

ТЕМА 15. ОРГАНИЗАЦИЯ НА ИНСТРУМЕНТАЛНОТО СТОПАНСТВО

1. Определяне на технологичната себестойност на обработването чрез рязане

В машиностроенето се обработват чрез рязане детайли с разнообразни форми и размери, върху различни машини, с помощта на различни по вид, възможности и цена инструменти. Задачата на механичната обработка е да осигури предписаните точност и качество на обработените повърхнини. В условията на конкурентна икономика те трябва да бъдат осигурени при минимална себестойност на механичната обработка и при достатъчна производителност, осигуряваща изпълнението на обработваната партия за определено време.

В много от случаите в рамките на една фирма поръчката може да се изпълни на работни места с различни технически или икономически характеристики – машини, различаващи се значително по цена, по време за настройване на размерите, инструментите и режимите, инструменти с различен брой на режещите ръбове, геометрия, инструментални материали и разходи за възстановяване, отнесени към един режещ ръб и др. За да бъдат достатъчно прецизни резултатите от оптимизирането на режима на рязане, би трябвало разходите за работното място и инструменталните разходи да се разглеждат не като константи, а като масиви с еднаква икономическа структура, произтичаща от националните и фирмени финансови стандарти, които се различават по стойност за отделните работни места.

Една определена част от разходите за обработка са свързани с държавната финансова политика като видове и размер на данъците и фирмената финансова политика като разходи за работна заплата, отопление, осветление, организация на определяне на разходите на работното място в съответното звено на фирмата. Другата част е свързана с предварителна информация за цените на инструментите и режещите им елементи, броя на режещите им ръбове и експлоатационните им възможности.

Технологичната себестойност на механичната операция R лв/мин може да се определи като сума от разходите за работното място R_1 и разходи за инструменти R_2 .

$$R = R_1 + R_2.$$

1.1. Разходи за работното място

Разходите за работното място R_1 включват разходите, свързани с работната заплата A_1 и разходите, свързани с машината A_2 , определени по формулата

$$R_1 = A_1 + A_2, \text{ лв/мин.}$$

Разходите за работна заплата A_1 , лв/мин се определят по зависимостта

$$A_1 = A_{11} \left(1 + \frac{A_{12} + A_{13}}{100} \right),$$

където A_{11} е номиналната работна заплата, лв/мин, A_{12} е добавката към нея, %, A_{13} са данъци и начисления към осигурителни фондове, % (за България – данък общ доход, здравен, пенсионен, за преквалификация и безработица и др, изменяни чрез закони).

Разходите, свързани с работната машина A_2 , лв/мин се определят по зависимостите

$$A_2 = A_{21} + A_{22} + A_{23} + A_{24},$$

където разходът за амортизация и ремонт на машината A_{21} , разходът за поддръжка на работната площ A_{22} , разходът за електроенергия A_{23} и разходът за спомагателни материали (масла, охлаждащи среди и др.) A_{24} са определени по долните зависимости.

Разходите за амортизация и ремонт на машината са

$$A_{21} = \frac{S_m}{60\tau_m Q \eta_n} \left(1 + \frac{K_R}{100}\right),$$

където S_m , лева е цената на машината, τ_m е срокът за възстановяване средствата на машината в години, Q е годишният фонд работно време в часове, отчитащ сменността на работа (1, 2 или 3 смени, непрекъснат производствен процес, вкл. почивните дни и т.н.), η_n е коефициент, отчитащ времето на използване на машината в рамките на работния ден, %, K_R са разходите за ремонт като процент от цената на машината.

Разходите за поддръжка на работната площ са

$$A_{22} = \frac{F_m A_{221}}{60Q},$$

където F_m , m^2 е необходимата площ за поместване и обслужване на машината, а A_{221} , лв/ m^2 /година са разходите за производствена площ, включващи тези за издръжка на осветление, отопление, съгъстен въздух, поддръжка на помещението с текущи ремонти на подове, стени, прозорци и др. Последните обикновено се вземат по усреднени статистически данни за предхождащ период от време.

