**FACULTATEA DE CONSTRUCŢII DE MAŞINI
ŞI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

Florentin Cioată **Adriana Munteanu**

Păduraru Emilian

TOLERANŢE ŞI CONTROL DIMENSIONAL

Lucrarea de laborator nr. 11

Iaşi, 2020

LUCRAREA NR. 11.

CONTROLUL FILETELOR EXTERIOARE ŞI INTERIOARE

Aplicaţii care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 11:

- verificarea filetelor interioare cu calibre de filet;
- măsurarea diametrelor exterior şi interior la un şurub, cu şublerul de exterior;
- măsurarea diametrului mediu la un şurub, cu micrometrul de filet şi prin metoda celor trei sârme calibrate;
- măsurarea diametrelor exterior şi interior la şuruburi, e microscopul mare de atelier;
- măsurarea diametrului mediu la şuruburi pe microscopul mare de atelier;
- măsurarea pasului la filete exterioare pe microscopul mare de atelier;
- măsurarea unghiului flancurilor la filete exterioare pe microscopul mare de atelier.

1. Scopurile lucrării de laborator.

- Cunoaşterea şi aplicarea metodelor de verificare şi măsurare a pieselor filetate cu calibre şi instrumente universale de măsurat lungimi.
- Cunoaşterea metodelor de măsurare a elementelor dimensionale la piese filetate pe microscopul de atelier

2. Consideraţii generale

Suprafeţele filetate se obţin prin deplasarea după o elice a unui profil generator de formă dată, conţinut în planul axial al unei suprafeţe cilindrice sau conice; luând în consideraţie suprafaţa pe care se deplasează profilul generator, suprafeţele filetate pot fi cilindrice sau conice. După modul de cuprindere, piesele filetate pot fi: piese cu suprafeţe filetate exterioare, denumite, generic şuruburi şi piese cu suprafeţe filetate interioare, denumite generic piuliţe.

Elementele dimensionale caracteristice unei suprafeţe filetate sunt:

- diametrul exterior al suprafeţei filetate;
- diametrul interior al suprafeţei filetate;
- diametrul mediu al suprafeţei filetate;
- pasul filetului;
- unghiul flancurilor filetului.

3. Verificarea suprafeţelor filetate cu calibre filetate.

Verificarea suprafeţelor filetate cu calibre este o metodă complexă de control, deoarece sunt verificaţi toţi parametrii dimensionali care caracterizează suprafeţele filetate; în acest scop se utilizează calibre filetate limitative care verifică limitele maximului de material, respectiv minimului de material ale suprafeţei filetate.

Principalele tipuri de calibre filetate, care se întrebuinţează în România se împart în două mari categorii, în funcţie de tipul suprafeţei filetate pe care o verifică:

- calibre pentru verificarea suprafeţelor filetate interioare care au forma generală de tampoane filetate (fig. 1.a);
- calibre pentru verificarea suprafeţelor filetate exterioare care se prezintă sub formă de inele filetate (fig. 1.b).

Atât calibrele tampon filetate cât şi calibrele inel filetate sunt constituite din două părţi distincte (adică din două calibre) care verifică cele două limite ale suprafeţei filetate: un calibru trece T(calibru ,,profil întreg”) şi un calibru nu trece NT (calibru ,,profil redus”) la care, de obicei, spira filetului nu este materializată pe toată înălţimea ei.

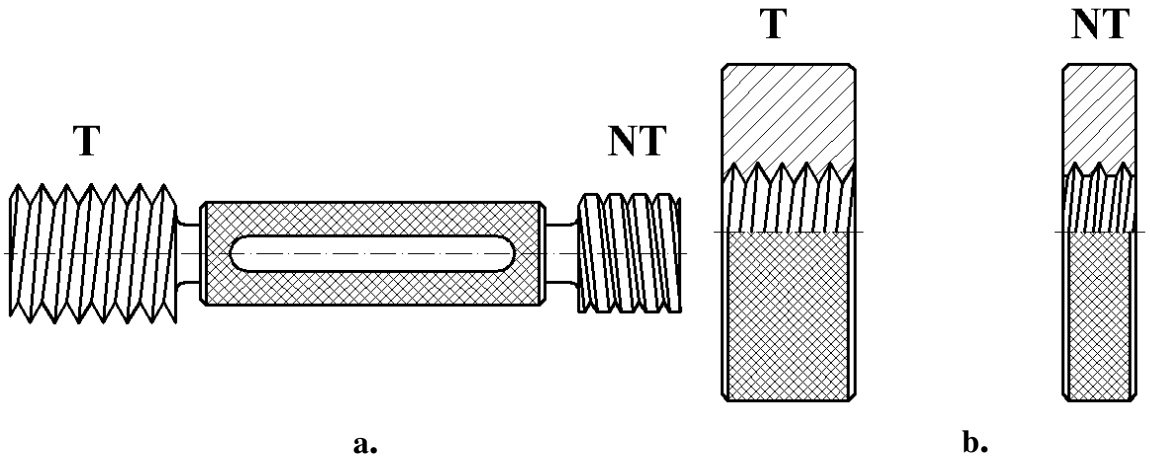

Fig.1
Calibre limitative pentru verificarea suprafeţelor filetate
a- calibru tampon filetat T şi NT; b- calibre inel filetate T şi NT

Verificarea suprafeţelor filetate cu calibre de filet se face prin înşurubarea fiecărei părţi a calibrului în piesa filetată care se verifică; pentru ca piesa filetată să fie admisă spre utilizare este necesar ca partea T a calibrului filetat să se înşurubeze pe toată lungimea filetată a piesei verificate (fig. 2.a), iar partea NT să se înşurubeze cel mult pe o spiră (fig. 2.b.); în fig. 2, se prezintă verificarea unei piuliţe 1, cu calibru tampon filetat, T şi NT).

