

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Doutor Alexandre Kourbatov

GUIA DE OFICINAS GERAIS
(Quinta Edição)

MAPUTO - 2005

S U M Á R I O

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 3 |
| 1. NOÇÕES GERAIS SOBRE A QUALIDADE DOS ARTIGOS E MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES LINEARES..... | 4 |
| 1.1. Precisão dos artigos..... | 4 |
| 1.2. Qualidade das superfícies..... | 12 |
| 1.3. Medição das dimensões lineares..... | 13 |
| 2. MÉTODOS DE OBTENÇÃO DAS PEÇAS BRUTAS..... | 15 |
| 2.1. Corte..... | 15 |
| 2.2. Fundição..... | 17 |
| 2.3. Estampagem..... | 22 |
| 3. MÉTODOS DE USINAGEM..... | 27 |
| 3.1. Torneamento..... | 27 |
| 3.2. Fresagem..... | 37 |
| 3.3. Aplainamento..... | 43 |
| 3.4. Furamento..... | 47 |
| 3.5. Serralharia..... | 52 |
| 3.6. Métodos electro-físicos e electro-químicos..... | 58 |
| 3.7. Métodos de acabamento..... | 60 |
| 4. MÉTODOS DE TRATAMENTO TÉRMICO..... | 63 |
| 5. MÉTODOS DE MONTAGEM. SOLDADURA..... | 65 |
| 6. REGRAS DA TÉCNICA DE SEGURANÇA..... | 70 |
| HORÁRIO DE TRABALHO NAS OFICINAS | 72 |
| NORMAS DE AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES..... | 73 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 74 |

Minha proposta de Negócio na Internet!

Eu procuro os parceiros com quem vamos fazer o Negócio na Internet. Precisa o acesso a internet, 3-4 h/dia e um investimento financeiro.

Vou ensinar tudo o que seja necessário. O negócio na Internet tem grande perspectiva, permite ficar financeiramente independente dentro dum tempo.

Vejam o clipe <http://b21v.ru/pt/?p=39> e contactam comigo pelo Skype alexandre.kourbatov

INTRODUÇÃO

Este guia destina-se fundamentalmente aos estudantes de engenharia do 1º ou 2º semestre do 1º ano que frequentam a disciplina de “Oficinas Gerais”. Ele contém os objectivos da cadeira, os ensinamentos básicos sobre os métodos principais de tratamento de várias peças dos órgãos de máquinas (fundição, estampagem, soldadura, torneamento, furamento, fresagem, aplainamento, serralharia, métodos electro-físicos e electro-químicos e rectificação) e ainda se debruça sobre as máquinas-ferramentas e ferramentas necessárias para realizar os tratamentos prescritos não descurando a técnica de segurança do trabalho.

O objectivo principal da cadeira é o ensino da terminologia, das noções técnicas sobre a qualidade dos artigos, métodos principais do seu tratamento, seu destino e suas possibilidades, sobre as ferramentas, máquinas-ferramentas, seus órgãos, através da sua demonstração e aplicação prática, que permitem criar sua percepção, imaginação viva e realística, apresentando assim os conhecimentos básicos para uma série das outras disciplinas da engenharia e especialmente da engenharia mecânica.

Ela permitirá aos estudantes melhor compreender os processos de fabricação, reparação e manutenção do equipamento diverso, permitirá construir as peças, os mecanismos que podem ser fabricados com equipamento existente.

No futuro os estudantes poderão utilizar estes conhecimentos nos diferentes campos de trabalho dos engenheiros. Para os engenheiros mecânicos estes campos são seguintes:

1. Investigação de fenómenos, processos, propriedades físico-mecânicos e tecnológicos;
2. Projectação de mecanismos e máquinas diversas;
3. Preparação e gestão de produção de mecanismos e máquinas;
4. Ensaio de materiais, peças, mecanismos e máquinas (gestão de qualidade);
5. Gestão de vendas e compras dos mecanismos e máquinas;
6. Gestão de instalação, exploração, manutenção e reparação de mecanismos e máquinas;
7. Controle de técnica de segurança e protecção do meio ambiente;
8. Ensino nas universidades, institutos e escolas industriais.

No fim desta disciplina os estudantes têm que dominar a terminologia técnica, noções básicas, aprender a trabalhar nos postos principais, fabricando as peças simples segundo um desenho dado, devem saber regular e comandar vários órgãos do equipamento: no posto de serralheiro, de fundição, na prensa, no posto de soldadura, do torno, da fresadora, do limador mecânico, da furadora, etc.

O guia está baseado no equipamento e na experiência que tem o Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Eduardo Mondlane.

Na quarta edição do guia foi feita a correcção de algumas noções segundo ISO, imperfeições e reforçada a parte ligada com a precisão dos artigos segundo ao curriculum novo. A quinta edição praticamente é idêntica a quarta.

1. NOÇÕES GERAIS SOBRE A QUALIDADE DOS ARTIGOS E MEDIÇÃO DAS DIMENSÕES LINEARES

1.1. Precisão dos artigos.

Todos os artigos fabricados têm que corresponder ao certo nível de qualidade. Sob qualidade, em geral, compreende-se um conjunto dos parâmetros que determinam a possibilidade do artigo satisfazer às certas necessidades. Destacam quatro grupos de parâmetros que determinam o grau de qualidade:

1. Parâmetros técnicos (potência, diapasão das velocidades, eficácia, produtividade, sensibilidade, segurança, longevidade, etc.);
2. Parâmetros tecnológicos (precisão, qualidade de superfícies, tecnologibilidade);
3. Parâmetros ergonómicos (comodidade de uso, aspecto geral, confortabilidade, etc.);
4. Parâmetros económicos (preço de custo, preço de venda, investimentos capitais, valor actual líquido, etc.).

Deles os parâmetros tecnológicos são principais, pois influem em todos os outros parâmetros. Dos parâmetros tecnológicos dependem os parâmetros técnicos, ergonómicos e económicos.

Sob precisão compreende-se o grau de correspondência dos parâmetros do artigo aos do padrão. Destacam: 1) precisão das dimensões (lineares e angulares); 2) precisão de forma (cilindricidade, circularidade, planicidade, rectidão, etc.); 3) precisão de disposição das superfícies (paralelismo, perpendicularidade, batimento radial e axial, coincidência dos eixos, etc.); 4) precisão dos parâmetros físico-químicos e físico-mecânicos (parâmetros eléctricos, magnéticos, composição química, resistência a tracção, a flexão, a torção, a corrosão, etc.).

A precisão das dimensões lineares avalia-se, designa-se com grau de tolerância, tolerância própria, desvios admissíveis (limites, superior e inferior) das dimensões reais relativamente às dimensões nominais ou prescritas. **As dimensões nominais** são aquelas que se indicam no desenho, documentação tecnológica e servem como base para determinar as dimensões limites máxima e mínima. É muito importante notar que **as dimensões nominais não são ideais** e bastante frequentemente ficam fora ou numa das extremidades das dimensões admissíveis. As dimensões limites na maioria dos casos ficam deslocadas assimetricamente relativamente à dimensão nominal. Pode-se dizer que a dimensão ideal fica no meio entre as dimensões limites máxima e mínima. **As dimensões limites máxima e mínima** representam os limites admissíveis da dimensão real e calculam-se como soma de dimensão nominal e desvios admissíveis superior e inferior. **Os valores das dimensões nominais e dimensões limites** determinam o tamanho da superfície e geralmente **são de alguns milímetros até centenas e milhares milímetros**.

O desvio superior representa a diferença admissível entre a dimensão limite máxima e dimensão nominal. **O desvio inferior** representa a diferença admissível entre a dimensão limite mínima e dimensão nominal. Os desvios superior e inferior determinam-se pelas tabelas de desvios admissíveis e tolerâncias (Tabela 1 e 2). **Os valores dos desvios**

admissíveis têm valores de alguns milionésimos do milímetro (para as dimensões de alta precisão) **até alguns milímetros** (para as dimensões de baixa precisão).

Tabela 1. Tolerâncias IT para as dimensões lineares de 1 a 500 mm

| Dimensões em mm | Tolerâncias IT em μm para grau de tolerância | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| até 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 | 100 | 140 | 250 | 400 | 600 | 1000 |
| de 3 a 6 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 | 120 | 180 | 300 | 480 | 750 | 1200 |
| de 6 a 10 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 | 150 | 220 | 360 | 580 | 900 | 1500 |
| de 10 a 18 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 180 | 270 | 430 | 700 | 1100 | 1800 |
| de 18 a 30 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 | 210 | 330 | 520 | 840 | 1300 | 2100 |
| de 30 a 50 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 | 250 | 390 | 620 | 1000 | 1600 | 2500 |
| de 50 a 80 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 | 300 | 460 | 740 | 1200 | 1900 | 3000 |
| 80 - 120 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 | 350 | 540 | 870 | 1400 | 2200 | 3500 |
| 120 - 180 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 | 400 | 630 | 1000 | 1600 | 2500 | 4000 |
| 180 - 250 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 460 | 720 | 1150 | 1850 | 2900 | 4600 |
| 250 - 315 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 | 520 | 810 | 1300 | 2100 | 3200 | 5200 |
| 315 - 400 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 | 570 | 890 | 1400 | 2300 | 3600 | 5700 |
| 400 - 500 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 | 630 | 970 | 1550 | 2500 | 4000 | 6300 |

Tabela 2. Desvios superior ou inferior para os desvios fundamentais mais usados das dimensões externas do sistema de furo base

| Dimensões em mm | Desvio superior em μm para o desvio fundamental | | | | | | | | Desvio inferior em μm para o desvio fundamental | | | | | | | |
|-----------------|--|------|------|------|------|-----|-----|---|--|---|----|----|----|-----|-----|-----|
| | a | b | c | d | e | f | g | h | j_s | k | m | n | p | r | s | t |
| até 3 | -270 | -140 | -60 | -20 | -14 | -6 | -2 | 0 | -IT/2 | 0 | 2 | 4 | 6 | 10 | 14 | - |
| de 3 a 6 | -270 | -140 | -70 | -30 | -20 | -10 | -4 | 0 | -IT/2 | 1 | 4 | 8 | 12 | 15 | 19 | - |
| de 6 a 10 | -280 | -150 | -80 | -40 | -25 | -13 | -5 | 0 | -IT/2 | 1 | 6 | 10 | 15 | 19 | 23 | - |
| de 10 a 18 | -290 | -150 | -95 | -50 | -32 | -16 | -6 | 0 | -IT/2 | 1 | 7 | 12 | 18 | 23 | 28 | - |
| de 18 a 24 | -300 | -160 | -110 | -65 | -40 | -20 | -7 | 0 | -IT/2 | 2 | 8 | 15 | 22 | 28 | 35 | - |
| de 24 a 30 | | | | | | | | | | | | | | | | 41 |
| de 30 a 40 | -310 | -170 | -120 | -80 | -50 | -25 | -9 | 0 | -IT/2 | 2 | 9 | 17 | 26 | 34 | 43 | 485 |
| de 40 a 50 | | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| de 50 a 65 | -340 | -190 | -140 | -100 | -60 | -30 | -10 | 0 | -IT/2 | 2 | 11 | 20 | 32 | 41 | 53 | 66 |
| de 65 a 80 | | | | | | | | | | | | | | | | 75 |
| 80 - 100 | -380 | -220 | -170 | -120 | -72 | -36 | -12 | 0 | -IT/2 | 3 | 13 | 23 | 37 | 51 | 71 | 91 |
| 100 ÷ 120 | | | | | | | | | | | | | | | | 104 |
| 120 - 140 | -460 | -260 | -200 | -145 | -85 | -43 | -14 | 0 | -IT/2 | 3 | 15 | 27 | 43 | 63 | 92 | 122 |
| 140 ÷ 160 | | | | | | | | | | | | | | | | 134 |
| 160 ÷ 180 | | | | | | | | | | | | | | | | 146 |
| 180 - 200 | -660 | -340 | -240 | -170 | -100 | -50 | -15 | 0 | -IT/2 | 4 | 17 | 31 | 50 | 77 | 122 | 166 |
| 200 ÷ 225 | | | | | | | | | | | | | | | | 180 |
| 225 ÷ 250 | | | | | | | | | | | | | | | | 196 |
| 250 - 280 | -920 | -480 | -300 | -210 | -125 | -56 | -17 | 0 | -IT/2 | 4 | 20 | 34 | 56 | 94 | 158 | 218 |
| 280 ÷ 315 | | | | | | | | | | | | | | | | 240 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 315 - 355 | -1200 | -600 | -360 | -210 | -125 | -62 | -18 | 0 | -IT/2 | 4 | 21 | 37 | 62 | 108 | 190 | 268 |
| 355 ÷ 400 | | | | | | | | | | | | | | | | 294 |
| 400 - 450 | -1500 | -760 | -440 | -230 | -135 | -68 | -20 | 0 | -IT/2 | 5 | 23 | 40 | 68 | 126 | 232 | 330 |
| 450 ÷ 500 | | | | | | | | | | | | | | | | 360 |

Desvios fundamentais de a até h servem para os ajustamentos com folga e desvios fundamentais de j_s até zc - para os ajustamentos incertos e com aperto.

As dimensões reais são aqueles que a superfície tem na realidade. **O valor da dimensão real determina-se através de medição** do parâmetro correspondente da superfície trabalhada (diâmetro, comprimento, profundidade, altura, largura, etc.). **As dimensões reais têm que ser dentro das dimensões limites máxima e mínima. No caso contrário a peça fica defeituosa. Há de rigorosamente controlar e garantir todas as dimensões reais de todas as superfícies dentro das dimensões limites.**

Sobre a **tolerância** compreende-se a diferença entre as dimensões limites máxima e mínima. Não confundem a tolerância com a diferença entre as dimensões reais máxima e mínima, esta diferença representa a incerteza.

Segundo as normas internacionais ISO destacam **20 graus de tolerância** das dimensões lineares: 01, 0, 1, 2, 3, ... , 16, 17, 18. Valores maiores do grau de tolerância correspondem à qualidade pior e as tolerâncias maiores. Os valores de tolerâncias dependem não só do grau de tolerância mas também dos valores das dimensões nominais. As dimensões maiores do mesmo grau de tolerância têm os valores maiores de tolerâncias. Por exemplo, a dimensão 20 mm de 17 grau de tolerância tem a tolerância 2,1 mm e a dimensão 200 mm - 4,6 mm (veja Tab. 1). Para estas mesmas dimensões mas para 5 grau de tolerância as tolerâncias são iguais a 0,009 e 0,02 mm respectivamente (veja Tab. 1).

O grau de tolerância de uma dimensão estabelece-se segundo a influência desta dimensão no funcionamento de máquina. As dimensões de uma superfície que não tem contacto com qualquer outra peça ou quando a dimensão observada não tem nenhuma influência no funcionamento da junção chamam-se livres (podem variar até 1 mm e mais). Por exemplo, numa superfície cilíndrica externa do veio coloca-se um rolamento. O diâmetro desta superfície não é livre, pois dele depende o carácter de junção. Mas o comprimento desta mesma superfície é livre pois seu valor não tem nenhuma influência no funcionamento da junção. As dimensões livres executam-se geralmente com 12 - 14 grau de tolerância que se chama de precisão normal. As dimensões das superfícies que têm contacto com as de outras peças e dos parâmetros dos quais depende muito o funcionamento de junção (é sensível a variação em alguns centésimos do mm) fabricam-se com 5 - 7 grau de tolerância (alta precisão). Quando os parâmetros da junção não influem muito no seu funcionamento (podem variar em alguns décimos do mm), suas dimensões podem ser fabricadas com 8 - 11 grau de tolerância (elevada precisão). Os graus de tolerância maiores de 14 utilizam-se principalmente para as superfícies das peças brutas que serão trabalhadas posteriormente ou para as dimensões livres das peças não importantes (móveis, reservatórios, carrinhos manuais, etc.). Os graus de tolerância menores de 5 utilizam-se principalmente para produção dos padrões, medidores e são dificilmente atingíveis.

Os valores dos desvios admissíveis dependem do tipo da dimensão, do valor da dimensão e também do tipo de junção - ajustamento. Pelo tipo das dimensões destacam as dimensões lineares externas (veios), internas (furos), incertas (nem furo nem veio), dimensões diamétricas, uni- e bilaterais. Sobre a **dimensão externa (veio)** compreende-se aquela que no resultado de tratamento, levantamento de camada do material, se diminui. Por exemplo, a dimensão $\varnothing 50h7$ na Figura 1 é externa. O símbolo $\varnothing 50$ designa o diâmetro nominal de 50 mm, **h** é o desvio fundamental e **7** é grau de tolerância. As **dimensões internas (furo)** no resultado de tratamento aumentam-se. Por exemplo, a dimensão $\varnothing 40H8$ é interna, tem o diâmetro nominal **40** mm, o desvio fundamental **H** e **8^o** grau de tolerância. As **dimensões incertas** (nem furo nem veio: comprimentos, profundidades, distâncias entre eixos, etc.) aumentam seu valor quando o tratamento faz-se dum lado e diminuem quando o tratamento faz-se doutro lado. A dimensão 55 é incerta, nem furo nem veio, e 55 é o valor nominal.

Alem disso destacam as dimensões lineares unilaterais, bilaterais e diametraes. O valor da **dimensão unilateral** depende da disposição de uma só linha de referência (linha de chamada) que se varia durante o tratamento (por exemplo, comprimento da superfície cilíndrica 55 na Figura 1). O valor da **dimensão bilateral** depende da disposição de duas linhas de referência (por exemplo, largura da ranhura de 4 mm). A **dimensão diametral** corresponde ao diâmetro de uma superfície de revolução.

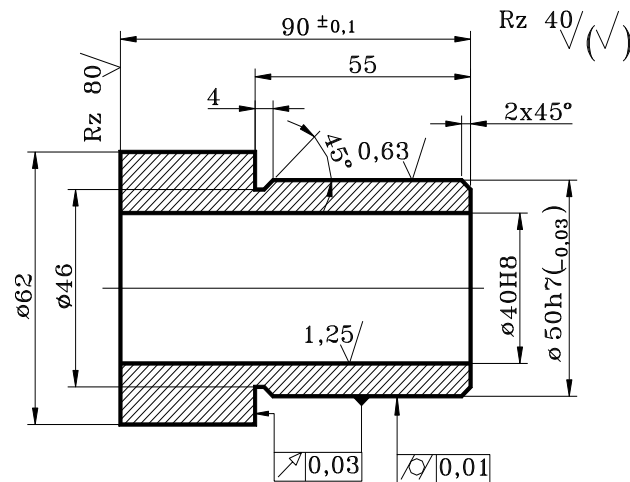


Figura 1. Exemplos de dimensionamento.

Destacam três tipos de ajustamento:

1. **Os ajustamentos com folga**, quando a dimensão interna (diâmetro do furo) é maior de que a externa (diâmetro do veio), **utilizam-se para junções móveis**;
2. **Os ajustamentos com aperto**, quando a dimensão interna (diâmetro do furo) é menor de que a externa (diâmetro de veio), **utilizam-se para junções imóveis**;
3. **Os ajustamentos incertos**, intermediários, quando entre a superfície interna e externa (entre furo e veio) pode ser pequena folga ou pequeno aperto, **utilizam-se para junções imóveis para facilitar montagem e desmontagem**.

Então o tipo de ajustamento escolhe-se em função do tipo de junção das peças (móvel ou imóvel, desmontável ou não). O tipo de ajustamento depende da disposição das zonas de tolerâncias das dimensões de conjugação (interna e externa). A disposição da zona de tolerância numa dimensão designa-se através dum letra **do desvio fundamental** que da folga ou aperto maior ou menor. Em total existem 52 desvios fundamentais. Os desvios fundamentais designam-se com uma ou duas letras latinas. Não se usam as letras **i, I, L, o e O** mas estão adicionados **za, ZA, zb, ZB, zc e ZC**. Para os desvios fundamentais das dimensões internas utilizam-se letras maiúsculas de **A** até **ZC** e para os das externas - letras minúsculas de **a** até **zc**.

De mesma maneira com letras maiúsculas e minúsculas se designam desvios superior e inferior (**es e ei** - para dimensões externas e **ES e EI** - para dimensões internas), dimensões nominais, limites e reais (**d_{nom}, d_{min}, d_{max} e d_{real}** - para dimensões externas e **D_{nom}, D_{min}, D_{max} e D_{real}** - para dimensões internas). As tolerâncias se designam - **IT**, as folgas - **S_{max}, S_{min}** e os apertos - **N_{max}, N_{min}**.

A disposição das zonas de tolerância relativamente a dimensão nominal (linha zero, linha 0 - 0) está apresentada na Figura 2. Um rectângulo corresponde a uma zona de tolerância numa dimensão, a um desvio fundamental. As linhas superiores dos rectângulos correspondem aos desvios superiores e dimensões limites máximas e as linhas inferiores dos rectângulos correspondem aos desvios inferiores e dimensões limites mínimas. Sobre o desvio

para os ajustamentos com folga, de **P** até **ZC** - para os ajustamentos com aperto e de **J_s** até **N** - para os ajustamentos incertos. Utiliza-se, principalmente, quando numa superfície externa (do veio) se colocam algumas peças com diferentes ajustamentos.

Afinal o desvio fundamental se escolhe em função do tipo de ajustamento (com folga, aperto ou incerto), do sistema de ajustamento (furo ou veio base) e do tipo da dimensão (externa, interna ou incerta). O valor nominal para as dimensões externa e interna de uma junção é mesmo ($d_{nom} = D_{nom}$). Para os ajustamentos com folga e o sistema de furo base (o furo tem o desvio fundamental **H**) a dimensão externa (veio) para junções imóveis fabrica-se com desvio fundamental **h** e para junções móveis mais frequentemente com **f**, a seguir **g**, **e**. Para os ajustamentos com aperto e o sistema de furo base a dimensão externa (veio) mais frequentemente se fabrica com desvio fundamental **s** e a seguir **r**, **p** e **t**. Para os ajustamentos incertos a dimensão externa (veio) mais frequentemente se fabrica com desvio fundamental **j_s** e a seguir **k**, **m** e **n**.

Como já foi dito os valores de desvios e tolerâncias tomam das tabelas de desvios e tolerâncias segundo ao grau de tolerância, desvio fundamental e valor da dimensão nominal. Observamos alguns exemplos de determinação dos desvios limites, tolerâncias, dimensões limites, valores de folga ou aperto.

Para os desvios fundamentais mais usados **H**, **h**, **j_s** e **J_s** do sistema do furo base as dimensões limites pode-se determinar só através do valor nominal e da tolerância da tabela 1:

- para as dimensões internas e o desvio fundamental **H** temos:

$$ES = IT; \quad EI = 0; \quad D_{max} = D_{nom} + IT; \quad D_{min} = D_{nom}$$

- para as dimensões externas e desvio fundamental **h** temos:

$$es = 0; \quad ei = -IT; \quad d_{max} = d_{nom}; \quad d_{min} = d_{nom} - IT$$

- para as dimensões externas e internas e desvios fundamentais **j_s** ou **J_s** temos:

$$es = ES = IT / 2; \quad ei = EI = -IT / 2;$$

$$d_{max} = D_{max} = d_{nom} + IT / 2; \quad d_{min} = D_{min} = d_{nom} - IT / 2;$$

Por exemplo, para a largura 12H9 temos: $IT9 = 43 \mu\text{m} = 0,043 \text{ mm}$,

$$\text{então } D_{max} = 12 + 0,043 = 12,043 \text{ mm}, \quad D_{min} = 12 \text{ mm}.$$

Para o diâmetro $\varnothing 120\text{h}10$ temos: $IT10 = 140 \mu\text{m} = 0,14 \text{ mm}$,

$$\text{então } d_{max} = 120 \text{ mm}, \quad d_{min} = 120 - 0,14 = 119,86 \text{ mm}.$$

Para o comprimento 55j_s14 (ou 55±IT14/2) temos: $IT14 = 740 \mu\text{m} = 0,74 \text{ mm}$,

$$\text{então } d_{max} = 55 + 0,74/2 = 55,37 \text{ mm}, \quad d_{min} = 55 - 0,74/2 = 54,63 \text{ mm}.$$

Para os outros desvios fundamentais das dimensões externas do sistema de furo base há de utilizar as formulas gerais para o cálculo das dimensões limites.

Quando a zona de tolerância fica em cima da linha nominal 0 – 0 (desvios fundamentais **k**, **m**, **n**, etc.) o cálculo se realiza através do **desvio inferior ei** (que se toma da Tabela 2; o valor é positivo) e a **tolerância IT** (da Tabela 1) pelas fórmulas seguintes:

$$d_{min} = d_{nom} + ei; \quad d_{max} = d_{min} + IT.$$

Neste caso ambos os valores d_{min} e d_{max} são maiores do valor nominal.

Por exemplo, para dimensão $\varnothing 150\text{s}7$ temos:

$$e_i = 100 \mu\text{m} = 0,1 \text{ mm},$$

$$IT_7 = 40 \mu\text{m} = 0,04 \text{ mm},$$

$$\text{então } d_{\min} = 150 + 0,1 = 150,1 \text{ mm},$$

$$d_{\max} = 150,1 + 0,04 = 150,14 \text{ mm}.$$

Quando a zona de tolerância fica em baixo da linha nominal 0 – 0 (desvios fundamentais **a**, **b**, **c** e até **h**) o cálculo se realiza através do **desvio superior es** que se toma da Tabela 2 (o valor é negativo) e **tolerância IT** que se toma da Tabela 1 pelas fórmulas seguintes:

$$d_{\max} = d_{\text{nom}} + es;$$

$$d_{\min} = d_{\max} - IT.$$

Neste caso ambos os valores d_{\max} e d_{\min} são menores do valor nominal (para o desvio fundamental h - $d_{\max} = d_{\text{nom}}$).

Por exemplo, para dimensão $\varnothing 30f7$ temos:

$$es = -20 \mu\text{m} = -0,02 \text{ mm},$$

$$IT_7 = 21 \mu\text{m} = 0,021 \text{ mm},$$

$$\text{então } d_{\max} = 30 + (-0,02) = 29,98 \text{ mm},$$

$$d_{\min} = 29,98 - 0,021 = 29,959 \text{ mm}.$$

As formulas gerais para cálculo das folgas e apertos são:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min};$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max};$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min};$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}.$$

Os métodos de designação da precisão de dimensão nos desenhos estão apresentados na Figura 1. Para as dimensões de precisão elevada e alta nos desenhos de documentação de projecto mais frequentemente indicam o valor da dimensão nominal, letra de desvio fundamental e o grau de tolerância. Por exemplo, $\varnothing 40H8$ significa que o diâmetro nominal da superfície interna (sobre isso diz a letra maiúscula H) é de 40 mm, o desvio fundamental é H maiúscula e o grau de tolerância é 8^{vo}. No outro exemplo, $\varnothing 50h7$ temos o diâmetro nominal da superfície externa (pois temos h minúscula) é de 50 mm o desvio fundamental é h minúscula e grau de tolerância é 7^{mo}. O conjunto do desvio fundamental e do grau de tolerância chama-se **classe de tolerância**. Por exemplo, a dimensão $\varnothing 50h7$ tem classe de tolerância **h7**, e a dimensão $\varnothing 40H8$ tem classe de tolerância **H8**.

Na documentação tecnológica (para os operários, para fabricação) geralmente indicam os desvios admissíveis, por exemplo, $90 \pm 0,1$. Aqui o desvio superior es é igual a +0,1 mm e inferior ei - a -0,1 mm, ou seja, a dimensão limite máxima é 90,1 mm e a mínima é 89,9 mm. A tolerância neste caso é igual a 0,2 mm (a diferença entre as dimensões limites máxima e mínima).

Na documentação técnica pode-se indicar simultaneamente o desvio fundamental, o grau de tolerância e os desvios superior e inferior. Neste último caso no início indica-se o valor da dimensão nominal com desvio fundamental e grau de tolerância e depois, entre parênteses, indicam-se os desvios (desvio superior em cima e inferior em baixo).

Por exemplo, $\varnothing 50h7_{(-0,03)}$. Aqui o desvio superior ds é igual a 0 (está omitido) e o inferior ei - a -0,03 mm, ou seja, a dimensão limite máxima é 50 mm e a mínima é 49,97 mm. A tolerância é igual a 0,03 mm.

Para as dimensões da precisão normal na documentação de construção os parâmetros de precisão geralmente se descrevem por palavras em baixo do desenho e não se indicam perto da dimensão. Por exemplo, escreve-se assim: "Os desvios limites não indicados: furos - H14, veios - h14, outros $\pm IT14/2$ ".

Isso significa que os desvios limites não indicados das dimensões internas (diâmetros dos furos, larguras das ranhuras, etc.) têm que corresponder a classe de tolerância H14 – o desvio

superior ES é igual a tolerância do 14^o grau da dimensão observada e o desvio inferior EI é igual a 0. Por exemplo, para furo $\varnothing 100$ mm temos: $IT14 = 870 \mu\text{m}$ ou 0,87 mm,

$$\text{então } D_{\text{max}} = 100 + 0,87 = 100,87 \text{ mm}, \quad D_{\text{min}} = 100 \text{ mm}.$$

Os desvios limites das dimensões externas (diâmetros dos veios, altura, largura, comprimento da peça, etc.) têm que corresponder a classe de tolerância h14 - o desvio superior es é igual a 0 e o desvio inferior ei é igual a menos de tolerância do 14^o grau da dimensão observada. Por exemplo, para diâmetro do veio $\varnothing 63$ mm temos: $IT14 = 740 \mu\text{m} = 0,74 \text{ mm}$,






$$\text{então } d_{\text{max}} = 63 \text{ mm}, \quad d_{\text{min}} = 63 - 0,74 = 62,26 \text{ mm}.$$

Para outras dimensões (comprimentos das superfícies cilíndricas externas, dos furos, profundidade das ranhuras, distâncias entre eixos, etc.) o desvio superior toma-se igual a mais metade de tolerância do 14^o grau da dimensão observada e o desvio inferior toma-se igual a menos metade de tolerância do 14^o grau da dimensão observada. Por exemplo, para comprimento 250 mm temos: $IT14 = 1150 \mu\text{m} = 1,15 \text{ mm}$,

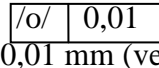
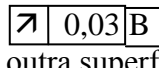
$$\text{então } d_{\text{max}} = 250 + 1,15/2 = 250,575 \text{ mm}, \quad d_{\text{min}} = 250 - 1,15/2 = 249,425 \text{ mm}.$$

A precisão da forma, da disposição das superfícies e dos parâmetros físico-químicos e físico-mecânicos designam-se geralmente através dos desvios limites ou por palavras, ou por meio dos símbolos. Por exemplo, no desenho pode ser escrito:

1. O desvio da cilindricidade da superfície $\varnothing 50h7$ não deve superar 0,01 mm;
2. O desvio da planicidade da face A não deve superar 0,05 mm;
3. O desvio de paralelismo das superfícies B e C não deve superar 0,03 mm no comprimento de 100 mm;
4. O desvio de perpendicularidade das superfícies B e D não deve superar 0,05 mm (compreende-se no comprimento de 300 mm);
5. O batimento axial da face E não deve superar 0,03 mm;
6. Resistência a tracção $\sigma_t = 600 \pm 50 \text{ MPa}$.