Разходите за електроенергия на машина с n електродвигателя се определят по зависимостта

$$A_{23} = \frac{S_{ел}}{60} \sum_{i=1}^n \frac{P_i K_{1i} K_{2i}}{\eta_i},$$

където $S_{ел}$ е цената на електроенергията за производствени нужди за един kWh, P_i е консумираната мощност на i -тия електродвигател, η_i е коефициентът на полезното му действие, K_{1i} е коефициентът му на използване по време за една смяна, а K_{2i} е коефициентът на използване по мощност.

Разходите за спомагателни материали се определят по зависимостта

$$A_{24} = \frac{1}{60Q} \sum_{i=1}^n \Omega_i K_i S_i,$$

където Ω_i , кг/год е норма на годишния разход на спомагателни материали от i -тия вид, K_i е коефициент, отчитащ загубите на материала от i -тия вид, а S_i е цената му в лева/кг. Най-често A_{24} се приема по усреднени статистически данни за предхождащ период от време.

1.2. Разходи за режещи инструменти

Коректно е разходите за режещи инструменти да се определят за един режещ рѣб, т.е. за интервал от време, равен на трайността на инструмента, която е функция на режима на рязане. Зависимостите са различни в случаите на презаточваеми инструменти и на инструменти със сменяеми презаточващи се режещи части.

Разходите за инструменти със сменяеми непрезаточващи се режещи части R_2 , лв са

$$R_2 = \frac{n_z R_{21}}{n_{T1}} + \frac{R_{22}}{n_{T2}} + \frac{R_{23}}{n_{T3}} + R_h,$$

където n_z е броят на едновременно използваните пластини, R_{21} , лв е цената на една пластина, n_{T1} е броят на режещите и ръбове, R_{22} , е цената на тялото на инструмента, n_{T2} е продължителност на използване на тялото, изразена в брой на режещите ръбове, R_{23} , лв са разходите за резервни части на инструмента, n_{T3} е продължителността на използване на резервните част, изразена в брой режещи ръбове, R_h , лв са разходи за предварително, извънмашинно настройване на инструмента.

Разходите за презаточващи се инструменти R_2^* , лв могат да се определят по зависимостта

$$R_2^* = \frac{R_{21}^* - S_{21}^* + n_s R_s^*}{n_s + 1} + R_h,$$

където R_{21}^* , лв е цената на новия инструмент, S_{21}^* , лв е остатъчната му стойност, n_s – броят презаточвания, R_s^* , лв е цената на едно презаточване.

Изложената методика дава възможност да се създаде модел на функцията на технологичната себестойност на механичната обработка от множеството изложени по-горе постоянни за дадени условия фактори. За всяка комбинация от условия е възможно да се определи машина, инструмент, пластина или режим на рязане, при който се реализира минимална себестойност или максимална производителност.

1.3 Технологична себестойност

Технологичната себестойност A , лв/мин е свързана с експлоатацията на работното място и на инструментите и отчита както разходите, така и елементите на режима на рязане, тъй като с увеличаване на производителността се намалява трайността на инструментите, увеличава се разходът за инструменти за единица време, но се намаляват в по-голяма степен разходите за работното място и общата себестойност на операцията.

Себестойността A_s на операцията струговане на повърхнина с дължина L и диаметър D със скорост на рязане v_c и подаване f_n е сума от две съставки, свързани с експлоатацията на работното място и тази на инструмента

