

## ТЕМА 14. ОКАЧЕСТВЯВАНЕ, ИЗПИТВАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИНСТРУМЕНТИТЕ

### 1. Основни понятия, свързани с работоспособността на инструментите

Производителността, качеството и себестойността на механичната обработка зависят в най-голяма степен от възможностите на режещите инструменти, които непосредствено формират обработената повърхнина. Процесите на тяхното износване и разрушаване имат случаен (стохастичен) характер, поради което всички оценки, свързани с трайност, сили, температури и т.н. се определят с апарата на математическата статистика.

**Работоспособността** на режещите инструменти се изразява с възможността им да работят с определена *производителност*, осигурявайки определеното *качество* на обработената повърхнина. Това свойство е основна експлоатационна характеристика на режещите инструменти.

**Надеждността** на режещите инструменти е свойството им да реализират работоспособността си в определен интервал от време. Надеждността на машините и инструментите, предвидена при тяхното проектиране и производство се нарича *техническа надеждност*, а установената в процеса на експлоатацията им – *експлоатационна надеждност*.

Показателите на надеждност на режещите инструменти са безотказност, ремонтпригодност, съхраняемост и дълговечност.

Проблемите на надеждността на изделията са предмет на дисциплината “Теория на надеждността” и стандарт, основните положения, на които, отнесени към режещите инструменти се разглеждат в тази тема.

**Безотказността** е свойството на инструмента да съхрани работоспособността си в определени експлоатационни условия.

*Отказът* е събитие, отразяващо пълна или частична загуба на работоспособност. Той може да бъде *частичен* – инструментът загубва една от функциите си или *пълен* – загубва всичките си функции. Пример за частичен отказ е загубването на размерна точност на нож, струговащ заготовка с допусково поле на диаметралния размер 0,02 mm. След радиално износване 0,01 mm заготовката излиза извън предписаната точност, а по останалите показатели (трайност, якост, грапавост на обработената повърхнина, стойност на износването и др.) ножът е работоспособен още дълго време.

Според времето за проявяването му отказът може да бъде *постепенен* (пр. износване) или *внезапен* (пр. счупване).

Според целесъобразността на отстраняването им отказите биват *отстраними* и *неотстраними*. В горния случай загубата на точност е отстраним отказ, изискващ поднастройване на инструмента на размер в направление нормално на обработената повърхнина. Износването, предизвикващо влошаване на грапавостта на обработената повърхнина и увеличаване силите на рязане може да бъде отстраним отказ, изискващ презаточване на презаточваемите инструменти или неотстраним, ако ресурсът за презаточване е изчерпан. Счупването на зъба на фреза е пълен неотстраним отказ, но ако той в рамките на определена фирма може да се възстанови чрез наваряване и това е икономически оправдано, отказът е пълен, отстраним.

*Разрушаването* е неотстраним отказ, свързан с нарушаване на геометричните и якостни параметри на инструмента.

Безотказността се изразява със способността на инструментите да не допускат

откази. Основна нейна характеристика е *вероятността за безотказна работа*  $P(i)$  – вероятност в % по време на експлоатацията на еднотипни инструменти при определени условия в течение на определено време да не се прояви нито един отказ. Тя има стойности от 0 до 100%.

**Ремонтопригодността** е свойство на техниката да позволява бързо предупреждение, установяване и отстраняване на неизправностите чрез техническо обслужване или ремонт. Тя се изразява чрез вероятността работоспособното състояние да се възстанови за време не по-голямо от предвиденото време за възстановяване  $T_v$ .

Машиностроителните обекти са ремонтируеми. При експлоатацията им последователно се редуват фазите: предупреждение за настъпване на времето, бройките детайли или гранично състояние, изискващо ремонт; ремонт или подмяна на елемент, възел или устройство; регулиране на системата след извършения ремонт.

Ремонтопригодността се оценява чрез технологичността на ремонта и съдържанието на техническото обслужване. *Ремонтът* е комплекс от работи за възстановяване работоспособността на инструментите.

Под *технологичност на ремонта* се разбира свойството на конструкцията и съставните и възли и детайли да позволява ремонтни работи за възстановяване на работоспособността (пр. за електрическата крушка ремонт не се допуска). *Техническото обслужване* е комплекс от дейности за поддържане изправността и работоспособността на оборудването при работа, транспортиране, монтаж и съхранение.