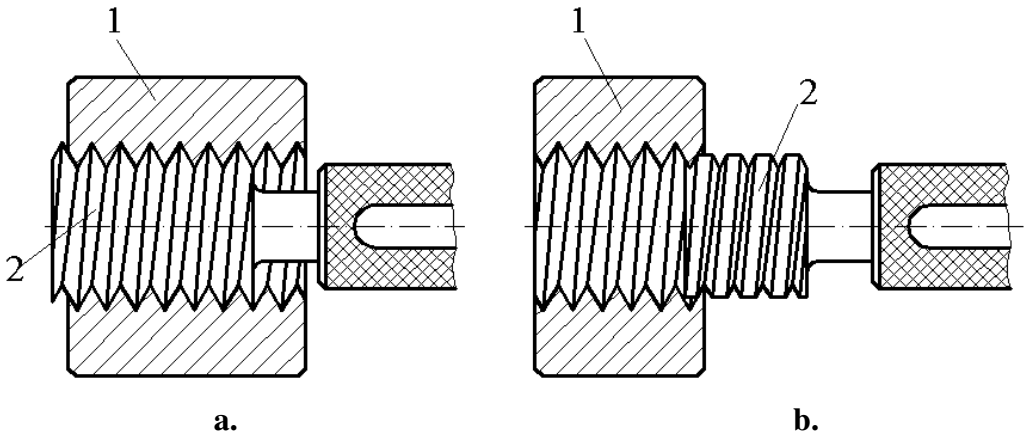

Fig. 2
Verificarea filetelor interioare cu calibrul tampon filetat
a- verificarea limitei “trece”; b- verificarea limitei “nu trece”.

În situaţiile în care partea T a calibrului filetat nu se înşurubează pe toată lungimea piesei verificate sau partea NT se înşurubează pe mai multe spire, piesa trebuie respinsă de la utilizare.

4. Măsurarea diametrelor exterior, interior şi mediu la filete exterioare cu instrumente şi aparate universale.

4.1. Măsurarea diametrului exterior la şuruburi cu şublerul şi cu micrometrul de exterior.

Măsurarea obişnuită, când nu se impune o precizie obişnuită, a diametrului exterior la şuruburi, se face prin utilizarea instrumentelor universale obişnuite (şublere şi micrometre de exterior).

Tehnica măsurării: este aceeaşi ca şi în cazul măsurării diametrelor la suprafeţe exterioare cilindrice netede.

4.2. Măsurarea diametrului interior la şuruburi cu şublerul de exterior.

Datorită jocului la fundul filetului, diametrului interior al suprafeţei filetate, nu i se impune o precizie deosebită; în cazul şuruburilor cu pas mare, măsurarea diametrului interior se poate face cu un şubler obişnuit prevăzut cu ciocuri scurte (fig. 3.).

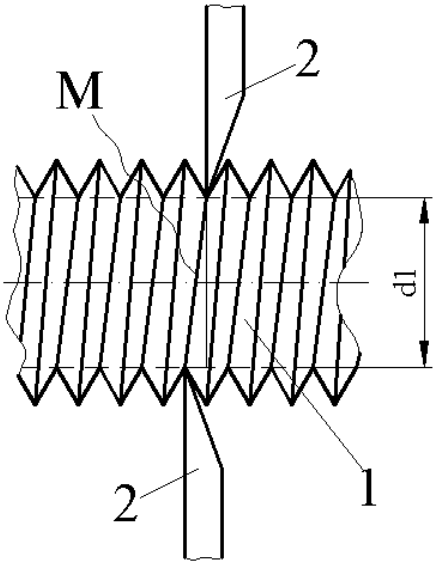

Fig. 3

Măsurarea diametrului interior cu şublerul

În timpul măsurării, contactul între muchiile ciocurilor şi piesa filetată are loc în puncte diametral opuse, deplasate cu p/4, valoarea diametrului interior se obţine cu relaţia :

$$d_1 = M - \frac{p^2}{8M}, \qquad (1)$$

în care **M** reprezintă cota măsurată (ipotenuza triunghiului dreptunghic), iar **p** este pasul filetului, exprimat în milimetri.

4.3. Măsurarea diametrului mediu la şuruburi cu micrometre de exterior

Diametrul mediu este elementul dimensional care, împreună cu pasul şi unghiul flancurilor este determinant în precizia suprafeţei filetate. Este diametrul cilindrului virtual care intersectează profilul filetului astfel, încât grosimea plinurilor este egală cu a golurilor, având valoarea egală cu jumătate din valoarea pasului.

În funcţie de precizia de măsurare, metodele de măsurare a diametrului mediu cu micrometre de exterior, pot fi:

- metoda de măsurare a diametrului mediu cu micrometrul de filet;
- metoda de măsurare a diametrului mediu cu sârme calibrate.

4.3.1. Măsurarea diametrului mediu la şuruburi cu micrometrul de filet

Această metodă se aplică în cazurile în care nu este necesară o precizie deosebită; instrumentul utilizat este micrometrul de filet, un micrometru special care are suprafeţele active sub formă de prismă şi con, interschimbabile, cu unghiul egal cu unghiul flancurilor filetului (fig. 4.a.).

Tehnica măsurării: pentru măsurarea diametrului mediu la un şurub, în funcţie de valoarea pasului piesei de controlat, se aleg accesoriile corespunzătoare (prisma şi conul), din trusa instrumentului şi se montează la instrument: prisma 2, se introduce în orificiul nicovalei micrometrului şi vârful conuic 3, în orificiul din tija şurubului micrometric (fig. 4.a).

Se depărtează suprafeţele de măsurare 4 şi 5, ale micrometrului 1 şi se introduce piesa de controlat 3, între ele, astfel încât o spiră a filetului să vină în contact cu prisma 4, apoi se deplasează tija şurubului micrometric (prin acţionarea dispozitivului de limitare a forţei de măsurare al micrometrului) până când suprafaţa activă conică 5, se poziţionează între două spire consecutive ale filetului, în porţiunea diametral opusă (fig.4.b.).