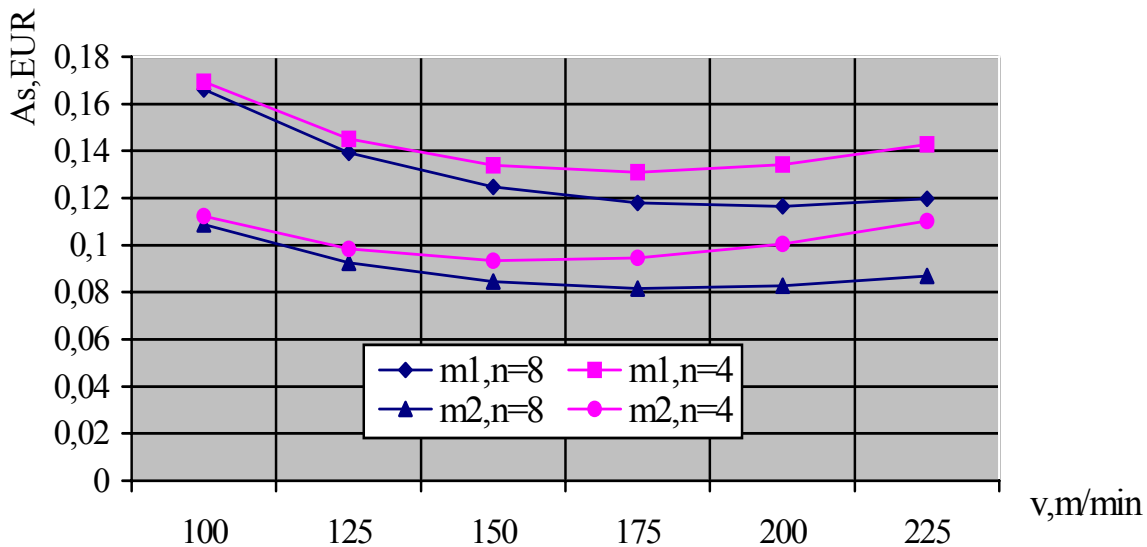
$$A_s = \frac{C_1}{v_c f_n} + \frac{C_2}{v_c^{n_T+1} f_n^{F_T+1}},$$

Където константите C_1 и C_2 са определени по зависимостите

$$C_1 = \frac{\pi D L R_1}{1000} \text{ и } C_2 = \frac{C_1}{C_T} \left(t_s + \frac{R_2}{R_1} \right),$$

а n_T и F_T са коефициенти, отразяващи влиянието на скоростта на рязане и подаването върху трайността на инструмента.

Така моделираните зависимости дават възможност да се анализира влиянието на отделните фактори върху себестойността. На фиг. 15.1 е представена зависимостта на технологичната себестойност на конкретна стругова операция в евро, извършвана върху машини m1 и m2 с различна стойност при използване на квадратни режещи пластини от еднакъв материал, но с различен брой на режещите ръбове (n=4 и n=8). За различните съчетания на инструмента и пластината при промяна на скоростта на рязане от 100 до 225 m/min технологичната себестойност намалява значително поради увеличаващата се производителност и намаляване на разходите за работно място за една минута до определен минимум, след който себестойността бавно се увеличава, поради нарастващата роля на увеличаващите се инструментални разходи при бързото износване на ножовете.



Фиг. 15.1. Влияние на скоростта на рязане върху технологичната себестойност

2. Разходни норми за инструменти

Горните зависимости дават възможност да се определи много точно разходът за инструменти по диференциален метод (за всеки инструмент от всяка операция), който е точен, но подходящ предимно за едросерийно и масово производство при ограничен брой на инструментите.




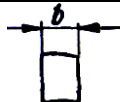

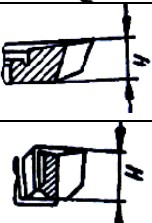
Исходни данни за определяне разхода на инструменти:

Когато трябва да се определи годишният разход на режещи инструменти от определен вид и типоразмер по обобщена методика, без да се отчитат режимите на рязане, на базата на статистическата информация се изхожда от следните данни:

- допустимо износване по контактните повърхнини и прибавки за презаточване;
- прибавка за едно презаточване и за максималния брой презаточвания M;
- максимален брой презаточвания N;
- трайност на инструмента T между две презаточвания в минути или брой детайли;
- общата трайност на инструмента $T_{об}$

$$T_{об} = NT.$$

Табл. 15.1. Стойности на запаса за заточване на някои инструменти

Наименование на инструмента	Материал на режещата част	Скица	Размер, лимитиращ броя заточвания	Запас за презаточване М
Ножове, заточвани по предната и задната повърхнини	МК		Дебелина на пластината, „с”	(0,6...0,7)с
	ИС			(0,7...0,9)с
Ножове, заточвани по задната повърхнина	МК		Ширина на пластината, „в”	(0,6...0,7)в
Дискови ножове	ИС		По дължината на окръжността „πD”	0,8 πD
Червячни модулни фрези	ИС		Дебелина на зъба, „в”	0,7в
Червячни фрези за шлицови валове	ИС		Дължината до първото затиловане, „с”	с
Чашковидни и дискови зъбодълбачни колела	ИС		Височина на зъба, „H”	(0,6...0,7)H
Опашкови зъбодълбачни колела	ИС			(0,45...0,5)H

В практиката е прието разходът за инструменти да се определя за 1000 ч. машинно време (с изключение на протяжките). Той е

$$N = \frac{1000}{T_{об}}, \text{ бр.}$$

Потребността от режещи инструменти за изработване на определено количество детайли N_1 с отчитани на случайните загуби е

$$A = \frac{T_0 N_1 K_{сз}}{60 T_{об}} = \frac{T_0 N_1 N K_{сз}}{60 \cdot 1000}, \text{ бр.}$$

където T_0 е основното време за обработване на една заготовка, мин;

- $T_{об}$ е общата трайност на инструмента в ч.;
- $K_{сз}$ е коефициент, отчитащ случайните загуби (табл. 15.2).

В табл. 15.1 са дадени препоръчвани стойности на запаса за заточване М при средни условия.

В табл. 15.2 са дадени стойностите на случайните загуби $K_{сз}$ за различни видове инструменти с режеща част от металокерамика и от бързорежеща стомана. В таблицата са използвани съкращенията МК за металокерамика и БС за бързорежеща стомана

Табл. 15.2. Стойности на коефициента на случайните загуби Ксз

Инструмент		Размери, мм	Материал	Ксз
Ножове стругарски и револверни призматични	Проходни, рзстъргващи		МК	1,1-1,2
			БС	1,1-1,15
	Отрезни, резбонарезни		МК	1,2-1,3
			БС	1,1-1,25
Ножове стъргателни и дълбачни	Проходни, подрезни		МК	1,2-1,3
			БС	1,1
	Отрезни		МК	1,2-1,4
			БС	1,1-1,3
Фрези	Дорникови		МК	1,2
			БС	1,05
	Опашкови		МК	1,15
			БС	1,05
	Отрезни	b до 1,5	БС	1,3
		b=1,6-2,5	БС	1,2
		b над 2,5	БС	1,05
	Спирални свредла	d до 18	МК	1,2
d над 18		1		
d до 3		БС	1,4	
d =3-6			1,3	
d = 6-12			1,1	
d над 12			1,05	
Зенкери	d до 15	МК	1,2	
	d над 15		1,1	
	d до 15	БС	1,2	
	d над 15		1,05	
Райбери	d до 20	МК	1,2	
	d над 20		1,1	
	d до 10	БС	1,1	
	d над 10		1,05	

В табл. 15.3 са показани критериите за износване, на които трябва да се гледа като на примерни. Всяка фирма в съответствие със своите условия изготвя такива, които са меродавни.