Основен комплексен показател на ремонтнопригодността е *времето за възстановяване*  $T_v$ . При брой на отказите  $W$  и време за отстраняване на всеки от тях  $t_{ei}$ , времето за възстановяване е

$$T_v = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^w t_{ei} .$$

**Дълговечност** е свойство на инструмента дълго време да запази работоспособността си в определени експлоатационни условия. Тя се характеризира с времето на експлоатация, с броя на циклите на функциониране или с обема на работа (обем снети стружки, обработена площ или брой заготовки). При инструментите, особено за автоматизирано производство, се разграничават периоди на функциониране до загуба на точност на обработената повърхнина и *поднастройване, до презаточване* (до смяна на режещия ръб) или за *пълния ресурс на експлоатация*, включващ горните периоди и различни видове възстановявания на работоспособността. Дълговечността е различна за различните елементи на системата „режещ инструмент“, когато той не е монолитен, а различните елементи имат различен ресурс, примерно едно тяло на фреза може да има ресурс 300 пъти по-голям от този на режещия ръб.

Измерител на дълготрайността е *техническият ресурс*  $R$ , измерващ се в чисто време за работа за пълния срок на използване на инструмента  $T_p$ , количество произведена продукция, изминато разстояние и др. по формулата

$$R = T_p s ,$$

където  $s$  е броят на възможните ремонти до достигане на пределно състояние.

**Параметричната дълготрайност** се определя чрез стойността на някой от параметрите на инструмента. Примерно за фреза със сменяеми режещи пластини,

разположени в регулируеми касети параметърът „биене на режещите ръбове” може да се отсрани чрез настройване с измервателен часовник. Тази дълготрайност няма нищо общо с *функционалната*, която изисква възможност за реализиране на работоспособността.

Определянето на граничното състояние на инструмента се влияе съществено от физическата трайност, моралното остаряване и икономическата целесъобразност.

*Физическата трайност* на инструмента или елементите му се изразява с продължителността на работа до основен ремонт, гранично състояние или бракуване.

*Моралното остаряване* е възможно да настъпи при функционално годни инструменти, станали неконкурентноспособни, неотговарящи на порасналите изисквания за качество, удобство на обслужването, управлението, безопасността за хората или околната среда и др.

*Икономическата целесъобразност* се оценява чрез отражението на променената работоспособност на ремонтираните инструменти (наварени, отлети от остатъчна инструментална стомана и др.) и отражението и върху технологичната себестойност на операциите в сравнение с бракуването им и използване на нови инструменти.

## 2. Окачествяване на инструментите

Времето, през което се създават и използват режещите инструменти може да се раздели на отделни етапи: проектиране, производство, експлоатация, възстановяване, експлоатация, възстановяване и т.н....бракуване. Преминаването от един етап към друг е съпроводено с междинни окачествявания и изпитания.

Управлението на основното състояние на режещите инструменти – “експлоатация” изисква набиране на необходимата информация за входно – изходните връзки на отделните състояния – действащите входни и специфични фактори. Входните фактори са контролируеми, измерими фактори, чиято промяна влияе на изходния параметър (пр. промяната на подаването води до промяна на трайността и силите на рязане). Специфичните фактори влияят на изходния параметър, но не се променят в рамките на изследването (вид и метод на охлаждането, геометрични параметри, които не се променят, независимо че варират около определена стойност, двойка материали, независимо, че стойностите на техните „постоянни” параметри варират и т.н.).

*Окачествяване на инструментите* включва измерване на входните и специфични фактори, обработка на резултатите, сравнение с гранични стойности и заключение за годност без инструментите да работят. Например при изходящият контрол на етапа „производство” инструментите се окачествяват относно изпълнението на заложените в конструкторивната документация фактори: линейни и ъглови размери, взаимно разположение на повърхнините, твърдости, покрития, материал, маркировки, изисквания към външния вид и т.н.

*Изпитването на инструментите* включва реално или моделно рязане, въз основа на което се дава заключение за годност според реализираните съчетания на входните, специфичните фактори и изходните параметри (производителност, качество, себестойност, трайност и др.), без да се търси функционална връзка между тях. Констатира се наличие на работоспособност при определени условия (режими, вид и дебит на мажещо охлаждащите среди и др.).

*Изследването на режещите инструменти*, чрез реално или моделно рязане цели установяването на количествени връзки на изходните параметри от входните и специфичните фактори. Математическата и методична същност на този процес се

изучава в отделна дисциплина. Примерно изследването дава възможност чрез провеждането на няколко опита да се изведат стойности за коефициентите  $K_1, x_c, y_c, z_c$  и  $K_m$ , за да може да се изчислява силата на рязане за всички възможни съчетания на диапазона на изменение на режимните фактори, видове на обработка и обработвани материали, за които е проведено изследването по формулата

$$F_c = \frac{K_1 a_p^{x_c} f_n^{y_c} K_m}{v_c^{z_c}}.$$

**Оптимизирането** на конструктивните и експлоатационни параметри на инструментите по начин, позволяващ подобряване на изходните параметри и превръщане на режещите инструменти в такива с най-добрите възможни експлоатационни показатели, е завършваща фаза на изследването и е част от постоянната работа по тяхното усъвършенстване. То се извършва по зададен параметър на оптимизация (производителност, себестойност и др.) или едновременно по няколко оптимизационни параметъра (многокритериално) при наличие на реални физически ограничения (якост, допустими сили и мощност, минимална трайност, минимална производителност и т.н.).

