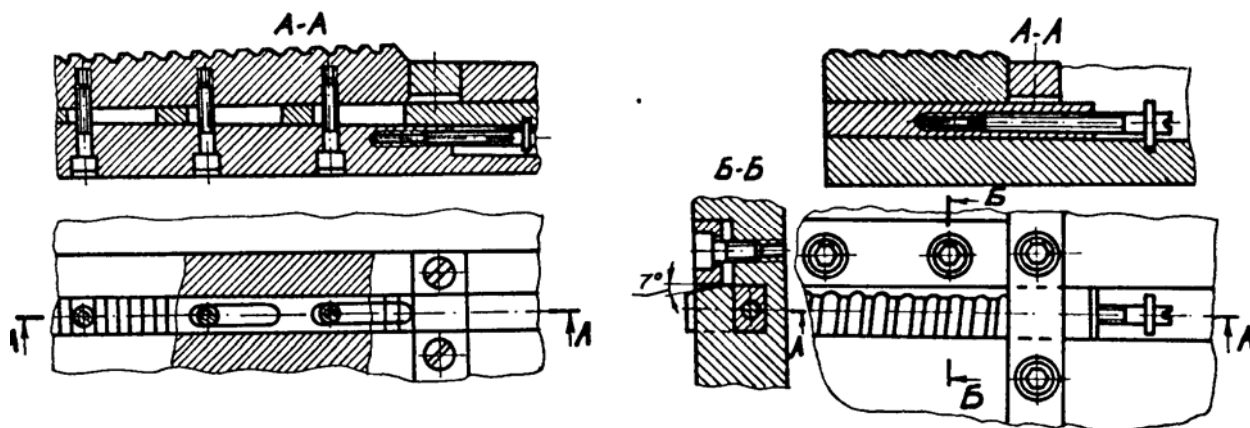
Фиг. 8.8. Схеми на закрепване на сборни протяжки

Закрепването на конструктивните елементи към тялото (обикновено с форма на плоча) се извършва с помощта на винтове и клинове. На фиг. 8.8 са показани най-употребяваните схеми за закрепване и регулиране на размерите. Най-компактна конструкция се получава при директното закрепване на секциите с винтове. При наличие на възможности те се разполагат извън зоната на зъбите (фиг. 8.8.г), под зъбите (фиг. 8.8.д) или комбинирано (фиг. 8.8.в). При достатъчно голяма стъпка на зъбите винтовете могат да се поставят в междузъбието (фиг. 8.8.з). Закрепването с винт под зъбите осигурява висока стабилност и якост, но изисква протяжката да се презаточва заедно с носещата плоча, която може да не се побира върху заточната машина. В този случай се използва носач с подложка, който се сменя съвместно със секцията чрез развиване на страничните винтове (фиг. 8.8.е).

Закрепването на работната част с клин и винт е подходящо за протяжки с голяма дължина и малко сечение, когато е затруднено директното закрепване с винт и е необходимо регулиране на разположението на секцията върху носещото тяло. Протяжката за полукръгъл профил на канала (фиг. 8.8.з) включва кръгли секции, базирани по цилиндрични шийки и закрепени с винтове. След износване на зъбите от полупрофила тя може да се завърти на 180° и да се изплъзва и втората и страна преди презаточване. Това решение е подходящо за по-големи радиуси на профила. При малки радиуси е по-подходящо и стабилно закрепването (фиг. 8.8.ж), характерно с правоъгълен издатък в долния край.

Регулирането на секциите по височина за компенсиране на размерите след презаточване се извършва чрез плоски подложки, осигуряващи степенно регулиране (фиг. 8.8.а,б,д,е) или клинови подложки, осигуряващи безстепенно регулиране по височина (фиг. 8.9).

Протяжките се фиксират срещу преместване в направлението на движение с призматични упори, поместени в напречен канал на тялото и закрепени към него с винтове (фиг. 8.9), а при недосиг на място – с щифтове.