Табл. 15.3. Критерий на износване между две заточвания

Инструмент	Обработван материал	Вид обработка	Максимално износване, mm
Ножове металокерамични проходни	Стомана	Чиста	0,4...0,6
		Груба	1...1,4
	Чугун	Чиста	0,6...0,8
		Груба	0,8...1
Ножове отрезни МК	Стомана и чугун	-	0,8...1
Ножове за резба МК	Стомана и чугун	Чиста и груба	0,8...1
Ножове стъргателни	Чугун	Чиста и груба	0,6...1
Фрези БС челноцилиндрични	Стомана и чугун	Чиста	1...1,2
		Груба	1,5...2
Фрези канални МК	Стомана и чугун	Чиста и груба	0,15...0,25
Фрези отрезни БС	Стомана и чугун	Чиста и груба	0,15...0,2
Фрези ъглови БС	Стомана и чугун	Чиста и груба	0,6...0,7
Свредла БС (Ф20)	Стомана	Груба	0,4...0,8
	Чугун	Груба	0,5...0,8
Зенкери БС (Ф20)	Стомана	Получиста	1,2...1,5
	Чугун		0,8...1,5
Райбери БС (Ф20)	Стомана и чугун	Чиста	0,6...0,8
Райбери МК (Ф20)	Стомана и чугун	Чиста	0,4...0,7
Метчици машинни над М10 БС	Стомана	Получиста	0,3...0,65
	Чугун	Получиста	0,2...0,4
Червячни зъбона-резни фрези до m5	Стомана и чугун	Чиста	0,2...0,4
	Стомана и чугун	Груба	0,5...0,8
Зъбодълбачни колела до m5 БС	Стомана и чугун	Чиста	0,06...0,12
	Стомана и чугун	Груба	0,8...1
Протяжки БС	Стомана и чугун	Чиста	0,3

Разходите за поддържане на инструментите включват разходи за регулиране, дребни, средни и основни ремонти.

Ремонтите на инструменталната екипировка са дребен, среден и основен.

Дребният ремонт обхваща смяната на скрепителни елементи, кондукторни втулки и др. дребни детайли, запиляването на побитости.

Средният ремонт включва шабарование на базови повърхнини, основна проверка на инструментите със смяна на над 10% от детайлите им.

Основният ремонт е възстановяване на базови повърхнини, разстъргване на отвори, смяна на поансони, матрици и др. основни детайли.

За дребен ремонт се изразходват до 5%, за среден до 20% и за основен до 50% от стойността на инструменталната екипировка, приспособления и инструменти.

