

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგიის მიმართულება

ნამზადების დაპროექტება და წარმოება

/ ლაბორატორიული სამუშაოები /

პროფ. თ გერკეული

პროფ. ნ ბაქრაძე

თბილისი 2009 წ

უაკ 621.81

“ნამზადების დაპროექტება და წარმოება” არის პირველი ნაწილი “მანქანათმშენებლობის ტექნოლოგიის საფუძვლების” დისციპლინაში და წარმოადგენს ფუნდამენტულ საგანს “მანქანათმშენებლობის” სპეციალობის სტუდენტებისათვის.

ნაკეთობის დამზადების ტექნოლოგიის ყველა ეტაპი ეფუძნება ნამზადების ხარისხსა და სიზუსტეს, ამიტომ თანამედროვე მანქანათმშენებელი წარმოება დიდ მოთხოვნებს უყენებს დეტალებისათვის საჭირო ნამზადების დაპროექტებისა და დამზადების ოპტიმალური ტექნოლოგიების შემუშავებას.

ნაშრომი შედგება 8 ლაბორატორიული სამუშაოსაგან სადაც სალექციო მასალის შესაბამისად განხილულია ყველა ძირითად საკითხი, სილაბუსის მოთხოვნების გათვალისწინებით. იგი განკუთვნილია ბაკალავრიატის III კურსის სტუდენტებისათვის.

რეცენზენტები: ასოც. პროფ. მ. შვანგირაძე.

“საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2009წ

ლაბორატორიული სამუშაო № 1

სსმული ნამზადის კონსტრუქციის ანალიზი ტექნოლოგიურობაზე

1. სამუშაოს მიზანი

სსმული დეტალის კონსტრუქციის ანალიზი ტექნოლოგიურობაზე და ამის საფუძველზე დეტალების კორექტირებული კონსტრუქციის შემუშავება.

2. დავალება

- ა. ნამზადის ცალკეული ელემენტების ჩამოსხმის შესაძლებლობის და მაღალი ხარისხის სსმულის მიღების უზრუნველყოფის დადგენა.
- ბ. ნამზადის კონსტრუქციის ანალიზი და გამოვლენილი ნაკლოვანებების კორექტირება.
- გ. ნამზადის კორექტირებული მუშა ნახაზის შედგენა და გაფორმება.

3. მეთოდური მითითებები

ნამზადის კონსტრუქციის ანალიზი გულისხმობს მისი ჩამოსხმის შესაძლებლობას გართულებების გარეშე, მექანიკური დამუშავების პროცესის შრომატევადობის შემცირებას და დამზადებული დეტალის საიმედოობას. ამასთან, აუცილებელია დეტალის დამზადების სერიულობის გათვალისწინება, ვინაიდან ის რაც შეიძლება არატექნოლოგიური იყოს ერთი ტიპის წარმოებისათვის, „შესაძლებელია სავსებით მისაღები იყოს სხვა ტიპის წარმოებისათვის.

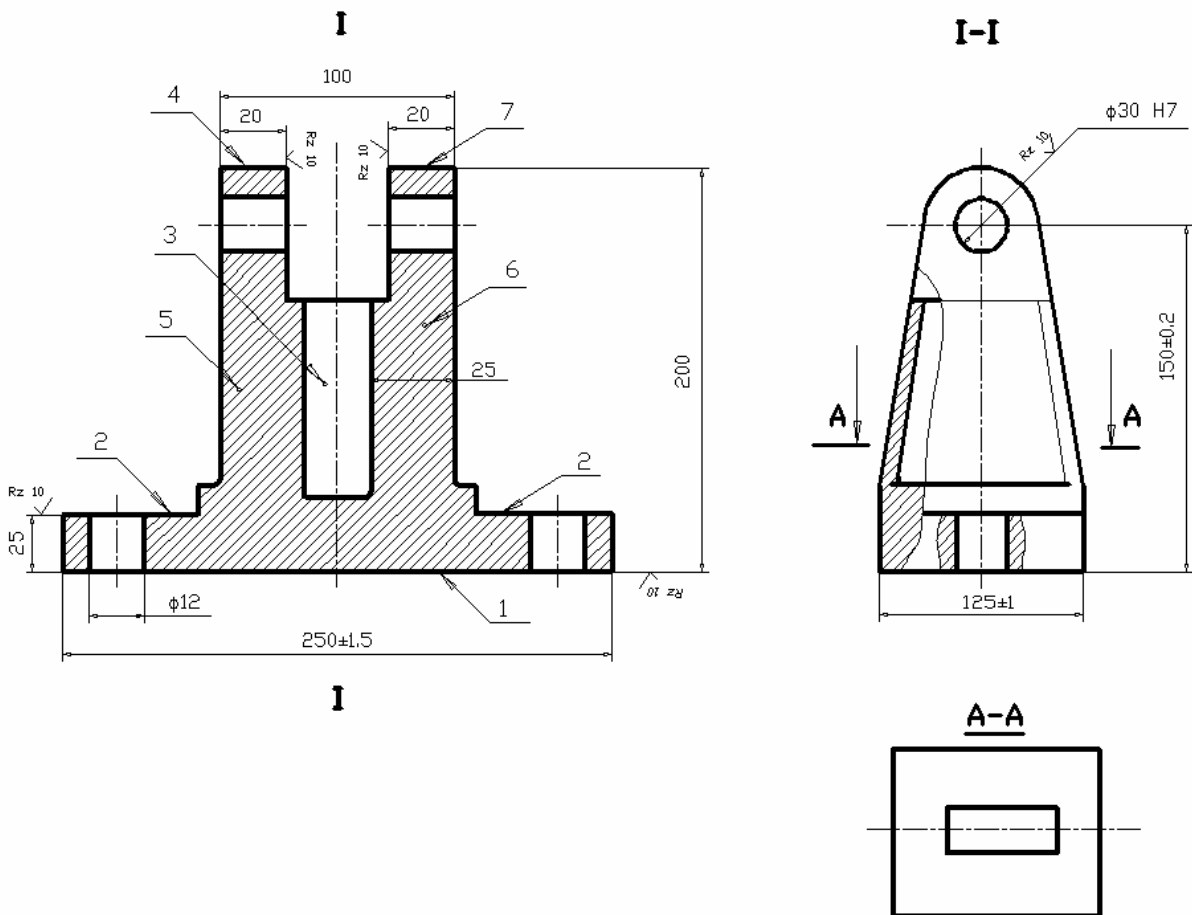
ნამზადის კონსტრუქციის შემოწმებისას საჭიროა გავითვალისწინოთ გახსნის სიბრტყისადმი ნამზადის ცალკეული ზედაპირებისა და ელემენტების მდებარეობა, საჩამოსხმო დახრების, კედლების სისქისა და ზედაპირების შეუღლებათა რადიუსების ზომები, სიღრუებისა და სხვა რთული პროფილის ზედაპირების მიღებისათვის საჭირო კოპების გამოყენების შესაძლებლობები და ყალიბში მათი საიმედოდ დამაგრების აუცილებლობა, გამყარების პროცესში

სხმულში ჩაჯდომის ნიჟარებისა და ბზარების წარმოქმნის თავიდან აცილების ღონისძიებანი.

საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია შესაბამისი კონსტრუქციული ცვლილებების შეტანა დეტალის მუშა ნახაზში, ცალკეული არასაპასუხისმგებლო, რთული ფორმის ზედაპირების გამარტივების მიზნით, აგრეთვე დაყალიბების და მექანიკური დამუშავების შრომატევადობის შემცირების მიზნით.

4. სამუშაოს მსვლელობა

ნახ. 1 ნაჩვენებია ნამზადის ესკიზის მიხედვით ჩავატაროთ კონსტრუქციის ანალიზი ტექნოლოგიურობის თვალსაზრისით. კრონშტეინის მასალაა რუხი თუჯი, მისი დამზადება უნდა მოხდეს ქვიშის ყალიბში ჩამოსხმით. სხმული მესამე კლასის სიზუსტისაა.



ნახ. 1.1. კრონშტეინი

1. საყრდენი ზედაპირი-1 დიდი ფართობისაა, რაც ზრდის მექანიკური დამუშავების შრომატევადობას. შრომატევადობის შემცირების მიზნით ამ ზედაპირის შუა ნაწილი საჭიროა იყოს რამდენადმე ჩაღრმავებული და საყრდენი ზედაპირები გათვალისწინებული იქნან მხოლოდ თათების ქვეშ.
2. სიღრუე-3 მიიღება კოპის საშუალებით. ამ შემთხვევაში კოპის დამაგრება ყალიბში შესაძლებელია მხოლოდ ცალი მხრიდან, რადგან სიღრუე მხოლოდ ერთი მხრიდანაა გახსნილი. ასეთი დამაგრებისას კოპი თხევადმა ლითონმა შეიძლება დასძრას ნორმალური მდებარეობიდან, რაც წუნის წარმოქმნის მიზეზი იქნება. კოპის საიმედო დამაგრების მიზნით საჭიროა სიღრუე იყოს გამჭოლი.
3. ნამზადის კედლები- 5 და 6 ქვედა ნაწილში დიდი სისქისაა რაც კოლოფისებური კონსტრუქციის შემთხვევაში არ ზრდის დეტალის სიმტკიცეს. ამავე დროს წარმოადგენენ ჩაჯდომის ნიუარების წარმოქმნის კერას.

მიზანშეწონილია, რომ ამ კედლების სისქე შემცირდეს ოპტიმალურ სიდიდემდე.

ქვიშის ყალიბებში ჩამოსხმული ნამზადებისათვის ოპტიმალური სისქე შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$\delta = \frac{L}{200} + 4$$

სადაც L სხმულის მაქსიმალური გაბარიტული ზომაა.