Изходните параметри на фазата “изработване на режещи инструменти” съвпадат с входните фактори на експлоатацията им и са заложи в конструктивната документация, нормализационните и стандартизационни документи.

## 2.1. Окачествяване на инструментите

За да бъдат работоспособни инструментите, т.е. годни за експлоатация, е необходимо изходните параметри на предходния етап (производство) да удовлетворяват изискванията на конструкторската документация - точност на размерите и взаимното разположение на повърхнините, грапавости, твърдост, структура и т.н.

Окачествяването на режещи инструменти след производство са три вида: атестиране, статистически контрол на качеството и изпитване за функционална годност.

### Атестиране на режещите инструменти

Атестирането на режещите инструменти е окачествяване, представляващо сравняване чрез измерване на всички конкретни параметри, характеризиращи състоянието на инструмента със съответните стойности, заложи във входните параметри (конструкторската документация, нормалите, стандартите и условията, договорени между производителя и потребителя на инструменти). Въз основа на резултатите от атестирането се дава оценка за качеството на инструмента и се взема решение за приемането му, връщане за ремонт или бракуване. То се прилага за уникални и скъпи инструменти (щанци, шампи, пресформи, протяжки, скъпи зъбонарезни и др), произвеждани в единични бройки или малки серии.

Атестирането се извършва в края на производствения процес чрез провеждане на параметрични измервания от органите за технически контрол на производителя с методики и технически средства, изучавани в дисциплината “Метрология и измервателна техника”, изучавана от всички машинни инженери. Измерват се всички параметри, за резултатите от които се оформя за всеки инструмент индивидуален протокол - **сертификат**, съдържащ нормативните и измерените стойности по всеки параметър и окончателното решение за годност. Аналогична процедура може да

извърши потребителя на инструменти преди началото на производствения процес, в резултат на която може да оспори годността на закупените инструменти.

### Статистически контрол на качеството на режещите инструменти

Статистическият контрол е окачествяване, което се прилага за големи партии, включващи стотици и хиляди инструменти (свредла, листове за ножовки, пластини за режещи инструменти и др.). По икономически съображения се контролират не целите партии, а определени извадки от тях, при което не се гарантира абсолютно, а статистически, че ако всички измерени инструменти от извадката са годни, това се отнася и за партидата. Статистическият контрол не гарантира качеството на отделния инструмент, а процента на годните инструменти в партидата.

Статистическият контрол на качеството на продукцията бива *текущ* и *приемателен*. Текущият статистически контрол дава възможност да се следят измененията, които потенциално могат да доведат до увеличаване на брака. Той се основава на специално разработени контролни карти, резултатите от текущата обработка на които дават възможности за своевременна намеса в производствения цикъл с цел намаляване на брака.

Приемателният статистически контрол служи за проверка на случайно подбрани изделия от завършена партида. Той помага за определяне качеството на продукцията (количеството на брака) и дава възможности за сортиране на партидата с цел осигуряване на предварително зададения процент на брака.

Ако за всеки определен параметър са измерени стойности  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , (примерно диаметър на калибровачната част на райбер), могат да се пресметнат оценките на математическото очакване при проведени  $n$  измервания:

$$\text{- средноаретмитична стойност } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n};$$

$$\text{- оценка за разсейването } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}};$$

$$\text{- коефициент на вариация } v = \frac{s \cdot 100\%}{\bar{x}}.$$

С помощта на последния могат да се дадат качествени оценки за изменението на параметъра, пр: добро качество за  $v < 15\%$ , задоволително при  $15\% > v < 30\%$  и незадоволително при  $v > 30\%$ . Тази оценка не сравнява стойностите с допустимите отклонения, поради което не може да се използва за приемане на партида, а за оценка стабилността на технологичния процес.

При приемането на режещите инструменти в завода производител (като изходящ контрол) или в завода потребител (като входящ контрол) се извършват параметрични измервания, включващи проверки на външния вид на инструментите; на материала; на размерите и взаимното разположение на повърхнините; на качеството на термообработката. Приемателният статистически контрол може да бъде по количествен (измерим) или по качествен (неизмерим) признак.

В двустепенния приемателен статистически контрол се използват следните специфични понятия:

**Партида** – съвкупност от инструменти с еднакво наименование, едновременно представени за контрол. Тя може да не съвпада с производствената партида. Характеризира се с **обем на партидата**  $N$ .

**Извадката** с обем  $n$  представлява  $n$  произволно избрани инструменти от партидата с цел получаване на информация, по която да се съди за цялата партида.