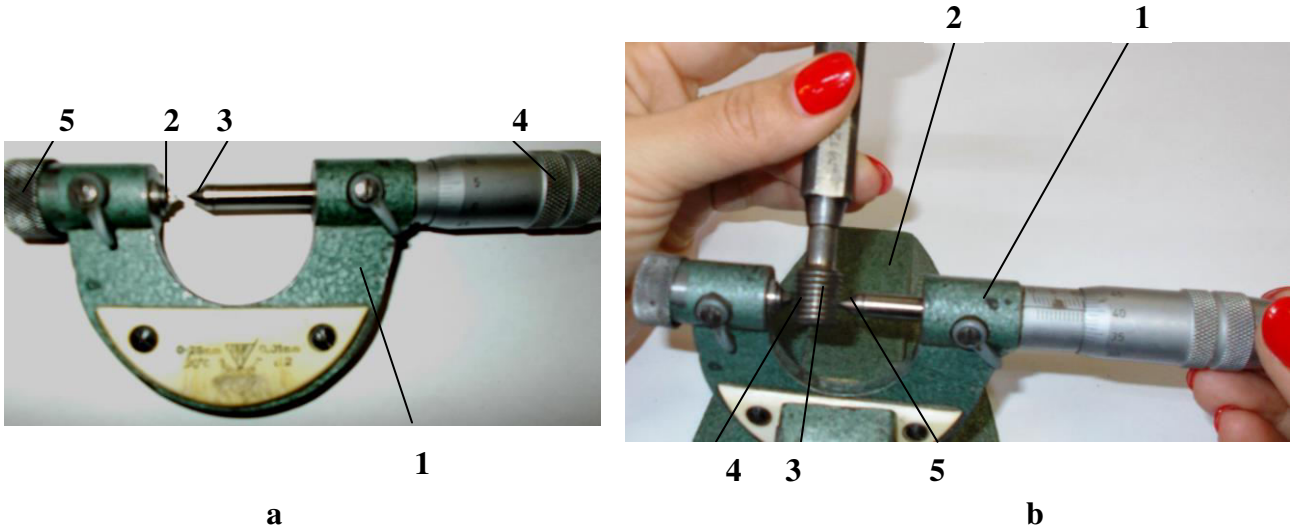

Fig. 4
Măsurarea diametrului mediu la un şurub cu micrometrul de filet
a-micrometru de filet; b- schema de măsurare

După realizarea contactului corect între flancurile filetului şi suprafeţele active ale instrumentului, se ia citirea pe scările de repere ale micrometrului, citire care reprezintă valoarea măsurată a diametrului mediu.

4.3.2. Măsurarea diametrului mediu la şuruburi prin metoda celor trei sârme calibrate.

Această metodă se aplică atunci când se impune o precizie mai mare a măsurării diametrului mediu la şuruburi, în acest scop, fiind utilizate nişte accesorii speciale numite sârme calibrate care au diametrul executat cu o toleranţă de ordinul micrometrilor. Sunt mai multe variante ale acestei metode şi anume: cu o sârmă calibrată, cu două sârme calibrate şi cu trei sârme calibrate.

Se va prezenta metoda de măsurare a diametrului mediu cu trei sârme calibrate.

Echipamente şi accesorii necesare: trusă cu sârme calibrate, micrometru de exterior, suport pentru micrometre.

Tehnica măsurării: pentru măsurarea diametrului mediu la un şurub, prin metoda celor trei sârme calibrate se procedează astfel: cunoscând valorile nominale ale pasului şi unghiului flancurilor filetului de controlat, se calculează diametrul d_s al sârmelor calibrate necesare, cu relaţia:

$$d_s = \frac{p}{2\cos\alpha/2}. \qquad (2)$$

Din trusa cu sârme calibrate se alege setul de trei sârme cu diametrul imediat următor celui calculat şi se ataşează la suportul special 5, montat la micrometrul de exterior 1; acesta se fixează la suportul pentru micrometre 2 (fig. 5.a).