A designação com símbolos realiza-se dentro dos rectângulos de duas ou de três partes onde se indica o tipo do defeito, o valor do desvio admissível e a superfície de referência. O símbolo  designa cilindricidade, o  - circularidade, o  - planicidade, o // paralelismo, o  perpendicularidade, o  - batimento, etc. Da extremidade esquerda do rectângulo sai uma linha que indica a superfície de referência (sobre que se diz). No caso de uso do rectângulo com três partes, na parte direita indica segunda superfície de referência, superfície base.

Por exemplo:

1.  - significa que a cilindricidade da superfície indicada não deve superar 0,01 mm (ver Figura 1);
2.  - significa que o batimento axial da superfície indicada relativamente à outra superfície B não deve superar 0,03 mm.

Bastante frequentemente no desenho nada se diz sobre a precisão da forma e da disposição. Neste caso compreende-se que os desvios da forma e da disposição não podem superar a metade da tolerância da dimensão principal da superfície observada.

1.2. Qualidade das superfícies.

A qualidade de superfície determina-se com rugosidade, ondulancia e propriedades físico-mecânicas da superfície. Praticamente em todos os desenhos indicam-se os parâmetros de rugosidade (irregularidade) das superfícies. Segundo às normas ISO existem 6 parâmetros de rugosidade, mas mais frequentemente utilizam-se só dois parâmetros R_z e R_a . O parâmetro R_z chama-se a altura da irregularidade do perfil, representa a altura média aritmética das 5 irregularidades da superfície e calcula-se pela fórmula:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vmi}|}{5},$$

onde y_{pmi} e y_{vmi} - são as distâncias duma linha média até o cume e a cavidade de uma irregularidade (Figura 3).

O parâmetro R_a chama-se o desvio médio aritmético da irregularidade do perfil, representa a altura dum rectângulo de comprimento l que tem a área igual a área sobre curva da irregularidade $Y(x)$ e calcula-se pela fórmula:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx,$$

onde $y(x)$ - é a equação da linha de irregularidade da superfície observada; l - é o comprimento do trecho de medição (comprimento base).

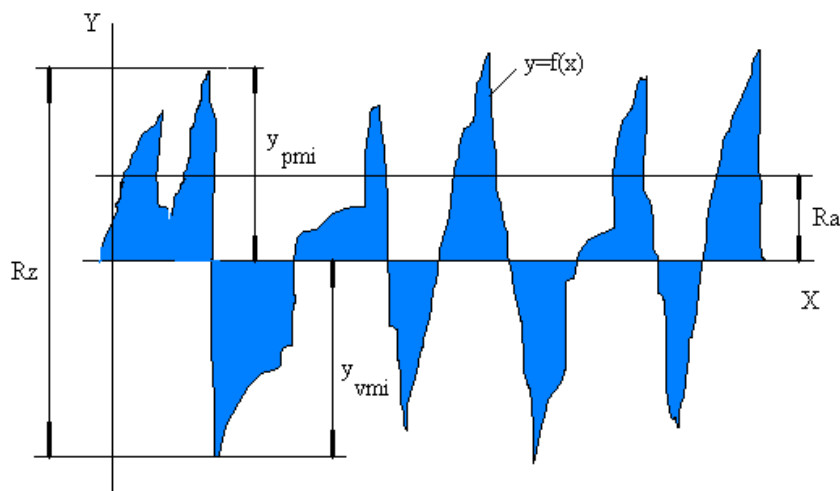


Figura 3. Parâmetros principais da rugosidade.

O parâmetro R_z utiliza-se principalmente para as superfícies relativamente grosseiras, com valores de 20 μm e maior. No caso de menor rugosidade utiliza-se o parâmetro R_a , começando de 2,5 μm e menor. Outros parâmetros da qualidade de superfície utilizam-se bastante raramente.

Entre R_z e R_a existe a relação seguinte: $R_z = 4 \cdot R_a$.

Para avaliação aproximada da rugosidade pode-se utilizar os seguintes critérios:

- a rugosidade $R_z \geq 40 \mu\text{m}$ pode-se ver e palpar;

- a rugosidade com R_z de 10 a 40 μm já não se palpa mas ainda se vê;
- a rugosidade $R_a < 2,5 \mu\text{m}$ já não se vê, a superfície parece lisa e brilha;
- a superfície com rugosidade $R_a < 0,2 - 0,3 \mu\text{m}$ é bem lisa e espelha.

Os exemplos da designação de rugosidade no desenho estão apresentados na Figura 1. A rugosidade das superfícies de precisão elevada e alta geralmente se designa com símbolo $\sqrt{\quad}$ em cima de superfície observada e indicação do símbolo R_z e do seu valor máximo admissível em cima deste símbolo, ou, no caso de uso do parâmetro R_a , indica-se só o seu valor máximo admissível em cima do símbolo $\sqrt{\quad}$. Para maior parte das superfícies com mesma rugosidade seu parâmetro e valor designam-se no canto superior direito do desenho acompanhados com símbolos $\sqrt{\quad}(\sqrt{\quad})$. Esta designação significa que a rugosidade de todas as outras superfícies não indicadas não deve superar o valor indicado em cima do primeiro símbolo. O símbolo $\sqrt{\quad}$ com um círculo dentro significa que a superfície indicada está obtida sem levantamento da apar.

Aqui estão algumas recomendações da escolha da rugosidade numa superfície.

1. A rugosidade R_z numa superfície **não pode superar $\frac{1}{4}$ da tolerância** da sua dimensão principal no sentido da rugosidade (por ex., do diâmetro da superfície cilíndrica) **e $\frac{1}{2}$ da tolerância da forma ou disposição** desta superfície. Esta regra é essencial e deve ser cumprida sempre. $R_z \approx IT_{\text{dim}}/4$ ou $IT_{f,\text{disp}}/2$ é o valor máximo que pode ter a rugosidade numa superfície para não prejudicar a precisão da dimensão, forma e disposição.
2. As superfícies livres, que não têm contacto com outras superfícies podem ser fabricadas com rugosidade $R_z = 40 \div 80 \mu\text{m}$ e mais.
3. As superfícies secundárias tais como chanfros, ranhuras, raios de arredondamento geralmente se fabricam com rugosidade $R_z = 40 \div 80 \mu\text{m}$.
4. As superfícies em contacto que não se deslocam uma relativamente a outra podem ser fabricadas com rugosidade $R_z = 20 \div 40 \mu\text{m}$ se isso fica dentro da regra 1.
5. As superfícies que trabalham com atrito (têm contacto e deslocam-se uma relativamente a outra) podem ser fabricadas com rugosidade $R_a = 0,16 \div 2,5 \mu\text{m}$ (mais frequentemente de 0,32 a 1,25 μm). Os valores menores tomam-se para as superfícies de maior precisão, maior velocidade de deslocamento relativo das superfícies e maiores forças normais.
6. Para aumentar a resistência a fadiga, para diminuir a corrosão numa superfície não protegida por pintura ou outra cobertura, a superfície pode ser fabricada com rugosidade $R_a \leq 2,5 \mu\text{m}$. Quanto menor for a rugosidade tanto maior será a resistência a corrosão e a fadiga.
7. Para ter um aspecto liso e brilhante a superfície pode ter rugosidade $R_a \leq 2,5 \mu\text{m}$.
8. Para ter um aspecto liso e espelhar a superfície pode ter rugosidade $R_a \leq 0,2 \mu\text{m}$.

1.3. Medição das dimensões lineares

Para medição das dimensões lineares utilizam-se medidores diferentes: paquímetros, micrómetros, calibres, dispositivos especiais, etc. Na produção unitária e de série pequena, quando se produz pequeno número das peças iguais, mais frequentemente utilizam-se paquímetros e micrómetros. Os paquímetros utilizam-se para medição das dimensões com desvios admissíveis relativamente grandes. Fabricam-se os paquímetros com o valor de uma divisão da escala 0,01, 0,02, 0,05 e 0,1 mm. Os micrómetros utilizam-se para medição das dimensões de precisão elevada e alta. Eles fabricam-se com o valor de uma divisão da escala 0,001, 0,002 e 0,01 mm. **Para medição numa dimensão escolhe-se um medidor que tem valor de uma divisão menor da tolerância da dimensão a medir a 5 ÷ 10 vezes.**

Na produção em série grande e em massa para avaliação da exactidão das dimensões externas e internas largamente se usam os calibres e para avaliação da exactidão da forma e da disposição da superfície - os escantilhões e dispositivos especiais. Mas para medição das dimensões, para ajustamento das máquinas continuam usar os paquímetros ou micrómetros.

Durante o trabalho nas oficinas para medição das dimensões lineares propõe-se usar um paquímetro. O paquímetro é um medidor amplamente universal. Por meio do paquímetro pode-se medir as dimensões externas (entre testeiras, ver Figura 4), internas (entre orelhas), a profundidade das superfícies internas ou o comprimento dos ressaltos (com o pé).

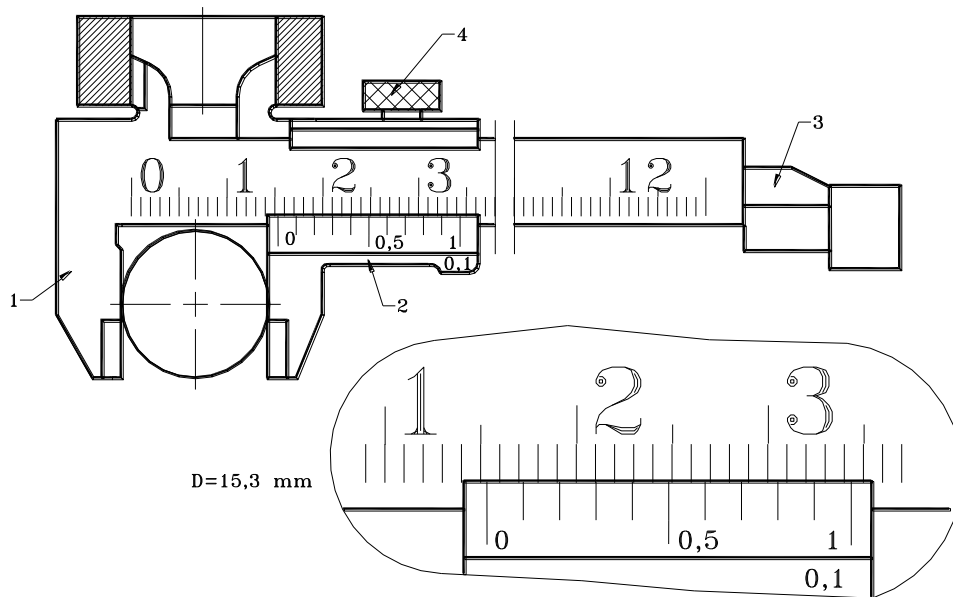


Figura 4. Construção do paquímetro e exemplos da sua utilização.

O paquímetro consiste de duas partes principais:

1. Barra 1 que tem testeira, orelha e régua com o valor de uma divisão igual a 1 mm (escala principal);
2. Testeira móvel 2 que tem o nóvio (escala auxiliar) e se desloca ao longo da barra junto com pé 3.

O valor medido determina-se de seguinte maneira. A divisão da escala principal da régua, mais próxima à esquerda do primeiro risco do nóvio, designado com “0”, determina o número inteiro dos milímetros. A parte de fracção da dimensão corresponde ao número da ordem do risco do nóvio, que melhor coincide com um risco qualquer da escala principal da régua, multiplicado por valor de uma divisão do nóvio. Perto de alguns riscos de nóvio geralmente se indicam os valores da parte de fracção que correspondem a eles. Estas indicações podem ser usadas como base para facilitar a determinação da parte de fracção.

Para o caso apresentado na Figura 4 temos a parte inteira é de 15 mm (corresponde ao valor da régua principal mais próximo a esquerda do risco “0” do nóvio) e a parte de fracção é $3 \cdot 0,1 = 0,3$ mm (melhor coincide o 3º risco do nóvio com um dos riscos da régua principal e o valor de uma divisão do nóvio é igual a 0,1). Então em total temos a dimensão 15,3 mm.

2. MÉTODOS DE OBTENÇÃO DAS PEÇAS BRUTAS

2.1. Corte

Os materiais de boa plasticidade vendem-se no mercado em forma de chapa, varão, tubo ou perfis laminados. Neste grupo dos materiais entram os aços (ligas de ferro com carbono até 2,1%), ligas de alumínio, de cobre, etc. que têm boa plasticidade. Os materiais fundíveis, que têm boa fluidez vendem-se em forma de lingotes (uma forma prismática fundida). Neste grupo entram ferros fundidos (ligas de ferro com carbono mais de 2,1%), ligas de alumínio, de cobre, etc. que têm boa fluidez.

No início para produção de qualquer peça prepara-se uma peça bruta, um esboço. Existem muitos diferentes métodos de obtenção das peças brutas. Todos os estes métodos dão possibilidade obter as superfícies com dimensões principalmente de 12-17 grau de tolerância (na produção unitária e em série pequena geralmente fabricam-se com 14-16 grau). Por isso as superfícies de precisão elevada ou alta devem ser trabalhadas depois com métodos de usinagem. Neste caso para tratamento posterior destas superfícies deve ser prevista a camada do material que se chama sobresspessura. Quer dizer, as superfícies externas da peça bruta devem ter dimensões maiores de que a peça acabada e as superfícies internas - menores.

Na produção unitária e em série pequena utilizam-se os esboços simples, obtidos geralmente por corte duma parte do material laminado.

Para o corte pode-se utilizar os seguintes métodos (Figura 5):

- Corte com tesouras manuais ou mecânicas (Figura 5a);
- Corte nas guilhotinas (Figura 5b);
- Corte com tesouras de disco (Figura 5c);
- Corte nas serras de lâmina manuais ou mecânicas (Figura 5f, d);
- Corte nas serras de disco (Figura 5e);
- Corte com disco abrasivo;
- Corte a gás acetileno (Figura 5g), etc.

Tesouras manuais ou mecânicas utilizam-se para corte de chapas com espessura até 2-3 mm e por um passo fazem corte com comprimento até 100 – 200 mm, varões até 15 ÷ 20 mm, perfis laminados. Guilhotinas utilizam para corte de chapas com espessura até 15-20 mm e largura de 2 m e mais. Outros métodos permitem cortar diferentes materiais com espessura até algumas dezenas e talvez centenas dos milímetros.

Nas oficinas do Departamento de Engenharia Mecânica (DEMA) existe equipamento para realização de todos os estes métodos, excepto guilhotinas e tesouras de disco. Durante a execução de trabalhos os estudantes vão trabalhar principalmente com tesouras manuais, com serras manuais e mecânicas de lâmina.

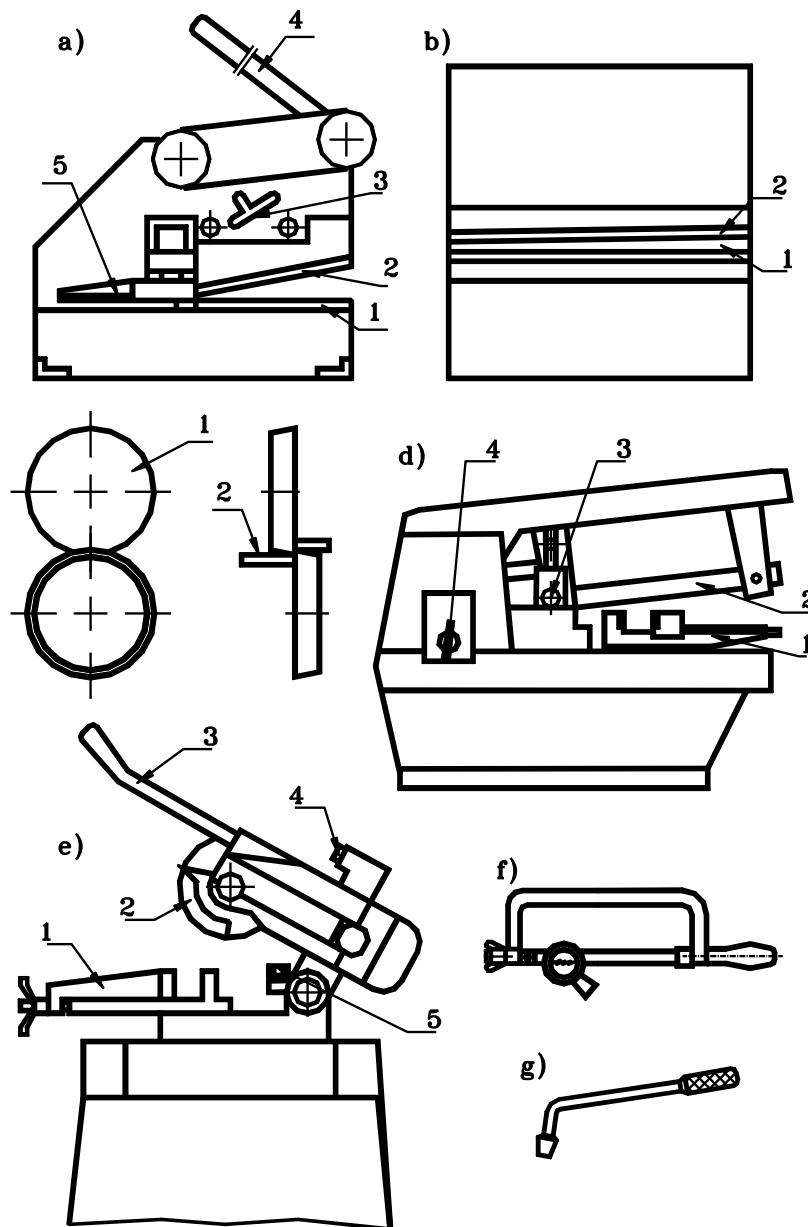


Figura 5. Equipamento para corte das peças brutas.

Antes de cortar o material com tesouras no início faz-se traçamento com agulha de traçar e régua do perfil necessário com um excesso, sobresspessura de 1-2 mm dos lados que precisam o tratamento posterior. Nas tesouras manuais a chapa instala-se entre as facas 1 e 2 (ver Figura 5a), aperta-se com serra-chapa 5 e faz-se corte, baixando a alavanca 4. **No processo de corte há de afastar as mãos de facas e encontrar-se ao lado esquerdo da tesoura, fora da trajetória da alavanca 4.**

No caso de uso da serra mecânica antes de instalar o material para cortar é necessário afastar (subir) o braço com serra de fita (lâmina) 2 (ver Figura 5d). O material a cortar há de apertar bem entre os mordentes de torninho 1 mediante uma alavanca, deixando um braço livre do material para obter a peça bruta com comprimento necessário. Depois de apertar o material

aproxima-se a lâmina 2 e liga-se a máquina com interruptor 4. O mecanismo 3 permite regular o valor de avanço.

Trabalhando na serra mecânica há de dar atenção ao braço móvel com lâmina 2 para não ferir mãos. Também há de tomar em conta que os esboços depois de tratamento geralmente são quentes e têm rebordos agudos. Depois de cortar uma peça bruta necessária há de desligar a máquina e só depois disso pode-se desapertar o material e tomar peça bruta.

2.2. Fundição

As peças brutas volumétricas, mais ou menos complexas, de materiais fundíveis fabricam-se por meio de fundição. A fundição é o método de vazamento do material fundido numa cavidade de molde que é parecida à peça bruta. A peça bruta tem geralmente a configuração mais simples de que a peça acabada, sem furos pequenos, sem chanfros, ranhuras, etc. As dimensões externas da peça bruta que precisam o tratamento posterior têm os valores maiores de que peça acabada e as dimensões internas – menores em valor de sobresspessura (geralmente de alguns mm). Existem seguintes métodos de fundição:

1. Fundição em areia (Figura 6);
2. Fundição em moldes metálicos (Figura 7 i, j);
3. Fundição em molde de casca (Figura 7 f - h);
4. Fundição em cera perdida (Figura 7 a - e);
5. Fundição centrífuga (Figura 7 l);
6. Fundição sob pressão (Figura 7 k);
7. Fundição em molde de tijolo, de cimento, etc.

Deles mais frequentemente utiliza-se fundição em areia pois pode ser utilizado para peças pequenas e grandes, dos materiais diversos (ferrosos e não ferrosos), em diferentes tipos de produção (unitário, em série ou em massa). Outros tipos de fundição utilizam-se principalmente para peças pequenas e médias, para produção em série média, grande e em massa. No caso de fundição em areia no início fabrica-se o modelo da peça bruta de madeira ou metálico. O modelo de madeira utiliza-se na produção unitária e em série pequena, o modelo metálico - na produção de série grande ou em massa. O modelo é parecido à peça acabada, mas é mais simples (não tem furos pequenos, chanfros, ranhuras, etc., vede Figura 6). Além disso as superfícies externas do modelo têm dimensões maiores da peça acabada e as internas - menores.

A diferença entre as dimensões é igual a soma de sobresspessura necessária para tratamento mecânico posterior, de sobresspessura de contracção (pois no processo de arrefecimento do esboço diminuem-se suas dimensões) e a espessura ligada com inclinação das superfícies laterais e raios transitórios entre as superfícies. Estes últimos são necessários para facilitar a extracção do modelo de molde de areia e para diminuir as tensões internas que se formam nos sítios de transição de uma superfície para outra. Todos os estes parâmetros determinam-se segundo as recomendações correspondentes de compêndios.

Bastante frequentemente o modelo faz-se de duas partes, pois no caso contrário é impossível extrair-lo do molde. Para formação das superfícies internas geralmente utilizam-se machos de areia que se preparam com semicaixas (vede Figura 6).

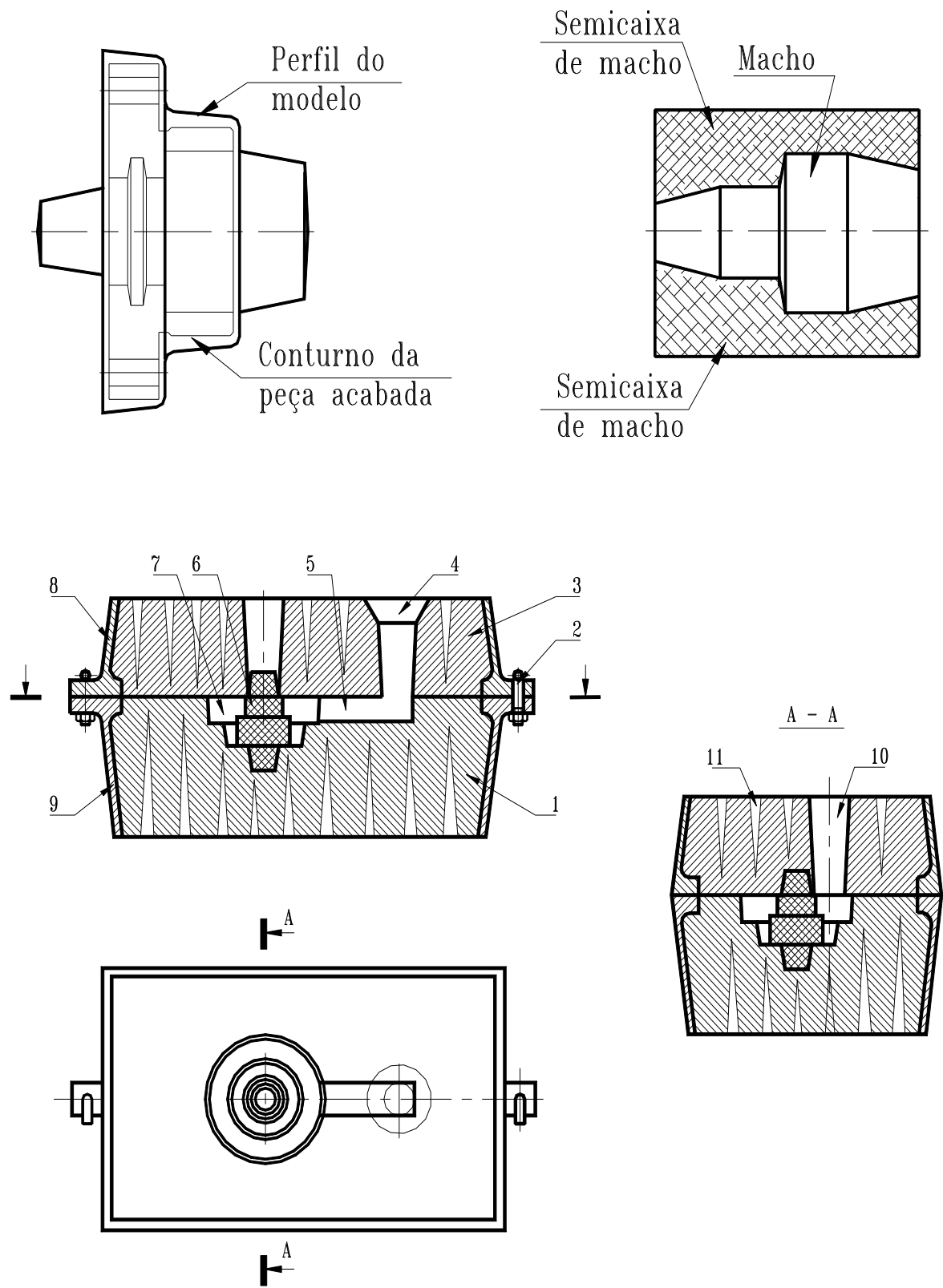


Figura 6. Molde para fundição em areia

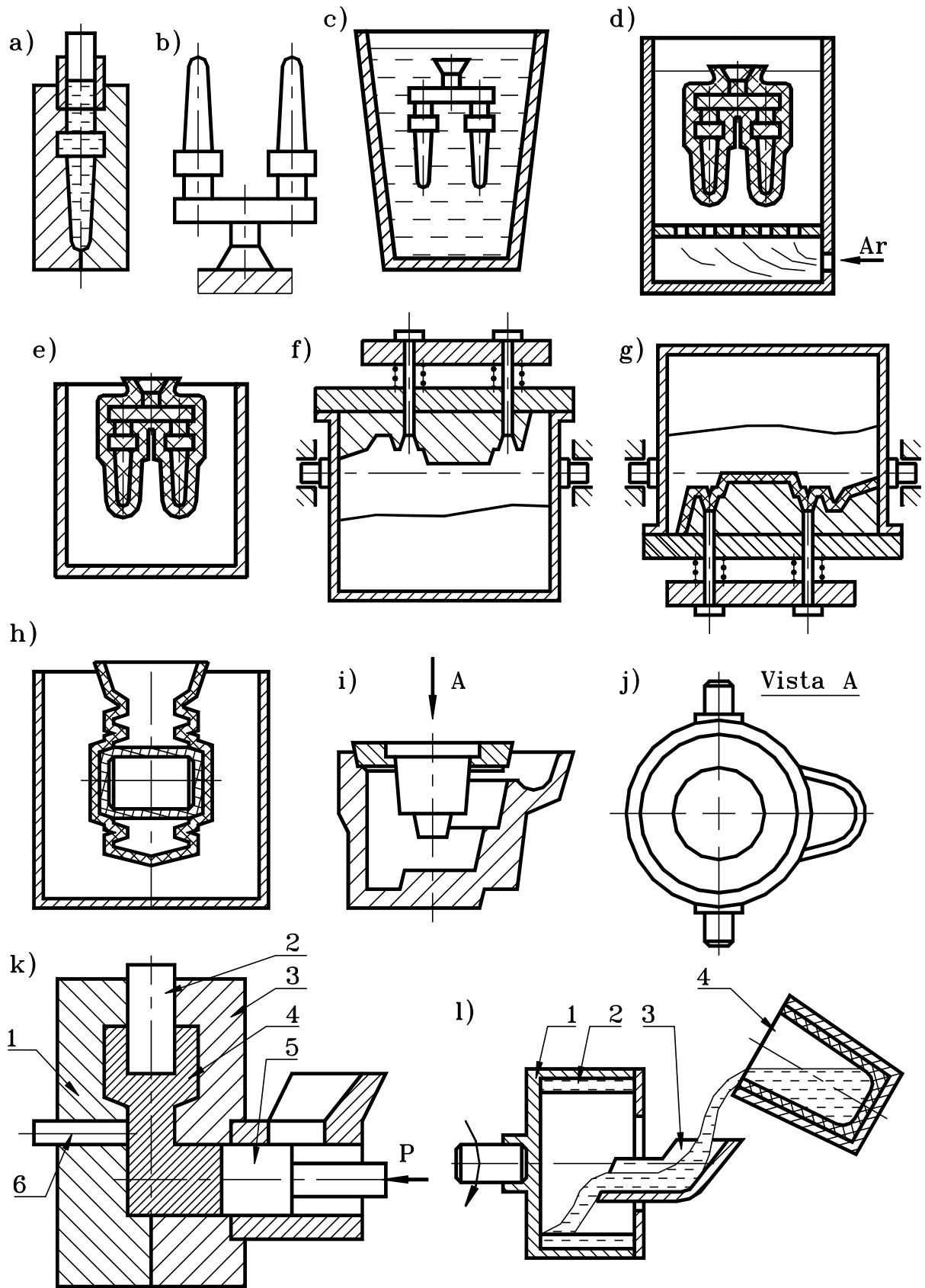


Figura 7. Métodos de fundição

O processo de fundição contém seguintes fases (operações):

1. Preparação de mistura de moldação e de macho;
2. Formação de molde e macho (moldação);
3. Vazamento do material antecipadamente fundido com concha ou colher;
4. Extração da peça bruta de molde e macho da peça depois de arrefecimento;
5. Corte do sistema de gito e rebarbas com serras, tesouras, estampas, etc.;
6. Limpeza de superfícies da peça bruta com jacto de areia, grelhas de aço ou escova de arame.

A mistura de moldação consiste de:

1. Areia quárcica (cerca de 90%);
2. Aglomerantes para endurecimento de areia (argila, resinas, bentonite, dextrite, cimento, etc.);
3. Plastificantes para aumentar propriedades plásticas (serragem, turfa, etc.);
4. Aditivos contra queimadura do material (pó de carvão, grafite, etc.);
5. Água.