**Признакът** е характеристика, служеща за класифициране на инструментите от партидата (диаметър, радиално биене, стъпка на резбата и др.). Тя може да е количествена (стойност на размер) или качествена (има ли маркировка, повърхностно антикорозионно покритие и др. или не).

**Дефектът** е доказано несъответствие на признака с изискванията на техническата документация. Според характера си дефектите могат да бъдат:

- **критични**, които могат да доведат до опасна ситуация за хората, оборудването или произвежданата продукция (спукване на абразивен диск);
- **значителни**, които могат да доведат до авария или намаляване работоспособността на инструмента (биене на фреза над определената норма);
- **незначителни**, които не водят до съществено влияние върху работоспособността на инструмента (повреда на маркировката).

**План за контрол на извадката** е правилото, позволяващо да се направи заключение за цялата партида въз основа на изследвания, проведени върху извадката. Приетият от стандарта план за двустепенен контрол позволява заключението за цялата партида да се направи въз основа на резултатите на не повече от две извадки от партидата.

**Допустима част на брака**  $P_\alpha$  показва действителната стойност на брака в партидата, при която планът за контрол осигурява нейното приемане или неприемане с определена вероятност. Съществуват таблици, показващи допустимата част на брака с вероятност  $P_\alpha = 0,65 \dots 10\%$  в бройки за партии от 20 до над 50 000 инструмента.

**Степен на проверката** е критерий, характеризиращ отношението между обемите на партидата и извадката. Съществуват **нормален, засилен и отслабен** контрол. Степента на контрол е свързана със стабилността на технологичния процес. При липса на друго договаряне в началото се приема нормален контрол. При неприемане на 2...5 последователно постъпващи партии, проверявани за първи път, се пристъпва към засилен контрол. При приемане на 5 последователно постъпващи партии, проверявани за първи път, се пристъпва от засилен към нормален контрол. Преминаването от нормален към отслабен контрол се извършва при едновременно изпълнение на следните условия:

- когато не е отхвърлена нито една от 10 последователни партии, преминаващи за първи път;
- при стабилен производствен процес;
- при общ брой на дефектните инструменти от извадките на предходните 10 или повече партии не по-голям от показания в таблицата за  $P_\alpha$  (табл. 14.1).

Преминаването от отслабен към нормален контрол става при изпълнение на едно от следните условия:

- отхвърлена е една партида;
- производственият процес е нестабилен;
- друго съображение.

**Таблица 14.1.** Гранични числа за отслабен контрол

Брой инструменти в извадките на 10 партиди	Допустима част на брака $P_\alpha$ , %						
	0,65	1	1,5	2,5	4	6,5	10
от 20 до 29	*	*	*	*	*	*	0
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
от 150 до 199	*	*	0	0	2	4	7
от 200 до 319	*	0	0	2	4	8	14
от 320 до 499	0	0	2	4	8	14	24
от 500 до 799	0	2	3	7	14	25	40
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
от 2000 до 3149	8	14	22	40	68	115	181

Със \* са отбелязани позициите, за които броят на инструментите от 10 последователни партиди не е достатъчен за даденото  $P_\alpha$ . В този случай за да се вземе решение, се обработват повече от 10 партиди.

**Ключова буква** е буквата, условно означаваща обема на извадката. В стандарта в зависимост от обема на партидата и степента на проверката се посочват ключови букви А...R (табл. 14.2).

**Табл. 14.2.** Определяне на ключовата буква на плана

Обем на партидата N	Степен на проверката		
	I	II	III
От 2 до 8	A	A	B
от 9 до 15	A	B	C
от 16 до 25	B	C	D
от 26 до 50	C	D	E
от 51 до 90	C	E	F
от 91 до 150	D	F	G
от 151 до 280	E	G	H
от 281 до 500	F	H	I
от 501 до 1200	G	I	K
от 1 201 до 3 200	H	K	L
от 3 201 до 10 000	I	L	M
от 10 001 до 35 000	K	M	N
от 35001 до 150 000	L	N	P
от 150 001 до 500 000	M	P	Q
Над 500 000	N	Q	R

**Квалификационни числа** – приемателно “с” и отхвърлящо “r” са числата, с които се сравнява броя на дефектните инструменти. Провежда се проверка с извадка  $n_1$  и при брой на дефектните инструменти по-малък или равен на  $c_1$  партидата се приема веднага, а при брой по-голям или равен на  $r_1$  – се отхвърля веднага. При брой на дефектните инструменти между  $c_1$  и  $r_1$  проверката се повтаря с втора извадка с обем  $n_1$ . При новия обем на извадката за двустепенен контрол  $2n_1$  приемащото число е  $c_2$ , а отхвърлящото  $r_2$  (табл. 14.3 – втория ред срещу същата буква). Подобни таблици съществуват и за засилен и отслабен контрол.