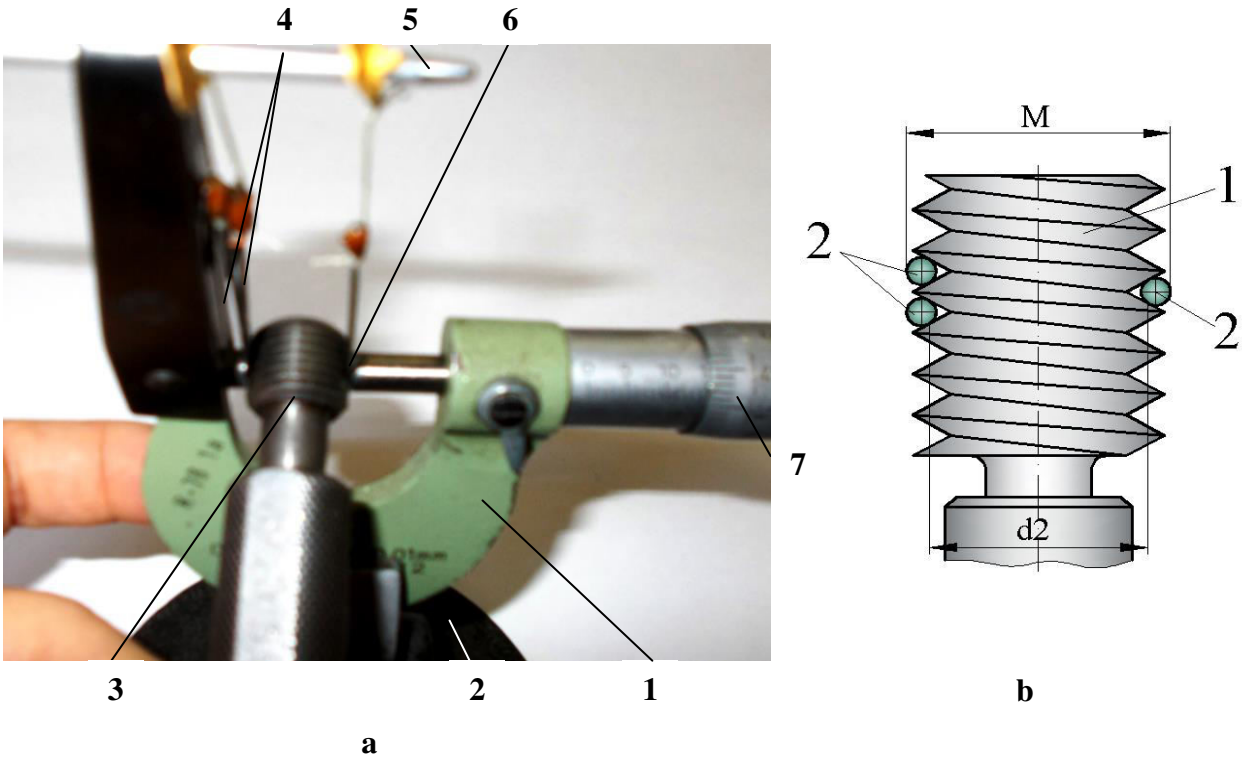

Fig. 5
Măsurarea diametrului mediu la un şurub, cu 3 sârme calibrate
a.- măsurarea cu micrometrul de exterior; b- schema de dispunere a sârmelor calibrate

Se aduce piesa de controlat 3, între suprafeţele de măsurare ale micrometrului astfel încât două sârme calibrate 4, să se dispună în golurile a două spire alăturate, iar a treia

sârmă 6, în golul diametral opus şi se roteşte tamburul 7, al şurubul micrometric, acţionând mecanismul pentru limitarea apăsării, până când se realizează contactul corect între elementele piesă – sârme calibrate – suprafeţe de măsurare; în acel moment se citeşte, pe scara de repere a micrometrului, cota M, peste sârme (fig. 5.b).

Valoarea măsurată a diametrului mediu se obţine cu relaţia:

$$d_2 = M - d_s\left(1 - \frac{1}{\sin\alpha/2}\right) + \frac{p}{2}\mathrm{ctg}\alpha/2, \qquad (3)$$

în care:

- **p** este pasul filetului;
- **α** este unghiul flancurilor filetului controlat;
- $\mathbf{d_s}$ reprezintă diametrul sârmelor calibrate.

5. Controlul dimensiunilor liniare şi unghiulare caracteristice ale filetelor exterioare pe microscopul de atelier.

Metodele de măsurare a dimensiunilor liniare şi unghiulare caracteristice ale filetelor exterioare pe microscoapele de atelier (microscopul mic de atelier şi microscopul mare de atelier) se aplică în situaţiile în care se impune o precizie de măsurare mai mare decât în cazul utilizării instrumentelor universale.

Se aplică două metode de măsurare pe microscoapele de atelier:

- metoda proiecţiei (cea mai utilizată) care este o metodă fără contact;
- metoda cu cuţite, care este o metodă cu contact, mai precisă.

Pe microscoapele de atelier se pot măsura toate elementele dimensionale caracteristice unei suprafeţe filetate exterioare:

- diametrul exterior al suprafeţei filetate;
- diametrul interior al suprafeţei filetate;
- diametrul mediu al suprafeţei filetate;
- pasul filetului;
- unghiul flancurilor.

Notă: se vor prezenta schemele de măsurare şi tehnica măsurării acestor elemente prin metoda proiecţiei, pe microscopul mare de atelier.

Microscopul mare de atelier este un aparat optico- mecanic de măsurare a dimensiunilor liniare şi unghiulare la piese ale căror dimensiuni de gabarit permit instalarea pe masa microscopului.

Microscopul mare de atelier are, în structura sa, două sisteme distincte (fig. 6):

- sistemul mecanic;
- sistemul optic.

Sistemul mecanic este format din soculul 1, la care este fixată coloana coloana 13 şi consola 11, care se poate deplasa pe direcţie verticală, prin acţionarea roţii de mână 12 şi bloca cu şurubul 11. Pe soclul 1, sunt montate două sănii care se deplasează pe două direcţii perpendiculare: o sanie longitudinală, acţionată de şurubul micrometric 6 şi o sanie transversală, acţionată de şurubul micrometric 2. Pe sania transversală este montat platoul 4, prevăzut cu o placă din sticlă, pe care se sprijină piesele de controlat; acesta se poate roti, prin acţionarea roţii de mână 3.

Pentru piese de controlat tip arbori cu găuri de centrare, pe platoul 4, se montează accesoriul 5, prevăzut cu vârfuri de centrare.