3. Организация на инструменталното стопанство

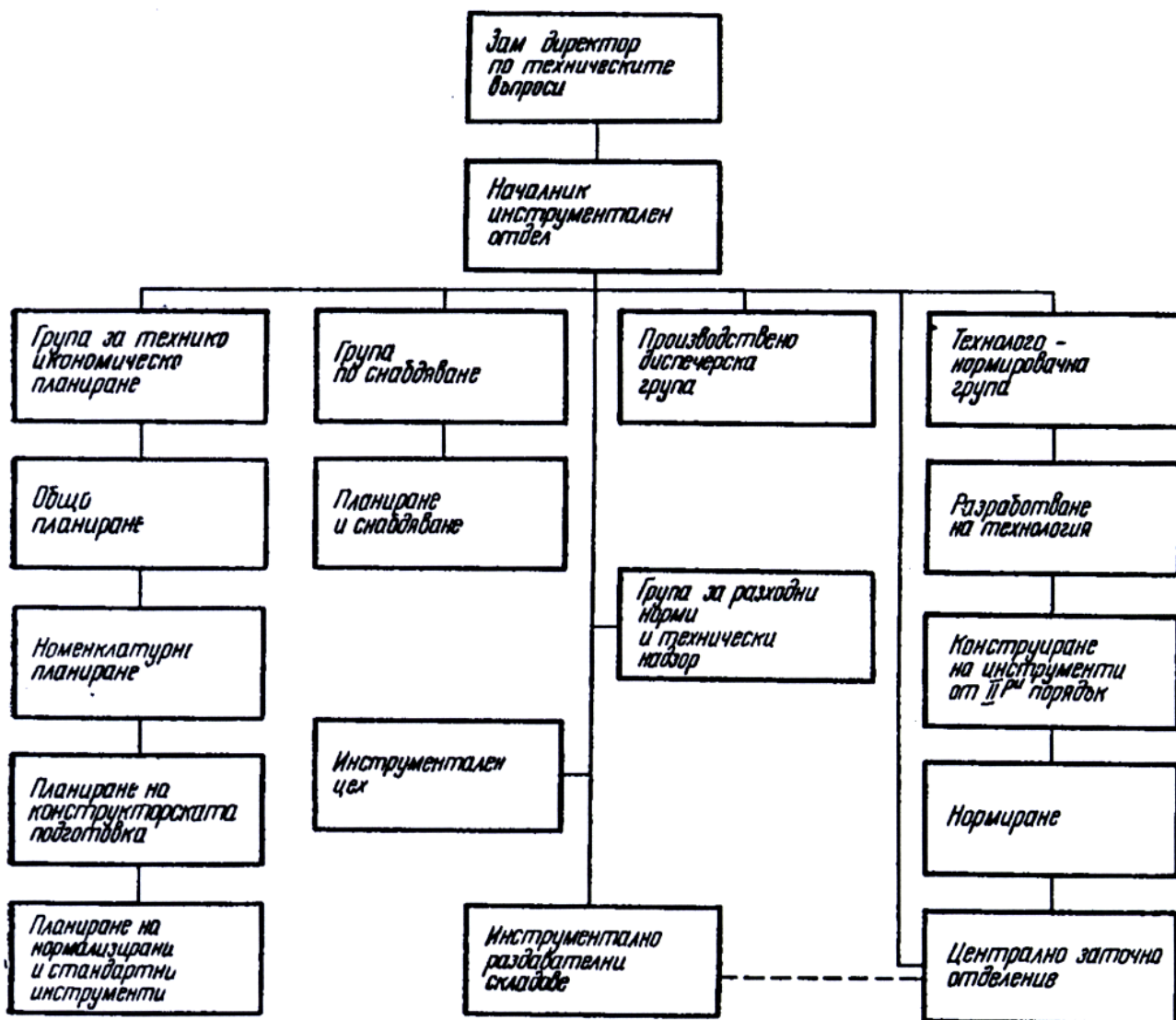
Машиностроителните фирми имат свои инструментални стопанства, чиито функции са планиране, съхранение, ремонт, поддържане на стандартните и закупени

инструменти, проектиране и производство на специални инструменти и приспособления за основното производство.

В инструменталното стопанство се разработва, експериментира, експлоатира, съхранява, ремонтира и регистрира цялата инструментална екипировка, използвана от фирмата (възможно е да се обслужва и цялата технологическа екипировка).

Организационната структура на инструменталното стопанство зависи от характера на производството (единично, дребносериенно, едросериенно, масово), големината на фирмата, устойчивостта на номенклатурата на основното производство.

В големите фирми се организират инструментални отдели за конструктивни и технологични разработки, централен инструментален склад, централен абразивен склад, централно заточно отделение, инструментален цех и инструментални складове по цехове. В малките фирми структурата е подобна, но вместо инструментални цехове се организират инструментални участъци. На фиг. 15.2 е представена една функционална структура на инструментално стопанство в голям машиностроителен завод, съдържаща четири обособени групи служители със специфични функции.



Фиг. 15.2. Функционална структура на инструментално стопанство

Група за технико-икономическо планиране

Групата извършва общо планиране на инструменталното стопанство, на конструкторската работа за специална инструментална екипировка, номенклатурно планиране работата на инструменталния цех, нормализираните и стандартизирани инструменти.

Група по снабдяване

Планира и реализира доставката на всички необходими за фирмата инструменти, произведени от други фирми, следи наличността им в склада.

Производствено-диспечерска група

Диспечира и контролира поръчките за изработване на инструменти и инструментална екипировка в цеха, следи конструктивното им и технологично разработване и урежда поръчки за външни заявители на специални инструменти и екипировка. Съхранява конструктивната и технологична документация на създадената инструментална екипировка, протоколите от измерването и изпитването и, изискванията за експлоатацията и съхранението и.

Група за разходни норми и технически надзор

Пресмята разходните норми за инструменти, преглежда повредените и ненормално износени инструменти и набелязва мерки за ремонтването им или за промяна на условията на експлоатация или на самите инструменти.