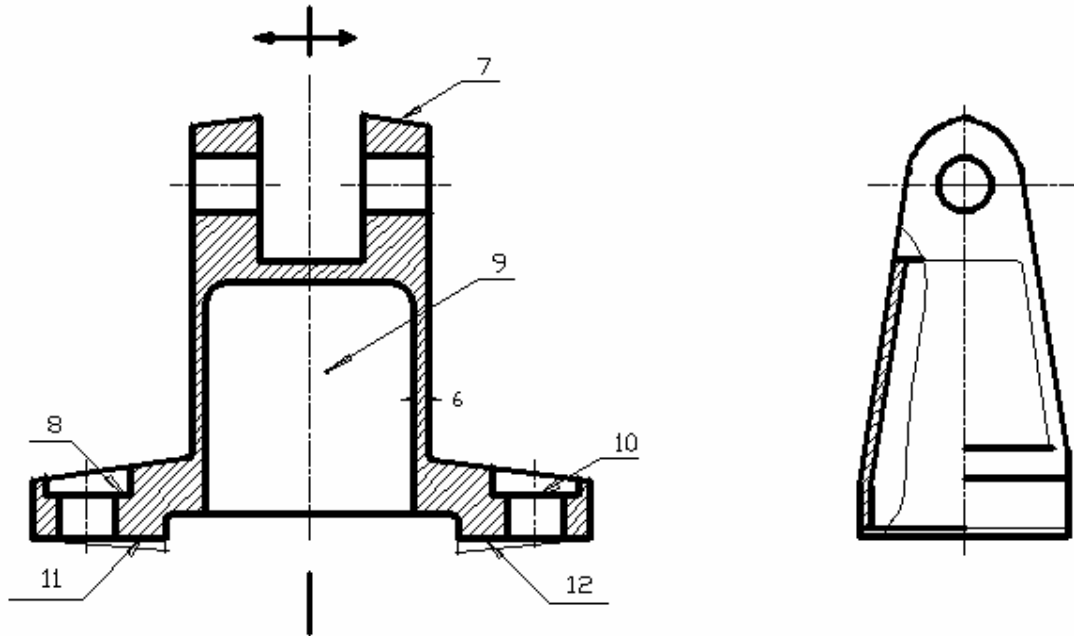
მოცემულ შემთხვევაში

$$\delta = \frac{250}{200} + 4 = 5,25 \approx 6 \text{ მმ}$$

4. ზედაპირებს- 2 და 1 ნახაზის მიხედვით მოეთხოვებათ მექანიკური დამუშავება. ასეთი ორმხრივი დამუშავება მნიშვნელოვნად ასუსტებს დეტალის თათების სიმტკიცეს. თათების სიმტკიცის შენარჩუნების მიზნით უმჯობესია, რომ სამაგრი ნახვრეტების- 12 ზედა ნაწილში გავითვალისწინოთ მცირე ჩაღრმავებები.

5. ვინაიდან დაყალიბების გახსნის სიბრტყე მიზანშეწონილია, რომ ემთხვეოდეს სიმეტრიის სიბრტყეს I-I, გახსნის სიბრტყისადმი მართობულ ზედაპირებზე 4-7-2 უნდა გეგმონდეს დახრები.

დასკვნა: ჩატარებული ანალიზის შედეგად ნამზადის არსებულ კონსტრუქციაში შეგვაქვს შემდეგი კორექტივები:



ნახ. 12. ნამზადის კორექტირებული ნახაზი

- ა) შემცირდეს კედლების 5 და 6 სისქე 25 მმ-დან 6 მმ-მდე;
- ბ) დეტალში არსებული სიღრმე 3 შეიცვალოს გამჭოლი სიღრმით 9 (ნახ. 2).
- გ) სამაგრი ნახერცების ზედა მხრიდან დაემატოს წრიული ჩაღრმავებები – 8 და 10;
- დ) შემცირდეს საყრდენი ზედაპირის -1 ფართობი. საყრდენი ზედაპირები განთავსდნენ უშუალოდ თათების ქვეშ (ნახ. 2 ზედაპირები 11 და 12);
- ე) ზედაპირები 7 - 4 - 1 შესრულდეს საჩამოსხმო დახრების გათვალისწინებით.

ლაბორატორიული სამუშაო № 2

ყალიბის სასხმო სისტემის შერჩევა და გაანგარიშება

1. სამუშაოს მიზანი

ნამზადის ჩამოსხმისათვის საჭირო ყალიბის სასხმო სისტემის შერჩევა და გაანგარიშება.

2. დავალება

- ა. ყალიბებისათვის გამოყენებული სასხმო სისტემების ტიპების და მათი გამოყენების არის შესწავლა.
- ბ. სასხმო სისტემის გაანგარიშების მეთოდის შესწავლა.
- გ. კონკრეტული სხმულისათვის სასხმო სისტემის შერჩევა და გაანგარიშება.

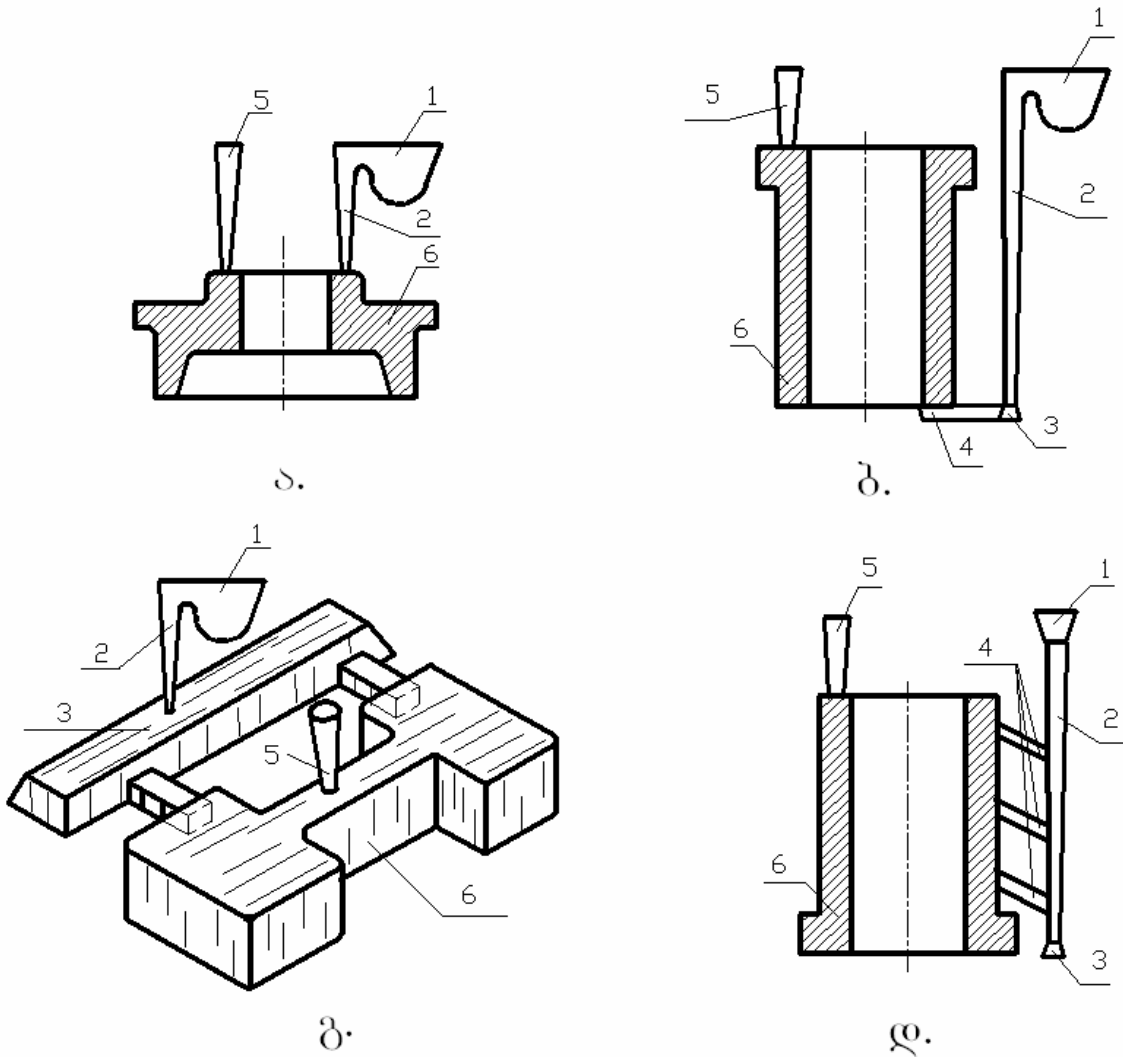
3. მეთოდური მითითებები

სასხმო სისტემა ეწოდება არხებისა და რეზერვუარების ერთობლიობას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ყალიბში თხევადი ლითონის მიწოდებას. სასხმო სისტემის სწორად შერჩევა განაპირობებს ხარისხიანი ნამზადის მიღებას.

ნახ. 2.1. მოცემულია სასხმო სისტემის ტიპები. მათი შერჩევა წარმოებს სხმულის კონსტრუქციისა და მისი გაბარიტული ზომების მიხედვით. სასხმო სისტემის ელემენტებია: 1 -სასხმო ჯამი; 2 -დგარმილი; 3 -წიდის დამჭერი; 4 - მკვებავი არხი; 5 -სასულე.

ა. - ზედა სასხმო სისტემა კონსტრუქციულად მარტივია, ადვილად განსახორციელებადია. აქვს ლითონის მცირე ხარჯი. მისი ნაკლია ის, რომ არ ხერხდება წიდის სრული შეკავება, რაც იწვევს სხმულში არალითონური ჩანართებს. ასეთი სისტემები გამოიყენებიან დაბალი და მცირე მასის მქონე სხმულების მისაღებად.

ბ. - ქვედა ანუ სიფონური სასხმო სისტემა უზრუნველყოფს ყალიბში გამდნარი ლითონის მდორედ მიწოდებას ქვემოდან ზემოთ. ეს სისტემა შედარებით რთულია, ზრდის ლითონის ხარჯს. ასეთი სისტემები გამოიყენებიან საშუალო და დიდი მასის მქონე სხმულების მისაღებად.



ნახ. 2.1. სასხმო სისტემის ტიპები.

ა. -ზედა სასხმო სისტემა; ბ. -ქვედა ანუ სიფონური სასხმო სისტემა;
 გ. - გვერდითი სასხმო სისტემა; დ. - მრავალსართულიანი სასხმო სისტემა.
 1- სასხმო ჯამი; 2- დგარმილი; 3- წილის დამჭერი; 4- ნეკებავი არხი; 5- სასულე;
 6- სხმული.

ბ. - გვერდითი სასხმო სისტემა გამორიცხავს ყალიბის დაზიანებას ჩამოსხმისას, თუმცა ზრდის ლითონის ხარჯს. იგი გამოიყენება შედარებით მცირე სიმაღლისა და საშუალო მასის მქონე ნამზადების მისაღებად.

დ. - მრავალსართულიანი სასხმო სისტემა გამოიყენება დიდი გაბარიტული ზომებისა და მძიმე სხმულების ჩამოსასხმელად. ამ სისტემით გამდნარი ლითონი ყალიბში მიეწოდება თანმიმდევრულად ქვემოდან ზემოთ და უზრუნველყოფს ყალიბის სრულ შევსებას. ეს სისტემა სხვებთან შედარებით რთულია.

კონსტრუქციულად სასხმო სისტემები შეიძლება იყვნენ შევიწროვებადი, როდესაც

$$F_{დ.მ} > F_{წ.დ} > F_{მკ}$$

და გაფართოვებადი, როდესაც

$$F_{დ.მ} < F_{წ.დ} < F_{მკ}$$

$F_{დ.მ}$ - დგარმილის განიკვეთის ფართობი;

$F_{წ.დ}$ - წილის დამჭერის განიკვეთის ფართობი;

$F_{მკ}$ - მკვებავის განიკვეთის ფართობი.

შევიწროვებადი სასხმო სისტემები უკეთესად აკავებენ შლაკებს და ზრდიან სასხმო სისტემის არხებში თხევდი ლითონის გავლის სიჩქარეს. ასეთი სისტემები უპირატესად გამოიყენება ისეთი ლითონების შენადნობების ჩამოსხმისას, რომლებსაც ნაკლები მიდრეკილება აქვთ დაუანგვისადმი და წარმოქმნიან ჟანგეულების არამტკიცე აფსკს.