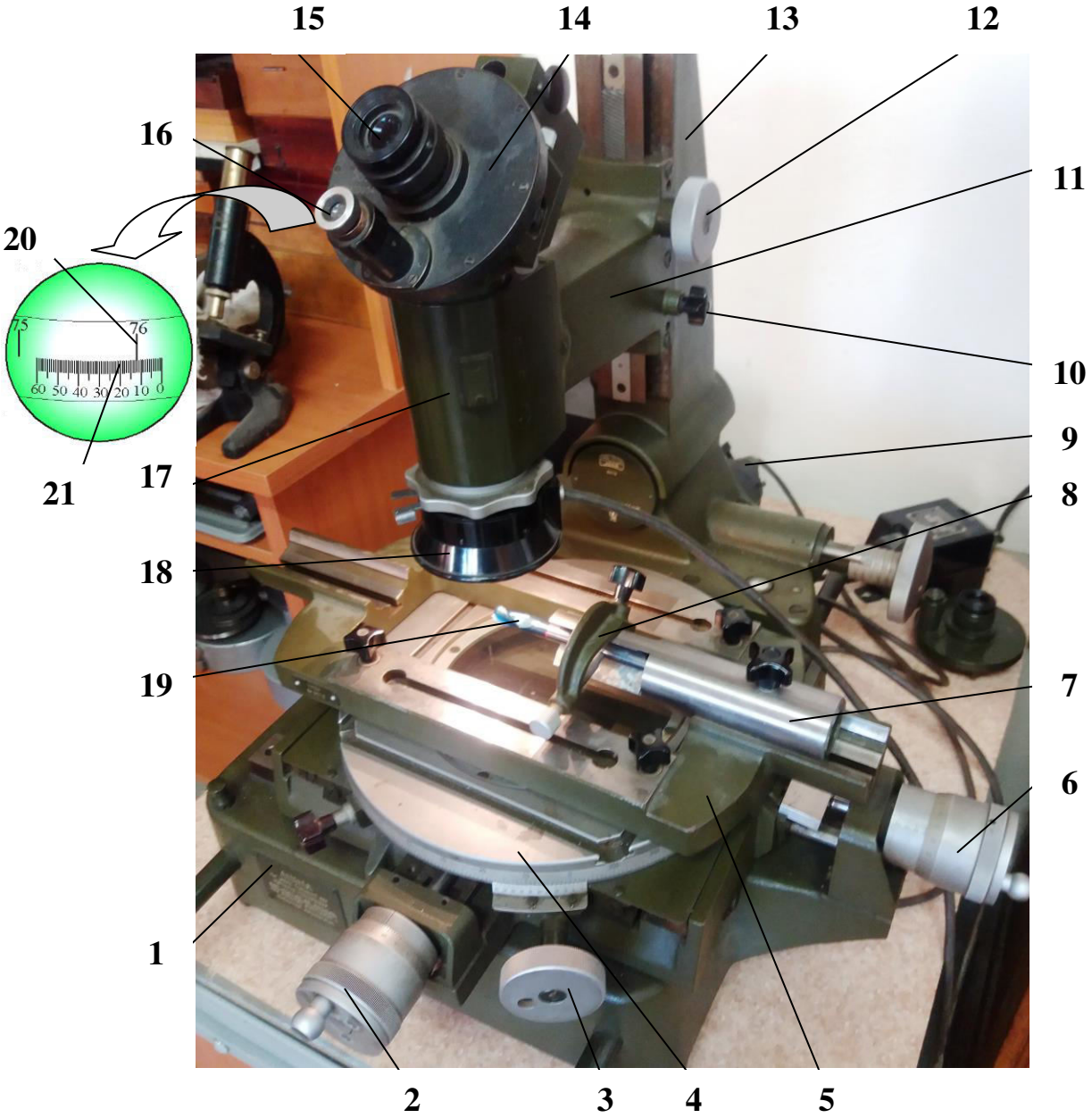

Fig. 6
Microscopul mare de atelier

1-corp; 2- şurub micrometric sanie transversală, 3- roată acţionare rotire măsuţă; 4- măsuţă; 5- dispozitiv cu vârfuri de centrare; 6- şurub micrometric sanie longitudinală; 7- accesoriu prindere piesă de controlat; 8- bridă fixare piesă de controlat; 9- lampă iluminare piesă de jos; 10- şurub blocare consolă; 11- consolă microscip; 12- roată deplasare consolă; 13- coloană; 14- cap ocular; 15- ocular central; 16- ocular periferic; 17- tubul obiectivului; 18- lampă iluminare piesă de sus; 19- piesă de controlat; 20- scara circulară a gradelor; 21- scara circulară a minutelor.

Exemplu citire a unghiului de rotire a plăcii liniate (vezi detaliul): 76°12'.

Sistemul optic integrat în corpul 17, montat la consola 11, este format din obiectiv şi capul ocular 14; acesta este prevăzut cu ocularul central 15, prin care se observă imaginea piesei de controlat şi placa liniată circulară, pe care sunt trasate repere rectilinii, iar, pe circumferinţă este trasată o scară circular cu 360 diviziuni, numerotate din grad în grad. Placa liniată se poate roti prin acţionarea unei rozete (neredată în figură). Citirea unghiului de rotire al plăcii liniate se poate realiza prin ocularul periferic 16, prin care se

pot observa reperele 20, de pe scara circulară a plăcii liniate şi un vernier circular 21,cu 60 diviziuni cu valoarea de 1 minut (fig. 6, dealiu).

Pentru măsurarea prin metoda proiecţiei, microscopul este prevăzut cu un sistem de iluminare 9, care asigură ilumiarea, de jos în sus, a piesei de controlat, al cărei contur se va observa, prin ocularul central 15, negru pe fond verde (culoarea filtrului de lumină).

Pentru iluminarea, de sus a piesei de controlat, se utilizează un accesoriu 18 (prevăzut cu 4 becuri), care se ataşează la partea inferioară a sistemului optic 17.

5.1. Măsurarea diametrului exterior la şuruburi pe microscopul mare de atelier.

Echipamente de control: microscop mare de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: şurubul de controlat 1, se introduce între vârfurile de centrare montate pe sania transversală a microscopului. Înainte de efectuarea măsurării, se procedează la o prereglare a microscopului: se observă, prin ocularul periferic al microscopului, citirea unghiului de rotire a plăcii liniate; unghiul trebuie să aibă valoarea de 180°30' pentru ca linia orizontală a plăcii liniate să fie paralelă cu axa şurubului de controlat (respectiv, paralelă cu vârfurile de centrare); în caz contrar, se acţionează rozeta pentru rotirea plăcii liniate, până cînd se obţine valoarea indicată a unghiului.