Технологично-нормировъчна група

Извършва технологична подготовка на произвежданата във фирмата инструментална екипировка и разработва необходимите инструменти от втори порядък

Планиране на инструменталната екипировка

Производствената номенклатура на инструменталния цех обикновено се планира за срок от 1 месец. В този цех се произвеждат инструменти с относително постоянен и стабилен разход, екипировка с неритмичен разход и нова екипировка.

Екипировката с ритмичен разход обхваща голяма част от стандартните режещи, измервателни и спомагателни инструменти – ножове, фрези, зенкери, калибри, дорници и др. Поръчките за нея се оформят след като наличностите в централния инструментален склад достигнат определен минимум. Минималният запас е съобразен с количеството на инструменталната екипировка, необходимо на фирмата за времето, необходимо за попълването и чрез покупка или производството. За сложни инструменти като протяжки и зъбонарезни инструменти минималният запас е около тримесечния разход, а за простите стандартни инструменти – месечния или двумесечния разход.

На базата на месечния разход на отделните инструменти се оформя месечната поръчка за всички инструменти във фирмата от този вид. Поръчките обикновено осигуряват обема на минималния запас и необходимия 3...4 месечен разход.

Екипировката, която не изисква ежемесечно възобновяване включва щампи, щанци, специални режещи и измерителни инструменти. Тя не постъпва в централния инструментален склад, а направо в цеха потребител, за да не се дублират поръчки и да не се допускат пропуски. Цехът отговаря за навременното заявяване на тази екипировка.

Новата екипировка обхваща всички новоразработени инструменти. Такава заявяват различните отдели и цехове на фирмата (технологичен, металургичен, цех горещо штамповане и др.) с техническа и икономическа обосновка на нуждите, техническите

параметри и перспективата, както и допустимостта на използване на подобна екипировка след определено преработване.

Инструментите и инструменталната екипировка се създават, съхраняват и обслужват в инструменталния цех и инструменталните складове. В **инструменталния цех** се организират самостоятелни **участъци** (по видове инструменти, видове машини и др.) и участъци с общо назначение (подготвителен, термичен).

При брой на машините до 20...25 не се прилага делене на участъци.

При 25...50 машини се обособяват два участъка – за инструменти и за приспособления.

При 50...100 машини е целесъобразно формирането на повече участъци:

- за режещи инструменти и такива от втори порядък;
- за измервателни и спомагателни инструменти;
- за приспособления;
- за щампови, шприцови и др. инструменти;
- подготвителен участък;
- термичен участък с отделение за хромиране и др.

При по-голям машинен парк се формират няколко инструментални цеха или инструментален завод.

Машините в цеха се подреждат по участъци, а в участъка - по видове машини. При подреждането се има предвид последователността на операциите на технологичния процес на преобладаващите видове инструменти. Към всеки участък се формира **междинен склад** за полуфабрикати и готови детайли, в който се комплектват поръчките за монтаж. Ремонтите се провеждат в участъците, в които се произвежда съответната екипировка.

В подготвителния участък има **склад за инструментални и др. стомани**, резачно отделение и склад за заготовки. Там могат да бъдат и ковачите и оксигенистите на цеха.

Инструментални складове имат различна структура в различните по големина фирми. **Централният инструментален склад** (ЦИС) се създава в средните и големи фирми. В малките фирми към общия склад се формира отделение за инструменти. В ЦИС се извършват следните дейности:

- приемане на произвежданата в завода инструментална екипировка, съхраняване и предаване на цеховете потребители, като се съблюдают минималните и максимални запаси и спазването на лимитите въз основа на разходните норми;

- водене на отчетност за движението на всички инструменти и приспособления и картотеки за минимум, максимум и моментно количество на инструментална екипировка с ритмичен разход.

Към ЦИС се организира и отделение за съхранение на абразивните инструменти за инструменталното и за основното производство.