Стойностите за празните клетки срещу буквите А - Н се вземат от най-горните редове на съответната колона, а за букви L - R – от най-долните.

**Табл. 14.3.** Стойности на **c** и **r** при двустепенен нормален контрол

Буква	Извадка N	n	$\Sigma n$	Допустима част на брака $P_\alpha$ , %													
				0,65		1		1,5		2,5		4		6,5		10	
				c	r	c	r	c	r	c	r	c	r	c	r	c	r
F	1	13	13						0 2	0 3	1 4	2 5					
	2	13	26						1 2	3 4	4 5	6 7					
G	1	20	20						0 2	0 3	1 4	2 5	3 7				
	2	20	40						1 2	3 4	4 5	6 7	8 9				
H	1	32	32						0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9			
	2	32	64						1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13			
I	1	50	50	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11							
	2	50	100	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19							
K	1	80	80	0 3	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16							
	2	80	160	3 4	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27							
L	1	125	125	1 4	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16								
	2	125	250	4 5	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27								
M	1	315	315	2 5	3 7	5 9	7 11	11 16									
	2	315	630	6 7	8 9	12 13	18 19	26 27									
N	1	315	315	3 7	5 9	7 11	11 16										
	2	315	630	8 9	12 13	18 19	26 27										
P	1	315	315	5 9	7 11	11 16											
	2	315	630	12 13	18 19	26 27											
Q	1	315	315	7 11	11 16												
	2	315	630	18 19	26 27												

В клетките с ↓ се използва първия знак под стрелката, а в клетките с ↑ - първия знак над стрелката.

Окачествяването чрез двустепенен статистически контрол се извършва в следната последователност:

- в зависимост от обема на партидата и договорената степен на проверката се определя ключова буква;
- стойностите на приемащите и отхвърлящите числа се избират в зависимост от договорената допустима част на брака, ключовата буква и обема на извадката.

### 3. Стандартни изпитания на режещи инструменти

Стандартните изпитания имитират в голяма степен действителните условия на експлоатация на режещите инструменти. Същността им се състои в провеждане на функционално изпитване в работа според съответните стандарти "Методи за изпитване" на отделните видове инструменти. Положителните резултати доказват чрез краткотрайна експлоатация липсата на скрити дефекти, които не могат да се установят чрез параметричните измервания, както и наличие на конструктивни грешки, нарушаващи работоспособността на инструментите. При осигуряване на стандартните условия за експлоатация, описани по-долу, инструментите получават стандартно силово и температурно натоварване.

Ако изпитването не доведе до откази се приема, че инструментите имат нормална работоспособност (липсват дефекти, водещи до внезапни откази, дължащи се на неправилни термообработка, заточване, конструктивни грешки и др). Методите



за изпитване, описани в стандартите за отделните инструменти включват общи и специфични елементи.

Стандартните изпитвания се предшестват от проверка на външен оглед. Инструменти трябва да нямат счупвания, побитости, протекъл припой или неспоени участъци, недошлифовани части по режещите и базовите повърхнини, липсващи покрития и маркировки, незадоволителна твърдост и грапавост и т.н.

### **3.1. Общи етапи при изпитването на РИ**

#### ***Изисквания към обработвания материал***

Изпитванията на инструментите, предназначени за обработване на стомана се провеждат върху въглеродна стомана твърдост HB180 (примерно стомана 45). За редица инструменти се изисква предварително снемане на кората и окисния слой. Преди изпитване на някои инструменти като свредла заготовката трябва да е чисто обработена перпендикулярно на посоката на подаване. За инструментите за чисто обработване (райбери, протяжки, шевери) е регламентирана предварителната грапавост на обработената повърхнина и прибавката.

Инструментите, предназначени за обработване на чугун се изпитват върху сив чугун с определена якост и твърдост HB260. Протяжките като специални инструменти се изпитват върху конкретния материал, прибавка и състояние на обработваната повърхнина (за условията на операцията, за която са конструирани).

#### ***Изисквания към оборудването***

Машините, върху които се изпитват режещи инструменти трябва да отговарят на стандартните норми за точност. При изпитване на свредла, метчици, плашки, зенкери и райбери е необходимо да се осигури съсност на инструмента с предварително обработената повърхнина, пр. чрез самонагаждащи се патронници или машини с програмно управление, в чиито програми координатите на осите на отворите при пробиване съвпадат с координатите на осите на отворите при резбонарязване .

#### ***Мажещо охлаждащи среди***

Използването им е задължително за изпитване на режещи инструменти от инструментална стомана. В зависимост от вида, материала и размерите на инструмента са регламентираны вида и дебита на мажещо охлаждащите течности. За металокерамични и др. режещи инструменти изпитването е без охлаждане.