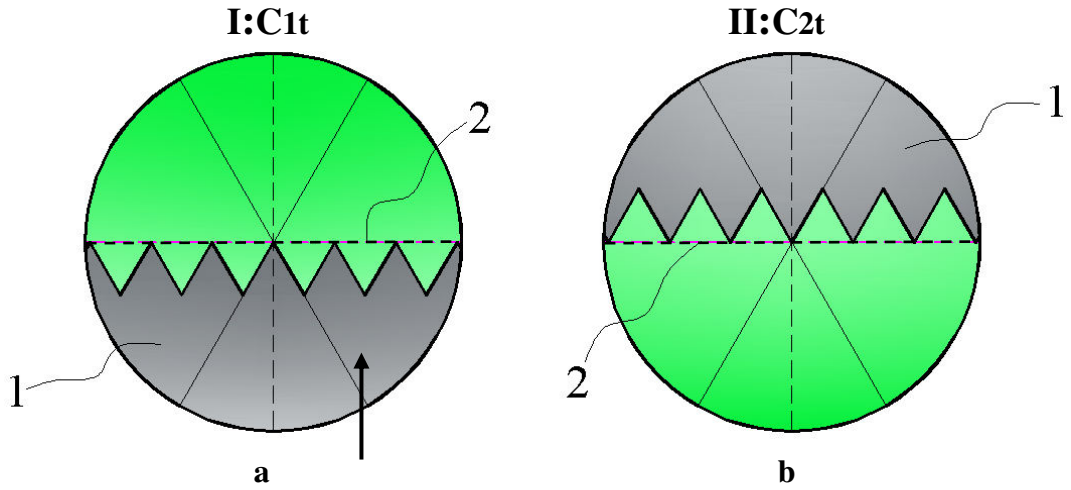

Fig. 7
Măsurarea diametrului exterior la filete exterioare, pe microscopul de atelier

Pentru măsurare, se deplasează măsuţa transversală a microscopului până când vârfurile filetului devin tangente la linia orizontală 2, a plăcii liniate, luată drept linie de referinţă (fig. 7.a) şi se ia prima citire C_1t, pe scara de repere a şurubului micrometric (poziţia I); se deplasează măsuţa transversală a microscopului (mişcarea MI) până când vârfurile profilului opus devin tangente la linia de referinţă 2 şi se ia a doua citire C_2t, pe scara de repere a aceluiaşi şurub micrometric.

Valoarea efectivă a diametrului exterior al filetului exterior este valoarea absolută a celor două citiri:

$$d=\left|C_{1t}-C_{2t}\right| \qquad (4)$$

5.1.1. Măsurarea diametrului interior la şuruburi cu microscopul mare de atelier.

Echipamente de control: microscop mare de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: şurubul de controlat 1, fiind introdus între vârfurile de centrare de pe sania transversală a microscopului, aceasta se deplasează până când fundurile filetului devin tangente la linia orizontală 2, a plăcii liniate, luată drept linie de referinţă (fig. 8.a) şi se ia citirea C_{3t}, pe scara de repere a şurubului micrometric de deplasare transversală (poziţia I).

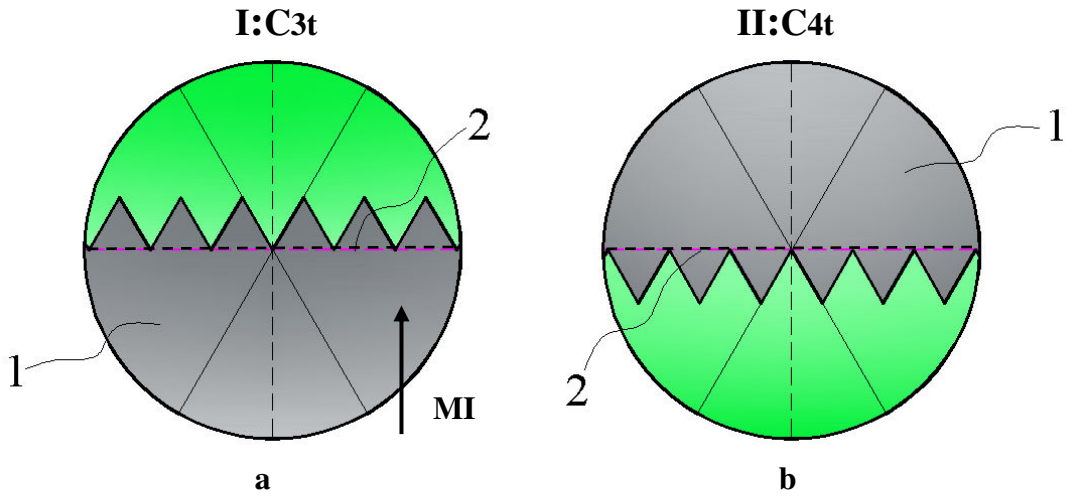

Fig. 8
Măsurarea diametrului interior la filete exterioare, pe microscopul de atelier

Se deplasează sania transversală a microscopului până când fundurile profilului opus devin tangente la linia de referinţă 2 şi se ia citirea C_{4t}, pe scara de repere a aceluiaşi şurubului micrometric.

Valoarea efectivă a diametrului exterior al filetului exterior este valoarea absolută a celor două citiri:

$$d_1=|C_{3t}-C_{4t}| \qquad (5)$$

5.1.2. Măsurarea diametrului mediu la şuruburi cu microscopul mic de atelier.

Echipamente de control: microscop mare de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: şurubul de controlat 1, se introduce între vârfurile de centrare de pe sania transversală a microscopului; se deplasează atât sania transversală cât şi sania longitudinală ale microscopului până când imaginea profilului filetului apare în câmpul vizual al microscopului (fig. 9).

Se aduce, apoi intersecţia 2, a plăcii liniate suprapusă pe flancul filetului, la mijlocul lungimii flancului (cu aproximaţie) şi se ia citirea C_{5t}, pe tamburul şurubului micrometric al deplasării transversale; în continuare, deplasând sania transversală (mişcarea MI), se aduce intersecţia 2, a plăcii liniate suprapusă pe flancul corespunzător de pe partea opusă a profilului, tangent la şi se ia citirea C_{6t}, pe acelaşi şurub micrometric

Notă: pentru o măsurare corectă, după luarea citirii C_{5t}, deplasarea piesei de controlat se va face numai pe direcţie transversală (mişcarea MI), până când se realizează coincidenţa intersecţiei plăcii liniate 2, cu flacul din partea diametral opusă.