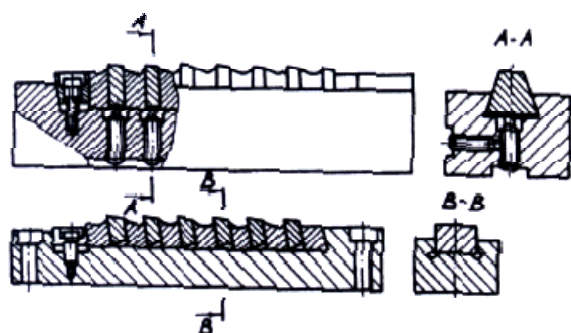
Фиг. 8.9. Фиксиране и регулиране на работните секции с клинове

3. Протяжки с металокерамични зъби

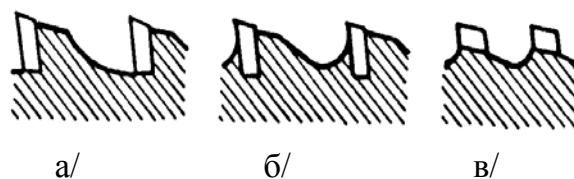
Използването на металокерамика за режещите, калибровачни и уплътняващи зъби води до увеличаване трайността на протяжките 30...50 пъти, дава възможност за обработване на заготовки с по-голяма твърдост, както и за увеличаване скоростта на рязане до 25-50 m/min.

При размери на напречното сечение под 10...12 mm металокерамичните протяжки се правят монолитни, а при по-големите размери – със споени или

механично закрепени гребени или отделни зъби. На фиг. 8.10 е показана протяжка с работна секция, съдържаща споени металокерамични зъби.



Фиг. 8.10. Протяжка с металокерамични секции



а/ полуоткрити б/ закрити в/ открити
Фиг. 8.11. Металокерамични зъби, споени поединично в гнезда

Поради сложното напрегнато състояние, предизвикано от вътрешни напрежения, след спояването се използват различни видове канали за вместване на режещите зъби:

- полуоткрити канали за спояване по две повърхнини (фиг. 8.11.а) при рязане на крехки материали с чупеща се стружка;
- полузакрити канали за спояване по три повърхнини (фиг. 8.11.б), осигуряващи по-надеждно закрепване, използвани при силно натоварени инструменти;
- открито спояване по една повърхнина (фиг. 8.11.в) за протяжки с малка стъпка и малко силово натоварване.

На фиг. 8.12 е показана режещо-изглаждаща протяжка с механично закрепени металокерамични зъби. Поради по-малката якост на материала преходът между задната и предната повърхнини се оформя с фаски или по-малки предни ъгли от тези на зъбите от бързорежеща стомана.