O processo de preparação da mistura consiste na: trituração, secagem, extração dos elementos metálicos, peneiração, doseamento e mistura dos componentes. A mistura de moldação pode ter até 85-90% de mistura velha (usada) e 10-15% de mistura nova.

O molde para fundição em areia representa duas caixas de moldagem (semimoldes superior e inferior) enchidas de modo especial com mistura de moldação (vede Figura 6). Os semimoldes preparam-se separadamente e depois se juntam. A sequência de preparação de molde é seguinte:

1. Numa chapa de moldação colocam-se uma metade do modelo, caixa de moldação 9 e os elementos que formam o sistema de furos 4, 5, 10 (chama-se sistema de gito) para fornecimento do material fundido da coluna de vazamento 4 para as cavidades de trabalho 7;
2. Faz-se o enchimento da mistura de moldação 1 por partes com compressão;
3. Formam-se os respiradores 11 (furos para extração de gases) com agulha;
4. Vira-se semimolde e extraem-se o modelo e os elementos que formam o sistema de gito;
5. Instalam-se os machos 6;
6. De mesma maneira prepara-se outro semimolde e depois eles juntam-se (orientação de semimoldes realiza-se através de dois pinos 2).

A fusão do material realiza-se em fornos diferentes (eléctricos, a gás, a carvão, etc.). No DEMA há 6 fornos eléctricos pequenos. Por meio de fundição em areia durante o estudo pode-se organizar a produção de diferentes peças, por exemplo, puxadores para mobília, maçanetas para portas, janelas, elementos para candeeiros, etc. (Figura 8). Por fundição em moldes metálicos pode-se fabricar os pesos de chumbo para pesca.

Há de ser muito cauteloso no processo de vazamento dos moldes, pois salpicos quentes do material fundido podem queimar roupa e causar outro dano. A extração do esboço de molde deve ser feita com instrumentos especiais, pois o esboço pode ser ainda muito quente.

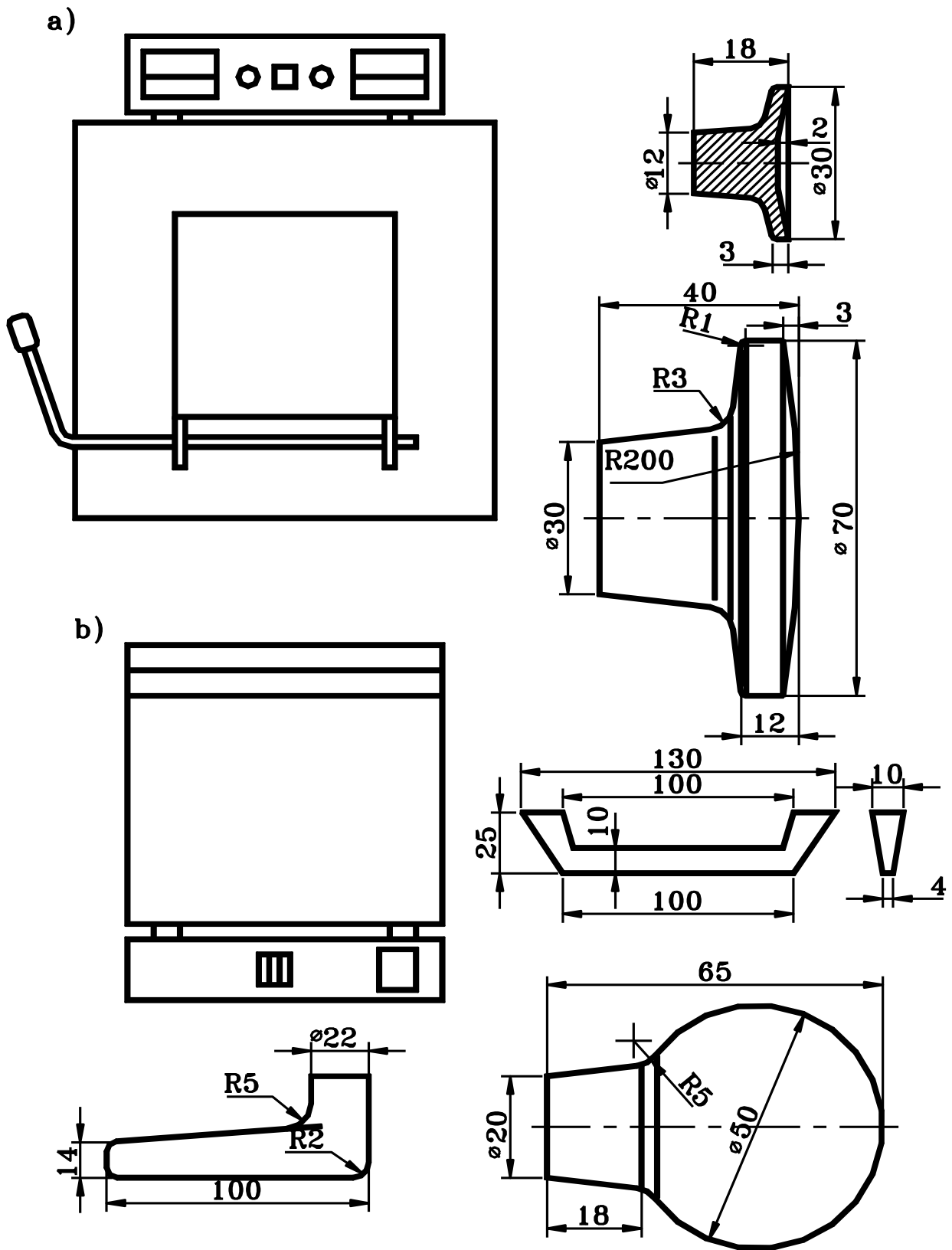


Figura 8. Fornos e peças para fundição em areia.

2.3. Estampagem

As peças brutas de materiais plásticos fabricam-se por meio de métodos de tratamento sob pressão. A peça bruta estampada tem geralmente a configuração mais simples de que a peça acabada e ligeiramente outras dimensões, de mesma maneira como a peça fundida. Existem seguintes métodos de tratamento sob pressão (fig. 9):

1. Laminagem (compressão entre os rolos)(fig. 9a);
2. Trifilação (obtenção de fios por estiramento através de fileira) (fig. 9b);
3. Extrusão (fig. 9c);
4. Forjamento (tratamento com martelo dos esboços simples) (fig. 9d);
5. Estampagem a quente (fig. 9e);
6. Estampagem a frio (fig. 9f), etc.

Os primeiros três métodos utilizam-se principalmente para obtenção de varões, chapas, tubos, perfis, etc. dos quais na produção unitária e em série pequena executam as peças brutas simples por meio de corte.

A estampagem utiliza-se na produção em série média, grande e em massa para obtenção das peças brutas relativamente complexas. Para estampagem a quente o esboço aquece-se até temperatura mais de 0,7 de temperatura de fusão do material a trabalhar. Para estampagem a frio o esboço ou não se aquece ou tem a temperatura menor de 0,3 de temperatura de fusão do material a trabalhar.

A estampagem realiza-se nas máquinas que se chamam prensas e por meio de dispositivos que se chamam estampas. Estampagem a quente geralmente é volumétrica e utiliza-se para obtenção dos esboços quando o uso dos esboços simples laminados leva às grandes perdas do material. Por estampagem a frio mais frequentemente compreende-se a estampagem em folhas.

A estampagem em folhas é mais usada na prática. Neste caso como peça bruta utiliza-se uma chapa (fita) e com diferentes estampas realizam-se tais operações de estampagem como (fig. 9):

1. Corte, recorte (fig. 9g);
2. Puncionagem - perfuração (fig. 9h, 9i);
3. Encurvamento (fig. 9j);
4. Estiramento (fig. 9k);
5. Reviramento de rebarbas (fig. 9l);
6. Alargamento (fig. 9m);
7. Formação (fig. 9n);
8. Cunhagem (fig. 9o), etc.

Existem várias construções das prensas (prensas de manivela, excêntricas, de fricção, de parafuso, hidráulicas, etc.) e de potência diferente. No DEMA há uma prensa de manivela de modelo 80FW-AC (esforço de 80 toneladas) e uma manual de parafuso.

As partes principais da prensa de manivela são (fig. 10): base 1, mesa 2, colunas 3, pilão 4, mecanismo de manivela e biela 6, travessa 7, quadro de controlo 9.

As partes principais da prensa manual de parafuso são (fig. 11): corpo 1, pilão 3 e volante 4.

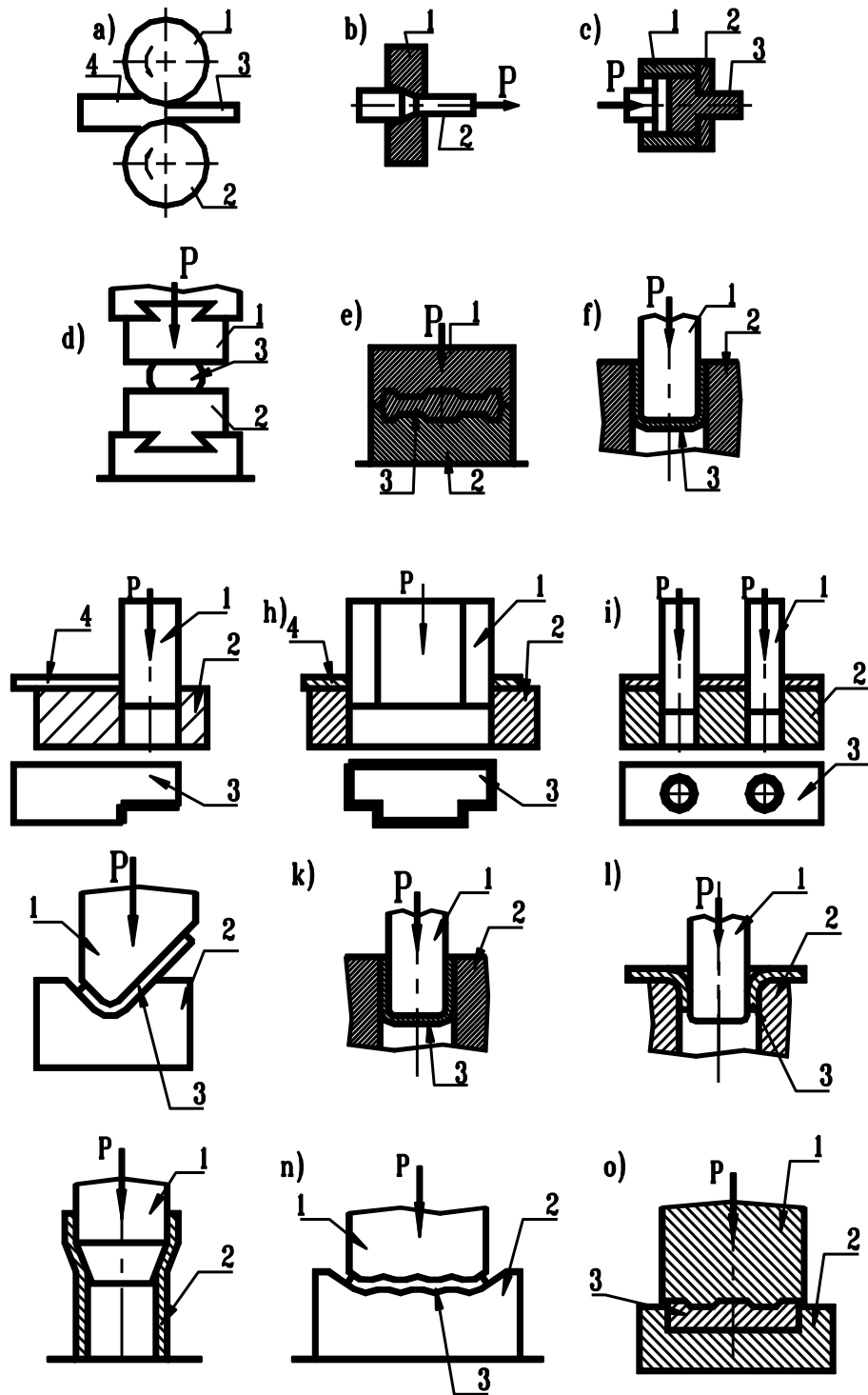


Fig. 9. Métodos de tratamento sob pressão.

Operações de estampagem em folhas.

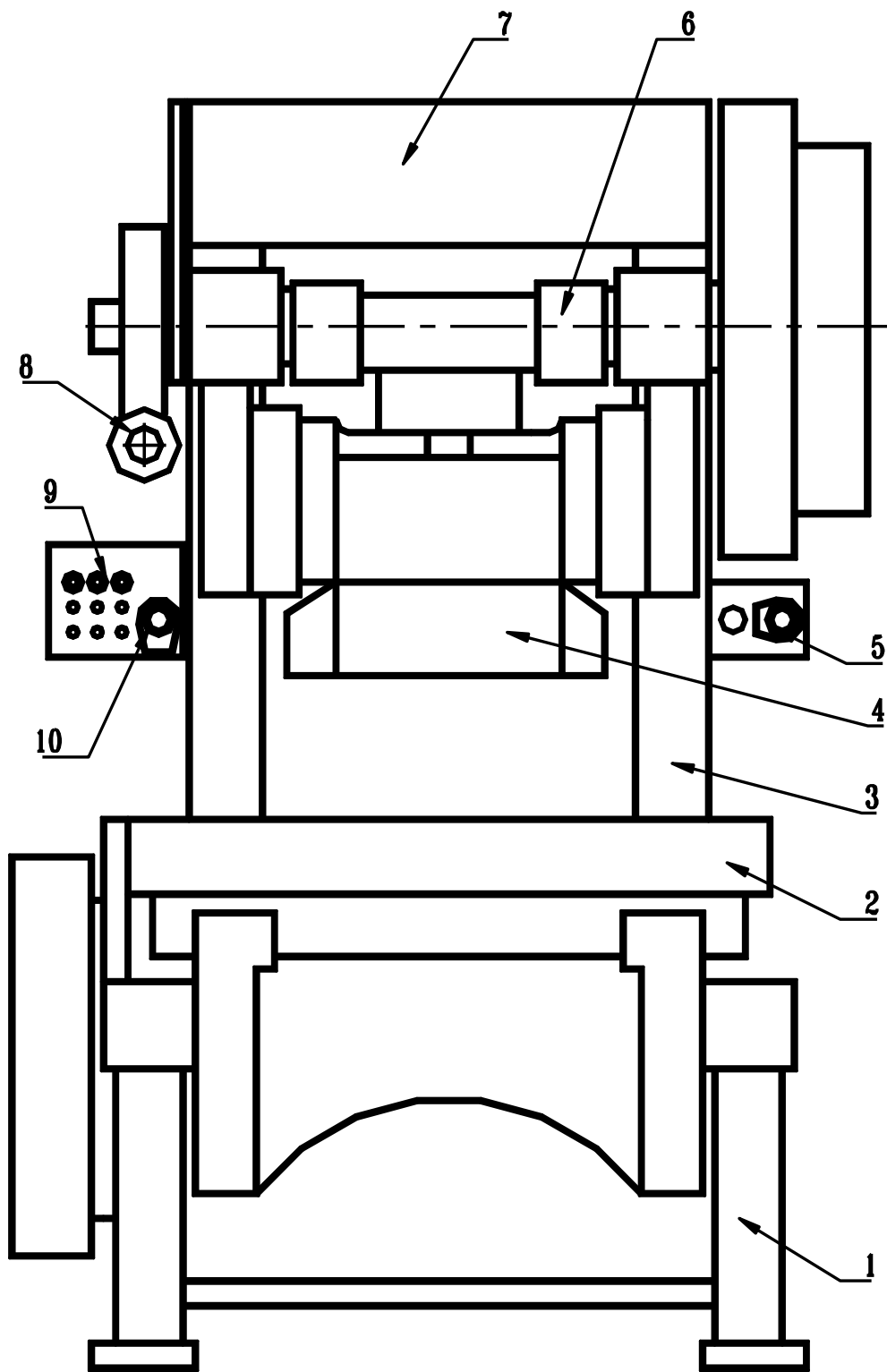


Fig. 10. Prensa de manivela de modelo 80FW-AC

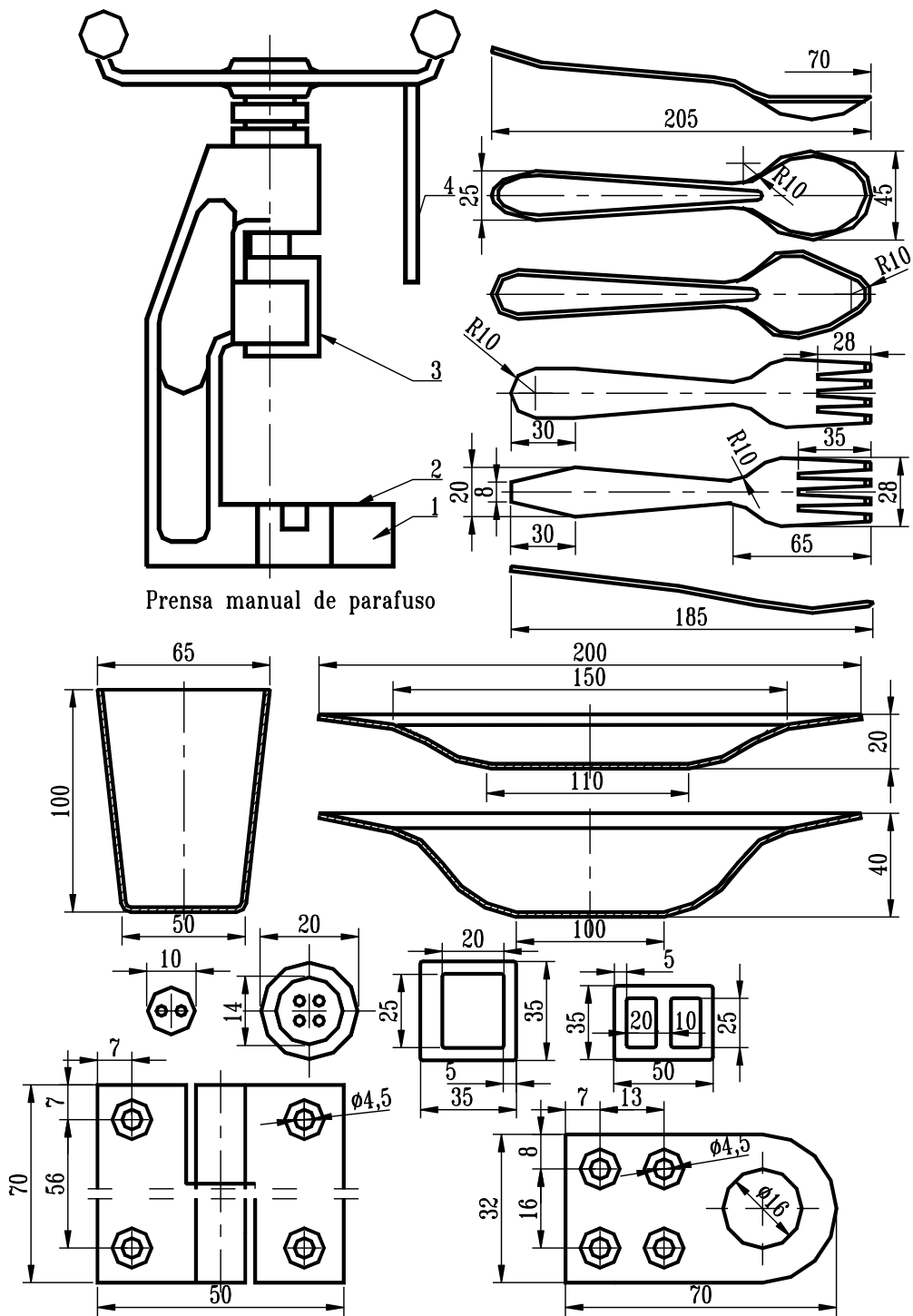


Fig. 11. Prensa manual de parafuso e peças recomendadas para produção

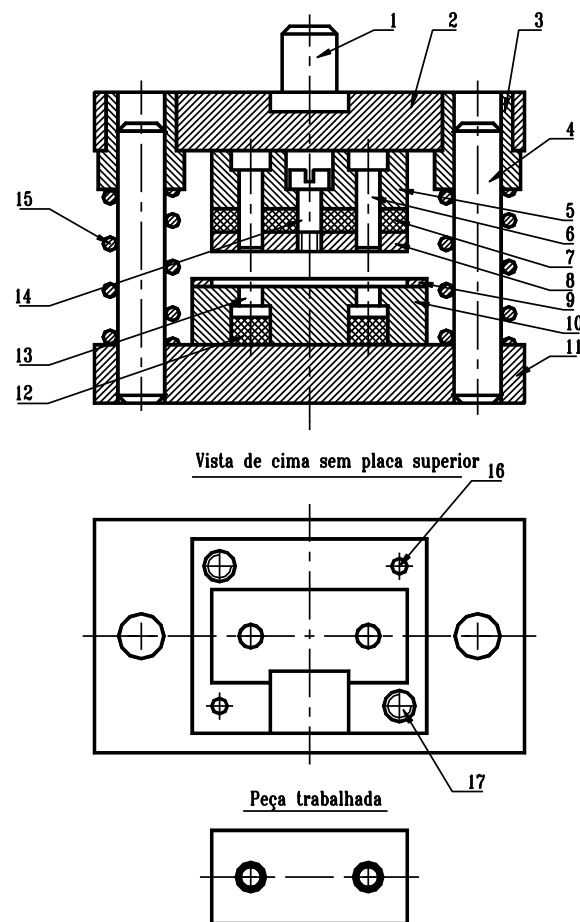


Fig. 12. Exemplo de construção de uma estampa.

Uma estampa contém duas partes (fig. 12). A parte inferior da estampa instala-se na mesa da prensa e parte superior geralmente fixa-se ao martelo (pilão), que se move verticalmente ao longo das guias e realiza a pressão. As peças principais da estampa são: matriz 10 (fixa-se à base, chapa inferior 11), punção 6 (fixa-se à cabeçote, chapa superior 2), elementos de aperto da peça bruta 8 e 13 (aperto faz-se através de elementos 6 e 12 de borracha dura). A peça bruta instala-se na matriz 10 quando a parte superior está em cima. Para orientação da peça bruta utilizam-se guias laterais 9. Depois de instalação da peça bruta liga-se a marcha do martelo (com botões 5 e 10 da prensa, ver Figura 10) com parte superior da estampa que contém o punção 6. Para orientação da parte superior relativamente a parte inferior utilizam-se as colunas 4 e buchas 3. No resultado de deslocamento do punção 6 formam-se as superfícies trabalhadas.

Há de ser muito cauteloso trabalhando na prensa, pois o pilão desloca-se com grande velocidade, grande força e pode cortar mãos e não só. Por esta razão a ligação da marcha do pilão faz-se com duas mãos simultaneamente carregando nos botões 5 e 10.

Nas prensas pode-se organizar produção de loiça (colheres, garfos, copos, pratos, etc.), ferragens (gonzos, corrediças, etc.), botões, fivelas, etc. (ver fig. 11).

3. MÉTODOS DE USINAGEM

3.1. Torneamento

O torneamento é o processo de tratamento das superfícies de rotação externas e internas, numa máquina que se chama torno, através dos ferros cortantes. Os tornos utilizam-se mais frequentemente para trabalhar as superfícies cilíndricas e cónicas, externas e internas e faces. Pode-se trabalhar também ranhuras, roscas, superfícies perfiladas de revolução, etc. Além de torneamento nos tornos pode-se realizar outros métodos de tratamento com outras ferramentas: furamento, fresagem, rectificação, polimento, limagem, etc. Com torneamento pode-se obter as superfícies com dimensões de precisão normal (no desbastamento 12-14 grau de tolerância e rugosidade R_z 40-80 μm), elevada (no semiacabamento 10-12 grau de tolerância e rugosidade R_z 20-80 μm) e alta (no acabamento até 7-9 grau de tolerância e rugosidade R_a 0,32-2,5 μm).

A peça bruta a trabalhar (esboço) curta geralmente coloca-se e fixa-se num mandril (bucha) de três grampos (Figura 14a). Peças compridas podem ser apoiadas de lado direito com um ponto giratório (Figura 14b). Além disso bastante frequentemente peça a trabalhar instala-se entre dois pontos - à esquerda o ponto rígido e à direita o ponto giratório, Figura 14c. Os ferros cortantes instalam-se na porta-ferramenta e fixam-se com parafusos.

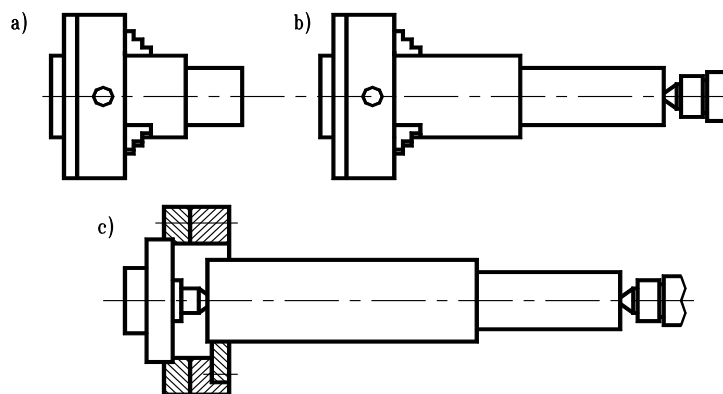


Figura 14. Esquemas principais de instalação das peças num torno.

Durante o processo de torneamento peça a trabalhar gira com velocidade de corte D_v . A rotação da peça é o movimento principal (movimento de corte). A velocidade de corte pode ser de alguns m/min (metros por minuto) até algumas centenas de m/min. Além disso a ferramenta cortante desloca-se relativamente à peça com velocidade de avanço no sentido longitudinal, transversal ou sob qualquer ângulo. O deslocamento da ferramenta é o movimento de avanço (designa-se D_s). O valor de avanço pode ser de algumas centésimas do

mm/v (milímetro por volta da peça) até alguns mm/v. Os valores de velocidade de corte, de avanço e profundidade de corte determinam o regime de tratamento e dependem das propriedades do material a trabalhar e da ferramenta, de qualidade necessária de tratamento.

Para cada tipo de superfície utiliza-se um certo tipo do ferro cortante e um certo sentido de avanço. Os esquemas principais de tratamento das superfícies num torno estão apresentados na Figura 15. Nestes esquemas estão indicados os símbolos dos mecanismos de aperto, ferramentas, sentido dos movimentos da peça e da ferramenta.

Os ferros cortantes podem ser feitos de aço rápido (com alto teor de volfrâmio - W, vanádio - V, molibdénio - Mo, etc.) ou com pastilhas de liga dura (dos carbonetos de volfrâmio - WC, titânio - TiC, tântalo TaC e com cobalto - Co). As ferramentas de aço rápido dão possibilidade trabalhar aços com velocidades V até 60-100 m/min, as de liga dura - até 200-400 m/min.

Existem diferentes tipos de tornos: 1) tornos paralelos, 2) tornos automáticos, 3) tornos revolveres, 4) tornos de comando programado, etc. Deles mais frequentemente utilizam-se os tornos paralelos que são máquinas-ferramentas universais e neles está previsto o trabalho dos estudantes nas oficinas. O torno paralelo tem seguintes partes principais (Figura 16):

1. Barramento ou armação 1 - uma parte inferior em que se colocam todas as outras partes;
2. Cabeçote fixo 6 - encontra-se à esquerda, em cima do barramento, com árvore principal, que realiza a rotação da peça, com engrenagens da caixa de velocidade, alavancas 7 e 10, tabelas para sua regulação (velocidade de corte regula-se através de frequência de rotação da árvore principal);
3. Caixa de avanços 2 com alavancas e manípulos 3, 4, 8, 9, 28, 29 para regulação;
4. Cabeçote móvel 19 (ou contraponto) - encontra-se à direita, serve para instalação dos pontos giratórios (para apoiar a extremidade direita da peça) e ferramentas para tratamento dos furos (brocas, alargadores, mandris, etc.);
5. Carro longitudinal 25 - encontra-se entre cabeçotes e realiza o deslocamento longitudinal das ferramentas (para trabalhar superfícies cilíndricas, etc.), tem manípulos e alavancas para ligação e desligação dos movimentos de avanço;
6. Carro transversal 14 - encontra-se em cima do carro longitudinal e realiza o deslocamento transversal das ferramentas para sangrar, trabalhar faces, ranhuras, etc.;
7. Carro superior 15 - encontra-se em cima do carro transversal e permite realizar o deslocamento manual das ferramentas sob qualquer ângulo relativamente ao eixo de rotação da peça para trabalhar as superfícies cónicas, cilíndricas, etc.;
8. Porta-ferramenta 12 - encontra-se em cima do carro superior e serve para fixação dos ferros cortantes (simultaneamente pode-se pôr até 4 ferros cortantes).

Nas oficinas do DEMA há 4 modelos dos tornos paralelos: 3 tornos de modelo Cadete, 1 de 1K62, 1 de 16K20 e 6 de 1224B. Os tornos 1224B servem para tratamento das peças com diâmetro até 100 mm e comprimento até 500 mm, os tornos Cadete - para peças com diâmetro até 350 mm e comprimento até 1800 mm e os tornos 16K20 e 1K62 - para peças com diâmetro até 200 mm e comprimento até 1000 mm. Há também um torno de comando programado (CNC de modelo DynaMyte 3000) que serve para trabalhar as peças complexas segundo ao programa antecipadamente elaborado (diâmetro máximo - 75 mm e comprimento - 300 mm).