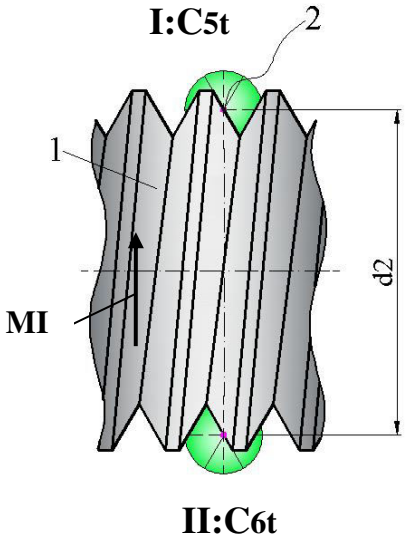

Fig. 9
Măsurarea diametrului mediu la filete exterioare, pe microscopul de atelier

Valoarea efectivă a diametrului exterior al filetului exterior este valoarea absolută a celor două citiri:

$$d_2=|C_{5t}-C_{6t}| \qquad (6)$$

Pentru reducerea erorii de măsurare generată de unghiul elicei filetului, se repetă măsurătoarea pentru flancul alăturat (dacă prima măsurătoare s-a executat pe flancul din stânga, a doua se va face pe flancul din dreapta), obţinându-se a doua valoare efectivă a diametrului mediu. Rezultatul final al măsurării îl constituie media aritmetică a celor două valori efective.

4.4.4. Măsurarea pasului la filete exterioare cu microscopul mic de atelier

Pasul la şuruburi poate fi stabilit ca distanţa măsurată, paralel cu axa piesei, între două flancuri omoloage consecutive.

Echipamente de control: microscop mare de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: şurubul de controlat 1, se introduce între vârfurile de centrare de pe sania transversală a microscopului; se deplasează cele două sănii ale microscopului, respectiv se roteşte placa liniată până când una din liniile înclinate ale acesteia (exemplu: linia 2), luată ca linie de referinţă, devine tangentă la un flanc al filetului (fig. 10.).

În acel moment se ia prima citire C_{1l}, pe tamburul şurubului micrometric de deplasare longitudinală (poziţia I). După aceasta se deplasează sania longitudinală aducând linia de referinţă 2, tangentă la flancul omolog alăturat, luându-se a doua citire C_{2l}, pe acelazi şurub micrometric.

Prima valoare efectivă $\mathbf{p_1}$, a pasului se obţine făcând diferenţa celor două citiri, luată ăn valoare absolută:

$$p_1=|C_{1l}-C_{2l}| \qquad (7)$$

Pentru reducerea erorilor generate de unghiul elicei filetului, se vor face măsurări pentru ambele flancuri ale filetului şi în porţiuni diametral opuse, obţinându-se, în acelaşi mod valorile $\mathbf{p_2}$, $\mathbf{p_3}$ şi $\mathbf{p_4}$ ale pasului (conform fig. 10.):

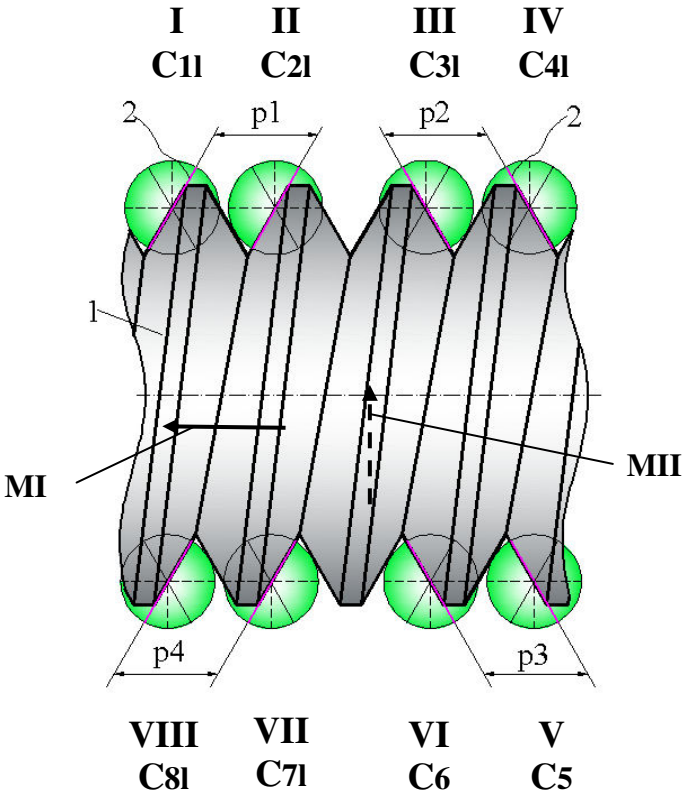

Fig. 10
Măsurarea pasului la filete exterioare,
pe microscopul de atelier

$$p_2=|C_{3l}-C_{4l}|;\ p_3=|C_{5l}-C_{6l}|;\ p_4=|C_{7l}-C_{8l}| \qquad (8)$$

Media celor patru valori efective reprezintă valoarea măsurată a pasului filetului:

$$p=\frac{p_1+p_2+p_3+p_4}{4} \qquad (9)$$

4.4.5. Măsurarea unghiului flancurilor la filete exterioare cu microscopul mic de atelier

Unghiul flancurilor filetului reprezintă unghiul format de flancurile opuse ale filetului, măsurat pentru o spiră a acestuia.

Echipamente de control: microscop mare de atelier, echipat cu vârfuri de centrare.

Tehnica măsurării: şurubul de controlat 1, se introduce între vârfurile de centrare de pe sania transversală a microscopului; se deplasează sania transversală şi sania longitudinală până când imaginea profilului filetului apare în câmpul vizual al microscopului (fig. 11); intersecţia plăcii liniate se suprapune pe un flanc al filetului, în zona diametrului mediu (aproximativ, la mijlocul lungimii flancului) şi se roteşte placa liniată până când o linie înclinată a ei (linia 2, care se va lua drept linie de referinţă), se

suprapune pe flancul al filetului (fig.11.a.). În acel moment, prin ocularul periferic, se ia prima citire $C_{1\alpha}$, a unghiului de rotire a plăcii liniate (poziţia I).