გაფართოვებადი სასხმო სისტემა ამცირებს ლითონის მოძრაობის სიჩქარეს და უზრუნველყოფს ყალიბის მდორედ შევსებას.

4. სასხმო სისტემის გაანგარიშება.

გაანგარიშებისას განისაზღვრება დგარმილის ან მკვებავი არხის განიკვეთის მინიმალური ფართობი.

უმცირესი კვეთის ფართობი იანგარიშება ფორმულით

$$F_{უმც} = \frac{Q \times 100}{\tau \mu \gamma \sqrt{2gHp}}$$

სადაც Q - მინიმალურ კვეთში გასასვლელი ლითონის მასაა, კგ;

τ - ჩამოსხმის ხანგრძლივობა, წმ.

μ - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სისტემის შიგნით ხახუნზე დანახარჯებს;

γ - თხევადი ლითონის სიმკვრივე, გრ/სმ³

H_p - დაწნევის საანგარიშო სიმაღლე, სმ;

$$H_p = H_0 - \frac{P^2}{2C}$$

H_0 - დაწნევის მაქსიმალური სიმაღლე ჩამოსხმის დასაწყისში, სმ;

P - მანძილია სხმულის ზედა წერტილიდან მკვებავ არხამდე, სმ;

C - სხმულის სიმაღლე ყალიბში, მისი მდებარეობის მიხედვით, სმ;

τ - ჩამოსხმის ხანგრძლივობა იანგარიშება ფორმულით

$$\tau = S \times \sqrt[3]{\delta \times Q}$$

სადაც S - კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია სხმულის კედლის სისქეზე.

ფოლადებისათვის $S = 0,91 \div 1,7$

თუჯებისათვის $S = 1,7 \div 2,0$

სპილენძის შენადნობებისათვის $S = 2,0 \div 2,1$

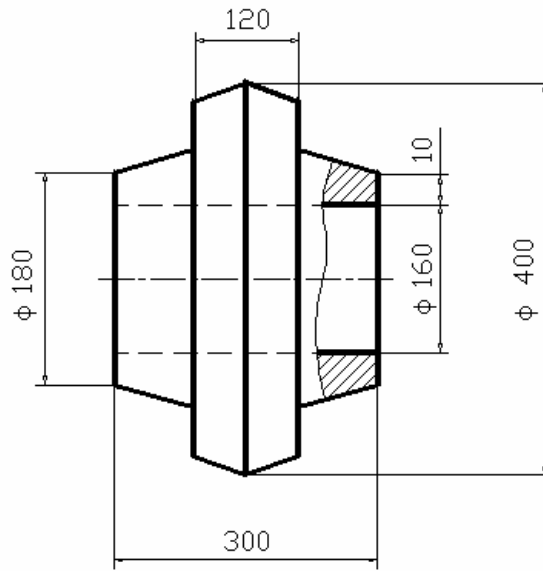
ალუმინის შენადნობებისათვის $S = 1,7 \div 3,0$

δ - სხმულის კედლის სისქე, მმ.

უმცირესი კვეთის ფართობის განსაზღვრის შემდეგ, ვპოულობთ დანარჩენ კვეთებს, $F_{უმც.}$ -ის მნიშვნელობა მიიღება მკვებავი არხისათვის, ხოლო გაფართოვებად სისიტემაში კი დგარმილისათვის.

5. სამუშაოს მსვლელობა

თუჯის სხმულისათვის (ნახ. 2.2) შევირჩიოთ და გავიანგარიშოთ სასხმო სისიტემა. სხმულის მასაა $Q = 20$ კგ.



ნახ. 2 2. დეტალის მუშა ნახაზი

შევაღვინოთ ყალიბის ესკიზური ნახაზი. უპირველეს ყოვლისა ვირჩევთ გახსნის სიბრტყეს. იგი მოცემული დეტალისათვის შეიძლება იყოს ნახვრეტის ღერძის თანხვედრი ან მისი მართობული. ვირჩევთ მეორე ვარიანტს. სხმულის გაბარიტული ზომების მიხედვით მიზანშეწონილია გვერდითი სასხმო სისიტემის გამოყენება.

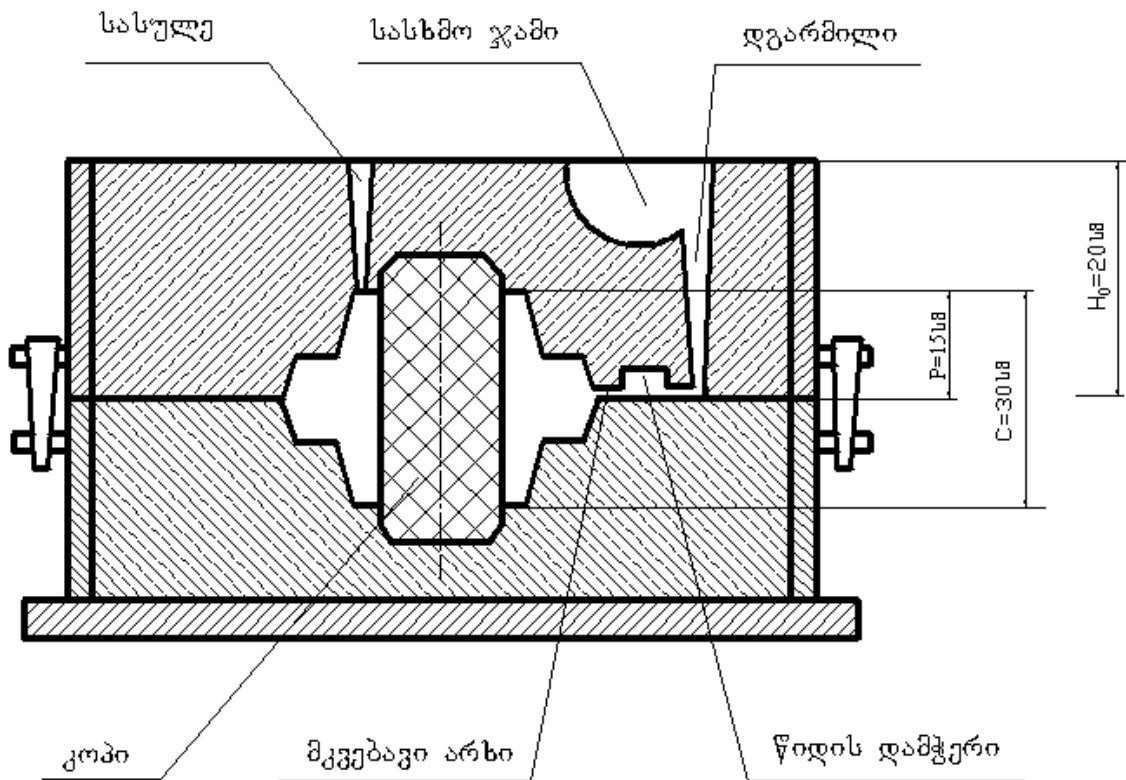
ყალიბის ესკიზი წარმოდგენილია ნახ. 2.3.

ვინაიდან სხმული თუჯისაა, სასხმო სისიტემა უნდა იყოს შევიწროვებადი, ე.ი.

$$F_{\text{მკვ}} : F_{\text{წ.ღ}} : F_{\text{ღ.მ}} = 1,0 : 1,2 : 1,4$$

გავიანგარიშებთ უმცირეს კვეთს

$$F_{\text{უმც}} = \frac{Q \times 100}{\tau \times \mu \times \gamma \times \sqrt{2g \times H_p}}$$



ნახ. 2.3 ყაღიბის ესკიზი

ამ ფორმულაში შემავალი სიდიდეებია $Q = 20$ კგ; $\mu = 0,7$; $\gamma = 6$ გრ/სმ³

$$\tau = S \times \sqrt[3]{\delta \times Q} = 2,0 \times \sqrt[3]{10 \times 20} = 12 \text{ წმ}$$

$$H_p = H_0 - \frac{p^2}{2C} = 20 - \frac{15^2}{2 \times 30} \approx 16 \text{ სმ}$$

საბოლოოდ

$$F_{\text{უმც}} = \frac{20 \times 100}{12 \times 0,7 \times 6 \times \sqrt{2 \times 1000 \times 16}} \text{ სმ}^3$$

$$F_{\text{მკვ}} = F_{\text{უმც}} = 2,25 \text{ სმ}^3$$

$$F_{\text{წ.დ}} = F_{\text{მკვ}} \times 1,2 = 2,7 \text{ სმ}^2$$

$$F_{\text{დ.მ}} = F_{\text{წ.დ}} \times 1,4 = 3,7 \text{ სმ}^2$$

ლაბორატორიული სამუშაო № 3

ნამზადის მიღება ცენტრიდანული ჩამოსხმით

1. სამუშაოს მიზანი

ცენტრიდანული ჩამოსხმის მეთოდით ნამზადების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის შესწავლა.

2. დავალება

- ა. ცენტრიდანული ჩამოსხმის თეორიული საფუძვლების შესწავლა;
- ბ. ლაბორატორიული ცენტრიდანული ჩამოსხმის დანადგარის კონსტრუქციისა და მისი მოქმედების პრინციპების გაცნობა;
- გ. ნამზადის ჩამოსხმა ცენტრიდანული ჩამოსხმის დანადგარზე.