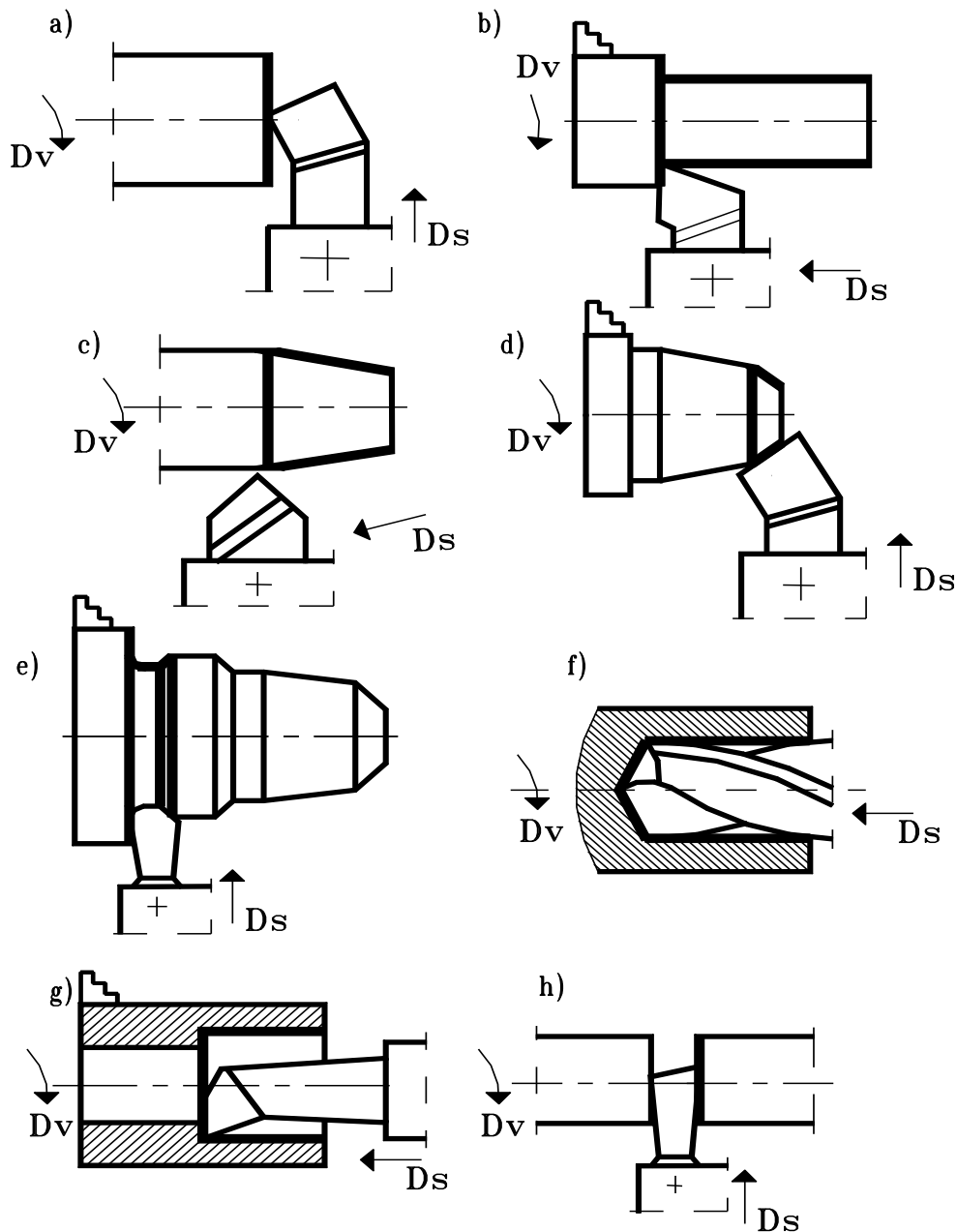


Figura 15. Esquemas principais de tratamento nos tornos.

Legenda da figura 15: a) tratamento numa face; b) tratamento de superfície cilíndrica externa; c) tratamento de superfície cônica; d) tratamento dum chanfro; e) abertura numa ranhura; f) abertura dum furo; g) alisamento (alargamento) dum furo; h) sangramento.

D_v – movimento principal; D_s – movimento de avanço.

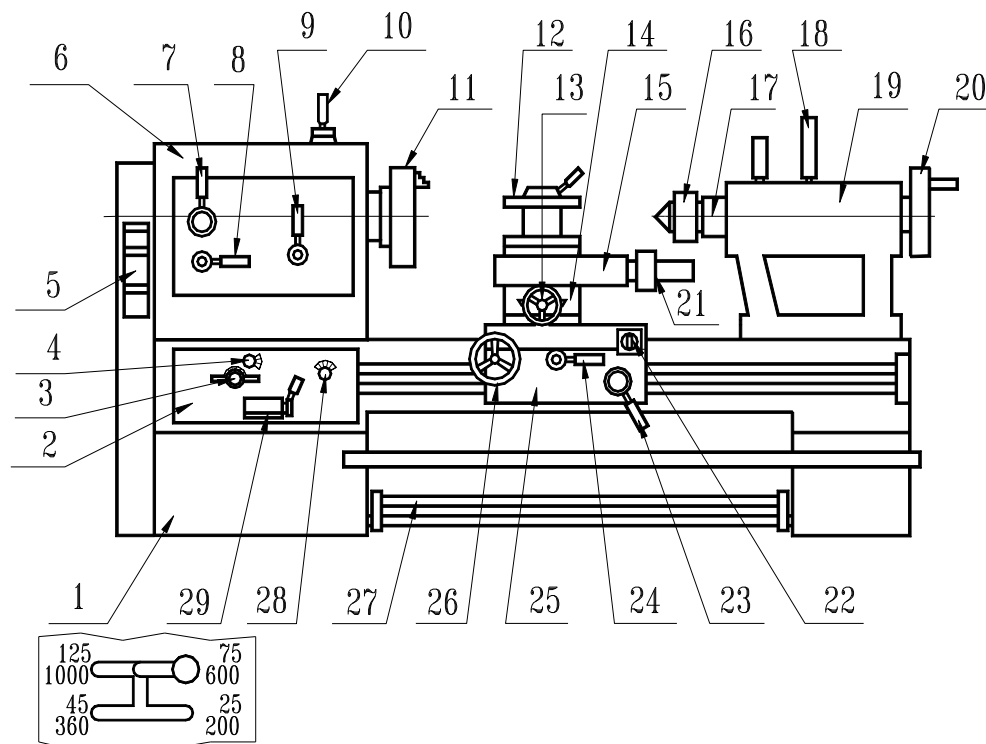


Figura 16. Partes principais dum torno paralelo de modelo Cadete.

Trabalho no torno paralelo de modelo Cadete.

Para ligar o torno de modelo Cadete no início é necessário carregar no botão azul do comutador que se encontra na parede perto da máquina. O movimento de rotação da peça é accionado pelo manípulo 22 (Figura 16).

Para parar o movimento de rotação da peça é necessário pisar o travão 27, sendo necessário porém afastar a ferramenta da peça por meio do manípulo 13. É conveniente parar sempre a rotação da peça para realizar a medição e verificar o estado da superfície trabalhada.

No caso em que a instalação da peça entre os pontos, se faz para transmitir o movimento de rotação da peça, então é necessário usar o ponto esquerdo com a face ou mesmo com os dentes na face, ou usar outro qualquer dispositivo especial (por exemplo, cavalete ou bucha de arraste). O ponto esquerdo, rígido coloca-se no mandril de três grampos ou no furo da árvore principal e o ponto direito, geralmente rotativo 16 no furo da manga 17 do contraponto 19.

Para trabalhar as superfícies cilíndricas (ver Figura 15), a ferramenta de tornear realiza o avanço longitudinal S_{vl} (paralelo ao eixo de rotação da peça) através do carro longitudinal 25. Para ligar o avanço automático longitudinal é necessário baixar o manípulo 24. Por meio do volante 26 também se realiza o movimento longitudinal da ferramenta cortante, mas à mão e principalmente só para aproximar ou afastar a ferramenta no sentido longitudinal. Para desligar o avanço automático é necessário pôr o manípulo 24 na posição neutra (horizontal).

Por meio do manípulo 13 realiza-se o movimento da ferramenta cortante à mão no sentido transversal (perpendicular ao eixo de rotação da peça) por meio do carro transversal 14.

Este movimento realiza-se para aproximar ou afastas a ferramentas no sentido radial e para instalar o diâmetro certo da superfície trabalhada, ou seja, o valor certo da profundidade de corte. No início mede-se a superfície trabalhada e calcula-se a espessura de camada que seja necessário levantar (profundidade de corte - t). A seguir liga-se rotação da árvore principal e a ferramenta aproxima-se até o contacto com a superfície trabalhada da peça. Depois a ferramenta afasta-se para direita e desloca-se no sentido radial no valor calculado da profundidade de corte. Uma divisão do limbo deste manípulo corresponde ao deslocamento da ferramenta em 0,1 mm.

Há de sublinhar que o bico do ferro-cortante deve ser no nível do eixo de rotação da peça o que se garante através das chapas que se instalam sob a ferramenta. A verificação do nível do bico da ferramenta faz-se através do bico do ponto instalado na manga do contraponto.

O tratamento das superfícies cónicas efectua-se geralmente através do carro superior 15, que gira relativamente ao eixo do porta-ferramenta. A inclinação do carro superior dá possibilidade de deslocar a ferramenta cortante através do manípulo 21 sob um ângulo determinado relativamente ao eixo da peça. O movimento do carro superior realiza-se à mão.

Para cortar (sangrar) a peça é necessário usar o ferro de cortar e o avanço transversal S_{vt} . Para ligar o avanço automático transversal é necessário subir o manípulo 24 e para o desligar é preciso pô-lo na posição horizontal.

A velocidade do movimento principal V regula-se através de frequência de rotação da árvore principal por meio da tabela e dos manípulos 7 e 10. O manípulo 10 determina a cor dos números na tabela e o manípulo 7 determina o valor da frequência de rotação de árvore principal em rotações por minuto (r.p.m.). Por exemplo, a posição do manípulo apresentado na Figura 16 corresponde a frequência de rotação 600 r.p.m.

O avanço regula-se por meio da tabela 5 e dos manípulos 3, 4, 9 e 28 (mede-se em mm/volta). O manípulo 8 regula o sentido do movimento: para o movimento longitudinal da direita para a esquerda ou da esquerda para direita; para o movimento transversal em direcção ao operário (aproximando-se dele) ou no sentido contrário (afastando-se dele).

O manípulo 28 instala o tipo de tratamento que corresponde aos desenhos perto deste manípulo (torneamento das superfícies, abertura das roscas métricas ou polegadas). O manípulo 3 serve para instalar o número da linha na tabela e o manípulo 4 - para instalar a letra da coluna em que se encontra o valor necessário do avanço. O manípulo 9 determina a parte esquerda ou direita da tabela 5. Por exemplo, ao avanço 0,1 mm/volta, corresponde o numero 1, a letra C e a posição do manípulo 9 à rosca fina.

O manípulo 20 permite deslocar a manga 17 com ponto giratório ou com broca, etc. para trabalhar furo ao longo do eixo de rotação da peça a trabalhar. Antes disso o cabeçote móvel desloca-se à mão para aproximar ferramenta e fixa-se na posição necessária com alavanca 18.

Só é possível regular a máquina quando ela está desligada.

Órgãos de controle dos tornos paralelos de modelo 1K62 e 16K20 estão apresentados na Figura 17.

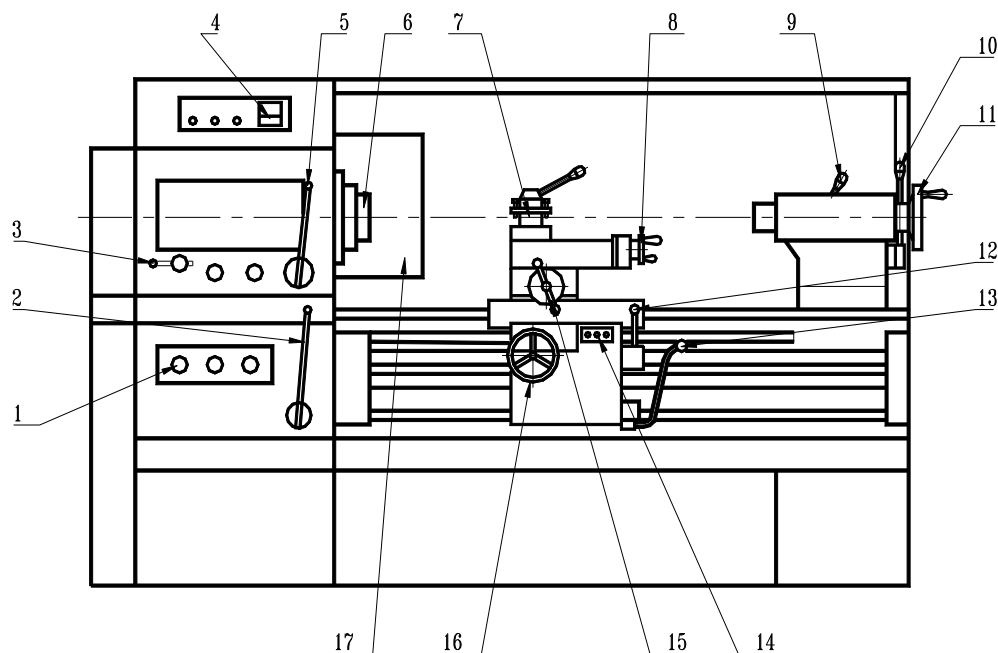


Figura 17. Órgãos de trabalho dos tornos de modelo 1K62 e 16K20.

O motor eléctrico liga-se com interruptores 4 e botão 14. A rotação da peça a trabalhar liga-se com alavanca 2 ou 13, mas antes há de fechar a camisa 17. O sentido de rotação da peça depende do sentido de rotação da alavanca. A frequência de rotação regula-se com alavanca 5 e manípulo 3 segundo a tabela na máquina. Deslocamento manual do carro longitudinal realiza-se com volante 16, do carro transversal – com manípulo 15 e do superior – com manípulo 8. O avanço mecânico liga-se com alavanca 12. O sentido de deslocamento neste caso corresponde ao sentido de inclinação deste manípulo. *O botão no manípulo 12 serve para ligar o avanço rápido em vazio.* O valor de avanço regula-se com manípulos 1 segundo a tabela na máquina. O volante 11 permite deslocar a manga do cabeçote móvel. A fixação do cabeçote móvel faz-se com alavanca 10 e a fixação da manga – com alavanca 9.

Órgãos de controle do torno paralelo de modelo 1224B estão apresentados na Figura 18.

O motor eléctrico liga-se com botão 1 e desliga-se com botão 18. A rotação da peça a trabalhar liga-se com alavanca 8. O sentido de rotação da peça depende do sentido de rotação da alavanca. A frequência de rotação regula-se através de deslocamento das correias da caixa de velocidade segundo a tabela na máquina, mas antes de deslocamento é necessário virar alavanca 13 para si. Deslocamento manual do carro longitudinal realiza-se com volante 9, do carro transversal - com manípulo 10 e do superior – com manípulo 4.

O avanço mecânico liga-se com alavanca 11. Abaixando a alavanca 11 liga-se o avanço transversal e subindo – o avanço longitudinal (na posição horizontal o avanço automático está desligado). O sentido de avanço mecânico (para esquerda ou direita, para frente ou para trás) regula-se com alavanca 2. O valor de avanço regula-se com alavancas 15 e 16 segundo a tabela na máquina. A alavanca 14 liga o modo de avanço ou de abertura de rosca. O volante 7

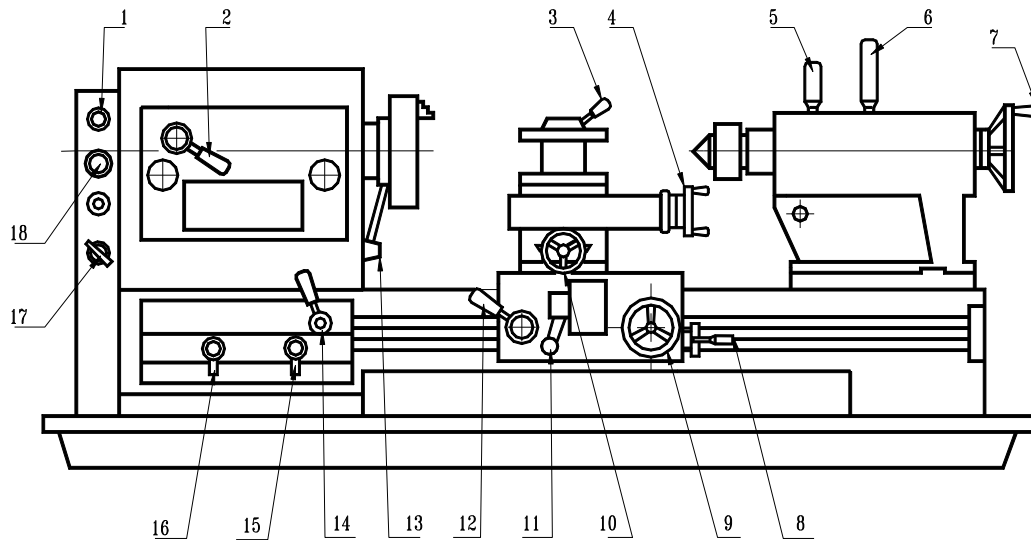
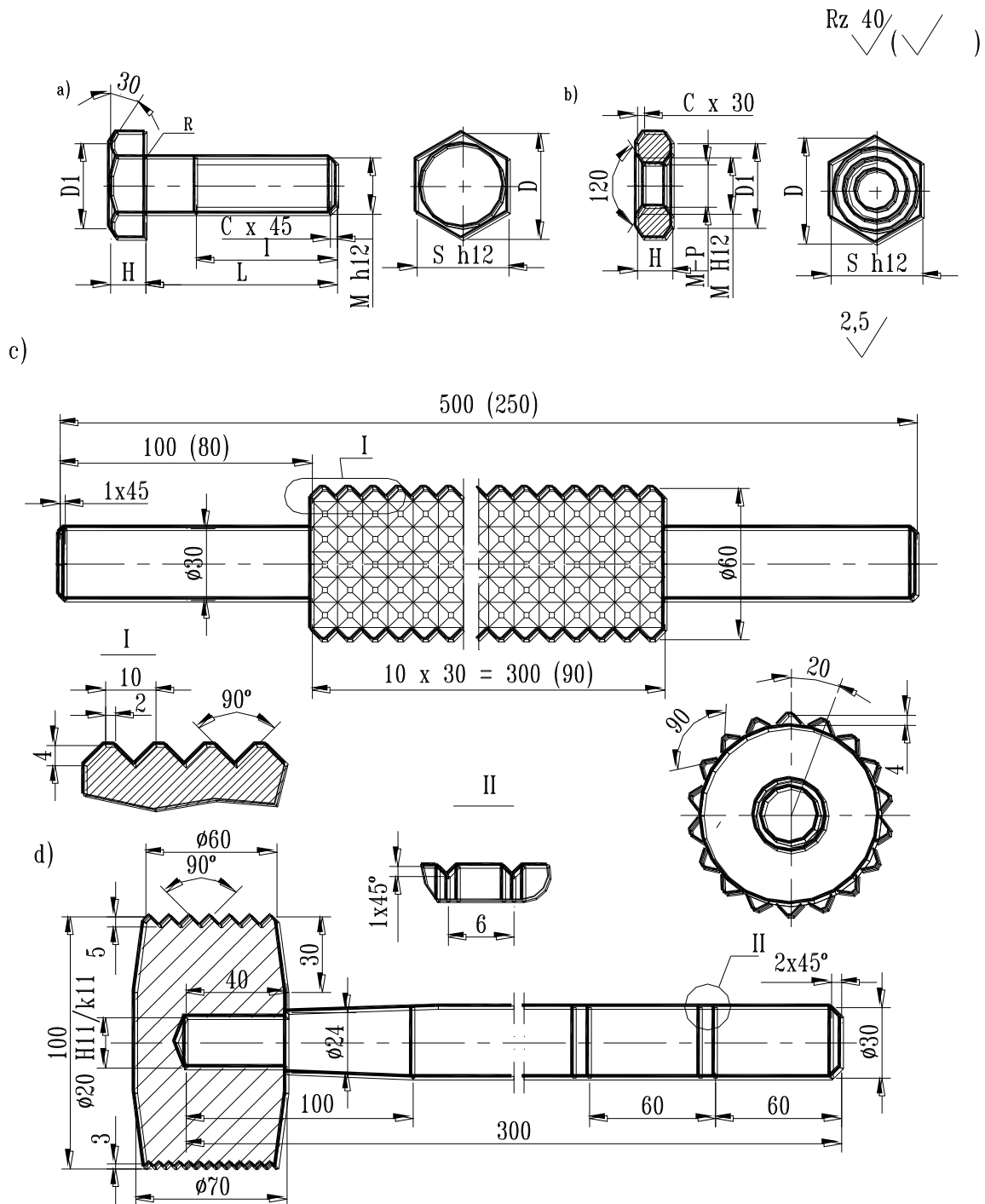


Figura 18. Órgãos de trabalho do torno paralelo de modelo 1224B.

permite deslocar a manga do cabeçote móvel. A fixação do cabeçote móvel faz-se com alavanca 6 e a fixação da manga – com alavanca 5.

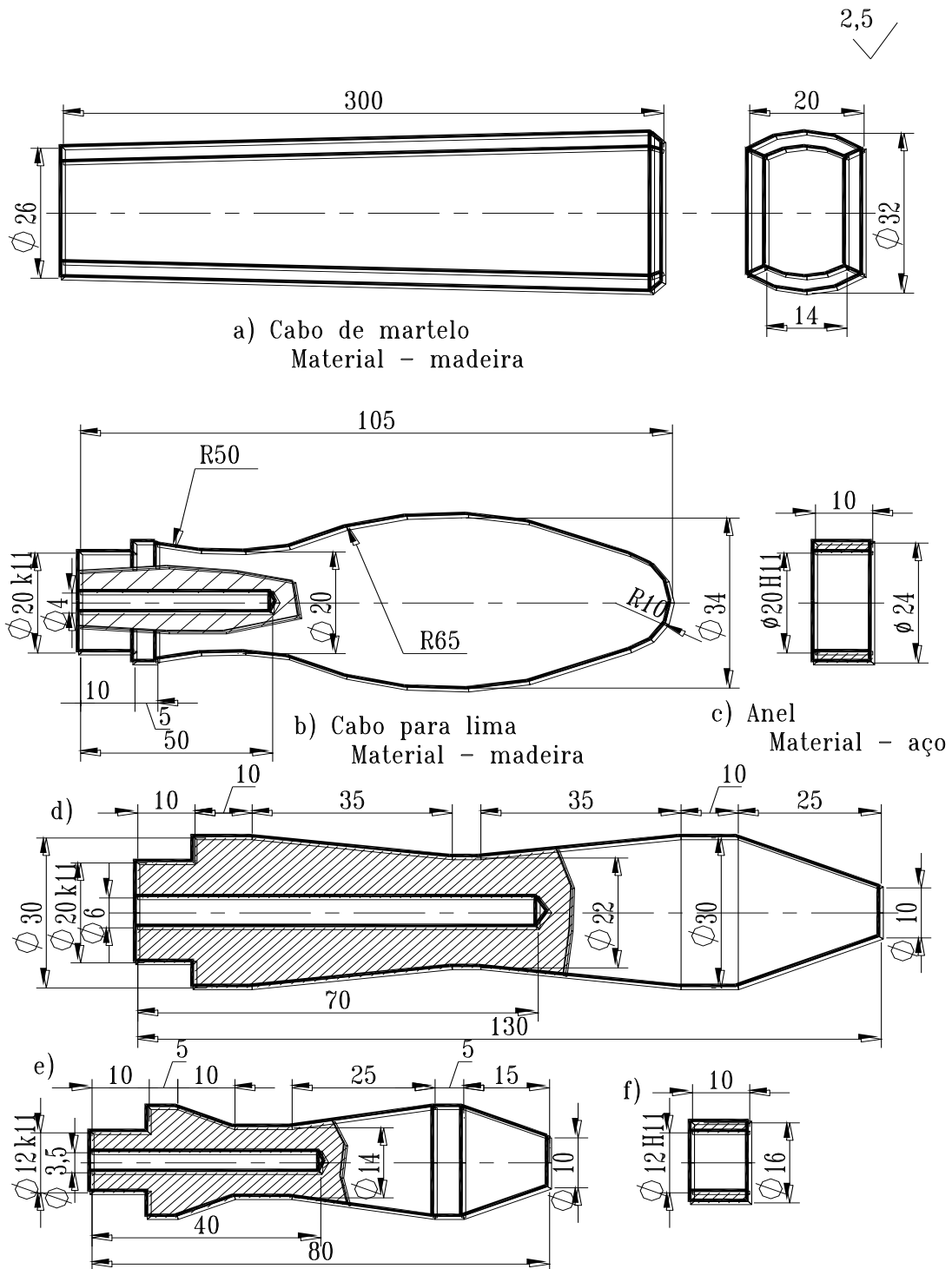
No torno recomenda-se produzir as peças simples, por exemplo, o cabo de madeira para o martelo ou para a lima, parafuso e porca, um dispositivo para massagem, etc. (Figura 19, 20). Os parâmetros de parafuso e porca estão apresentados na tabela a seguir.

O tratamento das peças de madeira realiza-se com uma frequência de rotação da árvore principal 600 ou 1000 rpm e com um avanço aproximado a 0,2 mm/volta. A profundidade máxima que é possível cortar numa só passagem é de 3-5 mm.. O tratamento pode-se realizar por meio do ferro-cortante de aço rápido.



1. Arredondar bordos agudos - $r=0,5$ mm;
2. Outras dimensões executar segundo a $\pm IT12/2$ para as peças metálicas e $\pm IT14/2$ para as de madeira;
3. Porca e parafuso - de aço de construção, martelo e dispositivo para massagem - de madeira.

Figura 19. Peças recomendadas para produção nos tornos e fresadoras



1. Arredondar bordos agudos - $r = 0,5 \text{ mm}$
2. Outras dimensões executar com desvios segundo a $\pm IT14/2$

Figura 20. Peças recomendadas para produção nos tornos e fresadoras

Tabela dos parâmetros da porca e do parafuso.

| N p/o | M | L | | | l | | | D | H | S | C | D1 |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|------|---|----|------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| 1 | 4 | 8 | 16 | 25 | 8 | 14 | 14 | 9,2 | 3 | 8 | 0,7 | 7,5 |
| 2 | 5 | 10 | 20 | 30 | 10 | 16 | 16 | 11,5 | 4 | 10 | 0,8 | 9,5 |
| 3 | 6 | 12 | 25 | 35 | 12 | 18 | 18 | 13,8 | 5 | 12 | 1 | 11 |
| 4 | 8 | 18 | 35 | 50 | 18 | 22 | 22 | 16,2 | 6 | 14 | 1,25 | 13 |
| 5 | 10 | 20 | 40 | 60 | 20 | 26 | 26 | 19,6 | 7 | 17 | 1,5 | 16 |
| 6 | 12 | 25 | 50 | 75 | 25 | 30 | 30 | 21,9 | 9 | 19 | 2 | 18 |

Minha proposta de Negócio na Internet!

Eu procuro os parceiros com quem vamos fazer o Negócio na Internet. Precisa o acesso a internet, 3-4 h/dia e um investimento financeiro.

Vou ensinar tudo o que seja necessário. O negócio na Internet tem grande perspectiva, permite ficar financeiramente independente dentro dum tempo.

Vejam o clipe <http://b21v.ru/pt/?p=39> e contactam comigo pelo Skype alexandre.kourbatov

3.2. Fresagem

Fresagem é um processo de tratamento das superfícies raiadas (que têm como uma linha geratriz uma linha recta) com ferramentas que se chamam fresas. A fresagem realiza-se geralmente nas máquinas-ferramentas que se chamam fresadoras mas também pode ser realizada nos tornos com dispositivos especiais. Por fresagem, por exemplo, pode-se trabalhar superfícies planas, banquetas, ranhuras de forma diversa, dentes das engrenagens, etc. Os parâmetros de qualidade que se pode atingir nas fresadoras são praticamente mesmas que nos tornos (grau de tolerância de 7 a 14 e rugosidade de R_a 0,32 até R_z 80 μm).

A rotação da fresa nas fresadoras é o movimento principal (movimento de corte, faz-se com velocidade de corte V) e o deslocamento da peça a trabalhar é o de avanço (faz-se com velocidade de avanço S_v). O nível dos valores de velocidade de corte V e de avanço S_v é mesmo como no torneamento.

As fresas instalam-se num mandril que, por sua vez, se coloca no furo da árvore principal. As peças a trabalhar fixam-se num dispositivo que se instala na mesa da fresadora. Mais frequentemente peça instala-se entre os mordentes do torninho num apoio ou orienta-se por meio do nível (Figura 26). Como os dispositivos para o aperto das peças a trabalhar utilizam-se também chapas de aperto e cabeçotes divisores. Os últimos utilizam-se para girar peça em qualquer ângulo quando é necessário trabalhar, por exemplo, algumas ranhuras dos dentes das engrenagens, etc.

Existem diferentes tipos das fresas e fresadoras. Principais tipos das fresas e esquemas de tratamento nas fresadoras são seguintes:

1. Fresas cilíndricas - servem para tratamento das superfícies planas horizontais nas fresadoras horizontais e universais (Figura 21a);
2. Fresas frontais - também servem para tratamento das superfícies planas mas de qualquer disposição (horizontal, vertical, inclinada) nas fresadoras verticais e universais (Figura 21b);
3. Fresas de disco - servem para tratamento das banquetas (Figura 21c), ranhuras (Figura 21d) nas fresadoras horizontais e universais;
4. Fresas de cabo cilíndricas - são universais e servem para tratamento das superfícies diversas (planos horizontais, verticais, inclinados, ranhuras, banquetas, etc.) nas fresadoras verticais e universais (Figura 21e);
5. Fresas angulares - servem para tratamento das ranhuras angulares, chanfros, planos inclinados nas fresadoras horizontais e universais (Figura 21f – conjunto de duas fresas angulares, 21g – fresa biangular);
6. Fresas de cabo para ranhuras diversas (do tipo de T - Figura 21h, de rabo de andorinha, etc.) nas fresadoras verticais e universais;
7. Fresas de disco perfiladas (por exemplo, semiredondas – Figura 21i) nas fresadoras horizontais e universais;
8. Fresas de disco para cortar / sangrar (Figura 21j) nas fresadoras horizontais e universais, e nas máquinas para cortar;
9. Fresas de cabo para abrir ranhuras para chavetas prismáticas nas fresadoras verticais e universais (Figura 21k).