Цеховите инструментални раздавателни складове снабдяват отделните работни места на съответния цех с инструменти и приспособления. Специалните инструменти и приспособления се съхраняват отделно по видове изделия, за които са предназначени. Инструментите за постоянно ползване се зачисляват в специални картони. Във фирмите, внедрили автоматизирани системи за управление на производствения процес, цялата информация по заявяването, проектирането, изработването, получаването и разходването на инструментите се нанася в електронни носители. Системата за

осигуряване с режещи инструменти или инструментална екипировка осигурява постоянния минимум инструменти за всяко работно място. След пълната си амортизация тези инструменти се подменят с нови. Инструменталната екипировка, необходима за определен случай, се взема от склада за съответната поръчка и се връща след приключването и.

Заточване на инструментите

Точното спазване на геометричните параметри и качеството на работните повърхнини на инструментите е възможно само в условия на централно заточване. Съответното отделение се организира в инструменталния цех или в основните производствени цехове на големите фирми. Износените инструменти се предават в обменен пункт, в който срещу тях се получават презаточени инструменти.

Централното заточно отделение е осигурено с:

- инструкции за приемане на заточените инструменти;
- инструкционни карти за работниците с геометричните параметри, настройването на машините и приспособленията, редът на заточване за всеки вид инструмент;
- шаблони и уреди за измерване на размери, ъгли и граповости.

При бракуване или изчерпване на възможностите за презаточване контролорът изготвя документ за бракуване, екземпляр от който се изпраща в централния инструментален склад за получаване на нов инструмент и в обменния пункт за замяна на бракувания инструмент.

Възстановяване и ремонт на инструментите и приспособленията

Възстановяването и ремонта се организират в отделение на инструменталния цех, снабдено с технологични нормали и инструкции за възстановяването и ремонта на различните инструменти. Износените и повредени инструменти се предават от отделните производствени цехове в инструменталния цех, където те се сортират на различни групи:

- за възстановяване;
- за преработка в следващ размер;
- за преработване в друг вид инструмент;
- за използване като материал или заготовка;
- за отпадък.

Възстановените и ремонтирани инструменти се връщат от инструменталния цех в централния инструментален склад.

КОНТРОЛНИ ВЪПРОСИ

1. Какво е съдържанието на технологичната разходите, определящи себестойност на механичната обработка?

2. Какво е съдържанието на разходите на работното място за механична обработка на машиностроителна продукция?

3. В какво се състои разликата при определяне разходите за инструменти със сменяеми и с презаточващи се режещи части?

4. С помощта на табл. 15.1 да се определи броят на презаточванията на нож със споена металокерамична пластина с размер $v=6$ mm и прибавка за презаточване 0,8 mm.

5. С помощта на табл. 15.1 да се определи броят на презаточванията на червячна модулна фреза от бързорежеща стомана с дебелина на гребена $v=8$ mm и прибавка за презаточване 0,6 mm.

6. Да се определи необходимия брой червячни фрези за нарязване на 8 000 зъбни колела при трайност до презаточване 40 зъбни колела, ширина на гребена 10 mm, запас за презаточване 7 mm, прибавка за презаточване 1 mm и коефициент на случайните загуби 1,08.

7. Да се определи с помощта на табл. 15.1...15.3 възможният брой обработени детайли с фреза отрезна от бързорежеща стомана с дебелина на зъба „с” = 4 mm и броят на презаточванията ако презаточването се извършва на всеки 40 детайла.

8. Каква е структурата на фирменото инструментално стопанство?

9. Какви са функциите на групата за техникоикономическо планиране на инструменталното стопанство?

10. Какви са функциите на производствено-диспечерската групата на инструменталното стопанство?

11. Какви са функциите на технолого-нормировъчната групата на инструменталното стопанство?

12. Какви са структурата и функциите на инструменталния цех в една машиностроителна фирма?

13. Какви са структурата и функциите на инструменталните складове в една машиностроителна фирма?

14. Какви са структурата и оборудването на местата за заточване на инструменти?