3. სამუშაოს ჩასატარებლად საჭირო მოწყობილობა და მასალა

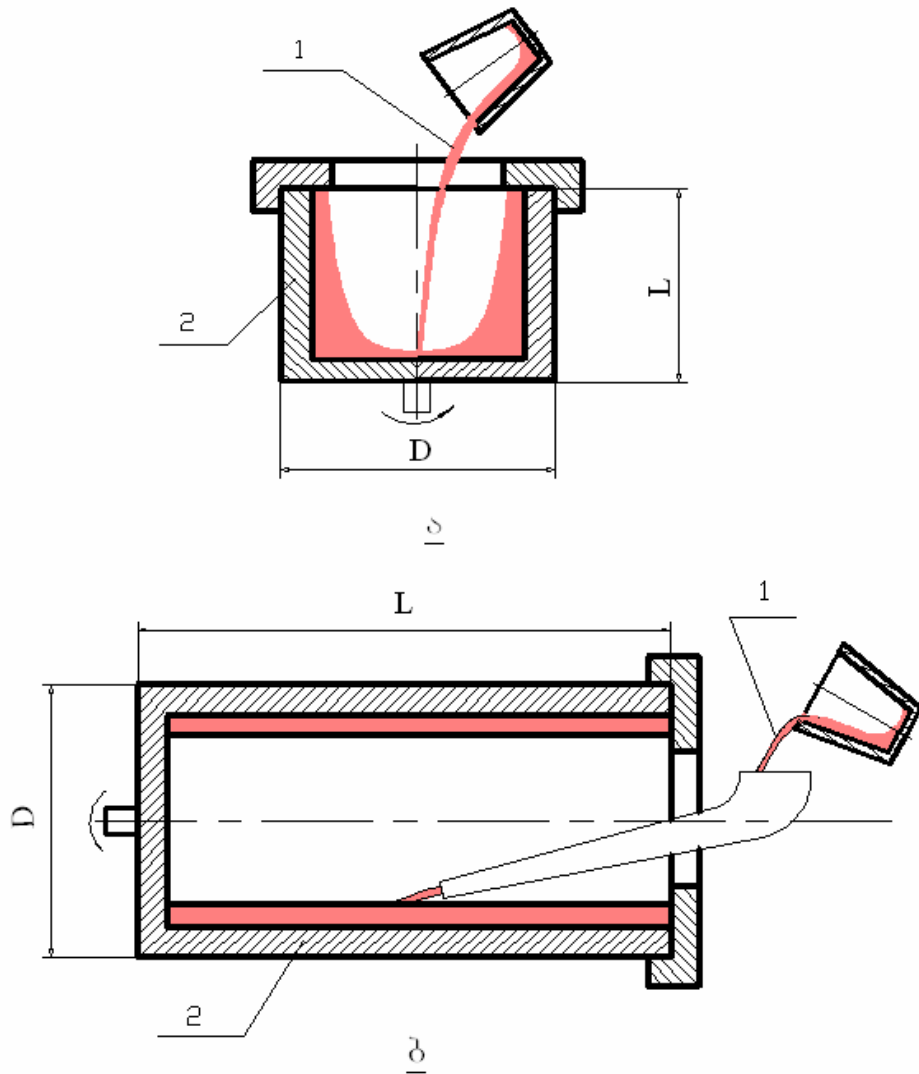
1. უნივერსალური ცენტრიდანული ჩამოსხმის ლაბორატორიული დანადგარი,
2. ღუმელი ჩამოსასხმელი ლითონის გასადნობად,
3. ტიგელი თხევადი ლითონის მბრუნავ ყალიბში ჩასასხმელად.

4. მეთოდური მითითებები

ცენტრიდანული ჩამოსხმა სხმული ნამზადების წარმოების ერთ-ერთი მეთოდია, რომელიც ძირითადად გამოიყენება ბრუნვითი ფორმის მქონე ნამზადების მისაღებად. მბრუნავ ყალიბში ჩამოსხმულ ლითონზე მოქმედებენ ცენტრიდანული ძალები, რომელთა ზეგავლენითაც თხევადი ლითონი ეკვრის ყალიბის ზედაპირს. ლითონის თავისუფალ ზედაპირზე გაციებული ნაწილაკები ამ ძალების ურთიერთქმედებით, როგორც უფრო მკვრივი, გადაადგილდებიან პერიფერიისკენ და წარმოქმნიან საკმაოდ მკვრივ სრტუქტურას ფორიანობის გარეშე. ყალიბი შეიძლება ბრუნავდეს ვერტიკალური, ასევე ჰორიზონტალური ან დახრილი ღერძის ირგვლივ. ყალიბს ამზადებენ როგორც ლითონისაგან, ასევე ქვიშიანი საყალიბე ნარევისაგან. ლითონის ყალიბები ჩამოსხმის წინ

მიზანშეწონილია გავახუროთ $150-200^{\circ}\text{C}$ -მდე, რაც აუმჯობესებს სხმულის ხარისხს.

ჰორიზონტალური ბრუნვის დერძის მქონე მანქანები გამოიყენება ისეთი ნამზადების მისაღებად, რომელთა სიგრძე 3-ჯერ და უფრო მეტად აღემატება ნამზადის დიამეტერს. მოკლე სიგრძის ბრუნვითი ტანის მქონე ნამზადების მისაღებად კი იყენებენ ვერტიკალური ბრუნვის დერძის მქონე ცენტრიდანული ჩამოსხმის მანქანებს.



ნახ. 3.1. ცენტრიდანული ჩამოსხმის სქემები

ნახ. 3.1. წარმოდგენილია ცენტრიდანული ჩამოსხმის სქემები: გამდნარი ლითონი 1 მიეწოდება მბრუნავი ყალიბის 2 არეში და ცენტრიდანული ძალების ზეგავლენით შემოეკვრება ყალიბის შიგა ზედაპირს. ბრუნვის დროს თხევადი ლითონის ნებისმიერ ნაწილაკზე მოქმედებენ გრავიტაციული $P = mg$ და ცენტრიდანული $Q = m\omega^2 r$ ძალები.

მოცემულ ფორმულებში

g – სიმძიმის ძალის აჩქარება;

m – ყალიბში ჩასხმული ლითონის მასაა, მოცემული ნაღნობის მასა;

ω – ყალიბის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე;

r – ნამზადის გარე ზედაპირის რადიუსი.

ფარდობას

$$K = \frac{Q}{P} = \frac{m\omega^2 r}{mg} = \frac{\omega^2 r}{g}$$

ეწოდება გრავიტაციული კოეფიციენტი, რომელიც იღება არანაკლები $K = 30 \div 50$ იგი გვიჩვენებს თუ რამდენჯერ მეტია ცენტრიდანული ძალების ველში განდნარი ლითონის მასა, გრავიტაციული ძალების ველთან შედარებით. რაც უფრო მეტია K კოეფიციენტის მნიშვნელობა, მით უფრო მჭიდროა სხმულის სტრუქტურა.

ცენტრიდანული ჩამოსხმის დადებით მხარეს მიეკუთვნება:

1. მაღალი მწარმოებლობა,
2. სხმულის მაღალი ხარისხი (ვარგისი სხმულის გამოსავლიანობა შეადგენს 90 -95 %).
3. ღრუ ტანიანი სხმულების მისაღებად საჭირო არ არის კოპის გამოყენება,
4. ლითონის ჩასხმა ყალიბში სწარმოებს თავისუფალი ჭავლის სახით, რაც გამორიცხავს სასხმო სისტემის გამოყენებას.

ჩამოსხმის ამ მეთოდს აქვს ნაკლიც:

1. სხმულის კომპონენტების მომატებული ლიკვაცია, რის გამოც ყველა შენაღნობი არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ცენტრიდანული ჩამოსხმისათვის.

2. თავისუფალ ზედაპირზე თავს იყრიან არალითონური მინარეგები, რის გამოც ნამატი მექანიკურ დამუშავებაზე აიღება მომატებული სიდიდის.
3. ვერტიკალური ბრუნვის ღერძის მქონე მანქანებში ჩამოსხმისას ნამზადის თავისუფალი ზედაპირი მიიღება პარაბოლური ფორმისა, რაც ასევე ზრდის ნამატის სიდიდეს.

ლიკვაციას იწვევს შენადნობში არსებული სხვადასხვა სიმკვრივის კომპონენტები. ასე მაგალითად, ტყვიის შემცველი ბრინჯაოს ჩამოსხმისას, ტყვიის ნაწილაკები, როგორც უფრო მძიმე გადაადგილდებიან პერიფერიისაკენ, ხოლო სპილენძის ნაწილაკები, როგორც შედარებით მსუბუქი, გამოიღვევებიან თავისუფალი ზედაპირისაკენ.

ლიკვაციის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა ყალიბების ბრუნვის სიჩქარე მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი.

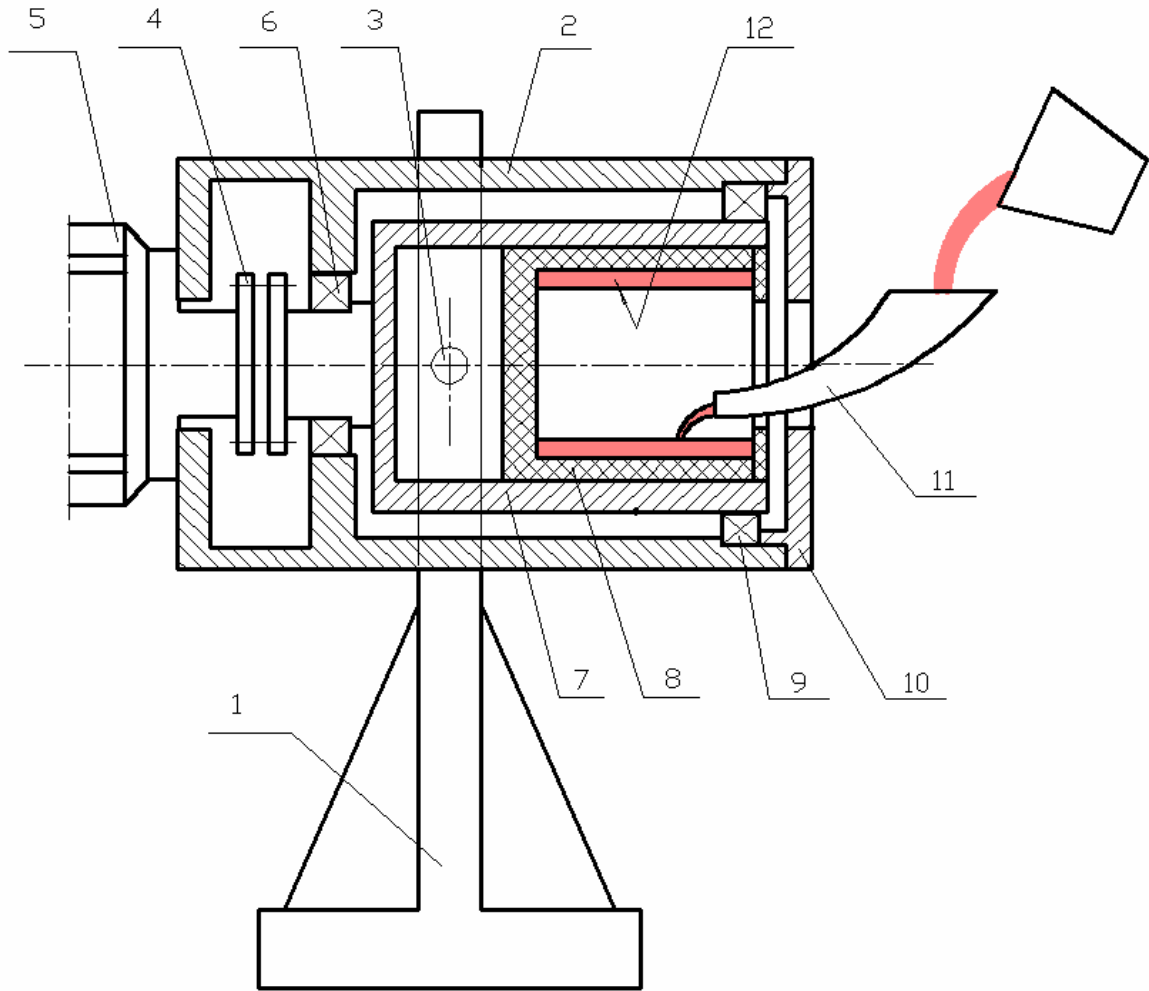
ყალიბის მინიმალური ბრუნვათა რიცხვი შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$n_{\min} = K_1 \times \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g}{r_0}}$$

სადაც $K_1 = 1,5 - 2$; r_0 – სხმულის შიდა დიამეტრია.