#### ***Режими на рязане***

За ножове в зависимост от напречното сечение, вида, инструменталния материал се избират стандартни дълбочина, подаване и скорост на рязане.

За свредла, зенкери и райбери в зависимост от вида, материала и диаметъра им се избират стандартни подаване, скорост, (прибавки) с които се обработват определен брой отвори с определена дължина.

При протяжки се избира само скорост на рязане  $v_c$  .

При фрезите в зависимост от вида, материала на режещата част и диаметъра се определят подаване  $f_z$ , скорост  $v_c$ , дълбочина  $a_p$  и дължината на фрезоване  $L$ .

При червячни фрези за еволвентни зъбни колела в зависимост от класа на точност, модула и вида на обработката (груба, чиста) се предписват  $v_c$  и подаването за едно завъртане на колелото  $f_n$  .

При зъбодълбачните колела в зависимост от класа на точност, модула и вида на обработката (груба, чиста) се предписват скоростта  $v_c$  и кръговото подаване за един двоен ход  $f_n$ .

При метчиците се нарязва заготовка с дължина 10 навивки, в зависимост от диаметъра се избират скоростта  $v_c$  и броя на нарязаните отвори  $z$ .

### ***Период на изпитване***

Времето на изпитване обикновено е 3...5 min рязане. Понякога то е предопределено от условията (режим, брой и дълбочина на обработените отвори). При зъбонарезните инструменти времето е много по-голямо, защото е необходимо пълно нарязване зъбите на една заготовка, при което се изпитват в работа всички ръбчета на всички зъбчета. При протяжките периодът на изпитване е много по-малък, за да няма излишен преразход на материал при голямата производителност на процеса. Протеглят се три отвора върху конкретния материал с конкретната прибавка и предварителна обработка. Принципът е при изпитването на всички инструменти да са работили определено минимално време пълните режещи ръбове на всички зъби.

### ***Специфични изисквания***

Специфичните изисквания осигуряват нормални условия за работа на различните инструменти. При свредлата е необходимо ръчно подвеждане до връзване на калибровачната част и симетричност на двете излизащи от каналите стружки. За зъбонарезните инструменти се регламентира броя на зъбите на заготовката, за челните и цилиндрични фрези се изисква плавност на фрезването и др., условия, посочени в стандартите "Технически изисквания" за съответните инструменти.

## **3.2. Оценка на състоянието на режещите инструменти след изпитването**

Оценката се състои в алтернативния отговор на въпроса "има ли настъпили недопустими изменения, видими с просто око"? Това могат да бъдат затъпявания, пукнатини, счупвания, изронвания и др. повреди. За някои чистови инструменти като райбери, протяжки, зъбонарезни и др. обработената повърхнина трябва да има определена грапавост, която може да се установи обективно чрез измерване.

Изпитването на пилите е удовлетворително, ако масата на изпилените стружки при дадени условия е не по-малка от определена стандартна стойност.

Моделното износване на абразивните инструменти се състои в имитиране на абразивното износване на диска чрез пясъкоструен метод. Износването се оценява по дълбочината на кратера, получен върху повърхнината на диска от пясъчна струя с определен дебит на пясъка и налягане на въздуха. Изпитването се провежда на специални стендове.

## **4. Нестандартни изпитания на режещите инструменти**

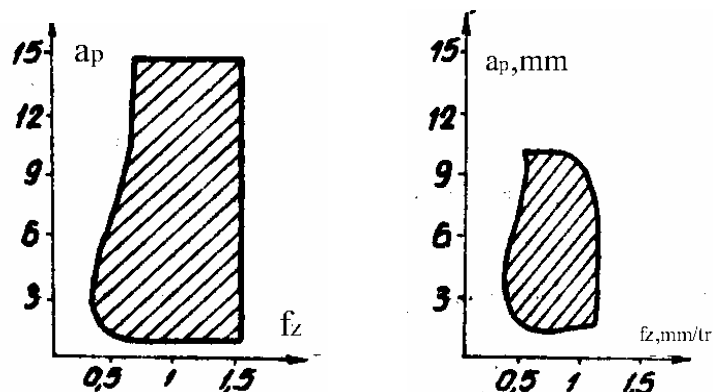
### **Изпитания с качествени оценки на изходните параметри**

Такива изпитания се използват за избиране стойности на някои входни фактори, осигуряващи специфични изходни параметри. Примерно при инструментите за автоматизирано производство се налага да се определят зоните на гарантирано стружкочупене при струговане в определени условия. На фиг. 14.1 са показани две режещи пластини, а на фиг. 14.2 - зоните на гарантирано начупване на стружката при работа на двете пластини със задоволителни размери в координатна система подаване  $f_n$  - дълбочина на рязане  $a_p$ .