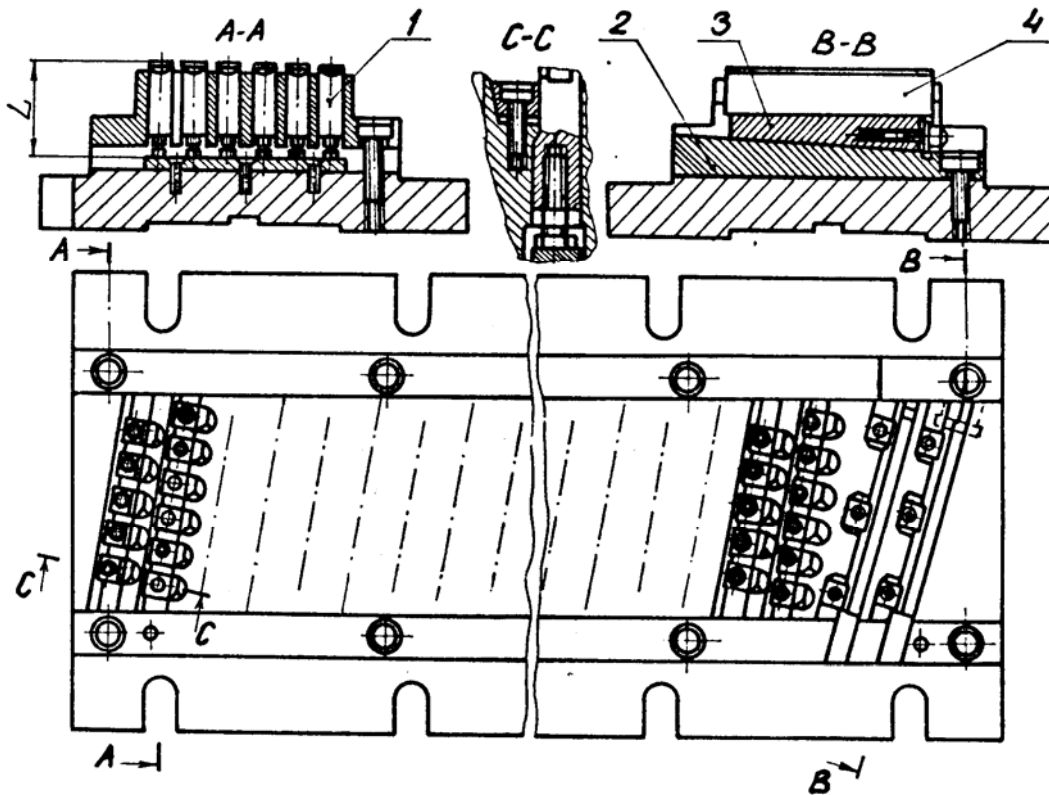


Фиг. 8.12. Протяжка с механично закрепени зъби от металокерамика

Основният недостатък на протяжките – прекалената специализация за дадените условия на работа може да бъде преодолян при обработване на външни повърхнини чрез използване на сглобяеми конструкции с регулируем подем на зъб. На фиг. 8.13. е показана протяжка, зъбите на която са образувани от набор металорежещи ножове 1 със сменяеми непрезаточващи се металокерамични пластини. Тяхната височина се регулира чрез винтова двойка в задната част, като размерите се настройват извън машината. Върху плочата на носача е установена клинова плоча 2, разликата във височината на която е по-голяма от прибавката. Ножовете, образувачи всеки зъб се установяват върху клин 3, като отделните поредни клинове се различават по височина с подема на зъб. Протяжката може да се регулира за работа с различни схеми за изрязване на профила. Предимствата на такава конструкция са:

- възможност за единична смяна на счупен нож;
- реализиране на групово схема за изрязване на прибавката от наредените в шахматен ред ножове;
- възможности за реализиране на различни подеми на зъб и дължини на режещата част, с което се уплътняват максимално възможностите на машината по мощност и сила;

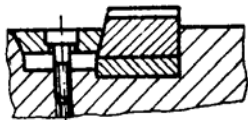
- добро стружкочупене и стружкоформиране поради използване на групова схема на рязане;
- възможност за използване на евтини и производителни стандартни пластини и металорежещи ножове с подходяща геометрия, материал и покрития;
- максимална производителност, трайност и надеждност.



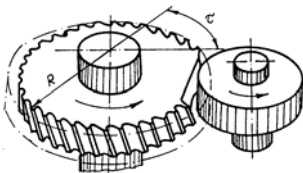
Фиг. 8.13. Протяжка с регулируеми зъби - ножове със сменяеми пластини

КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Какви операции може да се заменят чрез използване на протяжки по трета кинематична схема ?
2. Какви са особеностите на протяжките за обработване на външни повърхнини?



3. По коя повърхнина ще се презаточат зъбите на секцията на протяжката и как ще се регулира височината на протегляния профил след презаточване?



4. Напишете зависимостта на скоростта на рязане v_c при ротационното протегляне на заготовката с радиус r от протяжката с радиус R при честоти на въртене на заготовката n_z и на протяжката $n_{п}$:

5. Какви са предимствата и недостатъците при използване на протяжките показани на фиг. 8.1.б и 8.2.б?

6. Какви са методите на регулиране и закрепване на зъбите на сглобяемите протяжки? Обяснете с помощта на фигурите.

7. Какви са особеностите при експлоатация и конструкцията на първия зъб на протяжките за обработване на външни повърхнини?

8. Докажете че протеглянето на отвор с диаметър 20 мм и дължина 30 мм със скорост 5 м/мин с протяжка при дължина на работния ход на протяжката 500 мм е по-производително от разстъргването му със скорост 200 м/мин, подаване 0,2 мин⁻¹ като пресметнете основните времена за протегляне и разстъгване.

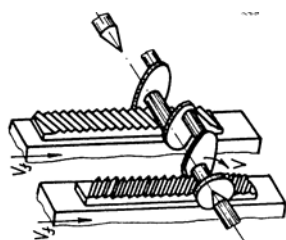
9. Какви са предимствата на протяжката от фиг. 8.13 в сравнение с тези от фиг. 8.6?

10. Какви са принципът на действие и предимствата на протяжката от фиг. 8.6.в в сравнение с протяжките, обработващи зъбно колело по първа кинематична схема?

11. Обяснете как се извършва закрепването и презаточването на протяжките от фиг. 8.8.ж и 8.8.з. Какви са технологичните и експлоатационни предимства на всяка от двете конструкции?

12. Какви са предимствата и недостатъците на протяжките с режеща част от металокерамика?

13. Формата и размерите на зъбите на секция от протяжка за протегляне на зъбно колело с модул m , z зъба и профилен ъгъл α по четвърта кинематична схема (фиг. 8.3.в) зависи едновременно от: а/ m и z б/ m и α в/ z и α



14. Предимствата и недостатъците на показаното протегляне пред струговането и шлифоването на лагерните шийки на колянвия вал са:

15. Протяжките от металокерамика в сравнение с тези от бързорежеща стомана имат:

- а/ по-големи предни ъгли б/ по-големи задни ъгли
в/ по-малки предни ъгли