ეს ფორმულა მიღებულია იმ მოსაზრებით, რომ ცენტრიდანული ძალის სიდიდე მეტი იყოს სიმძიმის ძალაზე $1,5 \div 2$ ჯერ.

ნახ. 3.2. წარმოდგენილია ცენტრიდანული ჩამოსხმის უნივერსალური ლაბორატორიული დანადგარის პრინციპიალური სქემა. დგარზე -1 სახსრულად, ღერძის -3 საშუალებით, დამაგრებულია კორპუსი -2, რომელშიც ჩადმულია საკისრებზე -6 და -9 დაყენებული დოლი -7. ეს უკანასკნელი ქუროთი -4 დაკავშირებულია კორპუსზე -2 დამაგრებულ ელექტროძრავასთან -5. დოლში იდგმება ყალიბი -8. ელექტროძრავიდან -5 ბრუნვითი ძრაობა ქუროს -4 გადაეცემა დოლს -7 და მასში ჩადგმულ ყალიბს -8 ღარის -11 საშუალებით. გამდნარი ლითონი ისხმება ყალიბში-8 და ცენტრიდანული ძალების ზემოქმედებით ეკვრის ყალიბის შიგა ზედაპირს. ლითონის გამყარების შედეგად



ნახ. 3.2. ცენტრიდანული ჩამოსხმის პრინციპიალური სქემა.

მიიღება ნამზადი -12, რომლის ამოღებისთვის საჭიროა სახურავის -10 მოხსნა. კორპუსის -2 შემობრუნებით ღერძის -3 ირგვლივ, დოლი -7 შეიძლება დაგაყენოთ ვერტიკალურად და ნამზადი ჩამოვასხათ ვერტიკალური ბრუნვის ღერძის მქონე ყალიბში -8.

მას შემდეგ, როდესაც სტუდენტი გაეცნობა ცენტრიდანული ჩამოსხმის თეორიულ ნაწილს და შეისწავლის ლაბორატორიული დანადგარის კონსტრუქციასა და მოქმედების პრინციპს, შეიძლება განხორციელდეს ლაბორატორიული სამუშაოს ექსპერიმენტული ნაწილი – ნამზადების ჩამოსხმა.

5. სამუშაოს მსვლელობა

1. ტიგელში განთავსდეს ალუმინის ჯართი;
2. ჩაიდგას ტიგელი ღუმელში;
3. გადნეს ალუმინის ჯართი;
4. ჩაირთოს ცენტრიდანული ჩამოსხმის დანადგარი;
5. ჩაისხას გამდნარი ლითონი მბრუნავ ყალიბში;
6. გამყარების პერიოდის შემდეგ გაჩერდეს ცენტრიდანული ჩამოსხმის დანადგარი;
7. განთავისუფლდეს სხმული ყალიბიდან;
8. გაიჭრას სხმული და შემოწმდეს ჩამოსხმის ხარისხი - ფორებისა და ბზარების არსებობა;

ლაბორატორიული სამუშაო № 4

ნამზადის მიღება კოკილში ჩამოსხმით

1. სამუშაოს მიზანი

ლითონის ყალიბის კონსტრუქციის გაცნობა და კოკილში ნამზადის ჩამოსხმის ტექნოლოგიური პროცესის შესწავლა.

2. დავალება

- ა. ლითონის ყალიბის კონსტრუქციითა გაცნობა.
- ბ. ლითონის გამოდნობა ელექტრო ღუმელში.
- გ. კოკილის მომზადება ჩამოსხმისთვის.
- დ. კოკილში ნამზადის ჩამოსხმა.

3. სამუშაოს ჩასატარებლად საჭირო მოწყობილობა და მასალა

- ა. ელექტროღუმელი.
- ბ. ლითონის გამოსადნობი ტიგელი.
- გ. გამოსადნობი მასალა (ალუმინის ჯართი).
- დ. ლითონის ყალიბი (კოკილი).

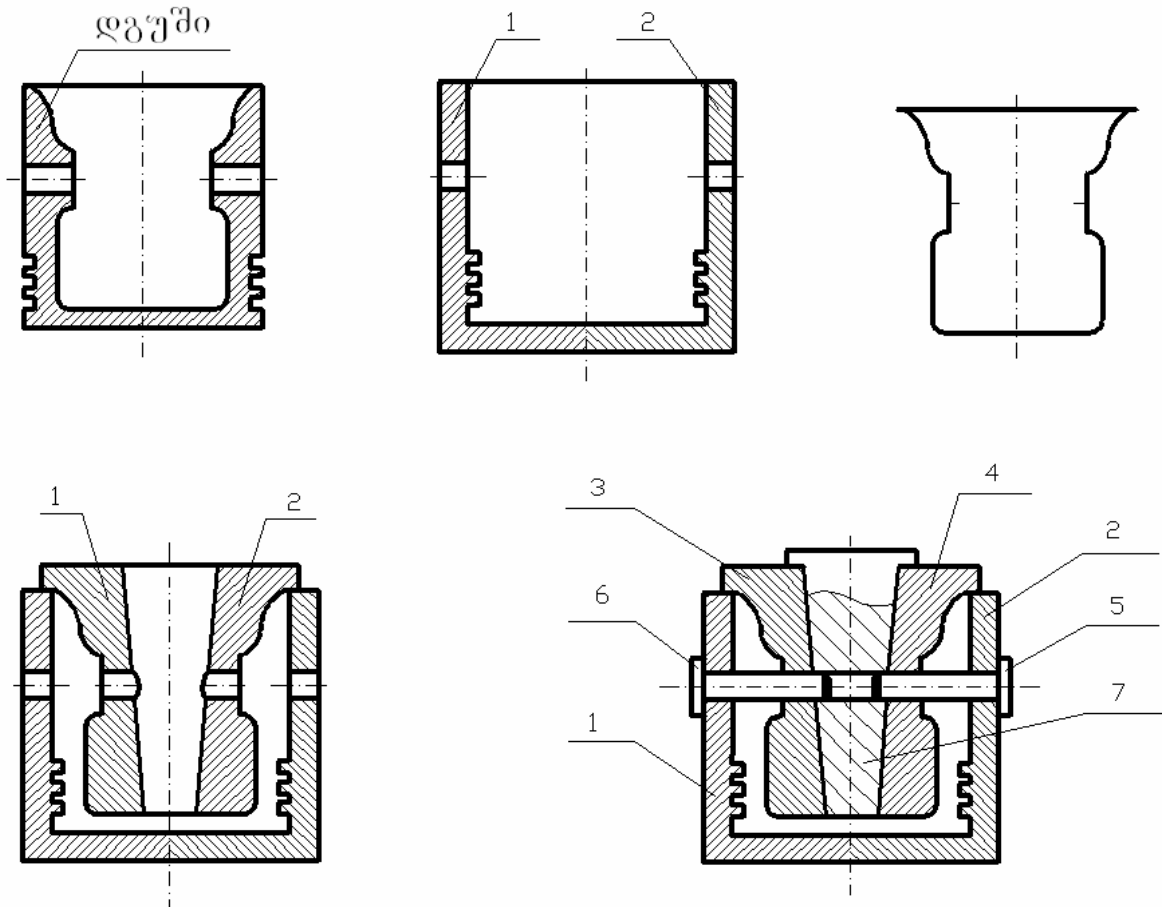
4. მეთოდური მითითებები

კოკილი წარმოადგენს ლითონის ყალიბს, რომელიც გამოიყენება მსხვილსერიულ და მასობრივი წარმოების პირობებში ნამზადის ჩამოსასხმელად ძირითადად ფერადი ლითონებიდან.

იმის გამო, რომ სითბოგადაცემა ლითონის ყალიბსა და სხმულს შორის ~10-ჯერ უფრო ინტენსიურია ქვიშის ყალიბებთან შედარებით, ნაღობის სწრაფი გაცივების თავიდან აცილების მიზნით და შესაბამისად ყალიბის სრული შევსებისათვის, ჩამოსხმის წინ კოკილს ახურებენ ~200-300°C-მდე. ჩამოსხმული ნამზადი კოკილიდან ამოაქვთ ცხელ მდგომარეობაში და აცივებენ ჰაერზე ან სპეციალურ კამერაში. ეს გამორიცხავს სხმულში დაძაბულობის და ბზარების წარმოქმნის შესაძლებლობას.

კოკილში ჩამოსხმული ნამზადების უპირატესობას წარმოადგენს მაღალი სიზუსტე და მცირე ნამატები მექანიკური დამუშავებისთვის რაც ამცირებს ლითონის დანახარჯსა და მექანიკური დამუშავების შრომატევადობას.

კოკილი შეიძლება იყოს მთლიანი ან შედგენილი, რაც ჩამოსასხმელი ნამზადის კონსტრუქციაზეა დამოკიდებული. კოკილის სასხმო სისტემები არ განსხვავდება ქვიშის ყალიბებში გამოყენებული სასხმო სისტემებისასგან დანიშნულებითა და გაანგარიშების თვალსაზრისით. იმისათვის—რათა შეამცირონ ნაღობის გაცივების პროცესი, სასხმო სისტემების არსებს ფარავენ 1-მმ-მდე სისქის საღებავის ფენით. საღებავით ფარავენ აგრეთვე კოკილის მუშა ზედაპირსაც, რაც ზრდის მათ მედეგობას.



ნახ. 4.1. კოკილის აწყობის ესკიზები

5. სამუშაოს მსვლელობა

1. მოცემული კოკილის კონსტრუქციის გაცნობა;
2. ლითონის გამოდნობა ღუმელში;
3. კოკილის წინასწარი გახურება ღუმელში 150-200⁰ -მდე;
4. კოკილის გახსნა და სხმულის ამოღება;
5. ლაბორატორიული სამუშაოს გაფორმება;
6. შიდაწვის ძრავის დგუშისათვის ნამზადის ჩამოსასხმელად
7. კოკილის ესკიზის აგება (ნახ. 4.1);
8. კოკილის აწყობის ტექნოლოგიის ესკიზების გამოხაზვა.

ლაბორატორიული სამუშაო № 5

ნამზადის მიღება კოკილში შტამპვა-გამოჭიმვით

1. სამუშაოს მიზანი

ფურცლოვანი მასალიდან შტამპვა-გამოჭიმვით ნამზადების მიღების ტექნოლოგიური პროცესის შესწავლა.

2. დავალება

- ა. შტამპვა-გამოჭიმვის მეთოდის გაცნობა;
- ბ. გამოსაჭიმი შტამპის კონსტრუქციის შესწავლა;
- გ. სამუშაოს ჩატარების პირობებიდან გამომდინარე საჭირო პარამეტრების შერჩევა და გაანგარიშება;
- დ. ნამზადის მიღება შტამპვა-გამოჭიმვით.