Оценките на задоволителното стружкочупене са представени алтернативно: “премливо” - щрихована област и “непремливо” - нещрихованата област.



Фиг. 14.1. Геометрия на сравняваните пластини



Фиг. 14.2. Области на задоволителното стружкочупене

### Изпитания с количествени оценки на изходните параметри

Количественото определяне на изходния параметър в зависимост от съчетанието на входните фактори дава много ценна информация за изпитвания обект. Примерно да се определи стойността на главната сила на рязане  $F_c$  от елементите на режима на рязане

$$F_c = C_{F_c} f_n^{y_{F_c}} a_p^{x_{F_c}} v^{n_{F_c}} k,$$

където  $C_{F_c}$  зависи от вида на обработката (струговане, фрезование и др.) и инструменталния материал, “ $k$ ” зависи от обработвания материал, охлаждането и предния ъгъл. Формулата е валидна за определен диапазон на изменение на параметрите на режима.

Извеждането на конкретна формула и определянето на стойностите на коефициентите и степенните показатели, примерно

$$F_c = 780 f_n^{0,8} a_p^{0,5} v_c^{-0,15} 1,25$$

дава възможност да се избере такова съчетание на режимните фактори, при което производителността да е най-голяма или себестойността на обработката най-малка при запазване на ограниченията на машината по сила, мощност и честота на въртене и на инструмента по трайност.

Количественото определяне на изходните параметри дава ценна информация за изпитваните обекти. Характерно изпитване е определянето на времето за експлоатация до настъпване на определен отказ.

**Пример:** При провеждане на трайностни изпитания на свредла. Условието на изпитанието са дадени в табл. 14.4, където е дадена информация за входните фактори (ВФ), специфичните фактори (СФ) и изходните параметри (ИП). Входните фактори – заден ъгъл, главен установъчен ъгъл, ъгъл на наклона на стружковите канали, диаметър и твърдост на изпитваните свредла не са с постоянна стойност за изследваната партида, а се колебаят около номиналните стойности на отделните елементи, като колебанието е различно за всеки от тях и се оценява с коефициента на вариация.

Специфичните фактори са с постоянен характер с изключение на колебанията на механичните характеристики и химичния състав на заготовката в допустимите от

стандарта граници. Изходният параметър за оценка трайността на свредлата е стойността на приетия критерий на износване.

От табл. 14.4 се вижда, че качеството на извадката е високо (среден коефициент на вариация на входните фактори 11%). Изпитанията са проведени до постепенен или частичен отказ (достигане на критична стойност на износването), след което свредлата са презаточвани.

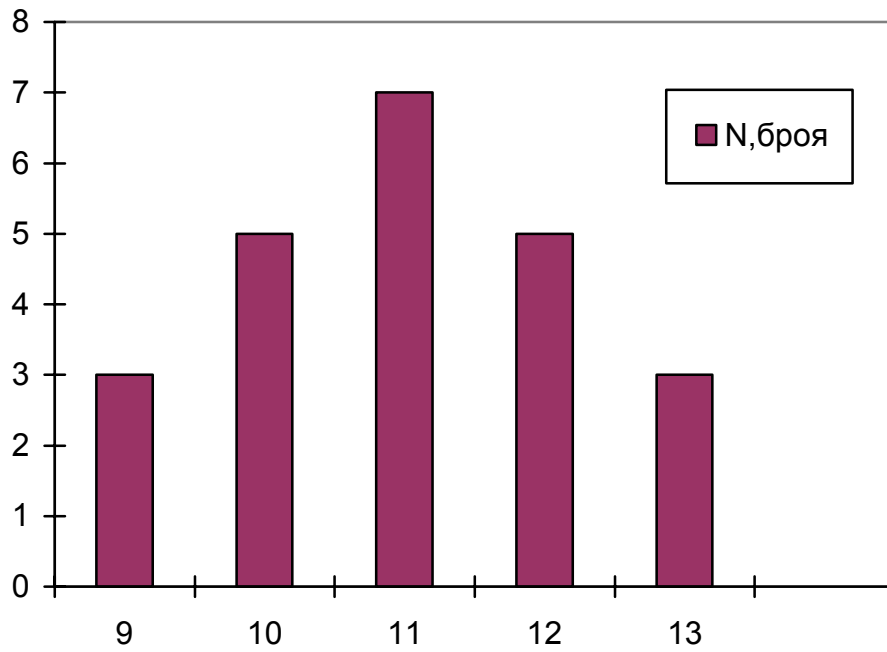
**Табл. 14.4.** Резултати от трайностно изпитване на спирални свредла