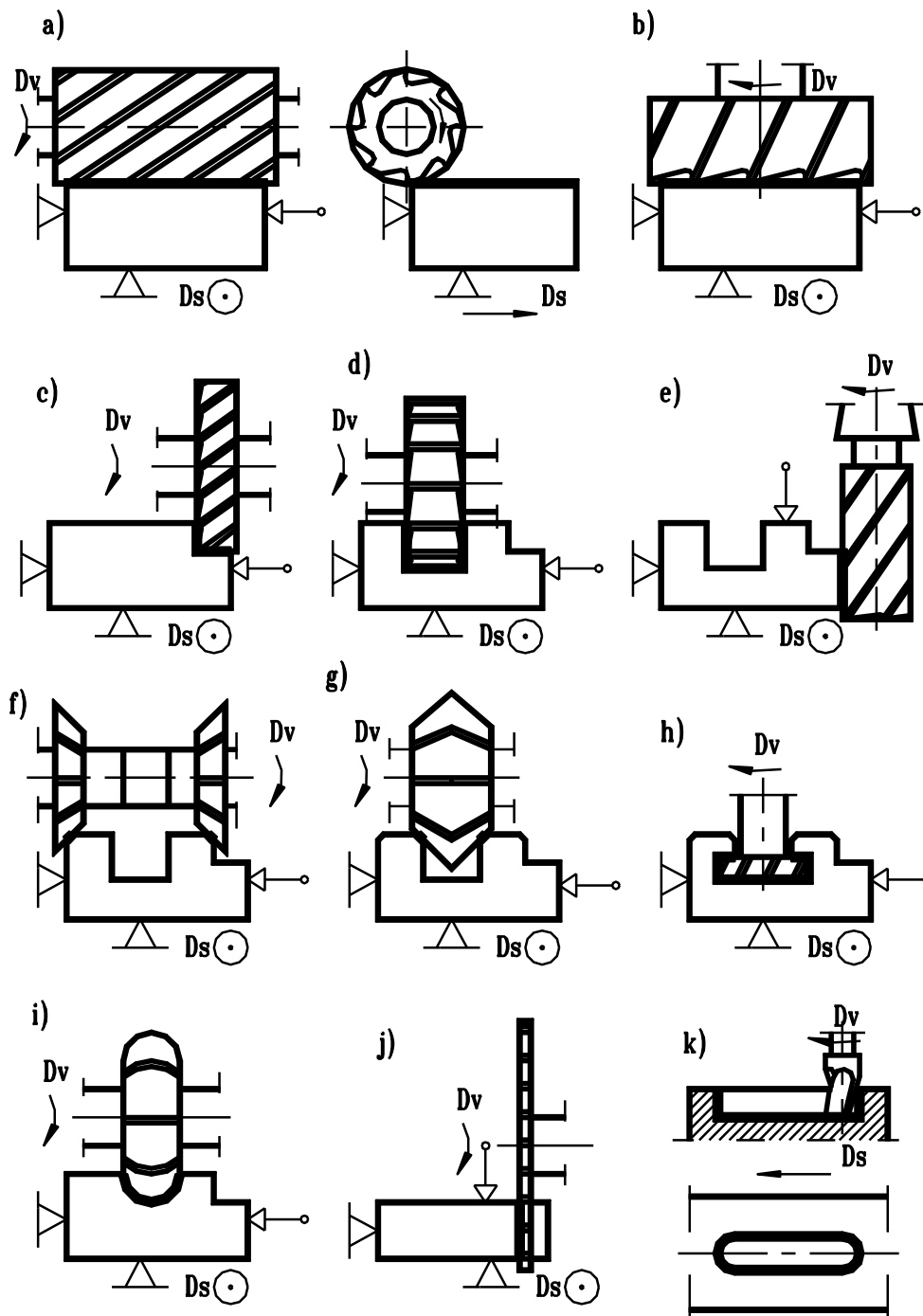


Figura 21. Esquemas principais de fresagem das superfícies diversas.

Os tipos principais das fresadoras são:

1. Fresadoras horizontais (têm eixo de rotação da árvore principal horizontal);
2. Fresadoras verticais (têm eixo de rotação da árvore principal vertical);
3. Fresadoras universais (permitem inclinar o eixo de rotação da árvore principal sob qualquer ângulo).

Existem também as fresadoras para abrir rosca, fresadoras para talhar dentes, etc.

Nas oficinas do DEMA há três modelos das fresadoras universais (4 de Milko-35R, 1 de Bautar e 1 de Jarbe) que podem ser utilizados com estudantes. Além disso há duas fresadoras verticais de comando programado (CNC de modelo Dyna Myte 2800C) que permitem trabalhar as superfícies perfiladas bidimensionais e tridimensionais.

Partes principais duma fresadora universal são seguintes (Figura 22):

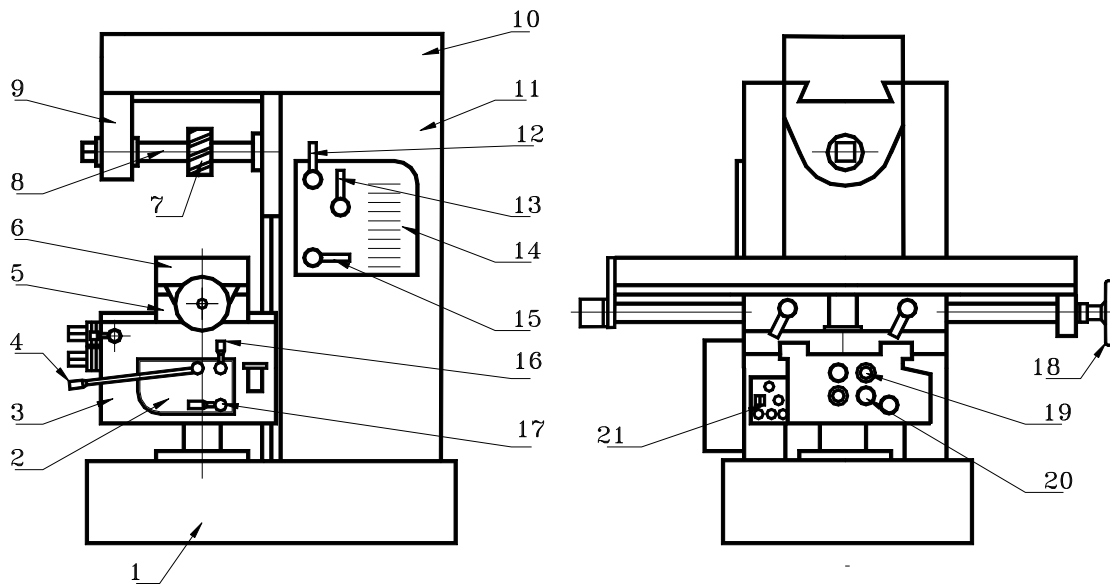


Figura 22. Partes principais duma fresadora universal de modelo Milko-35R.

1. Base 1 onde se coloca o barramento 11 (ou armação), que tem dentro as engrenagens da caixa de velocidade 14 para sua regulação através das alavancas 12, 13 e 15;
2. Em cima de barramento sai árvore principal, onde se instala o suporte 8 com fresas 7; outra extremidade do suporte está apoiada com braço 10 e olhal 9; nas fresadoras universais na árvore principal pode ser instalado o cabeçote de árvore principal que permite inclinar a fresa sob qualquer ângulo relativamente a mesa ou peça a trabalhar;
3. Consola 3, que tem dentro as engrenagens da caixa de avanço 2, alavancas 16 e 17 para sua regulação e que se desloca verticalmente ao longo do barramento (movimento montável, que pode ser realizado na etapa de preparação da máquina-ferramenta para aproximar peça a ferramenta, instalar a profundidade de corte);
4. Carro transversal 5, que se encontra em cima de consola 3 e realiza o avanço transversal da peça a trabalhar;
5. Mesa 6, aonde se coloca a peça a trabalhar e que se encontra em cima do carro transversal 5 e realiza o avanço longitudinal da peça a trabalhar.

Trabalho na fresadora universal de modelo Milko-35r.

A rotação da fresa (movimento de corte V) na fresadora de modelo Milko-35r liga-se com botão verde 23 e desliga-se com botão vermelho (Ver figura 22). O sentido de rotação da fresa regula-se com um interruptor que se encontra atrás de fresadora.

O sentido da rotação da fresa deve coincidir com o sentido da inclinação dos seus dentes e sobre isso se deve prestar uma atenção especial. Além disso há de apertar peças e fresas fortemente nos seus dispositivos para evitar os acidentes e avarias.

A frequência de rotação da fresa regula-se por meio das tabelas e manípulos 12, 13 e 15. O manípulo 12 determina a cor da célula na tabela (vermelho ou branco), o manípulo 13 determina a parte de tabela A ou B e o manípulo 15 – número da linha nesta parte da tabela. Por exemplo, a posição dos manípulos Branco A 3 corresponde à frequência de rotação 180 r.p.m.

O movimento de avanço longitudinal da peça é realizado através do deslocamento da mesa 6. Esse movimento da peça é horizontal, ao longo da mesa e faz-se no sentido perpendicular ao eixo de rotação da fresa. O avanço longitudinal manual efectua-se por meio do volante 18. O deslocamento transversal (perpendicularmente da mesa) realiza-se por meio do carro 5, girando o veio 20 com chave especial. O deslocamento vertical realiza-se por meio de consola 3, girando o veio 19 com mesma chave especial.

O avanço automático liga-se através de dois botões verdes 21 e desliga-se por meio de botão vermelho. O botão esquerdo verde liga o deslocamento num sentido e o direito – em outro. As setas perto dos botões demonstram os sentidos possíveis. O tipo de movimento (longitudinal, transversal ou vertical) regula-se por meio de alavancas 4.

O valor do avanço regula-se por meio da tabela e das alavancas 16 e 17. A alavanca 16 indica o número da linha na tabela e a alavanca 17 – a letra da coluna. No cruzamento pode-se ler o valor de avanço que corresponde a letra e numero instalados. Por exemplo, B 3 corresponde ao avanço 340 mm/min. A alavanca 4 liga o avanço de trabalho ou o rápido para deslocamento em vazio.

Antes de começar a fresagem é necessário instalar a fresa sobre a peça na posição de tratamento por meio de volante 18, chave e veios 19 e 20. Depois disso liga-se a rotação da fresa por meio de botão 22 no sentido de inclinação dos dentes da fresa e subindo a peça com veio 21 atinge-se o contacto da peça com fresa (ponto de tangência). A seguir peça afasta-se da fresa no sentido longitudinal e instala-se a profundidade de corte levando a peça por meio do veio 20. Uma divisão do limbo do veio 20 corresponde a 0,05 mm.

Órgãos de controle da fresadora universal do modelo Bautar.

A rotação da fresa na fresadora de modelo Bautar liga-se com botões 12 e 13, e desliga-se com botão 14 (Figura 23). O botão 12 liga a rotação num sentido e botão 13 - noutro.

A frequência de rotação da fresa regula-se por meio da tabela e alavancas 1, 2 e 3. A tabela está apresentada em forma das circunferências com frequências de rotação. As alavancas 1 e 2 determinam a circunferência e alavanca 3 indica o valor da frequência nesta circunferência. Por exemplo, a posição dos manípulos apresentada na Figura 23 corresponde à frequência de rotação $n = 500$ r.p.m.

O avanço longitudinal manual efectua-se por meio do volante 10, o avanço automático liga-se através da alavanca 11. Se inclinar a alavanca 11 para a direita a peça (mesa) move-se para a direita e vice-versa. O avanço transversal manual efectua-se com volante 9 e o automático - com alavanca 8. O valor do avanço regula-se por meio da tabela e das alavancas 15 e 16. A alavanca 16 determina a linha na tabela e a alavanca 15 a coluna na intersecção das quais se encontra o valor do avanço em mm/min.

O deslocamento vertical da mesa efectua-se por meio da chave 17 e do parafuso. Uma divisão do limbo do parafuso corresponde a 0,1 mm. Com alavanca 7 pode-se ligar o deslocamento vertical rápido. O sentido do deslocamento da mesa coincide com o sentido do deslocamento da alavanca.

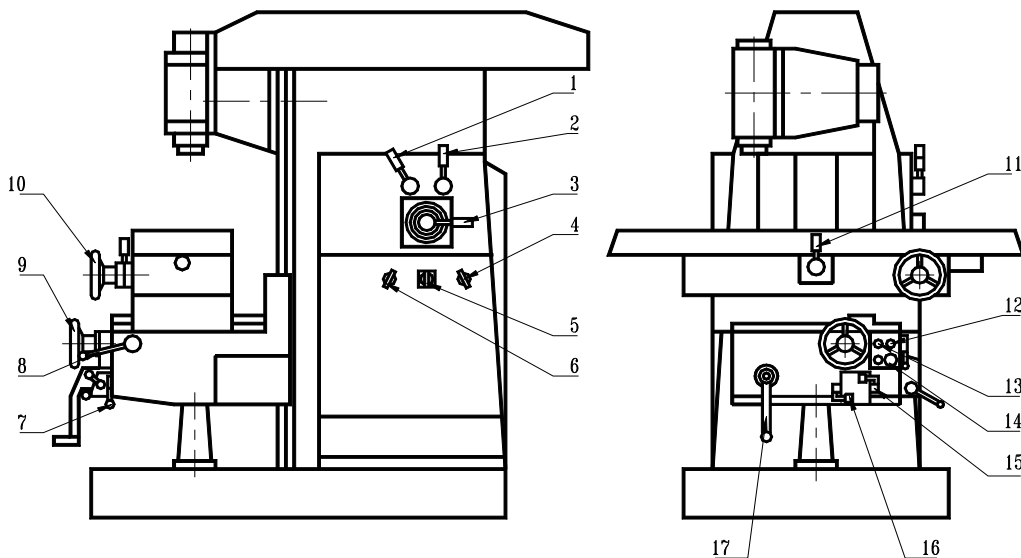


Figura 23. Órgãos de controle da fresadora de modelo Bautar

Órgãos de controle da fresadora universal do modelo Jarbe.

A rotação da fresa (movimento de corte V) na fresadora de modelo Jarbe liga-se e desliga-se mediante a alavanca 6 (Figura 24). Quando a alavanca 6 se encontra na posição vertical a fresa não gira. Se inclinar a alavanca 6 à direita a fresa gira no sentido contrário ao do ponteiro do relógio. Se a inclinar à esquerda - no sentido contrário.

A frequência de rotação da fresa regula-se por meio das tabelas e dos manípulos 4 e 5. Cada manípulo tem três posições. O manípulo 4 determina a tabela pela cor e o manípulo 5 determina a linha (em cima, no meio ou em baixo) donde se toma o valor da frequência de rotação. Por exemplo, a posição dos manípulos apresentada na Figura 24 corresponde à frequência de rotação 79 r.p.m.

O avanço longitudinal manual efectua-se por meio do volante 10, o avanço automático liga-se através da alavanca 7. Se inclinar a alavanca 7 para a direita a peça (mesa) move-se para a direita e vice-versa. O valor do avanço regula-se por meio da tabela e das alavancas 1 e 2. A alavanca 1 indica a coluna na tabela pela cor e a alavanca 2 indica a linha com o valor do avanço nesta coluna.

O deslocamento vertical da mesa efectua-se por meio da chave e do parafuso 8. O parafuso 9 serve para o deslocamento transversal (perpendicularmente à mesa ou ao longo do eixo de rotação da fresa). A profundidade de corte instala-se por meio do parafuso 8. Uma divisão do limbo do parafuso 8 corresponde a 0,1 mm.

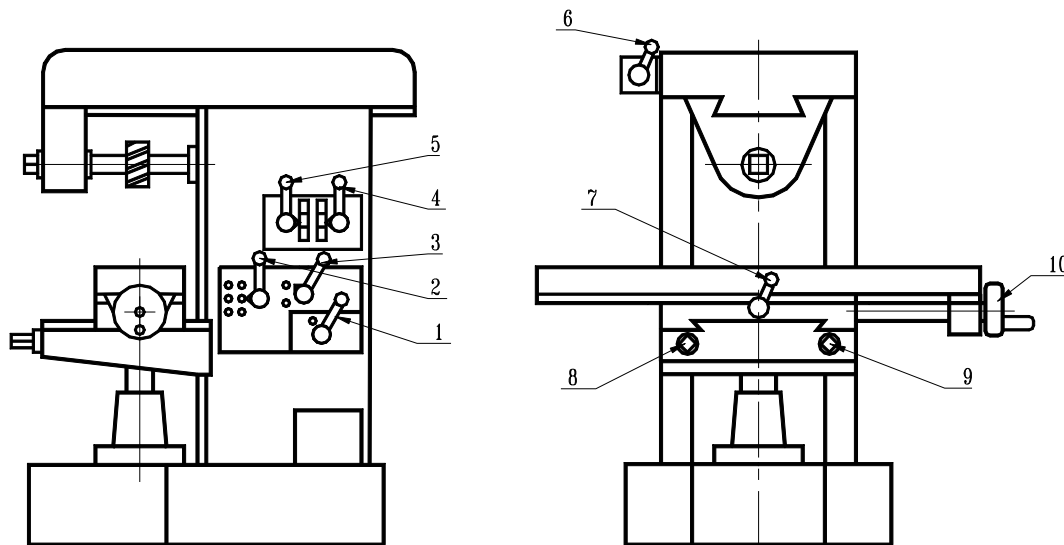


Figura 24. Órgãos de controle da fresadora Jarbe

Nas fresadoras propõe-se trabalhar as peças apresentadas na Figura 19 e 20. No processo de tratamento de parafusos e porcas de aço de construção com fresa de cabo cilíndrica com diâmetro de 10 – 16 mm de aço rápido pode-se instalar frequência de rotação cerca de 600 – 800 r.p.m. e o avanço 100 - 150 mm/min (0,1 - 0,15 mm/volta). A profundidade máxima que é possível cortar com uma passagem - 0,5 mm. No caso de tratamento com fresa de disco de 60 - 100 mm de aço rápido pode-se instalar a frequência de rotação da fresa cerca de 100 - 150 r.p.m., deixando mesmo avanço. No caso de tratamento das peças de madeira pode-se aumentar a frequência de rotação da fresa cerca de duas vezes.

3.3. Aplainamento

Aplainamento é o processo de tratamento das superfícies raiadas (planos, ranhuras, etc.) nas máquinas-ferramentas que se chamam aplainadores (plainas ou limadores) mecânicos por meio dos ferros cortantes. Por aplainamento pode-se trabalhar praticamente mesmas superfícies que por fresagem, só que a ferramenta neste caso é mais simples, mas o rendimento do aplainamento é menor. No aplainamento pode-se obter as superfícies com dimensões de 10-14 grau de tolerância e rugosidade R_z 20-80 μm .

Nas oficinas do DEMA há um limador mecânico do modelo CIMAF (Figura 25) que pode ser utilizado com estudantes.

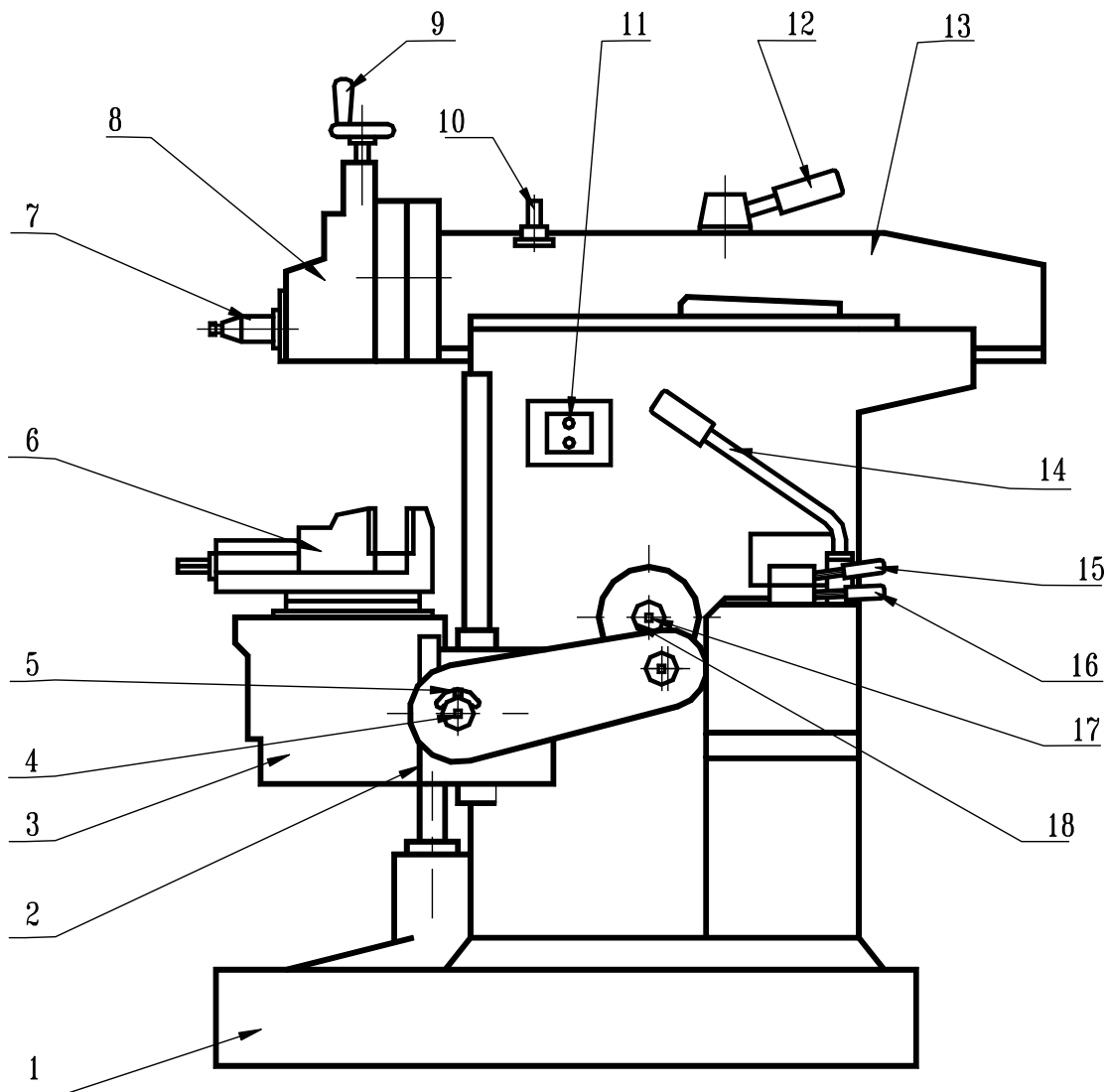


Figura 25. Limador mecânico.

A peça bruta instala-se geralmente entre os mordentes do torninho 1 num apoio 2 ou orienta-se mediante o nível (Figura 26).

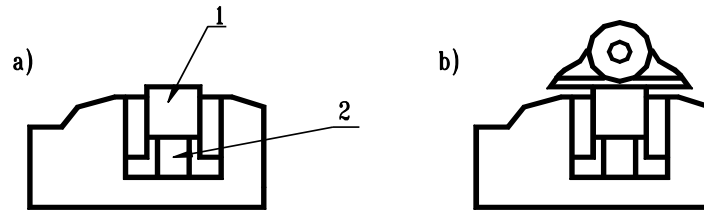


Figura 26. Instalação da peça no torninho

1 – peça a trabalhar; 2 – apoio (calço).

A colocação da peça e o seu aperto só é possível realizar com a máquina desligada. Através da chave é necessário apertar fortemente a peça.

Em função da posição da peça a trabalhar, é possível obter uma superfície trabalhada paralela à superfície inferior ou inclinada a ela. Em último caso é necessário instalar a peça sob um ângulo relativamente ao eixo horizontal. Em função de construção da ferramenta e do sentido do avanço pode-se trabalhar diferentes superfícies (Figura 27).

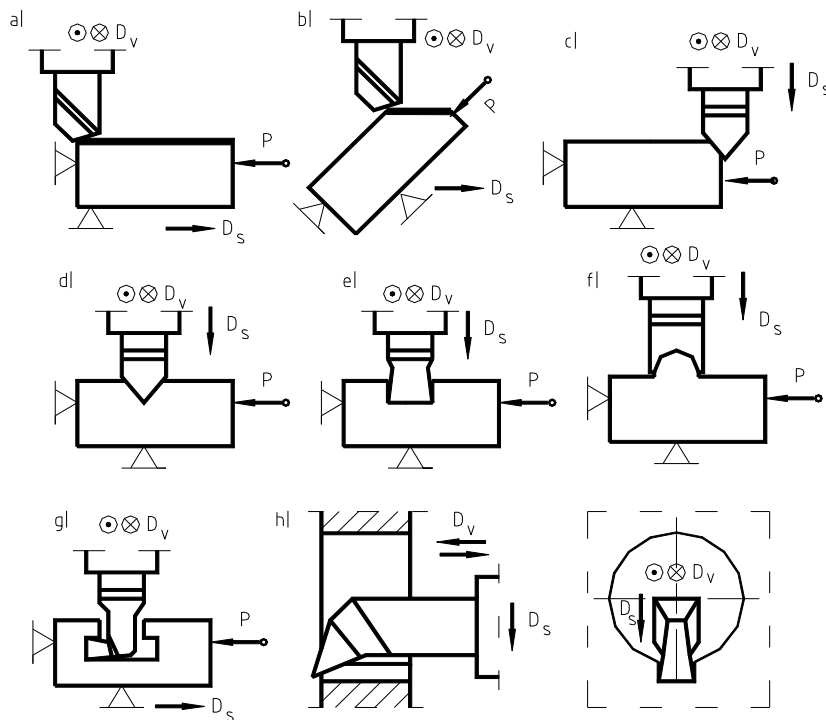


Figura 27. Esquemas principais de aplainamento.

No processo de tratamento, a peça junto com a mesa 3 da máquina (ver Figura 25), realiza o movimento de avanço transversal S_t . O movimento de avanço automático é accionado por meio do manípulo 5. Em função da posição da seta no manípulo a mesa pode-se mover no lado do operário (aproximando-se) ou noutro sentido (afastando-se dele).

O movimento de corte V na plaina mecânica é efectuado pelo ferro-cortante que tem movimento alternativo. Este movimento liga-se e desliga-se por meio da alavanca 14. Antes de virar a alavanca 14 é necessário afastar a ferramenta da peça através do manípulo 9 e depois pisar o botão azul do comutador 11. Após a paragem da máquina por meio da alavanca 14 é necessário pisar o botão vermelho do comutador 11.

A profundidade de corte ou a espessura da camada a cortar efectua-se por meio do manípulo 9. Uma divisão do limbo (tambor graduado) deste manípulo corresponde ao deslocamento do bico da ferramenta em 0,1 mm. No início é necessário instalar a ferramenta sobre a peça a trabalhar a uma distância aproximada de 1 mm (Figura 28) por meio dos manípulos 9 e 4 (ver Figura 25). Para isso o manípulo 5 instala-se na posição neutra e movimento da mesa realiza-se por meio da chave.

Depois liga-se a máquina através do botão azul 11 e da alavanca 14 e verifica-se a amplitude e a posição de deslocamento da ferramenta (ver Figura 28).

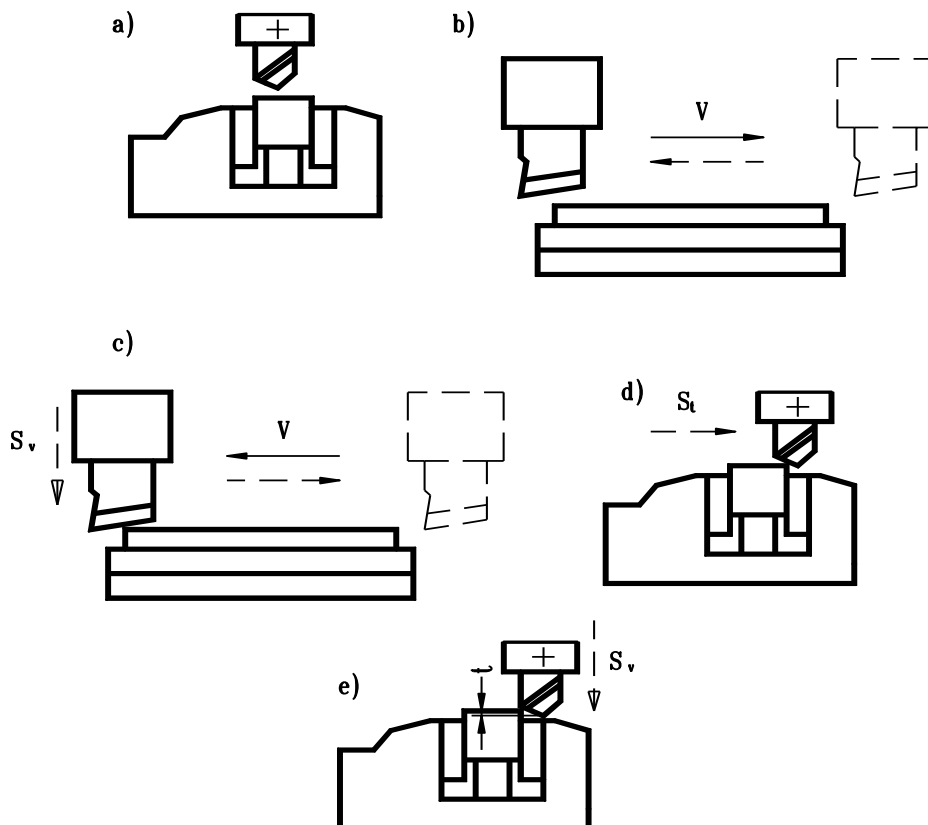


Figura 28. Etapas de regulação do limador mecânico.

O comprimento do deslocamento da ferramenta, ou seja, a sua amplitude deve ser pouco maior que o comprimento da superfície a trabalhar. A posição do deslocamento da ferramenta deve corresponder à posição da superfície a trabalhar (a ferramenta deve mover-se sobre a superfície a trabalhar).

O valor da amplitude do deslocamento da ferramenta regula-se por meio do manípulo 17. No início é necessário desapertar os manípulos 12 e 18 (que representam as porcas) e depois rodar o manípulo 17 (que representa o parafuso). Por meio da chave regula-se a amplitude de deslocamento da ferramenta. Depois da regulação é necessário apertar os manípulos 12 e 18.

A posição do deslocamento da ferramenta regula-se por meio do manípulo 10. No início é necessário desapertar o manípulo 12 e depois rodando o manípulo 10 por meio da chave regula-se a posição do deslocamento da ferramenta. Depois da regulação é necessário apertar o manípulo 12.

Para regular a amplitude e a posição do deslocamento da ferramenta é necessário obrigatoriamente parar a máquina por meio da alavanca 14 e do botão vermelho do comutador 11.

Para verificar os resultados da regulação da amplitude e da posição do deslocamento da ferramenta é necessário de novo ligar a máquina por meio do botão azul do comutador 11 e da alavanca 14. Se a amplitude e a posição do deslocamento da ferramenta corresponderem aos parâmetros necessários, podemos pouco a pouco aproximar a ferramenta até ao contacto com a superfície a trabalhar da peça (ver Figura 28c) por meio do manípulo 9 (ver Figura 25). Nesta altura a travessa 13 deve mover-se.