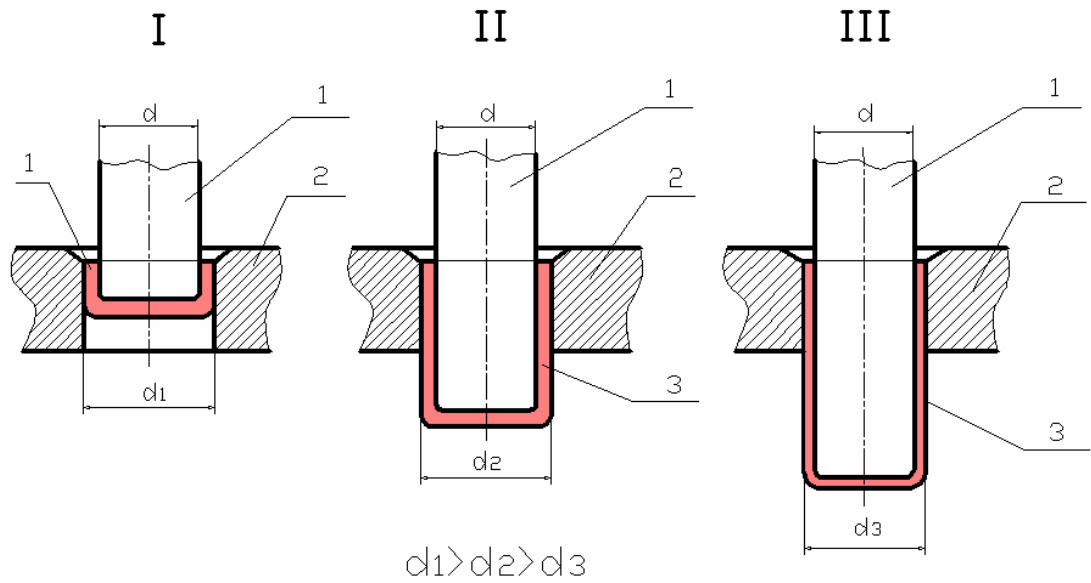
3. სამუშაოს ჩასატარებლად საჭირო მოწყობილობა და მასალა

1. ვერტიკალური ჰიდრაულიკური წნეხი.
2. გამოსაჭიმი შტამპი.
3. ფურცლოვანი ლითონის მასალა.

4. მეთოდური მითითებები

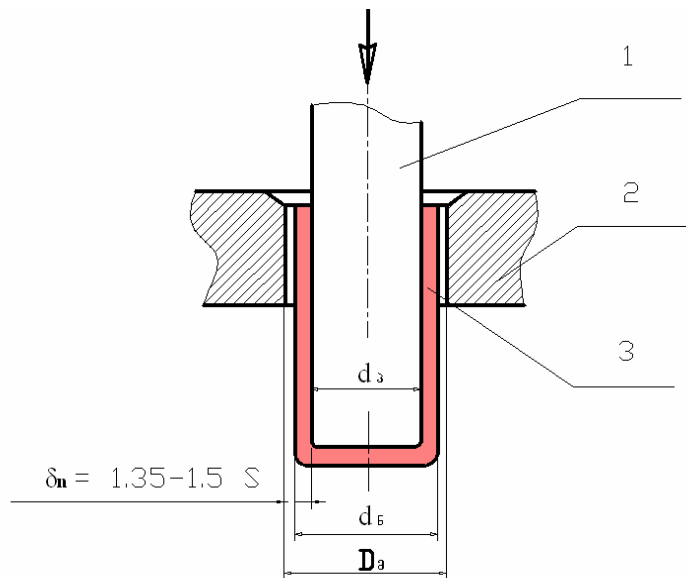
ცივად შტამპვა ითვალისწინებს ფურცლოვანი მასალებიდან ღრუ ტანიანი ნამზადების მიღებას სპეციალურ გამოსაჭიმ შტამპებში. გამოჭიმვა შეიძლება განხორციელდეს ერთი ან რამოდენიმე გადასვლით.

ჭიქისებრი ფორმის ნამზადის მიღების სქემა მოყვანილია ნახ. 5.1. სადაც ნამზადის მიღება ხორციელდება მასალის სისქის თანდათანობითი შემცირებით. სამი გადასვლით მიიღება საჭირო ფორმისა და ზომის ნამზადი.



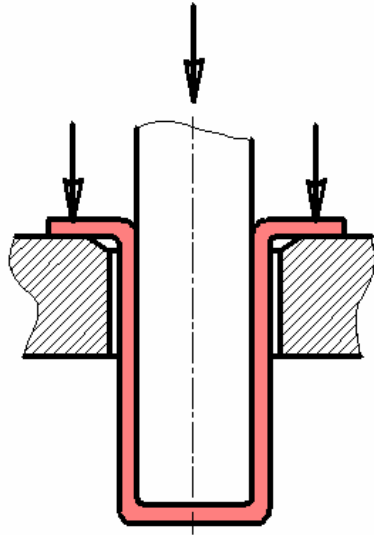
ნახ. 5.1. ნამზადის გამოჭიმვა სამი გადასვლით

ნახ. 5.2. წარმოდგენილია გამოჭიმვის სქემა კედლის სისქის შემცირების გარეშე. ამ შემთხვევაში გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ნამზადისა და მატრიცებს შორის გვერდითი ღრუხო δ რათა არ მოხდეს ნამზადის კედლის სისქის შემცირება გამოჭიმვისას.



ნახ. 5.2. ნამზადის გამოჭიმვის სქემა დაჭერის გარეშე

გამოჭიმვის ერთ ერთ ნაკლს წარმოადგენს ნაოჭების წარმოქმნა, რაც მოსალოდნელია მაშინ, როდესაც მისაღები ნამზადის სიმაღლე აღემატება მის დიამეტერს. ნაოჭების თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა მასალა იყოს დამაგრებული, როგორც ეს ნახ. 5.3.-ზეა ნაჩვენები.



ნახ. 5.3. ნამზადის დაჭეით გამოჭიმვის სქემა

მოჭერის ძალა არ უნდა იყოს დიდი, რადგან ამ შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს ნამზადის ძირის მოწყვეტა. მასალას უნდა შეეძლოს მიჰყვეს პუანსონს.

გამოჭიმვის პროცესის განსახორციელებლად საჭიროა ნამზადის მუშა ნახაზის შესწავლა, მისი კონსტრუქციისა და მასალის შესაბამისად საჭირო სისქის ფურცლოვანი მასალის შერჩევა და ნამზადის დიამეტრის D_g განისაზღვრა.

გამოჭიმვის პროცესი ხასიათდება გამოჭიმვის კოეფიციენტით m

$$m = \frac{d_6}{D_g}$$

სადაც d_6 - მისაღები ნამზადის გარე დიამეტრია, მმ.

D_g - მასალის დიამეტრია, მმ.

ნამზადის მისაღები საჭირო მასალის დიამეტრიც შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$D_{\text{გ}} = 1,13\sqrt{F}$$

სადაც F მისაღები ნამზადის ზედაპირის ფართობია.

ბრტყელძირიანი ნამზადების გამოჭიმვისას საწყისი მასალის საჭირო დიამეტრი იანგარიშება ფორმულით

$$D_{\text{გ}} = \sqrt{d_n^2 + 4d_n h}$$

სადაც d_n - მისაღები დეტალის გარე დიამეტრია, მმ.

h - ცილინდრული ნაწილის სიმაღლეა, მმ.

გამოჭიმვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ზოგიერთი ლითონისათვის მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრ. 1.

მასალა	გამოჭიმვის კოეფიციენტი m	
	პირველი გამოჭიმვისათვის	შემდგომი გამოჭიმვისათვის
თითბერი, სპილენძი, ვერცხლი	0,50 – 0,52	0,80 – 0,83
ალუმინი	0,55 – 0,60	0,80 – 0,83
რბილი ფოლადი	0,56 – 0,58	0,80 – 0,83

რადიალური დრეჩო პუანსონსა და მატრიცას შორის აიღება

$$\delta_h = (1,35 - 1,55) \times S$$

აქ S - მასალის სისქეა, მმ.

ნაოჭების წარმოქმნის საწინააღმდეგო დაჭერა უნდა განხორციელდეს თუ

$$D_{\text{გ}} + d_{\text{გ}} \geq 22 \times S$$

$$\frac{S}{D_g} \times 100 \leq 4,5 \times (1 - m)$$

გამოჭიმვის საჭირო ძალა ბრუნვითი ტანის დეტალებისათვის განისაზღვრება ფორმულით

$$P = \beta \times S \times \sigma_{დრ} \times \pi \times d \text{ კგ.ძ}$$

სადაც d - არის ნახერვის დიამეტრი მატრიცაში;

S - მასალის სისქეა, მმ;

$\sigma_{დრ}$ - მასალის დროებითი წინაღობაა;

β - კოეფიციენტი, რომელიც დაკავშირებულია გამოჭიმვის კოეფიციენტთან და ითვალისწინებს გამოსაჭიმი მასალის კედლებში ძაბვებს. მნიშვნელობა მოყვანილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

გამოჭიმვის კოეფიციენტი m	0.55	0.575	0.6	0.625	0.65	0.675	0.7	0.725	0.8
β	1	0.93	0.86	0.79	0.72	0.66	0.6	0.55	0.4

ნაოჭების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად, მასალის დაჭერით გამოწვევის განხორციელების დროს, გამოჭიმვის ძალა იქნება:

$$P_{\delta} = P + Q$$

სადაც P - გამოჭიმვის ძალაა მასალის დაჭერის გარეშე, კგძ.

Q - მასალის დაჭერის ძალაა;

$$Q = F + q$$

აქ F - მასალის ის ფართობია, რომელიც მოჭერილია მატრიცასა და დამჭერს შორის;

q - ხვედრითი ძალაა, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია მასალაზე. მისი მნიშვნელობები მოცემულია ცხრ. 3.

ცხრილი 3.

მასალა	ფლ. 30	თეთრი	სპილენძი	ალუმინი	თითბერი	რბილი	ლითონი
q	2.5 ÷ 0.33	2.5 ÷ 0.3	1.0 ÷ 1.5	0.8 ÷ 1.2	1.5 ÷ 1.8	2 ÷ 3	3 ÷ 4.5

ზემოთ აღნიშნული საკითხების განხილვის შემდეგ, სტუდენტებს ეძლევათ კონკრეტული დეტალის ნახაზი, რომლის მიხედვითაც ახდენენ საჭირო პარამეტრების გაანგარიშებას, ადარებენ მიღებულ შედეგებს არსებულ შტამპის შესაბამის პარამეტრებს და ატარებენ რეალურ სამუშაოს მოცემული ნამზადის მისაღებად.

5. სამუშაოს მსვლელობა

- ა. გამოსაჭიმი შტამპის კონსტრუქციის გაცნობა;
- ბ. გამოსაჭიმი დეტალის ზომების შესაბამისად ნამზადის მომზადება;
- გ. ჰიდრაულიკურ წნეხზე მოცემული შტამპით ნამზადის გამოჭიმვა;
- დ. მისაღები დეტალის ზომების შემოწმება, მუშა ნახაზის შესაბამისად;
- ე. ლაბორატორიული სამუშაოს გაფორმება:
 - შტამპის ესკიზი;
 - ნამზადის ესკიზი, ზომების აღნიშვნით;
 - ტექნოლოგიური პროცესის ესკიზები.