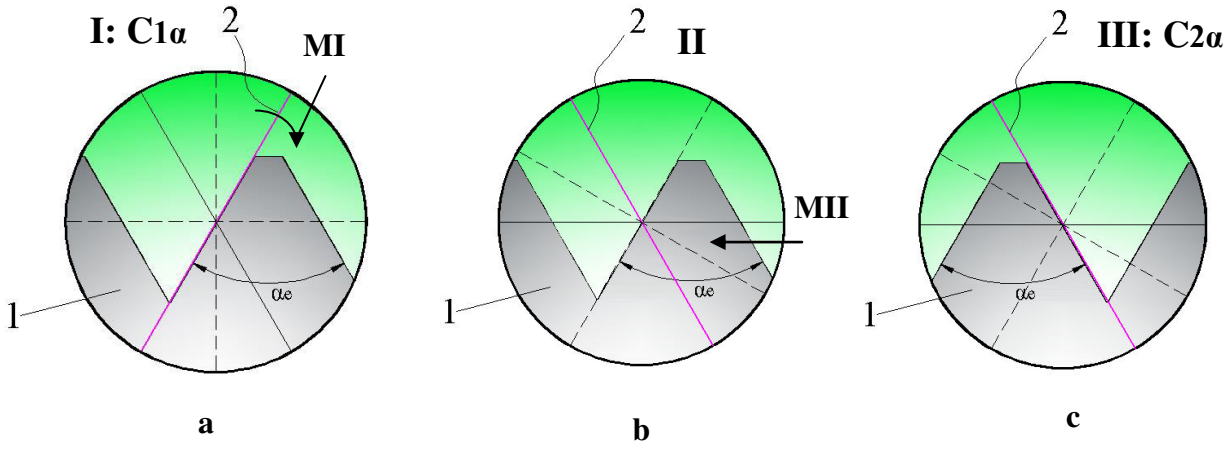

Fig. 11
Măsurarea unghiului flancurilor pe microscopul de atelier

Se roteşte placa liniată în sensul săgeţii (mişcarea I) şi se aduce linia de referinţă 2, paralelă cu flancul opus al filetului (poziţia II, fig. 11. b.); se deplasează sania longitudinală în sensul săgeţii (mişcarea MII), până când intersec linia de referinţă 2, se suprapune pe acest flanc (în cazul în care coincidenţa dintre flancul opus şi linia de referinţă 2, nu este realizată, se roteşte placa liniată, simultan cu deplasarea saniei longitudinale până la obţinerea coincidenţei celor două elemente), conform fig. 11. c. În acel moment, prin ocularul periferic, se ia a doua citire $C_{2\alpha}$, a unghiului de rotire a plăcii liniate. Diferenţa celor două citiri, luată în valoare absolută, reprezintă valoarea efectivă a unghiului flancurilor:

$$\alpha_e = \left| C_{1\alpha} - C_{2\alpha} \right| \qquad (10)$$

6. Modul de efectuare a lucrării prelucrarea şi interpretarea rezultatelor.

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. Se execută desenul de reper al pieselor care se vor controla.

E2. Se identifică pe desenul de reper parametrul care trebuie controlat şi toleranţa acestuia (dacă este specificată).

E3. Se măsoară parametrul identificat prin aplicarea unei metode de măsurare prezentată în referat (unde este cazul se va determina, prin calcul, în funcţie de alţi parametri care se măsoară).

E4. Se stabileşte dacă valoarea efectivă a parametrului măsurat se încadrează în toleranţa prescrisă (în cazul în care este cunoscută toleranţa);

E5. Se ia decizia cu privire la piesa controlată: ***piesa controlată este admisă*** pentru utilizare sau ***respinsă de la utilizare.***

Notă: la verificarea cu calibre limitative, rezultatul verificării se va prezenta sub formă de tabel (exemplu: verificarea filetelor interioare cu calibre tampon filetate):

Verificarea filetelor interioare interioare cu calibre tampon filetate.

Nr. piesă	Rezultatul verificării
1.	Piesă admisă pentru utilizare
2.	Piesă respinsă de la utilizare
. . .	. . .

CONŢINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 11

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. **Conspectul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:
   - verificarea filetelor interioare cu calibre tampon filetat;
   - măsurarea diametrelor exterior şi interior la un şurub, cu şublerul de exterior: tehnica măsurării şi fig. 2;
   - măsurarea diametrului mediu la un şurub, cu micrometrul de filet şi prin metoda celor trei sârme calibrate: tehnica măsurării şi fig. 5.b;
   - măsurarea diametrelor exterior şi interior la şuruburi, cu microscopul mare de atelier: tehnica măsurării şi fig. 7 şi 8;
   - măsurarea diametrului mediu la şuruburi cu microscopul mare de atelier: tehnica măsurării şi fig. 9;
   - măsurarea pasului la filete exterioare cu microscopul mare de atelier: tehnica măsurării şi fig. 10;
   - măsurarea unghiului flancurilor la filete exterioare cu microscopul mare de atelier: tehnica măsurării şi fig. 11;
   - modul de efectuare a lucrării, prelucrarea şi interpretarea rezultatelor.

2. **Rezultatele măsurărilor** efectuate în laborator vor consta în:
   - tabelul 1, cu rezultatul verificării cu calibre de filet.
   - desenele de reper ale pieselor controlate (schiţe de mână);
   - valorile obţinute în urma măsurării;
   - valorile efective ale parametrilor măsuraţi;
   - deciziile cu privire la piesele controlate (unde este cazul).

Notă: **conspectul va fi scris de mână, iar desenele vor fi făcute sub formă de schiţă de mână.**