	Фактори	$\alpha_f$	$\chi_r$	$\omega$	D, mm	HRC
ВФ	номинална стойност	6 <sup>0</sup>	58 <sup>0</sup>	28 <sup>0</sup>	18	62-65
	коефициент на вариация V <sub>ВФ</sub> , %	12	13	6	9	17
СФ	Режим: $v_c = 25\text{m/min}$ , $f_n = 0,25\text{ mm/tr}$ . Материал: P18. Работа без охлаждане. Машина ПК32. Заготовка – прокат – плоча стомана 45, шлифована двустранно, дебелина 50 mm, светли отвори					
ИП	1. Износване по $A_\alpha$ в близост до лентичките, успоредно на двете режещи пера. Критична стойност на износването 0,12 mm. 2. Отказ: постепенен и частичен					

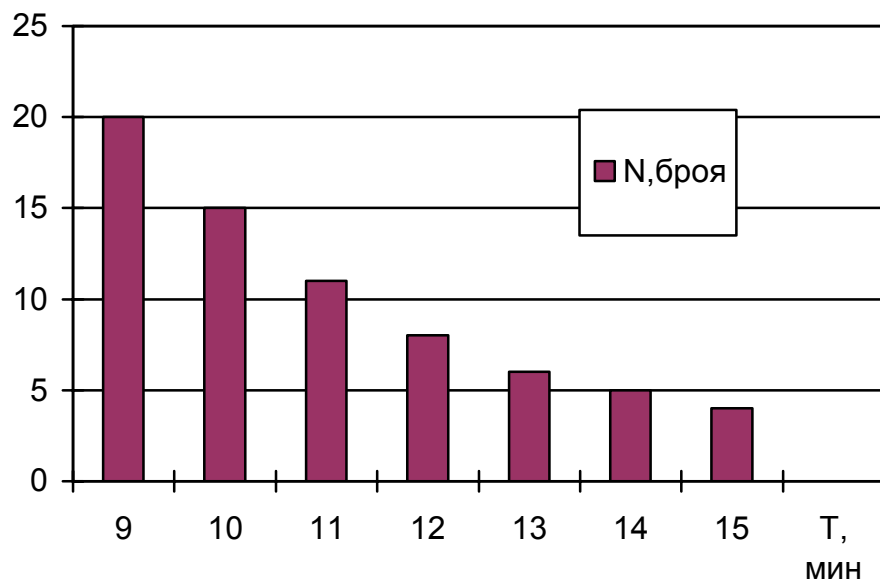
Резултатите от експерименталното изследване на извадката еднотипни инструменти се илюстрират с хистограми или по друг начин. По абцисата на хистограмите се нанасят интервалите от време, а по ординатата – броят на появяванията на изходния параметър– случайната величина трайност. Например от фиг. 11.5 се вижда, че 7 свредла са работили 11 минути, а по 5 свредла – 10 и 12 минути.

Изходните параметри могат да са разпределени с едностранно струпване, равномерно, с едностранно или двустранно затихване. Резултатите, показани в хистограмата фиг. 14.5 са с очертано струпване в средата на интервала, а получения коефициент на вариация на изходния параметър трайност е нисък – 9%, т.е. налице е висока степен на повтаряемост на трайността, т.е. висока групираност на тази експлоатационна характеристика..

Качеството на инструментите влияе на вида на хистограмата и на отказите. Високото качество и постепенния отказ предполагат разпределения с двустранно монотонно затихване (фиг. 14.5) и постепенни откази. Ниското качество на инструментите и внезапните откази предполагат разпределение със струпване в началото и едностранно монотонно затихване по посока на нарастване на времето (фиг. 14.6).



**Фиг. 12.5.** Гистограма с двустранно затихване



**Фиг. 12.6.** Гистограма с едностранно затихване

## КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Атестирането е подходящо да се приложи за всички инструменти от комбинацията:

а/ щанца, протяжка, червячна фреза от СТМ

б/ стандартни свредло, метчик, винт

в/ стандартна плашка, щифт, зенкер

2. Протяжките се изпитват върху:

а/ еталонен материал

б/ конкретния обработван материал

в/ върху договорен материал

3. Какъв материал ще се използва за изпитване на дискови фрези с механично закрепени пластини от металокерамика К30:

а/ стомана 180 НВ

б/ сив чугун 260 НВ

в/ стомана 45 HRC

4. Какви са последователните стъпки при двустепенен статистически контрол на качеството?

5. Съставете план за изпитване на райбери от бързорежеща стомана.

6. Обемът на извадката е най-голяма част от обема на партидата при

а/ засилен контрол

б/ нормален контрол

в/ отслабен контрол

7. При двустепенен статистически контрол когат броят на отхвърлените детайли е по-голям от „с” и по-малък от “г” партидата

а/ се приема

б/ се отхвърля

в/ се изпитва с удвоена извадка

8. При двустепенен статистически контрол когат броят на отхвърлените детайли по-голям от “г” партидата

а/ се приема

б/ се отхвърля

в/ се изпитва с удвоена извадка