ლაბორატორიული სამუშაო № 6

ნამზადის წარმოება შტამპვა-ამოჭრით

1. სამუშაოს მიზანი

ფურცლოვანი მასალიდან შტამპვა-ამოჭრის მეთოდით ნამზადების მიღების ტექნოლოგიური პროცესის შესწავლა.

2. დავალება

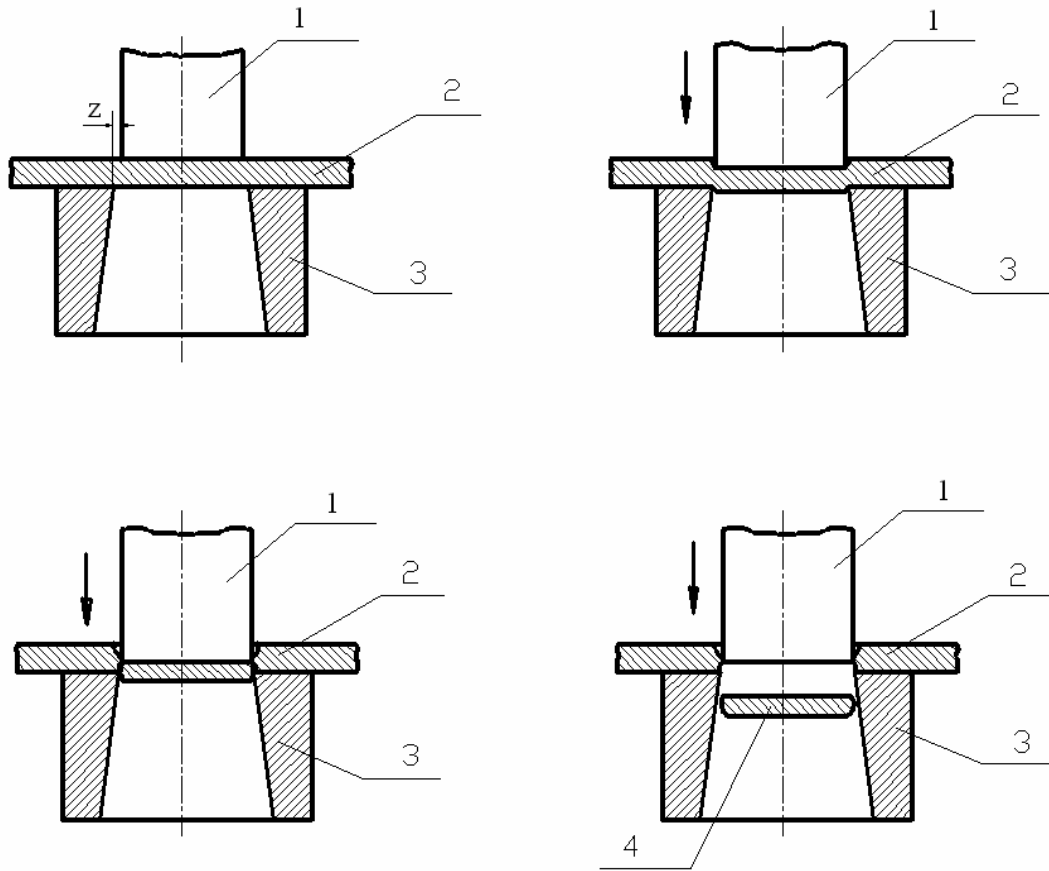
- ა. შტამპვა – ამოჭრის ტექნოლოგიური პროცესის თეორიული საფუძვლების შესწავლა,
- ბ. ამოსაჭრელი შტამპის კონსტრუქციისა და მოქმედების პრინციპის შესწავლა.
- გ. მოცემული შტამპით ნამზადის ამოჭრა.

3. სამუშაოს ჩასატარებლად საჭირო მოწყობილობა და მასალა

1. ვერტიკალური ჰიდრაულიკური წნეხი II 474 A
2. გამოსაჭრელი შტამპი,
3. ფურცლოვანი ნამზადი.

4. მეთოდური მითითებები

შტამპვა-ამოჭრა ცივად შტამპვის ერთ-ერთ სახეს წარმოადგენს. ნახ. 6.1. ნახვენებია, ფურცლოვანი მასალისაგან შტამპვა-ამოჭრის მეთოდით, ნამზადის მიღების ტექნოლოგიური პროცესის სტადიები. პირველ სტადიაზე, პუანსონის -1 ლითონში შეჭრისას და მასალის ნაწილის მატრიცის ნახვრეტში ჩაწნეხვისას, სწარმოებს ლითონის ზედაპირის ჩაღუნვა მჭრელი პირის ირგვლივ. პუანსონის შემდგომი გადაადგილებისას იწყება მასალის პლასტიკური დეფორმაციის სტადია, რომლის დროსაც მატულობს ლითონის ჩაღუნვა გაჭიმვის შედეგად პუანსონის მჭრელი პირის ირგვლივ.



ნახ. 6.1. ამოჭრის პროცესის სტადიები;

1 - პუანსონი; 2 - ფურცლოვანი მასალა; 3 - მატრიცა; 4 - ნამზადი.

პლასტიკური დეფორმაციის გამო ლითონი განიცდის განმტკიცებას. ამ სტადიის ბოლოს ამოჭრის ძალა მკვეთრად იზრდება, ხოლო დაბვათა სიდიდე პუანსონის მჭრელი პირის ირგვლივ აღწევს ჭრისადმი წინაღობის მნიშვნელობას. მესამე სტადიის დასაწყისისას მატრიცის, ხოლო შემდეგ კი პუანსონის მჭრელი წიბოს ირგვლივ წარმოიქმნება მიკრობზარები. ისინი სწრაფად ვრცელდებიან ლითონის სიღრმეში და უერთდებიან ერთმანეთს, რის შედეგადაც ნამზადი სცილდება ფურცლოვან მასალას. ამ მომენტში ამოჭრის ძალა მკვეთრად მცირდება. უნდა აღინიშნოს, რომ ნამზადის მოცილება ფურცლოვანი მასალიდან ხდება უფრო ადრე, ვიდრე პუანსონი შეაღწევს ლითონში ფურცლის სისიქის ტოლ სიღრმეზე. რაც უფრო ხისტია მასალა, მით უფრო ნაკლებ პლასტიკურ დეფორმაციას

განიცდის იგი და შესაბამისად უფრო ადრე იწყება ნამზადის მოწყვეტა ფურცლიდან.

ფურცლოვან ნამზადის მოწყვეტის მომენტი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული პუანსონისა და მატრიცას შორის არსებული ღრეხოს სიდიდეზე. მცირე ღრეხოს შემთხვევაში კლებულობს ლითონის ჩადუნვა და მცირდება მასალაში პუანსონის შეჭრის სიღრმე. გარდა ამისა, ღრეხოს სიდიდე გავლენას ახდენს ნამზადის ხარისხზე. დიდი ღრეხოს შემთხვევაში მატულობს ფხაურების სიდიდე და განმტკიცებული ლითონის ფენა ნამზადის პერიმეტრის ირგვლივ, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ლითონის რღვევა ნამზადის შემდგომი დამუშავების დროს (მაგ. ღუნვის, გამოჭიმვის და ა.შ. დროს).

ცხრილში №1 მოცემულია ღრეხოს ოპტიმალური მნიშვნელობები პროცენტებში, ფურცლის S სისქისაგან დამოკიდებულებით, სხვადასხვა მექანიკური თვისებების მქონე ლითონებისთვის.

ცხრილი №1

ფურცლის სისქე S მმ	მასალის σ_b , მპა			
	200-მდე	200-400	400-600	600-ზე მეტი და ნაწრთობები <i>HRC 45-50</i>
	δ_b ღრეხოს სიდიდე % ფურცლის S სისქისაგან			
0,1 - 0,5	3 - 5	5 - 7	7 - 9	10 - 12
0,6 - 1,5	4 - 6	6 - 8	8 - 10	11 - 13
1,8 - 3,0	5 - 7	7 - 9	9 - 11	12 - 14
3,5 - 5,5	7 - 10	9 - 12	11 - 14	14 - 16
6.0 - 10	10 - 13	12 - 15	14 - 17	17 - 20
11 - 16	13 - 16	15 - 18	15 - 20	20 - 23

ფურცლოვანი მასალიდან ნამზადის ამოჭრისათვის საჭირო ძალა შეიძლება გავიანგარიშოთ ფორმულით:

$$P = L(S - X) \times K \times \sigma_b$$

სადაც L - ამოსაჭრტელი ნამზადის პერიმეტრის სიგრძეა,

S - ფურცლოვანი მასალის სისქეა,

X - პუანსონის მასალაში შეჭრის სიღრმეა,

K - $1,1 \div 1,3$ კოეფიციენტებია, რომელიც ითვალისწინებს იარაღის ცვეთასა და მასალის მექანიკური თვისებების უთანაბრობას,

$\sigma_{\text{ღრ}}$ - მასალის დროებითი წინაღობის ზღვარი.

თუ მასალაში პუანსონის შეჭრის სიღრმეს მხედველობაში არ მივიღებთ, მაშინ ძალის საანგარიშო ფორმულა იქნება

$$P = L \times S \times K \times \sigma_{\text{ღრ}}$$

5. სამუშაოს მსვლელობა

- 1) ნამზადის მუშა ნახაზის მიხედვით განისაზღვროს მისი პერიმეტრი L ($d_{\text{ნამზ}}=26$ მმ);
- 2) შეირჩეს ფურცლოვანი მასალის სისქე (მივიღოთ $S=0,36$ მმ);
- 3) განისაზღვროს გვერდითი ღრეხოს სიღრმე პუანსონისა და მატრიცას შორის;
- 4) განისაზღვროს პუანსონისა და მატრიცას შორის საჭირო გვერდითი ღრეხოს სიღრმე Z ;
- 5) დადგინდეს ნამზადის მუშა ნახაზით გათვალისწინებული მასალის დროებითი წინაღობის ზღვარი σ_b ;
- 6) გაანგარიშდეს ნამზადის ამოჭრისათვის საჭირო ძალა P ;
- 7) შემოწმდეს რეალურ შტამპში ღრეხოს δ სიღრმე და დადგინდეს სხვაობა ღრეხოს რეკომენდირებულ მნიშვნელობასთან.