Depois disso por meio da chave e do manípulo 4 a ferramenta instala-se perto da peça (Figura 28d). A seguir através do manípulo 9 abaixa-se a ferramenta (Figura 28e) instalando o valor prescrito da profundidade de corte t . Por meio do manípulo 5 acciona-se o movimento de avanço S_t automático, ou seja, o deslocamento da mesa.

Após a ferramenta cortar uma certa camada do metal é necessário trocar o sentido do deslocamento da mesa, girando o manípulo 5 e de novo abaixar a ferramenta (se isso for necessário) sendo este processo realizado continuamente até a obtenção do tamanho necessário da peça.

Para realizar a medição da peça é necessário parar a máquina por meio da alavanca 14 e do botão vermelho do comutador 11.

No limador mecânico recomenda-se trabalhar as superfícies planas simples, ranhuras rectangulares. É melhor efectuar o tratamento com ferro-cortante de aço rápido por causa de trabalho com choques. O valor máximo da profundidade de corte no tratamento nesta máquina não deve ultrapassar 0,5 mm, ou seja, 5 divisões do limbo do manípulo 9. O tratamento dos aços efectua-se com valores mínimos da frequência do movimento alternativo e do avanço.

3.4. Furamento

Furamento é o processo de tratamento dos furos principalmente nas máquinas-ferramentas que se chamam furadoras (pode-se também trabalhar os furos em tornos e fresadoras) com tais ferramentas como broca, alargador, mandril, escareador, etc. As brocas (Figura 30a) servem para abrir furos e permitem obter 11-12 grau de tolerância e rugosidade R_z 40-80 μm . Os alargadores (Figura 30b) servem para aumentar grau de tolerância até 10-12 e diminuir rugosidade até R_a 2,5 - R_z 40 μm . Os mandris (Figura 30c) permitem fazer acabamento do furo, ou seja, obter alta grau de tolerância (até 7-9) e rugosidade até R_a 0,32 - 2,5 μm . Os escareadores (Figura 30d) servem para abrir chanfro interno, facejadores - para trabalhar face (Figura 30f) ou fazer uma cavidade (Figura 30e). Os processos de tratamento chamam-se respectivamente: brocagem, alargamento, mandrilagem, escareamento, etc.

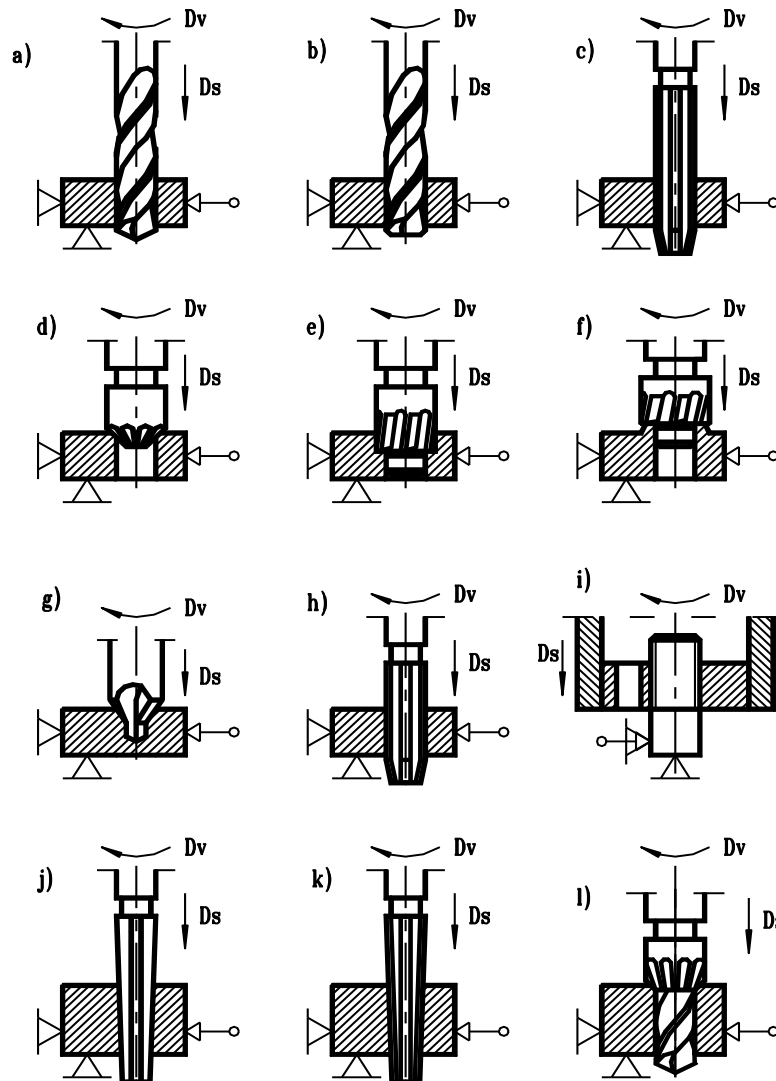


Figura 30. Esquemas de tratamento nas furadoras.

Para garantir melhor precisão de disposição dos furos pode-se antes de brocagem realizar o tratamento com broca de centragem (Figura 30g). Também nas furadoras é possível abrir roscas internas com macho (Figura 30h), roscas externas com cassonete (Figura 30i), trabalhar furos cônicos com alargadores e mandris cônicos (Figura 30j, k) e furos complexos com ferramentas combinadas (Figura 30l). Todos os estes métodos podem ser realizados também nos tornos e nas fresadoras.

O esboço instala-se na mesa da furadora geralmente através dum torninho ou por meio dum dispositivo especial - condutor que garante boa disposição dos furos trabalhados relativamente às bases. Nas furadoras no processo de tratamento peça a trabalhar não se desloca. A ferramenta realiza todos os movimentos. O movimento principal (movimento de corte) é a rotação da ferramenta com velocidade V . O movimento de avanço é o deslocamento axial da ferramenta com velocidade S_v . O nível dos valores da velocidade de corte V é entre 10 – 30 m/min e de avanço S_v é de alguns décimos do mm/volta (para brocagem, escareamento, facejamento) até alguns mm/volta (para alargamento e mandrilagem). Todos os estes movimentos realiza árvore principal numa furadora..

Existem diferentes tipos de máquinas para furação:

1. Furadoras verticais (engenho de furar) – servem para tratamento dos furos relativamente pequenos nas peças pequenas e médias;
2. Furadoras radiais – servem para tratamento dos furos relativamente pequenos nas peças médias e grandes;
3. Máquinas de brocar horizontais – servem para tratamento dos furos médios e grandes nas peças médias;
4. Máquinas de brocar por coordenadas - servem para tratamento dos furos relativamente pequenos, com elevada e alta precisão de disposição, etc.

Nas oficinas do DEMA há duas furadoras verticais (1 de modelo FFI e 1 de 2H135T) e uma furadora radial (de modelo UCIMU) que podem ser utilizadas com estudantes.

As partes principais numa furadora vertical são seguintes (Figura 31):

1. Base 1 aonde se coloca coluna 14;
2. Cabeçote da árvore principal 6 (com árvore principal 5), que tem dentro as engrenagens das caixas de velocidade e de avanço, manípulos 7, 9 e alavanca 8 para sua regulação e que se desloca verticalmente ao longo da coluna (movimento montável, que pode ser realizado na etapa de preparação da máquina-ferramenta para aproximar peça a ferramenta);
3. Mesa 4, onde se coloca a peça a trabalhar e que realiza o deslocamento vertical da peça a trabalhar (movimento montável).

Trabalho na furadora vertical do modelo FFI.

No caso de abertura dum furo sem uso do condutor (que se produz especialmente na produção em série, em massa), antes de tratamento é necessário fazer marcação da disposição dos furos. No início com agulha de traçar, paquímetro, esquadro, régua, etc. tiram linhas perpendiculares, que determinam a disposição dos eixos dos furos relativamente às extremidades perpendiculares. Depois com punção e martelo marcam-se os pontos

(cavidades) nos lugares onde os furos devem ser feitos (no cruzamento das linhas perpendiculares).

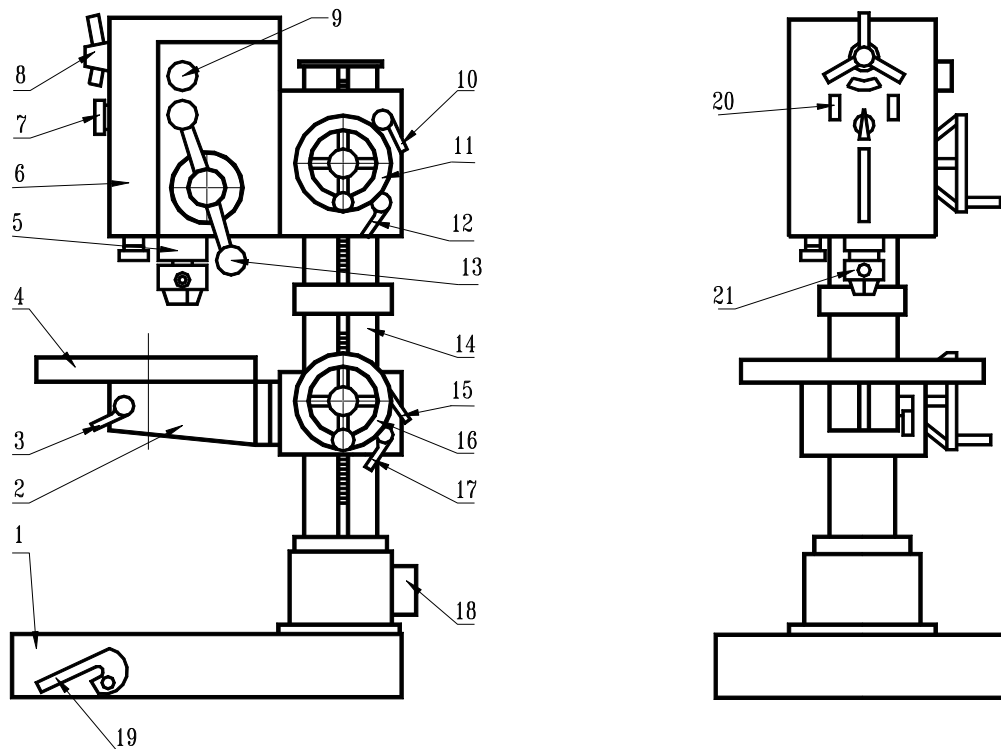


Figura 31. Elementos principais duma furadora vertical de modelo FFI

O esboço fixa-se no torninho que se instala na mesa 4 (ver Figura 26). A broca instala-se numa bucha para brocas 21 e fixa-se mais fortemente possível por meio da chave especial. ***Depois do aperto da broca é necessário tirar a chave da bucha.***

Depois de fixação da peça e da broca é necessário instalar o bico da broca numa cavidade marcada para brocar. ***Esta operação realiza-se quando a furadora está desligada.***

Na furadora vertical do modelo FFI a instalação da broca na posição necessária realiza-se por meio do deslocamento da mesa 4 (ver Figura 31). Por meio do volante 16 é possível subir ou baixar a mesa. Mas para realizar isso antes é necessário soltar a mesa por meio dos manípulos 15 e 17.

Além disso é possível girar a mesa à volta da coluna 14 ou do eixo de simetria da mesa. Estas acções realizam-se à mão e a fixação da mesa realiza-se por meio dos manípulos 17 e 3 respectivamente.

Depois de coincidência do bico da broca com a cavidade marcada para brocar é necessário fixar as partes móveis da máquina. A brocagem realiza-se por meio da rotação e do deslocamento axial da broca. A rotação da broca liga-se por meio do manípulo 13, mas no

início é necessário pisar o botão azul 18 atrás da máquina. O avanço pode-se efectuar à mão ou então ligando o avanço automático. Para isso é necessário pisar o manípulo 13 e depois de furar puxá-lo para si.

O valor de frequência de rotação desta máquina-ferramenta regula-se por meio dos manípulos 7 e 8. O manípulo 7 serve para colocar o diapasão da frequência (amarelo ou vermelho) e o manípulo 8 para instalar qualquer frequência de rotação dentro dessa diapasão. O valor do avanço regula-se por meio do manípulo 9.

Órgãos de trabalho da furadora radial do modelo UCIMU.

Na furadora radial a peça a trabalhar prepara-se e instala-se de mesma maneira como na furadora vertical. A instalação da broca na posição necessária realiza-se por meio do deslocamento do cabeçote da árvore principal 3 e do braço 6 (Figura 32). É possível girar o braço 6 junto com o cabeçote 3 e deslocar o cabeçote ao longo do braço. A rotação do braço realiza-se à mão e a fixação dele efectua-se por meio do manípulo 1. O deslocamento do cabeçote efectua-se por meio do volante 8 e a sua fixação executa-se por meio do manípulo 4. O manípulo 2 liga o movimento mecânico vertical do braço aproximando ferramenta à peça. *Usando este manípulo é necessário ser cauteloso e trabalhar com as duas mãos.*

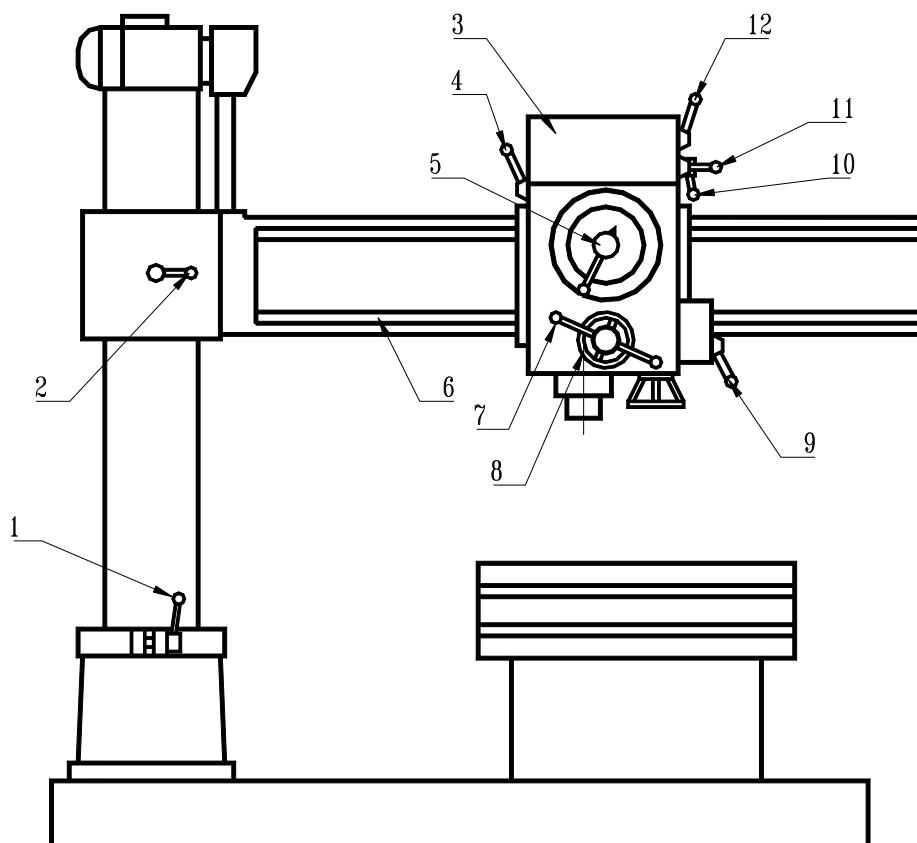


Figura 32. Furadora radial de modelo UCIMU

Na furadora radial a rotação da broca liga-se através do manípulo 9, mas no início é necessário carregar no botão azul colocado na parede. ***O sentido da rotação da broca deve corresponder ao sentido das suas ranhuras e regula-se por meio do manípulo 9.***

Para ligar o avanço é necessário puxar o manípulo 7 para si e para desligar é suficiente empurrá-lo. A frequência de rotação instala-se por meio da tabela e dos manípulos 10, 11 e 12. Os manípulos 11 e 12 determinam a coluna na tabela e o manípulo 10 a linha. Por exemplo, a posição 2CB corresponde à frequência de rotação $n = 515$ r.p.m. O valor de avanço instala-se por meio do manípulo 5.

Órgãos de trabalho da furadora vertical do modelo 2H135T.

Esta furadora serve para trabalho nas condições de produção em série e em massa, quando há de trabalhar muitas peças e não tem possibilidade de regulação de disposição da ferramenta relativamente a peça a trabalhar.

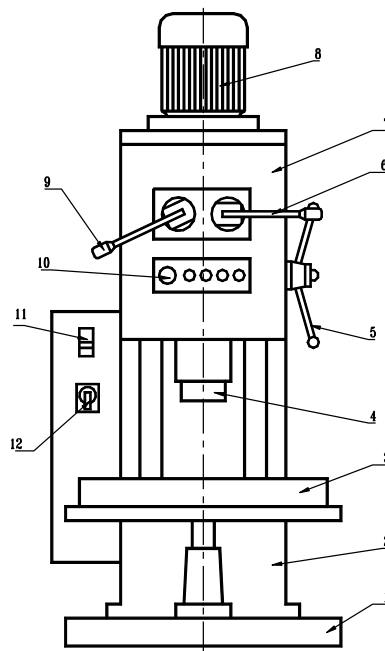


Figura 33. Furadora vertical de modelo 2H135T

A peça a trabalhar neste caso instala-se geralmente num dispositivo que se chama condutor e que garante certa disposição dos furos. Por sua vez o condutor se instala na mesa da máquina 3. O interruptor 11 liga o motor eléctrico 8 e o interruptor 12 liga a rotação da árvore principal 4. O avanço da ferramenta liga-se automaticamente depois de aproximar ferramenta à peça a trabalhar por meio do manípulo 5 e carregar um bocado. A frequência de rotação da árvore principal instala-se com alavanca 9 e o avanço – com alavanca 6.

3.5. Serralharia

Serralharia representa um conjunto de métodos de tratamento de várias superfícies das peças metálicas através de serrotes, limas, cinzéis, martelos, chaves, brocas, etc. (Figura 34). Estes métodos efectua-se principalmente à mão, sem ou com o uso de qualquer dispositivo. A peça geralmente fixa-se entre os mordentes do torninho (morsa) e a ferramenta encontra-se nas mãos do serralheiro. O tratamento efectua-se geralmente na mesa de trabalho (bancada). Os métodos de serralharia dão possibilidade obter as superfícies com dimensões de 12-16 grau de tolerância e rugosidade de R_z 80-160 μm (no desbastamento) até 5-7 grau de tolerância e rugosidade até R_a 0,02-0,32 μm (no acabamento fino). A qualidade de tratamento depende muito da qualificação do serralheiro. Só o serralheiro que tem grande prática (de muitos anos) pode garantir alta precisão.

As ferramentas principais do serralheiro e seu destino são seguintes:

1. Ferramentas para cortar os esboços (serras de lâmina manuais - Figura 34a, tesouras manuais, cinzéis – Figura 34c, etc.);
2. Limas para levantar a camada do metal das superfícies diversas. Destacam em função da grossura dos dentes: limas bastardas para desbastamento e murças para semiacabamento e acabamento; em função da secção transversal: limas com secção rectangular, redonda, semiredonda, triangular, rómbica, oval, etc.; em função do tamanho: limas pequenas, médias, grandes (Figuras 34 d, e, f);
3. Ferramentas para medição e traçamento (régua metálicas - Figura 35c, esquadros - Figura 35e, paquímetros - Figura 35d, sutas; agulhas para traçamento - Figura 35a, compassos - Figura 35f; punções para marcar cavidades - Figura 35b, martelos, etc.);
4. Equipamento para acabamento (dispositivos: para rectificação com rebolos, discos abrasivos; para polimento com discos e pastas abrasivas, lixa de polir; para esmerilhagem com ferramentas de esmerilhar metálicas lisas e pastas abrasivas, etc.);
5. Equipamento para tratamento dos furos (berbequins, punhos, puas, brocas, alargadores, mandris, etc.);
6. Equipamento para montagem e desmontagem, para regulação (chaves diversas: de boca, de fenda, de gancho, de encaixe, etc.; prensas manuais; equipamento para estanhamento, soldadura, etc.).

Nas oficinas mecânicas para os estudantes propõe-se produzir alguns símbolos de chapa metálica (letras e números) para marcação dos apartamentos, salas, edifícios, etc. (Figura 36), símbolo da UEM, etc.

Neste guia descreve-se um processo de produção de letras, números, etc. aplicando-se vários métodos de tratamento de serralharia (Figura 37).

No início de trabalho é necessário preparar a peça bruta em forma de chapa rectangular (Figura 37a). As dimensões da peça bruta devem ser um pouco maiores de altura e largura da peça acabada (no valor de sobresspessura para tratamento posterior, cerca de 1-2 mm) que devem ser dados pelo professor. A operação de separação da peça bruta da chapa grossa (de alguns milímetros, algumas dezenas dos milímetros) realiza-se geralmente por meio do serrote manual ou mecânico e das chapas finas (até 1-3 mm) - por meio da tesoura.

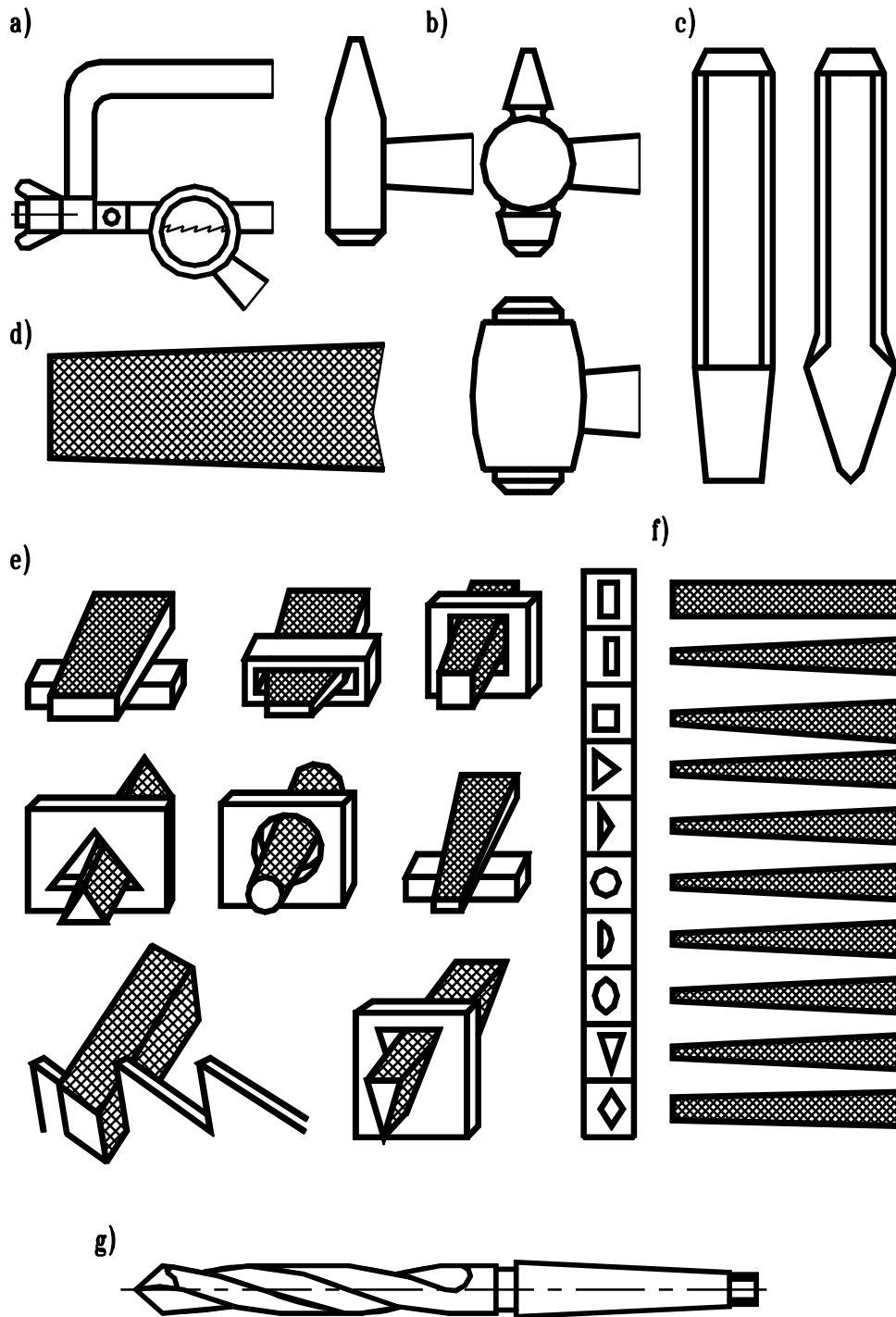


Figura 34. Ferramentas principais do serralheiro.

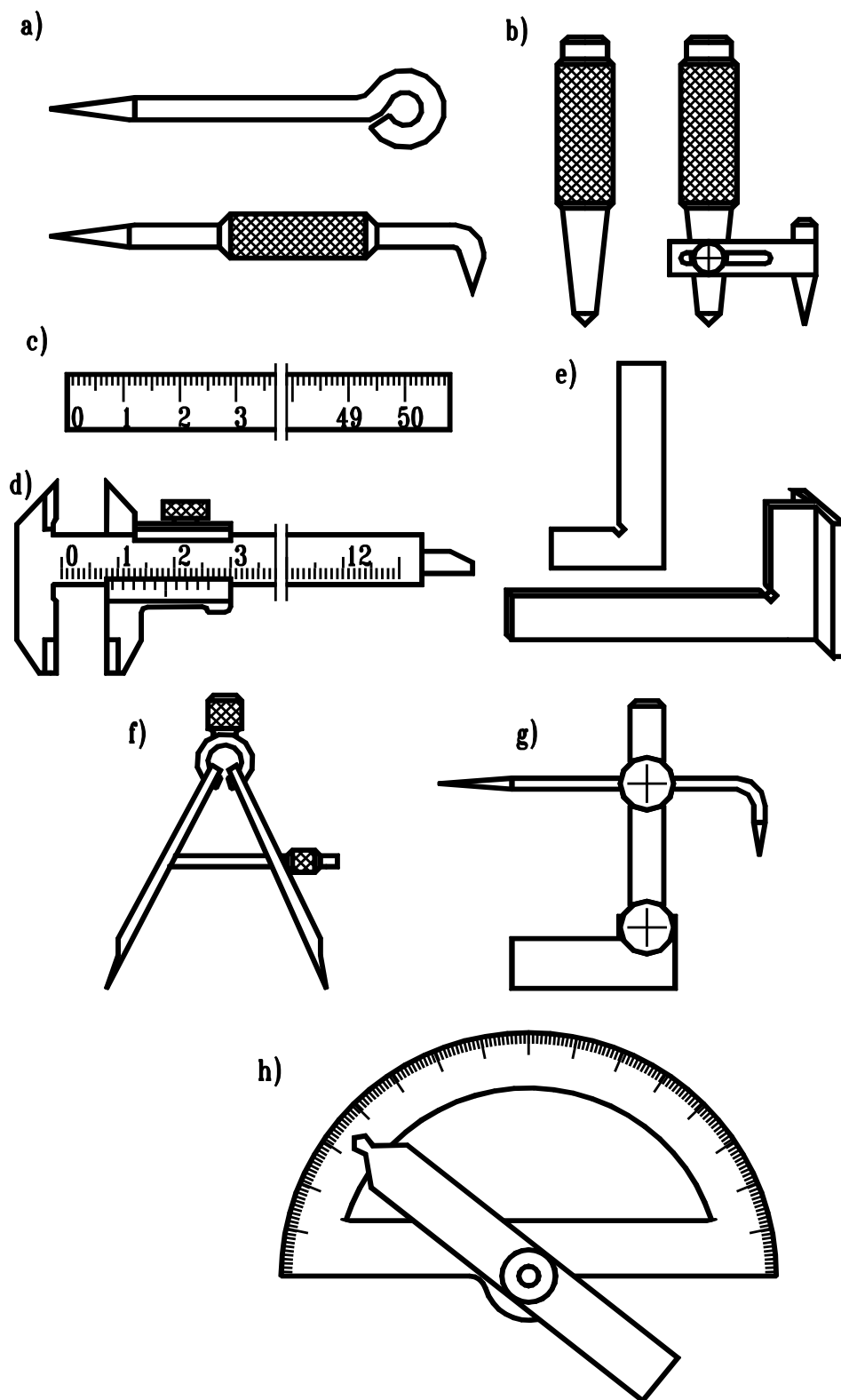


Figura 35. Ferramentas para traçagem

A seguir com lima chata (plana) há de trabalhar duas superfícies contíguas que devem ser perpendiculares (Figura 37b). Estas superfícies servirão como bases tecnológicas para traçamento do símbolo. A perpendicularidade verifica-se por meio dum esquadro, através de folga entre o esquadro e superfícies da peça.

Depois disso realiza-se a traçagem dos símbolos dados segundo ao desenho e à escala dada. Esta operação realiza-se por meio do riscador (agulha para traçar), compasso de traçar, punção, régua, esquadro, transferidor, etc. É melhor começar riscar as linhas paralelas horizontais e verticais, começando das superfícies preparadas (Figura 37c). A seguir riscar nesta rede o símbolo dado usando as superfícies preparadas como as da peça acabada, se isso for possível (Figura 37d, e).

Depois de traçagem é necessário tirar o metal supérfluo. Isso é possível realizar através de várias ferramentas. Por exemplo, para produzir a letra P pode-se fazê-la por meio do serrote manual, começando por se cortar a parte direita inferior (Figura 37f). A seguir por meio da lima chata, rómbica e redonda pode-se trabalhar a superfície lateral externa (Figura 37g). No início é melhor usar as limas bastardas (com entalhes grossos) para cortar os cantos da parte redonda. Depois se pode trabalhar com limas murças todo o perfil externo.

O furo da letra no início pode ser feito por meio da broca com o diâmetro pouco menor ou igual a $2r$ (onde r - é o raio da curvatura da parte interna) (Figura 37h). Esta operação pode-se realizar num engenho de furar. O valor de avanço é necessário instalar mínimo possível (cerca de 0,1-0,2 mm/volta) e a frequência de rotação de 200 a 600 rpm (os valores máximos para as brocas com o diâmetro 5-10 mm e os mínimos para as com o diâmetro 20-25 mm).

A parte restante do furo depois de brocagem trabalha-se por meio da lima pequena com a secção semicircular e redonda (Figura 37i). Depois de limagem das superfícies laterais é necessário tirar as rebarbas por meio da lima murça pequena (Figura 37j) e com lixa polir até que a superfície de frente visível do símbolo atinge um estado brilhante que corresponde a rugosidade cerca de $R_a 2,5 \mu$ (Figura 37k). Esta operação realiza-se à mão.

No caso da ausência do serrote ou quando é difícil usá-lo é possível separar uma parte do metal de outra por meio de vários furos e cinzelamento ou só cinzelamento (para as chapas finas). No caso da produção da letra P, por exemplo, para formar a parte externa é possível fazer na parte inútil alguns furos com o diâmetro 3-10 mm perto um do outro (Figura 37l, m). O dique entre os furos não deve ultrapassar 1-3 mm. Depois por meio do cinzel e martelo é necessário cortar estes diques (Figura 37n).

Está claro que neste caso o volume do trabalho posterior será maior, porque é necessário limar mais cumes. No entanto, no caso de tratamento das superfícies curvilíneas ou internas este método é mais vantajoso e quase único (por exemplo, para parte interna da letra O, Figura 37o).

Para o fabrico dos símbolos tomar: 1) os desvios admissíveis para todas as dimensões - $\pm 0,2$ mm; 2) a rugosidade da superfície de frente do símbolo (face) - $R_a 2,5 \mu$ (há de polir) e para outras superfícies - $R_z 40 \mu$.

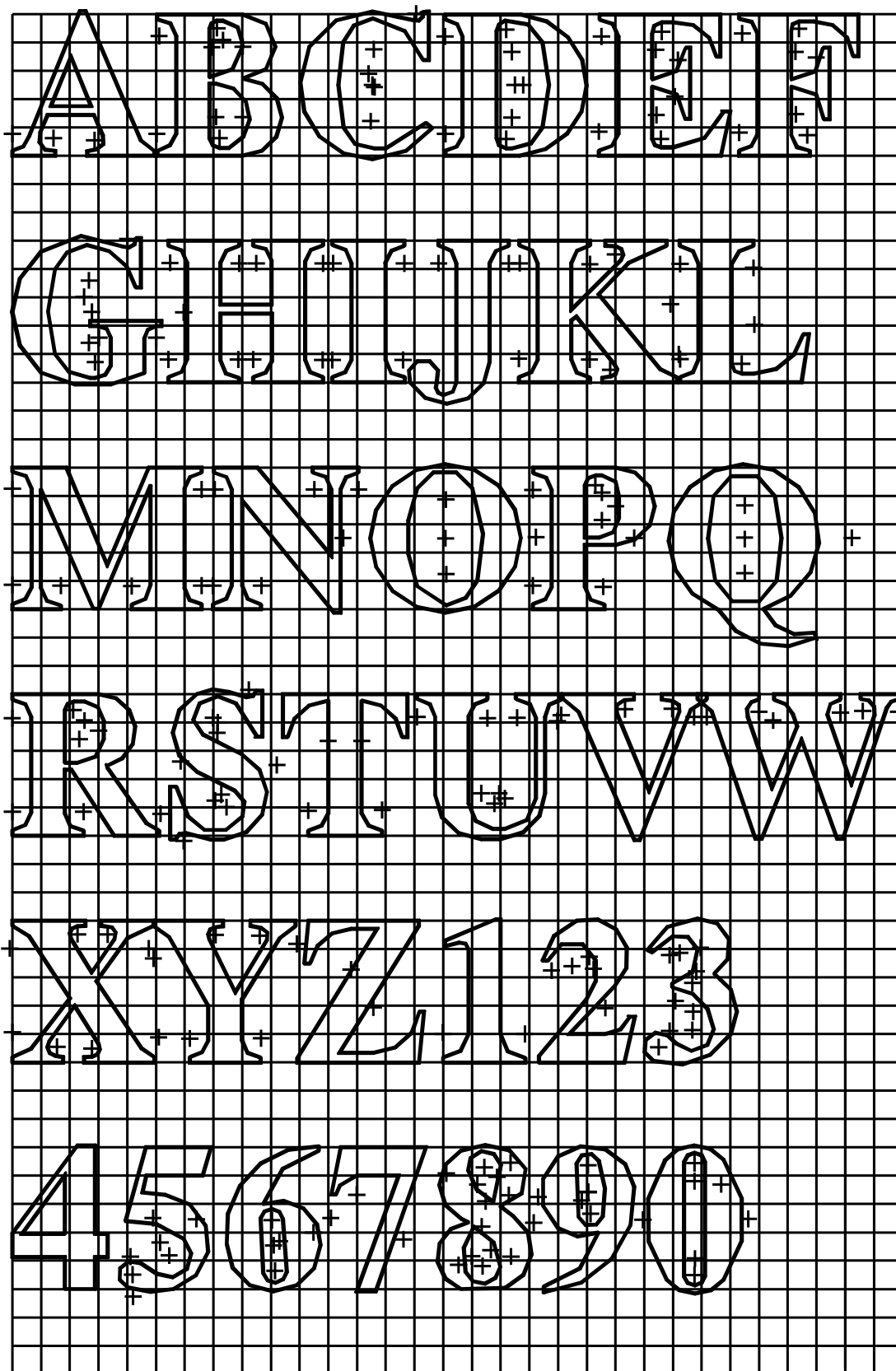


Figura 36. Letras e números

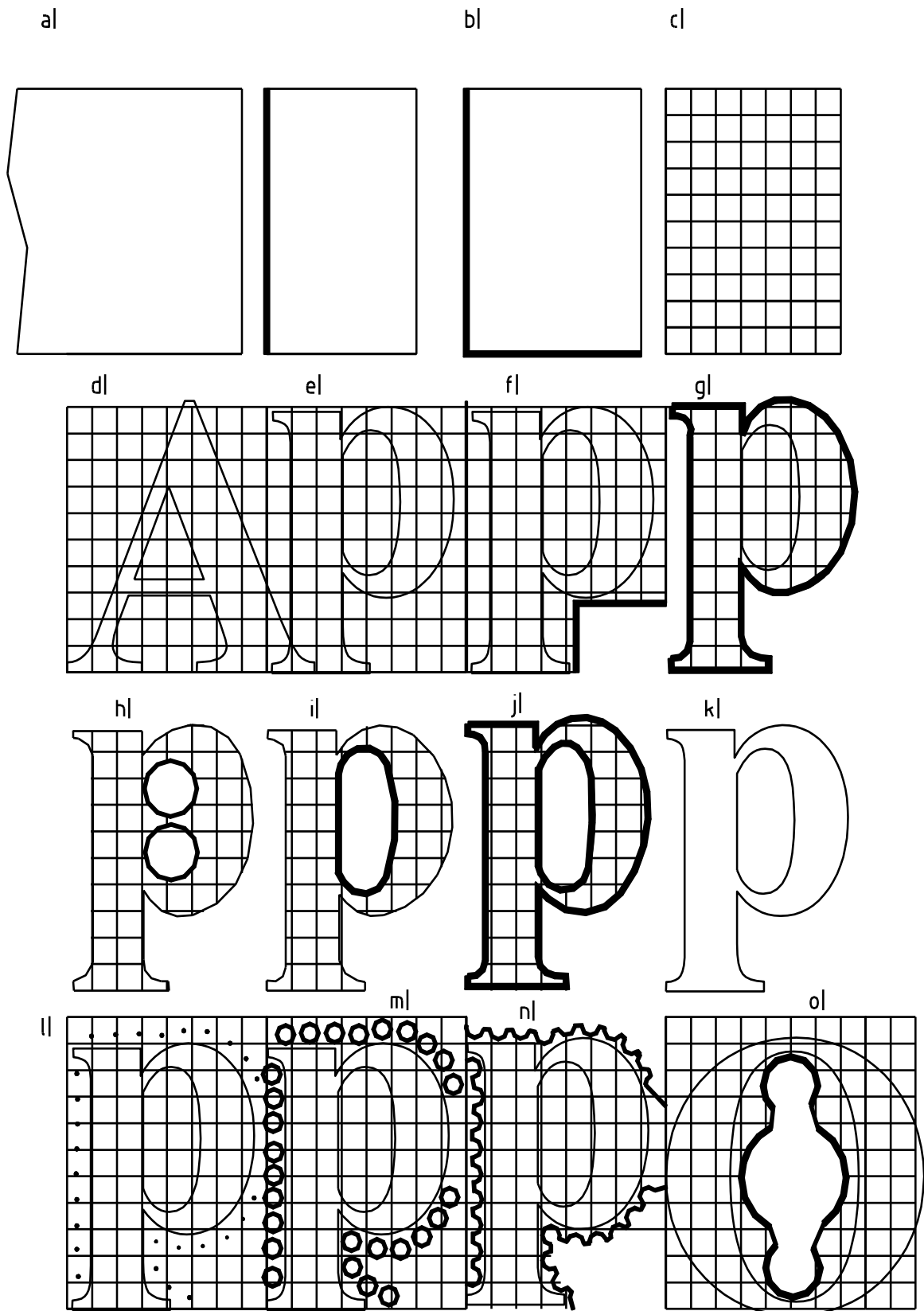


Figura 37. Sequência de tratamento dos símbolos

3.6. Métodos electro-físicos e electro-químicos

Os métodos electro-físicos e electro-químicos utilizam-se para tratamento das peças dos materiais muito resistentes, duros, frágeis e outros. Estes métodos permitem alterar dimensões, forma das superfícies a trabalhar e o estado da camada superficial. Pode-se assim aumentar propriedades de resistência ao desgaste, à corrosão, dureza, etc.

Destacam-se os seguintes métodos electro-físico e electro-químicos:

1. Métodos de electroerosão (de fâisca eléctrica, de impulsos eléctricos, de contacto eléctrico);
2. Métodos electro-químicos (polimento electro-químico, tratamento dimensional, tratamento electro-abrasivo);
3. Tratamento de anódio mecânico;
4. Tratamento ultra-sónico;
5. Tratamento com raios electrónicos e de laser;
6. Tratamento por plasma, etc.

Os métodos de electroerosão estão baseados no fenómeno de erosão (destruição) dos eléctrodos dos materiais electrocondutíveis no resultado de descarga eléctrica entre eles. Um dos eléctrodos, anódio, é a peça a trabalhar e outro, catódio, é a ferramenta 1. Entre os eléctrodos encontra-se o meio dieléctrico (óleo mineral, querosene, etc.). No resultado de diferença de potencial faz-se a ionização na área entre os eléctrodos e num certo momento aparece descarga eléctrica de pequeníssima duração mas de grande densidade. A descarga cria num pequeno espaço a temperatura de 10 000 - 12 000 °C no resultado de que da superfície a trabalhar evapora-se uma pequeníssima parte do material, cria-se cavidade. Além da acção térmica aparecem forças electrodinâmicas, electrostáticas, fenómeno de cavitação.

No caso de tratamento com fâisca eléctrica os impulsos de descarga, que se criam com geradores de impulsos, têm menor duração de que no caso de tratamento a impulso (no último caso a duração varia de 500 a 10 000 microsegundos). Por isso o tratamento a impulso tem maior produtividade mas não garante a precisão e serve para desbastamento (Figura 38 a, b). O tratamento a fâisca eléctrica garante a precisão até 0,002 mm e rugosidade até Ra 0,63 - 0,16 µm.

No caso de tratamento ao contacto eléctrico (Figura 38 c) a descarga eléctrica, o aquecimento acontece nos pontos de contacto dos eléctrodos e a extracção do material fundido da zona de trabalho realiza-se por meio de deslocamento relativo da ferramenta e da peça. Este método garante alta produtividade e recomenda-se para o desbastamento das peças grandes dos metais diferentes, especialmente difíceis de trabalhar.

Os métodos electro-químicos baseiam-se no fenómeno de dissolução de anódio quando entre os eléctrodos passa a corrente contínua e eles encontram-se num electrólito. A peça a trabalhar neste caso é o anódio e a ferramenta é o catódio (Figura 38 d). Como electrólito servem soluções aquosas de ácidos ou de álcali correspondentes em função de material a trabalhar. No caso de tratamento dimensional o electrólito fornece-se entre os eléctrodos sob pressão o que aumenta produtividade (Figura 38 e).

O método de anódio mecânico baseia-se na combinação dos processos electro-químicos, electro-térmicos e electro-mecânicos. Como electrólito neste caso utiliza-se geralmente vidro

líquido de sódio que se fornece em forma do jacto na zona de trabalho e como catódio disco, cilindro, fita ou arame metálicos (Figura 38 f).

No caso de tratamento electro-abrasivo o catódio é um rebolo abrasivo com elementos ligantes electrocondutíveis. O processo é parecido à rectificação mas tem maior rendimento e garante melhor qualidade da superfície trabalhada pois realiza-se com pequenas forças e temperaturas (Figura 38 g).

O tratamento ultra-sónico realiza-se com os grãos abrasivos que bombardeiam superfície a trabalhar (Figura 38 h). Os grãos abrasivos recebem os impulsos da ferramenta 1 (punção) que oscila com frequência ultra-sónica. A frequência das oscilações é 16 – 30 kHz e a amplitude é 10 – 60 μm . A peça a trabalhar e ferramenta estão mergulhadas numa suspensão abrasiva. A ferramenta aperta a peça com força de 1 a 60 N. Este método utiliza-se para tratamento das peças dos materiais frágeis e duros (vidro, cerâmica, ferritas, silício, pedras minerais, etc.).

Os tratamentos com raios electrónicos, de plasma e de laser baseiam-se na evaporação das partículas do material a trabalhar sob acção dos impulsos do feixe de eléctrons, do plasma ou do raio de luz que garantem a temperatura maior de 6 000 – 8 000 $^{\circ}\text{C}$ (com plasma até 30 000 $^{\circ}\text{C}$) na zona de trabalho. A duração dos impulsos é 10^{-4} – 10^{-6} s e a frequência é 50 – 6 000 Hz.

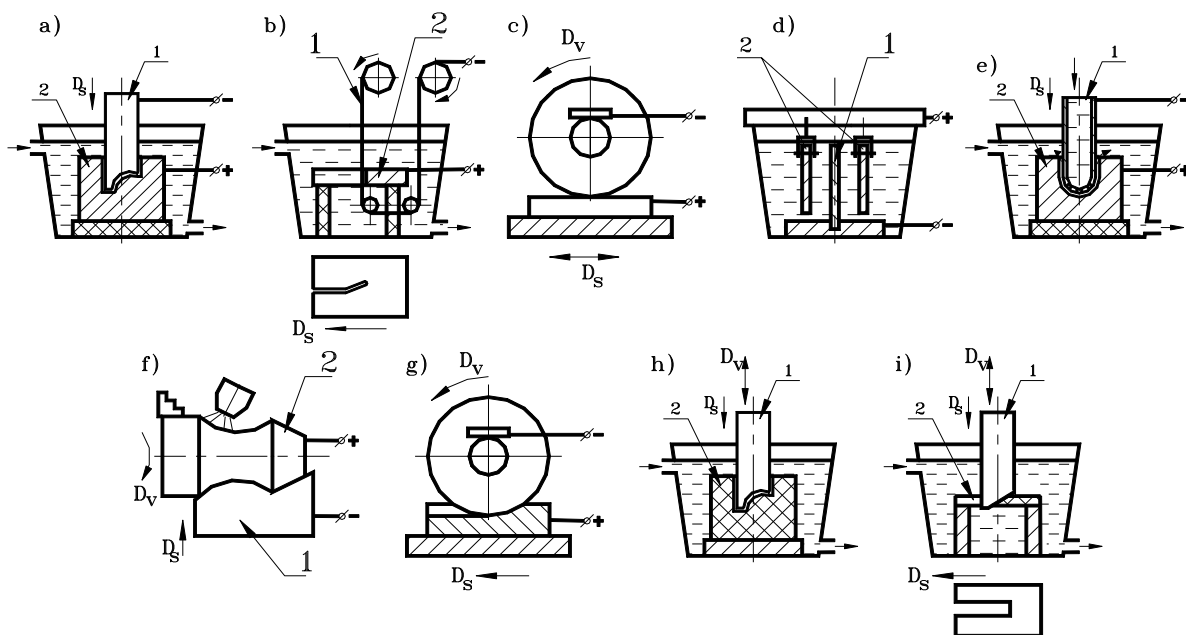


Figura 38. Métodos electro-físicos e químicos

3.7. Métodos de acabamento

Nem sempre os métodos de usinagem acima indicados são últimos métodos de tratamento das superfícies. Às vezes para obtenção da alta qualidade das superfícies ou da baixa rugosidade depois de usinagem e tratamento térmico (se este estiver previsto) realizam-se os métodos de acabamento: 1) rectificação; 2) polimento; 3) esmerilhamento; 4) brunidura; 5) superacabamento; 6) revestimento (cobertura), etc. Deles mais frequentemente se usam a rectificação, o polimento e revestimento.

Rectificação.

Rectificação é o método de tratamento das superfícies diversas nas máquinas-ferramentas que se chamam rectificadoras e com ferramentas que se chamam rebolos (mós) abrasivos (têm forma dum disco). Rectificação utiliza-se para obtenção das superfícies de qualidade elevada e alta (de 9-10 até 5-7 grau de tolerância das dimensões e rugosidade $R_a 0,16 \div 2,5 \mu m$).

Como os materiais abrasivos utilizam-se: electrocoríndon, carborundo, carbonetos e nitridos de boro, diamantes, etc. Além dos materiais abrasivos os rebolos contem elementos ligantes tais como cerâmica, baquelita, vulcanite ou metal que juntam os grãos abrasivos. Qualidade de tratamento depende das dimensões de graus abrasivos, da estrutura do rebole, do regime de tratamento e da qualidade da rectificadora.

O movimento principal nas rectificadoras é rotação do rebole com velocidades de corte 20-40 m/s, ou seja, as dezenas vezes maiores que nos outros métodos de usinagem. O movimento de avanço faz peça a trabalhar. Em função do tipo de avanço e forma do rebole pode-se trabalhar as superfícies diferentes. Os esquemas principais de rectificação estão apresentados na Figura 39.

Para cada tipo de superfície a trabalhar utiliza-se seu tipo da rectificadora. As superfícies cilíndricas externas tratam-se nas rectificadoras para as superfícies cilíndricas externas (Figura 39 a, b, c, d) ou nas rectificadoras sem centros (Figura 39 e). As superfícies cilíndricas internas tratam-se nas rectificadoras para as superfícies cilíndricas internas (Figura 39 f, g, h). As superfícies planas tratam-se nas rectificadoras para superfícies planas (Figura 39 i, j, k, l). Há rectificadoras para tratamento das roscas, dentes das engrenagens, etc. Superfícies cilíndricas externas e internas pode-se rectificar também nos tornos através dos dispositivos especiais que garantem a rotação dos rebolos com velocidade de corte.

Nas oficinas do DEMA há duas rectificadoras pequenas para tratamento das superfícies planas e há dispositivos para tornos pequenos de modelo 1224B que permitem rectificar as superfícies cilíndricas.

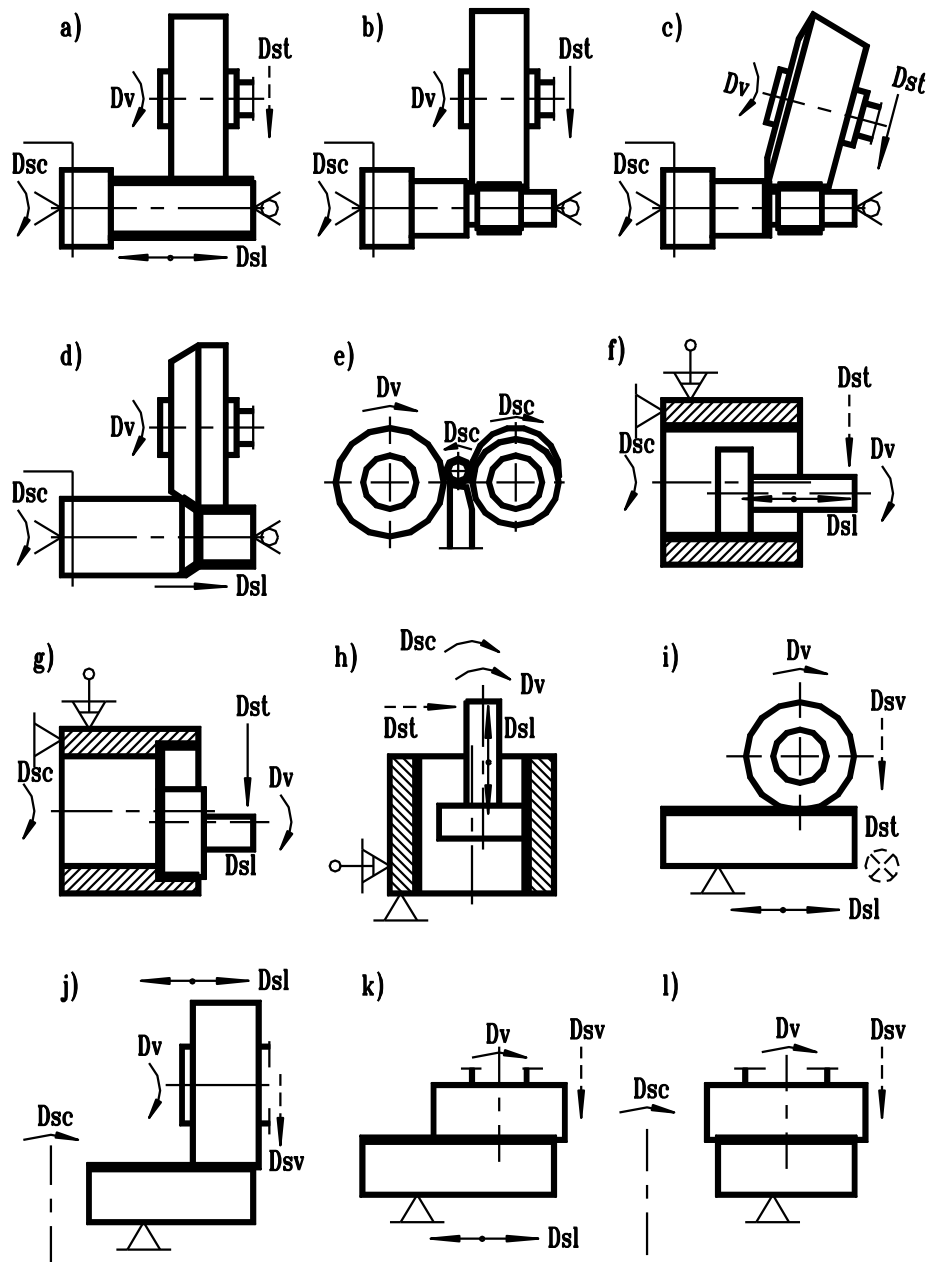


Figura 39. Esquemas principais de rectificação.

Polimento.

O polimento é o método de tratamento das superfícies diversas com pasta abrasiva aplicada no disco 1 de feltro, couro, tecido comprimido, etc. (Figura 40 a), com lixa abrasiva 1 (fita de tecido coberta com material abrasivo) (Figura 40 b, c, d) ou com métodos químicos e físico-químicos. O polimento utiliza-se para diminuir a rugosidade das superfícies, para obter as superfícies brilhantes com rugosidade até R_a 0,02 - 0,16 μm .

A pasta abrasiva contém os grãos abrasivos que se misturam com parafina, estearina, querosene, etc. A qualidade de superfície (rugosidade) depende principalmente das dimensões dos grãos do material abrasivo e do tempo de polimento. Utilizam-se os grãos com dimensões de alguns microns até algumas dezenas de microns. O polimento com pastas abrasivas garante menor rugosidade e geralmente faz-se depois de polimento com lixa.

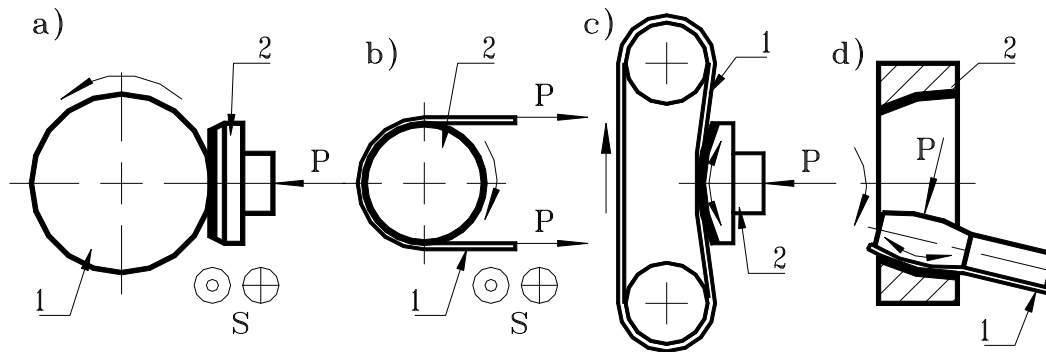


Figura 40 Esquemas de polimento.

O polimento com lixa pode ser realizado no torno, quando gira peça a trabalhar 2 (Figura 40 b, d), numa máquina para polir, onde gira a fita de lixa 1 (Figura 40 c) ou com berbequim onde se instala o disco coberto com lixa e gira. A peça a trabalhar 2 aproxima-se a lixa e entre a peça e lixa realiza-se um certo valor de pressão P. O polimento com disco de feltro que gira com velocidade de corte pode ser realizado nos tornos, nas furadoras, nas máquinas para polimento especiais ou à mão com berbequim. A pasta abrasiva aplica-se no disco 1 e peça a trabalhar 2 aproxima-se, aperta-se ao disco e desloca-se relativamente dele (Figura 40a).

O disco de feltro instala-se com mandril numa árvore principal da máquina-ferramenta (torno, furadora, etc.). Para obter boa qualidade com polimento é necessário alterar a trajectória do deslocamento dos graus abrasivos. O aperto da lixa ou da peça pode ser feito através de um suporte. Depois de polimento é necessário desengordar, lavar e secar as peças.

No caso de polimento químico as peças a trabalhar mergulham-se nas soluções aquosas de ácidos clóricos, sulfúricos, fosfóricos, nítricos, etc. com temperatura de 20 a 100°C. O tempo de tratamento pode durar de alguns minutos até 30-60 minutos. É claro que para cada tipo de material utiliza-se sua solução.

No caso de polimento electro-químico além de soluções de ácidos onde se mergulham as peças utiliza-se a corrente constante com voltagem de 5 a 30 V e densidade de 1 a 160 A/dm². Antes do polimento químico e electro-químico é necessário desengordar as peças (por exemplo, em soluções orgânicas ou alcalinas), tirar, gravar carepa (crosta oxidada em soluções alcalinas ou de ácidos), lavar em água depois de cada tratamento. Depois de polimento químico e electro-químico também é necessário lavar e secar as peças.

Revestimento.

O revestimento pode ser utilizado para proteger de corrosão, para obter bom aspecto e para obter certas propriedades físico-mecânicas. Existem revestimentos orgânicos e não orgânicos, metálicos e não metálicos. Como os revestimentos orgânicos mais frequentemente utilizam-se diferentes tintas e esmaltes. Como os revestimentos não orgânicos metálicos - cobertura com cromo, zinco, níquel, etc. Bastante frequentemente utiliza-se também a cobertura com prata, ouro, paládio, etc. Como revestimento não orgânico e não metálico - oxidação, fosfatação, etc. O revestimento pode ser de uma só camada ou, mais frequentemente de algumas camadas. A espessura de camada revestida pode ser de alguns microns até algumas centenas de microns.

Antes de revestimento faz-se preparação das superfícies parecida à preparação para polimento químico (desengordar, tirar carepa, gravar, lavar, secar, etc.). Existem diferentes métodos de cobertura de revestimentos: 1) galvanização - mergulham as peças em soluções correspondentes e ligam corrente eléctrica contínua; 2) difusão - saturação no forno com temperatura 300-1000°C para os aços; 3) pulverização; 4) mergulhamento; 5) com pincel, rolo, etc. Os revestimentos orgânicos mais frequentemente aplicam por pulverização, os revestimentos não orgânicos - com galvanização. O diapasão das temperaturas e dos parâmetros de corrente eléctrica são parecidos aos para o polimento electro-químico.

4. MÉTODOS DE TRATAMENTO TÉRMICO

O tratamento térmico é o processo ligado com aquecimento dos artigos, exposição durante um certo tempo no forno e resfriamento posterior. Utilizam-se os métodos de tratamento térmicos nos casos quando é necessário alterar a estrutura cristalina do material para melhorar as suas propriedades.

Em função de temperatura de aquecimento e velocidade de arrefecimento destacam-se os seguintes métodos de tratamento térmico:

1. Recozimento;
2. Têmpera e revenimento;
3. Normalização;
4. Envelhecimento, etc.

O recozimento é o processo de aquecimento lento dos artigos até uma certa temperatura menor da temperatura de fusão do material (para os aços pode ser de 600 até 1250°C), exposição nesta temperatura e arrefecimento lento posterior junto dentro do forno. Este método utiliza-se principalmente para tirar as tensões internas que aparecem durante a fundição, estampagem, soldadura, etc., para recuperar a forma dos graus cristalinos do material, para diminuir a liquação (variação da composição química dos graus).

A têmpera é o processo de aquecimento dos artigos até temperatura um pouco superior da temperatura das transformações estruturais (para os aços cerca de 800-950°C), exposição e resfriamento brusco em água, óleo ou solução salina. Este método utiliza-se para aumentar a resistência e dureza, diminuir as dimensões dos graus cristalinos dos aços que contem mais de que 0,3% de carbono.

Para tirar as tensões internas que aparecem no resultado de resfriamento brusco depois de têmpera sempre se realiza o revenimento. O revenimento é o processo de aquecimento dos artigos até as temperaturas relativamente baixas (menores de temperaturas das transformações estruturais), exposição e resfriamento geralmente no ar livre. Em função de temperatura de aquecimento destacam o revenimento baixo (temperatura de aquecimento para os aços é cerca de 80-200°C), médio (400-500°C) e alto (550-650°C). O revenimento baixo tira as tensões internas só um pouco, mas dá maior resistência e dureza do material. O revenimento alto, ao contrário, tira bem as tensões internas, mas diminui muito a resistência e dureza.

A normalização é o processo parecido ao recozimento, mas o arrefecimento realiza-se no ar livre. Este método utiliza-se principalmente para o melhoramento das propriedades de usinabilidade (o material trata-se melhor por métodos de corte).

O envelhecimento é o processo de aquecimento dos artigos até as temperaturas muito baixas, exposição e resfriamento lento ou só exposição longa dos artigos no ar livre sem qualquer aquecimento. Realiza-se principalmente para tirar as tensões internas.

Além dos métodos térmicos utilizam-se também os métodos químico-térmicos tais como cementação, nitruração, etc. Estes métodos servem para saturação da camada superior da superfície dos artigos com carbono, nitrogénio, etc. A saturação faz-se nos fornos com temperaturas determinadas no meio dos elementos químicos para saturação. Por meio de saturação pode-se aumentar as propriedades superficiais dos aços que contem pequeno teor de carbono (menor de 0,3%) e outros.

O aquecimento realiza-se nos fornos diferentes. Existem os fornos eléctricos, a gás, de carvão, etc. Nas oficinas do DEMA há 7 fornos eléctricos pequenos. Dois fornos de modelo 48000 Furnace (vede Figura 8a) têm gabaritos da parte de trabalho 170 x 120 x 250 mm e temperatura de aquecimento 900 °C, dois de modelo THE88I (vede Figura 8b) – gabaritos 200 x 150 x 400 e temperatura de aquecimento 2200 °F (~1200 °C), um forno de modelo CNOL-1625/11-43- gabaritos 200 x 150 x 280 e temperatura de aquecimento 1100 °C, um forno de modelo PM-9 - gabaritos Ø100 x 280 e temperatura de aquecimento 900 °C.

5. MÉTODOS DE MONTAGEM. SOLDADURA

Todas as junções das peças pode-se subdividir nas junções móveis e imóveis, desmontáveis e não desmontáveis. As junções imóveis podem ser: 1) de aperto ou ajustamento incerto; 2) de rebites (Figura 40 a, b); 3) de parafusos e porcas (Figura 40 c, d, e); 4) de soldadura (Figura 40 f - i); 5) de cola (Figura 40 j); 6) de chaveta (Figura 40 l); 7) de veio quadrado (Figura 40 m); 8) de pino (Figura 40 n); 9) de estrias (Figura 40 o); 10) de troço (Figura 40 p), etc.

As junções móveis são com folga e sua montagem faz-se através de colocação simples duma peça em cima doutra (Figura 40 k). Neste caso a ligação faz-se geralmente pela superfície cilíndrica. As junções de rebites, soldadura e de cola é impossível desmontar sem destruição de alguns elementos por isso eles chamam-se não desmontáveis. As junções com aperto, parafusos e porcas, pernas, pinos, troços são desmontáveis (pode-se desmontar sem destruição de qualquer peça).

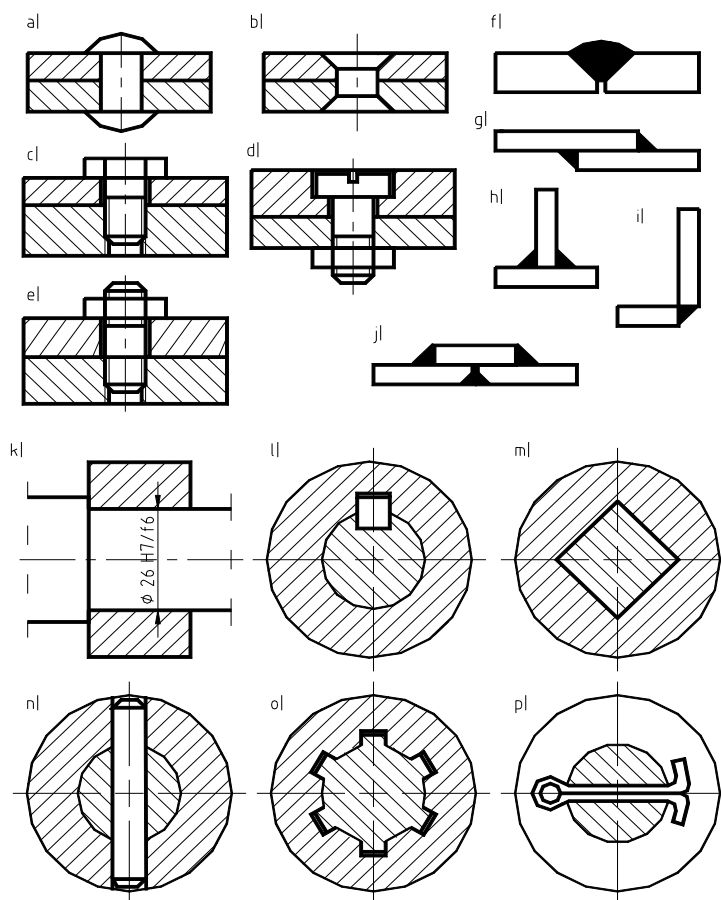


Figura 40. Tipos de junções das peças.

As junções com aperto podem ser realizadas: 1) com pressão nas prensas; 2) através de aquecimento da peça externa nos fornos ou 3) com congelamento da peça interna em nitrogénio líquido. Para montagem das junções com parafusos e porcas utilizam-se diferentes chaves ou dispositivos de parafusamento mecanizados (eléctricos, pneumáticos, etc.). Os parafusos instalam-se nos furos com folga e depois se parafusa a porca. Pode ser que uma das peças tem rosca e o parafuso passa através do furo liso e parafusa-se noutra peça com furo roscado. Em vez de parafuso pode ser utilizado o perno (Figura 40 e). Pernos, parafusos e porcas fabricam-se geralmente com 12º grau de tolerância. Este tipo de junção é mais utilizado na prática.

As peças podem ser ligadas com diferentes tipos de rebites (com cabeças semiredondas, cabeças embutidas, rebites inteiros e ocos). Os rebites instalam-se nos furos das peças com folga e depois se forma cabeça de outro lado (este processo chama-se rebitagem). A rebitagem realiza-se com punção e martelo ou com dispositivo mecânico, hidráulico, etc. Os rebites fabricam-se geralmente com 12º grau de tolerância.

Às vezes os furos para parafusos e rebites executam-se no processo de montagem. Quer dizer que as peças no início fabricam-se sem furos. Depois disso uma peça instala-se em cima de outra, fixam-se por meio de qualquer dispositivo e abrem-se os furos em ambas as peças simultaneamente. Isso dá possibilidade de garantir coincidência dos eixos dos furos.

Soldadura.

Bastante frequentemente as peças juntam-se com soldadura. A soldadura é o método de junção das peças entre si por meio da formação das ligações interatómicas como resultado do aquecimento e/ou deformações plásticas. Existem diferentes métodos de soldadura. Todos os métodos pode-se dividir em soldadura por pressão (Figura 41 a - e) e soldadura por fusão (Figura 41 f - j).

Um dos métodos mais frequentemente usados é a soldadura pelo arco voltaico. Neste caso a soldadura realiza-se geralmente por meio do eléctrodo revestido, ou seja, da barra metálica com revestimento. O revestimento serve para garantir a combustão estável do arco, para defender o metal fundido da acção do ar e para obter as propriedades necessárias da costura.

O arco voltaico forma-se entre o eléctrodo e as peças a soldar e representa a descarga potente da electricidade na atmosfera ionizada dos gases e dos vapores do metal. Como fonte da corrente de solda usa-se geralmente um transformador de solda que permite regular a voltagem e amperagem.

No resultado de acção do arco voltaico o eléctrodo funde-se entre as peças, formando o banho de solda. A medida de movimento do arco ao longo da folga entre as peças o banho de solda endurece-se e forma-se a costura de solda. O revestimento do eléctrodo forma a crosta de escória que é necessário tirar depois de soldagem por meio do martelo ou cinzel e martelo.

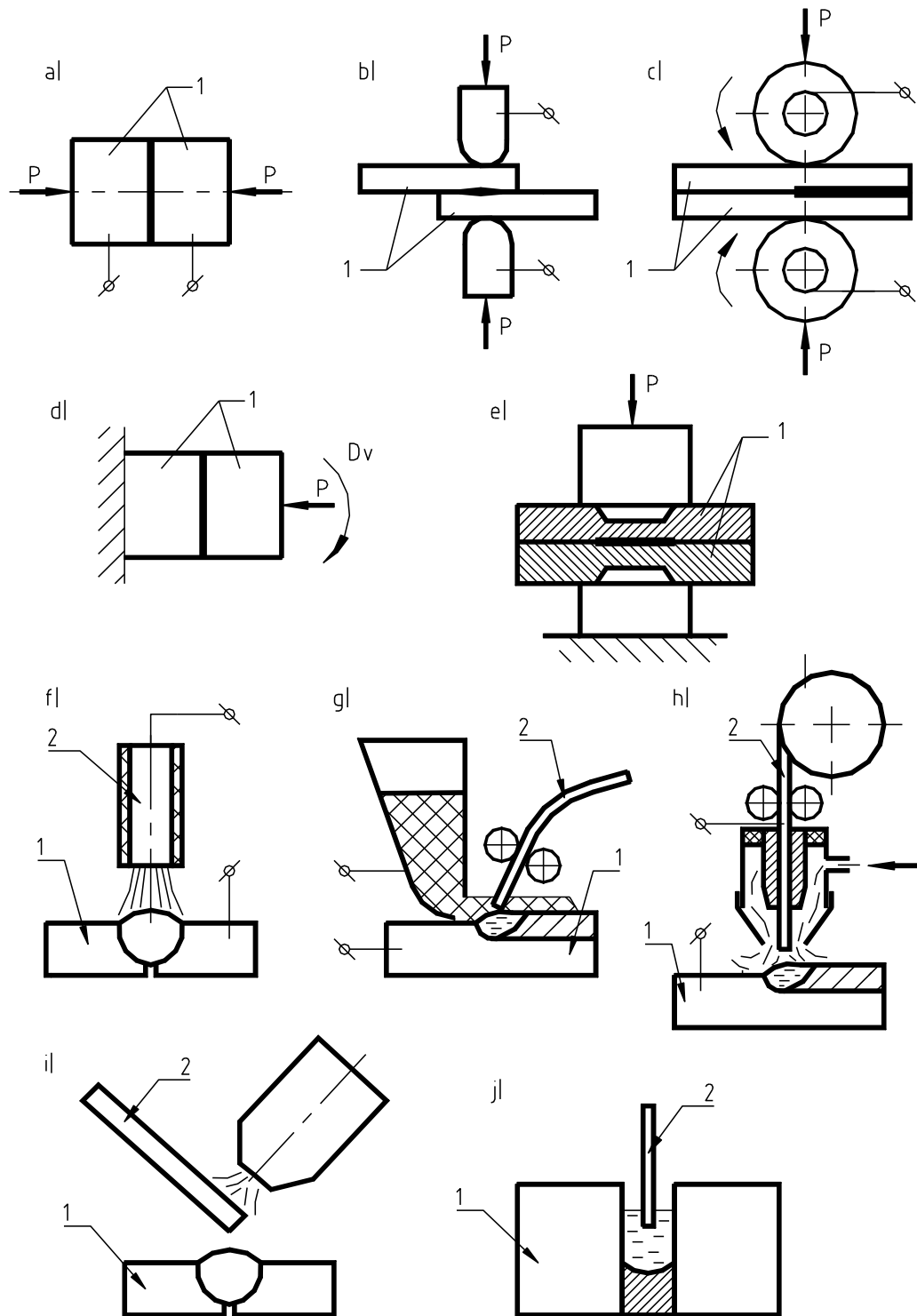


Figura 41. Métodos principais de soldadura.

- a) Soldadura a tope por resistência; b) Soldadura por pontos; c) Soldadura contínua; d) Soldadura por atrito; e) Soldadura por impressão; f) Soldadura pelo arco voltaico; g) Soldadura sob camada de fundente; h) Soldadura em atmosfera protectora de gás; i) Soldadura a gás; j) Soldadura eléctrica sob uma camada de escória, etc.

No caso da junção das peças com a espessura S até 6 - 8 mm a soldagem realiza-se ao longo da folga entre as peças menor de 1 mm sem talhar os bordos. Quando a espessura das peças a soldar é maior que 6 - 8 mm faz-se o talho dos bordos sob o ângulo unilateral (para $S =$ de 8 a 12 mm) ou bilateral (para $S =$ de 12 a 20 mm) (Figura 42 b, c). Para as peças com espessura maior de 20 mm o talho faz-se perfilado (Figura 42 d, e). No caso de soldagem das peças com a espessura maior que 10 mm faz-se a costura com várias camadas.

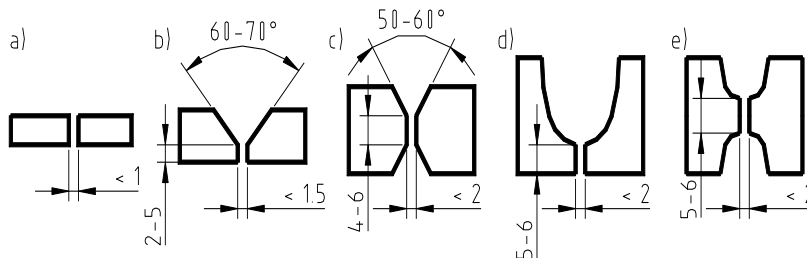


Figura 42. Tipos de preparação das peças para soldadura.

O eléctrodo instala-se no porta-eléctrodo. O diâmetro do eléctrodo D_e escolha-se em função da espessura S das peças a soldar segundo à tabela:

| | | | | |
|-------------|-------|-------|--------|-----------|
| S em mm | 1 - 2 | 3 - 5 | 4 - 10 | 12 e mais |
| D_e em mm | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | 5 - 6 |

Em função do diâmetro do eléctrodo e da marca dos materiais a soldar o transformador regula-se para se obter uma amperagem que se determina aproximadamente pela formula: $I = (35 - 60) D_e$, onde D_e é o diâmetro do eléctrodo em mm, I é amperagem em A. A regulação do transformador efectua-se por meio do manípulo especial.

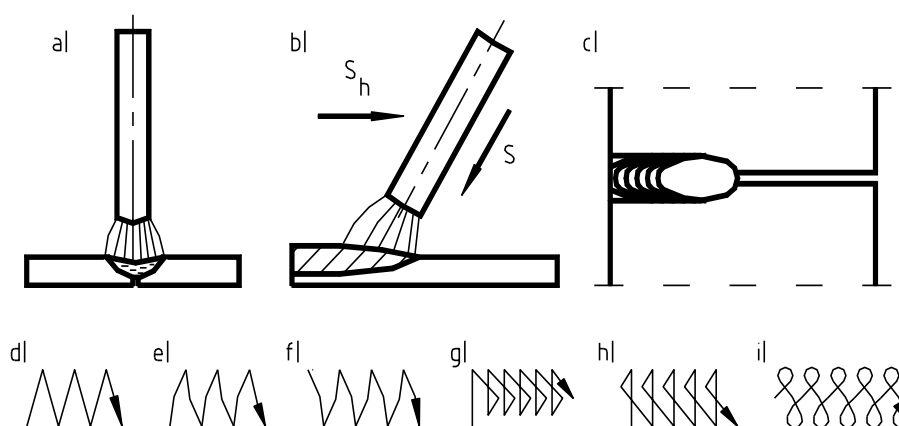


Figura 43. Esquema de soldadura pelo arco voltaico.

a) Vista ao longo de costura; b) Vista de lado; c) Vista de cima; d) Trajectória para soldar chapas sem chanfros; e, f) Para cordões de junta com chanfros e cordões angulares com cateto < 6 mm e $D_e < 4$ mm; g, h) Para cordões angulares com cateto > 6 mm e cordões de junta com chanfros; i) Para soldar aços de liga rica.

No processo de soldagem o eléctrodo inclina-se sob um ângulo de 30° aproximadamente no sentido de folga entre as peças (Figura 42 b). Depois é necessário acender o arco o que se faz de seguinte maneira.

No início realiza-se o contacto do eléctrodo com a peça a soldar perto da folga e depois o eléctrodo afasta-se da peça a uma distância de $(0,5 - 1,2) D_e$. Quando se obtém o arco estável, então, se realiza um movimento lento do eléctrodo ao longo da folga entre as peças a soldar segundo uma trajectória (Figura 43 d - i). Assim forma-se a costura com largura e comprimento necessário.

No processo da combustão do eléctrodo é necessário aproxima-lo à peça conservando a distância 3 - 6 mm de eléctrodo até a peça.

No processo de estudo cada estudante, independentemente, deve fazer duas costuras, uma de treino e uma de controle.

Além disso com soldadura por pontos há de soldar as chapas dum fogão. Soldadura por pontos executa-se de maneira mais simples. Só é necessário juntar as chapas e apertar com dois eléctrodos sucessivamente em alguns pontos. No momento de aperto fornece-se um impulso eléctrico, o metal entre as peças na zona de aperto funde-se e peças juntam-se.

No processo de soldadura pelo arco voltaico é necessário obrigatoriamente usar a mascara protectora, pois os raios do arco são perigosos para os olhos. Além disso é necessário ser cauteloso pois durante soldadura formam-se os salpicos do metal a soldar e do eléctrodo. Estes salpicos podem queimar a roupa e podem ser a causa de um incêndio.

Nas oficinas mecânicas os estudantes podem produzir um fogão de chapas de aço com soldadura posterior – Figura 44.

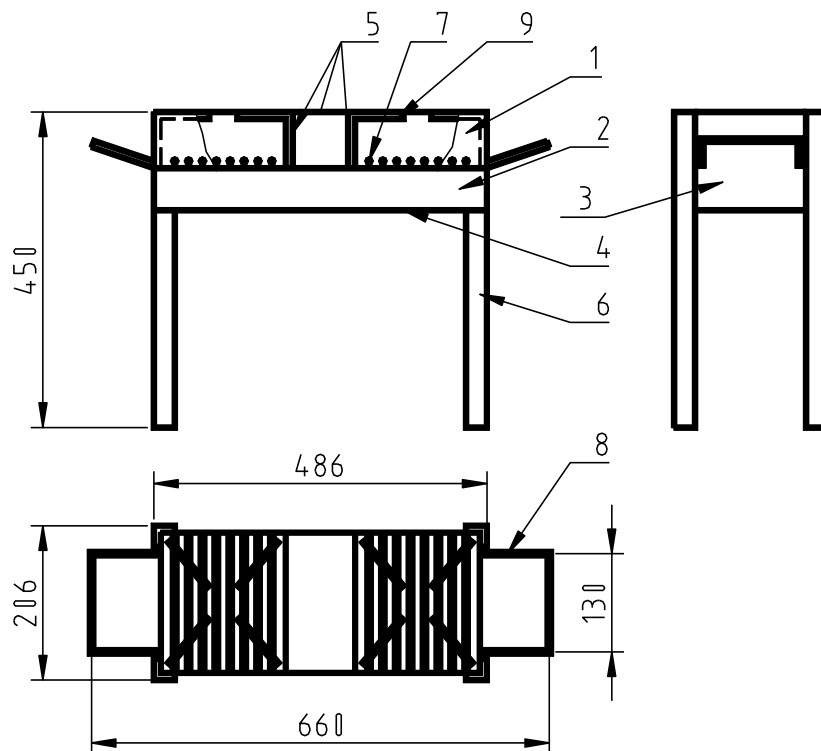


Figura 44. O fogão.

Para fabricar o fogão há de preparar as peças seguintes (com desvios admissíveis $\pm 0,5$ mm):

1. Uma chapa frontal – 480 x 80 x 3 mm;
2. Duas chapas laterais – 200 x 140 x 3 mm;
3. Uma chapa traseira – 480 x 140 x 3 mm;
4. Uma chapa de fundo – 480 x 200 x 3 mm;
5. Três chapas de divisão interna – 200 x 80 x 3 mm;
6. Quatro cantoneiras para os pés – 450 x 25 x 25 mm;
7. Dezoito varões para as grelhas - $\varnothing 12$ x 200 mm
8. Dois varões para pegas - $\varnothing 12$ x 330 mm;
9. Oito varões para apoios - $\varnothing 12$ x 180 mm;

6. REGRAS DE TÉCNICA DE SEGURANÇA

Para evitar acidentes de trabalho nas oficinas, cada estudante deve conhecer bem e cumprir obrigatoriamente as regras da técnica de segurança. Por isso, antes de começar o trabalho, o estudante deve estudar bem estas regras e pôr sua assinatura na ficha, obrigando assim cumpri-las.

As regras gerais da técnica de segurança são:

- Antes de começar o trabalho é necessário não só estudar os métodos de segurança no trabalho mas também implicitamente deve ver e tomar providenciais quando trabalha nas zonas perigosas do seu posto de trabalho. É claro que é fundamental conhecer a sua tarefa.
- Só pode iniciar qualquer trabalho no seu posto depois de autorizado pelo professor ou responsável das oficinas.
- É possível trabalhar só com vestuário apropriado, com os canhões das mangas abotoados, sem extremidades soltas.
- Não se pode fumar nas oficinas.
- Não se pode incomodar ou distrair os colegas nas oficinas.
- Sobre todas as avarias e no caso de um acidente, comunicar logo ao professor ou ao responsável das oficinas.

Durante a preparação do trabalho, é necessário:

- Estudar o desenho da peça a trabalhar, a sequência do seu tratamento e os regimes de tratamento.
- Estudar os métodos seguros de trabalho no seu lugar de trabalho, os métodos de colocação das peças e das ferramentas, os órgãos de comando e regulação do equipamento.
- Estudar as zonas perigosas do seu posto de trabalho, as partes móveis, os meios de defesa e trabalho seguro.

- Verificar o bom estado do equipamento, das ferramentas e dos dispositivos, no seu posto de trabalho.
- Não tocar em qualquer condutor eléctrico, esteja ele isolado ou não.
- Arrumar e regular o equipamento, preparar as ferramentas necessárias, etc.
- Colocar correctamente as ferramentas, fixar fortemente a peça bruta no torninho (murça) ou na bucha de máquina. Não deixar a chave na bucha da máquina ou na morsa.
- Pôr os óculos de protecção para proteger os olhos contra as aparas.
- No posto de soldadura usar a máscara protectora para proteger os olhos dos raios.
- Verificar o funcionamento da máquina com marcha em vazio.
- Só pode começar a trabalhar na máquina quando acompanhado pelo professor ou responsável das oficinas.

Durante a execução do trabalho:

- É necessário prestar toda a sua atenção ao trabalho.
- Não se pode abandonar o lugar de trabalho com a máquina-ferramenta em funcionamento.
- Não incomodar ou distrair os colegas com máquina em funcionamento.
- Não executar quaisquer medições com a máquina em funcionamento.
- Não tirar as aparas com as mãos, tirar as aparas só com auxílio do gancho ou da escova.
- Não travar com as mãos os órgãos móveis da máquina (buchas, mandris, fresas, brocas, etc.).
- Para regular a máquina, instalar as peças, as ferramentas, realizar medição é necessário parar a máquina.
- Antes de parar a máquina é necessário desengrenar o avanço e afastar a ferramenta de corte da peça.
- No caso de qualquer acidente, desligar rapidamente a máquina e chamar o professor ou responsável das oficinas.

Depois de finalizar o trabalho o estudante deve:

- Afastar a ferramenta da peça, parar e desligar a máquina-ferramenta.
- Arrumar o posto de trabalho, limpar e lubrificar a máquina.
- Marcar e colocar as suas peças na caixa.
- Devolver ao professor ou ao responsável das oficinas as ferramentas e os medidores recebidos.

HORÁRIO DE TRABALHO NAS OFICINAS MECÂNICAS

Durante as primeiras 4 semanas todos os estudantes dum departamento assistem as aulas teóricas, onde recebem os conhecimentos da qualidade de artigos e breve informação sobre os métodos existentes de produção das peças. Depois de assistir as aulas teóricas realiza-se o teste. A seguir os estudantes dividem-se em grupos de 2-3 (até 4) pessoas e trabalham nos diferentes postos de trabalho segundo a tabela a seguir.

| Nº grupo | Nº de semana | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | SOL | SOL | FU | FR | T | T | T | FR | EST | SER | SER | SER |
| 2 | FU | FR | SOL | SOL | T | FR | T | T | SER | SER | SER | EST |
| 3 | EST | SER | SER | SER | SOL | SOL | FR | T | T | T | FU | FR |
| 4 | SER | SER | SER | EST | FR | FU | SOL | SOL | T | FR | T | T |
| 5 | T | T | FR | FU | SER | SER | SER | EST | SOL | SOL | FR | T |
| 6 | FR | T | T | T | EST | SER | SER | SER | FR | FU | SOL | SOL |

Onde: EST – estampagem; FR – fresagem; FU – fundição; SER – serralharia; SOL – soldadura; T – torneamento.

Assim cada estudante tem que trabalhar: 1 dia do posto de estampagem, 2 dias numa fresadora; 1 dia no posto de fundição; 3 dias no posto de serralharia e numa furadora; 2 dias no posto de soldadura e 3 dias num torno. No período transitório, quando ainda não estiver pronto o posto de estampagem, em vez de estampagem pode-se realizar serralharia (EST → SER).

Minha proposta de Negócio na Internet!

Eu procuro os parceiros com quem vamos fazer o Negócio na Internet. Precisa o acesso a internet, 3-4 h/dia e um investimento financeiro.

Vou ensinar tudo o que seja necessário. O negócio na Internet tem grande perspectiva, permite ficar financeiramente independente dentro dum tempo.

Vejam o clipe <http://b21v.ru/pt/?p=39> e contactam comigo pelo Skype alexandre.kourbatov

NORMAS DE AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES

Durante o semestre os estudantes têm que estudar o equipamento utilizado e fabricar algumas peças trabalhando nos diferentes postos de trabalho segundo ao horário apresentado antes e defende-los. As defesas realizam-se individualmente no último dia de trabalho no posto correspondente. Para ser admitido a defesa é necessário acabar a peça dada. Para defender um trabalho é necessário preparar uma parte teórica ligada ao trabalho realizado no posto correspondente segundo o Guia. A disciplina tem 1 teste, 4 defesas de trabalhos executados e não tem exame. Durante o semestre as defesas podem ser realizadas por algumas tentativas até receber nota positiva. As defesas podem ser realizadas fora do horário em combinação com o seu professor. Na última semana de preparação ao exames dão-se últimas tentativas de defesas e marcam-se as notas finais de defesas quais quer que sejam segundo aos conhecimentos demonstrados.

A nota de frequência calcula-se através da nota do Teste inicial e 4 notas de defesas de 4 temas pela fórmula:

$$NF = 0,25 \cdot N_{\text{teste}} + 0,1 \cdot N_{\text{fund}} + 0,2 \cdot N_{\text{ser}} + 0,3 \cdot N_{\text{t/fr}} + 0,15 \cdot N_{\text{sold}}$$

onde N_{teste} – nota do teste inicial; N_{fund} – nota final das defesas do tema de Fundição; N_{ser} – nota final das defesas do tema de Serralharia; $N_{\text{t/fr}}$ – nota final das defesas dos temas de Torneamento e Fresagem; N_{sold} – nota final das defesas do tema de Soldadura.

Em total cada estudante tem que trabalhar em 5 postos de trabalho:

1. Fundição (FU) – 1 dia. O trabalho faz-se em grupo de 3-4 pessoas. No fim deste mesmo dia o trabalho tem que ser defendido, por isso o estudante tem que chegar com conhecimentos teóricos preparados - páginas 16-20 do Guia. A defesa realiza-se em uma etapa.
2. Serralharia (SER) – 4 dias. O trabalho é individual. No 4º dia de trabalho há de chegar com peças fabricadas e conhecimentos teóricos preparados. Para defesa há de preparar teoria apresentada nas páginas 4-16 e 46-56 do Guia e ligada com seu trabalho. A defesa realiza-se em 3^s etapas: qualidade de fabricação; sequência de fabricação; máquinas e ferramentas utilizadas.
3. Torneamento (T) – 3 dias e Fresagem (FR) – 2 dias. O trabalho é individual. A defesa realiza-se no 5º dia depois de acabar peças trabalhando no torno e na fresadora. A defesa é única para os dois postos de trabalho. No 5º dia de trabalho há de chegar com peças fabricadas e conhecimentos teóricos preparados. Para defesa há de preparar teoria apresentada nas páginas 4-16 e 26-41 do Guia e ligada com seu trabalho. A defesa realiza-se em 3^s etapas: qualidade de fabricação; sequência de fabricação; máquinas e ferramentas utilizadas.

4. Soldadura (SOL) – 2 dias. O trabalho faz-se em grupo de 3-4 pessoas. No fim de 2º dia há de acabar o fabrico do produto dado e defende-lo. Para defesa há de preparar teoria apresentada nas páginas 4-16 e 26-41 do Guia e ligada com seu trabalho. A defesa realiza-se em 2^{as} etapas: qualidade de execução de cordão; sequência de fabricação, ferramentas e métodos utilizados.

Para defender os trabalhos de “Oficinas Gerais” o estudante tem que saber:

1. Medir algumas diferentes dimensões indicadas (externas, internas, diametrais, lineares, profundidades) com paquímetro.
2. Responder se a dimensão indicada é livre ou não e por que, que precisão e ajustamento podem ter e têm as dimensões indicadas e por que, quais são os desvios admissíveis.
3. Quais são as dimensões limites das dimensões indicadas, se a dimensão real está dentro ou fora dos limites admissíveis, se estiver fora, será possível ou não corrigir esta dimensão e como, o que há de fazer.
4. Que rugosidade podem ter as superfícies indicadas segundo ao destino e segundo ao desenho, que rugosidade tem na realidade uma superfície indicada e por que chegou a esta conclusão (critérios de avaliação da rugosidade).
5. O que significam os parâmetros R_z e R_a da rugosidade (dar explicação, determinação e demonstrar no esquema), como se determinam estes parâmetros, que relação é entre eles (indicar as formulas) e como se escolha a rugosidade duma superfície.
6. Descrever em pormenores a sequência de tratamento de algumas partes indicadas das peças fabricadas com indicação do nome completo dos métodos de tratamento usados, máquinas-ferramentas, ferramentas e seus parâmetros principais, dispositivos de aperto das peças e ferramentas na máquina.
7. Demonstrar numa máquina-ferramenta como foi realizado o tratamento duma parte indicada das peças fabricadas (como e onde se instala a peça - há de usar bem as palavras técnicas, como e onde se instala a ferramenta, que movimentos realizam a peça e a ferramenta, como se liga a rotação da árvore principal, os avanços transversal e longitudinal, como se garante a dimensão necessária).
8. Demonstrar nas máquinas-ferramentas usadas como se regula a frequência de rotação e o avanço, através de que alavancas, como se garante um valor certo da dimensão diametral e linear.
9. Chamar os nomes das partes principais das máquinas-ferramentas usadas.

BIBLIOGRAFIA

1. N.Makienko. Manual de serralheiro.
2. P.Denijni e outros. Manual de torneiro. Moscovo, 1982.
3. F.Barbachov. Manual de fresador. Moscovo, 1981.