მაგალითად: ნამზადის დიამეტრია $d = 26$ მმ, მასალა – სპილენძი, ამოსაჭრელი ფურცლის სისქე $S = 0,36$ მმ და თუ მასალაში პუანსონის შეჭრის სიღრმეს მხედველობაში არ მივიღებთ, ამოჭრისათვის საჭირო ძალა იანგარიშება ფორმულით

$$P = L \times S \times K \times \sigma_{\text{ღრ}}$$

სპილენძისათვის $\sigma_{\text{დრ}} = 20 \text{ კგ/მმ}^2$, შესაბამისად:

$$L = \pi d = 3,14 \times 26 = 81,64 \text{ მმ}$$

$$P = 81,64 \times 0,36 \times 1,2 \times 2,0 \approx 706 \text{ კგძ}$$

მატრიცის ნახვრეტის დიამეტრი იანგარიშება ფორმულით

$$d_{\text{მატრ}} = d + 2\delta$$

სადაც δ - შტამპის გვერდითი ღრეჩოს სიღიღეა. იგი დამოკიდებულია მასალის დროებითი წინაღობისა და ფურცლის S სისქისაგან და შეირჩევა ცხრილიდან. ჩვენი შემთხვევისათვის δ უდრის ფურცლის სისქეს 5 – 7 %. ე.ი

$$\delta = \frac{7 \times S}{100} = \frac{7 \times 0,36}{100} = 0,0252 \text{ მმ}$$

აქედან გამომდინარე მატრიცის ნახვრეტის დიამეტრი იქნება

$$d_{\text{მატრ}} = 26 \times 2 \times 0,0252 = 26,05 \text{ მმ}$$

ლაბორატორიაში არსებულ შტამპში მატრიცის დიამეტრია =26,07, ხოლო პუანსონის დიამეტრი კი = 26,01 მმ. შესაბამისად გვერდითი ღრეჩო იქნება

$$\delta_0 = d_{\text{მატრ}} - d_3 / 2 = 26,07 \times 26,01 / 2 = 0,03 \text{ მმ}$$

რაც დასაშვებია.

ლაბორატორიული სამუშაო № 7

მაღალი სიხშირის დანადგარზე მირჩილვის ტექნოლოგიური პროცესის შესწავლა

1. სამუშაოს მიზანი

მაღალი სიხშირის დანადგარის მოქმედების პრინციპის გაცნობა და მირჩილვის ტექნოლოგიური პროცესის შესწავლა.

2. დავალება

- ა. მაღალი სიხშირის დანადგარის მოქმედების პრინციპისა და მისი გამოყენების შესაძლებლობათა შესწავლა;
- ბ. ურთიერთ მისარჩილი ელემენტების მომზადების პრინციპის გაცნობა;
- გ. მაღალი სიხშირის დანადგარის გამართვა.

3. სამუშაოს ჩასატარებლად საჭირო მოწყობილობა და მასალა

1. მაღალი სიხშირის დანადგარი მოდ. **БЧГ 60**;
2. ურთიერთ მისარჩილი მასალები;
3. სახეხი ჩარხი;
4. მირჩილვისათვის საჭირო ფლუსი და ვერცხლის სარჩილავი ფირფიტები.

4. მეთოდური მითითებები

თანამედროვე მანქანათმშენებლობაში ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციისა და დანიშნულების მაღალი სიხშირის დანადგარები. მათი საშუალებით შესაძლებელია განხორციელდეს წრთობისათვის დეტალების საჭირო ტემპერატურაზე გახურება, ლითონის გამოდნობა, მჭრელ იარაღებზე კბილების მირჩილვა და ცალკეული ლითონის ელემენტების ერთმანეთთან შეერთება.

მირჩილვის წინ აუცილებელია შესაერთებელი ელემენტების წინასწარი მომზადება, კერძოდ კი მათი გახეხვა ზედაპირიდან სხვადასხვა სახის ნაღებების მოსაშორებლად. შემდეგ, მომზადებული ელემენტები უნდა დაიფარონ ფლუსით, მათ შორის ათავსებენ სარჩილავ ფირფიტას, ჩართავენ დანადგარს და

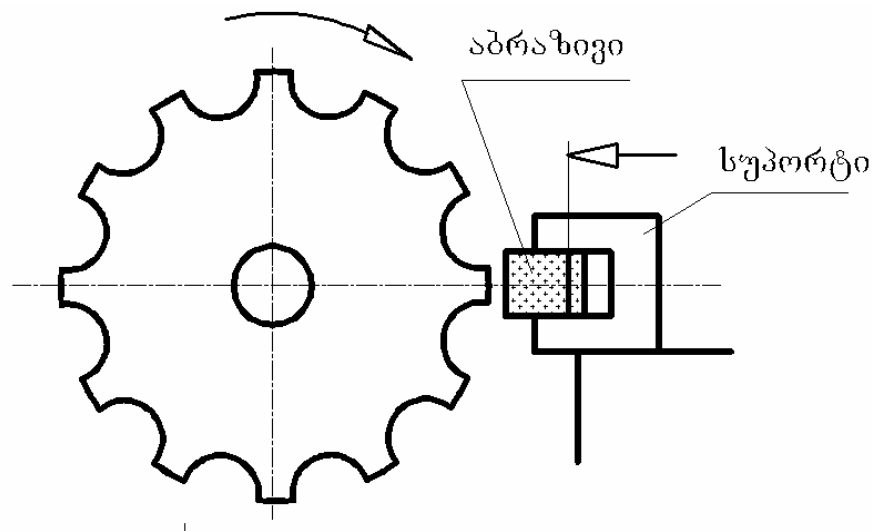
ინდუქტორში მიაწოდებენ მაღალი სიხშირის დენს. რომელიც ახურებს როგორც მისარჩილ ელემენტებს, ასევე აღნობს ფლუსსა და სარჩილავ ფირფიტას. ვერცხლის სარჩილავი მოითხოვს $680 \div 750^{\circ}C$ -მდე გახურებას, ხოლო თითბერის კი $900 \div 950^{\circ}C$.

გახურების საჭირო ტემპერატურა განისაზღვრება ვიზუალურად, $680 \div 750^{\circ}C$ -ზე გახურებისას ფოლადი დებულობს მწიფე შვინდის ფერს, ხოლო $900 \div 950^{\circ}C$ -ზე გახურებისას კი კაშკაშა ღია წითელ ფერს.

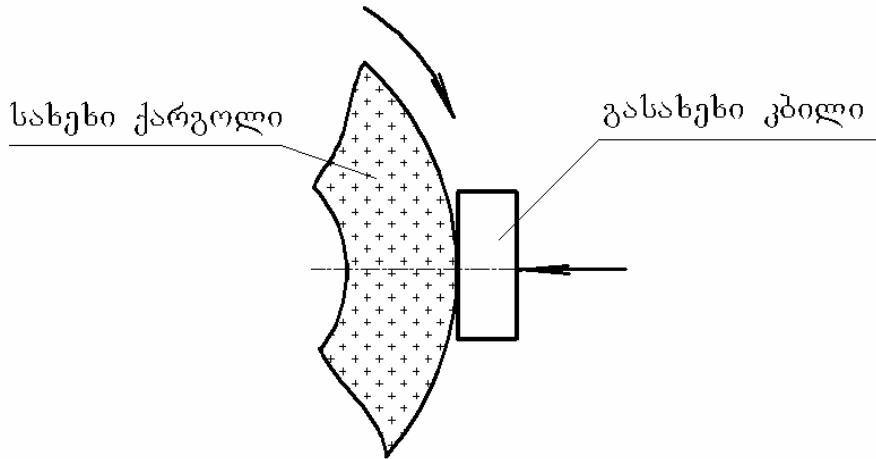
5. სამუშაოს მსვლელობა

განვიხილოთ დისკურ ხერხზე კბილების მირჩილვის ტექნოლოგიური პროცესი.

ა. გაიხეოს დისკური ხერხის პერიფერიული ზედაპირი. ნახ. 1.

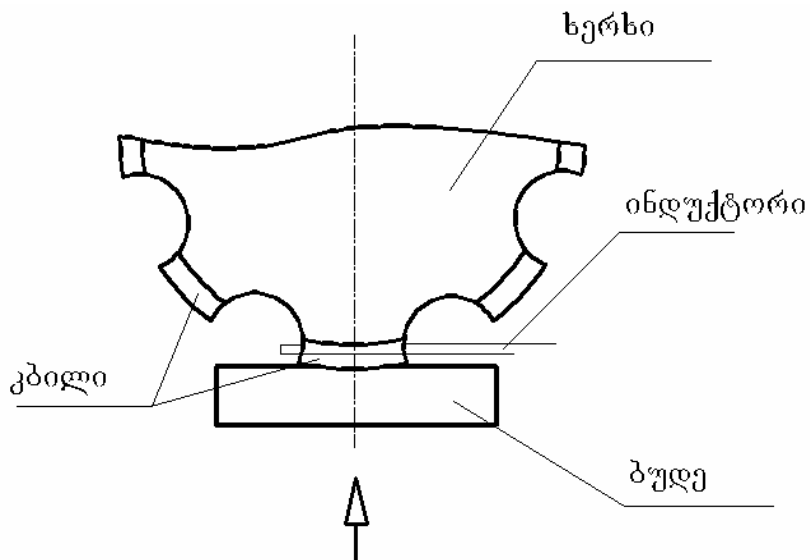


ნახ. 7.1. დისკური ხერხის პერიფერიული ზედაპირის ხეხვა



ნახ. 7.2. კბილების მისარჩილი ზედაპირების ხეხვა

- ბ. გაიხეხოს კბილების მისარჩილი ზედაპირები. ნახ. 7.2;
- გ. დამაგრდეს დანადგარზე ხერხი;
- დ. დაიფაროს ფლუსით ხერხის და კბილის გახეხილი ზედაპირები;
- ე. ჩაიდგას კბილი ბუდეში, დაედოს ვერცხლის სარჩილავი ფირფიტა და მიეჭიროს ხერხს მისარჩილ მონაკვეთზე;
- ვ. ჩაირთოს მაღალი სიხშირის დანადგარი, რომლის გენერატორის სტაბილური მუშაობის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია 20-25 წუთით ადრე ჩაირთოს გაცივების სისტემა. ნახ. 7.3.



ნახ. 7.3. კბილების მირჩილვა

- ზ. ჩაირთოს მაღალი სიხშის დენის ინდუქტორი და გახურდეს მისარჩილი ელემენტები საჭირო ტემპერატურაზე. სარჩილავი ფორფიტების გადნობის შემდეგ გამოირთოს ინდუქტორი და 15-20 წამის განმავლობაში კბილი და ხერხი გაჩერდეს ურთიერთ მიჭერილ მდგომარეობაში;
- თ. მოიხნას დამჭერი და შემოწმდეს კბილის მირჩილვის ხარისხი.
- ი. ყოველი შემდგომი კბილის მისარჩილად უნდა განმეორდეს ზემოთ აღწერილი პროცესი.

ლაბორატორიული სამუშაო № 8
ნამზადების მიღება წნევითი ჩამოსხმით

1. სამუშაოს მიზანი

ნამზადის წნევითი ჩამოსხმით მიღების ტექნოლოგიური პროცესის შესწავლა.

2. დავალება

- ა. წნევითი ჩამოსხმისათვის საჭირო ლაბორატორიული მოწყობილობის გაცნობა.
- ბ. მასალის მომზადება ჩამოსასხმელად.
- გ. მოწყობილობის გამართვა ჩამოსასხმელად.

3. სამუშაოს ჩატარებისათვის საჭირო მოწყობილობები

- ა. ჰიდრაულიკური წნეხი
- ბ. ნამზადის მისაღები წნეხყალიბი
- გ. მასალის გამოსადნობი მოწყობილობა.
- დ. ტემპერატურის საზომი ხელსაწყო

4. მეთოდური მითითებები

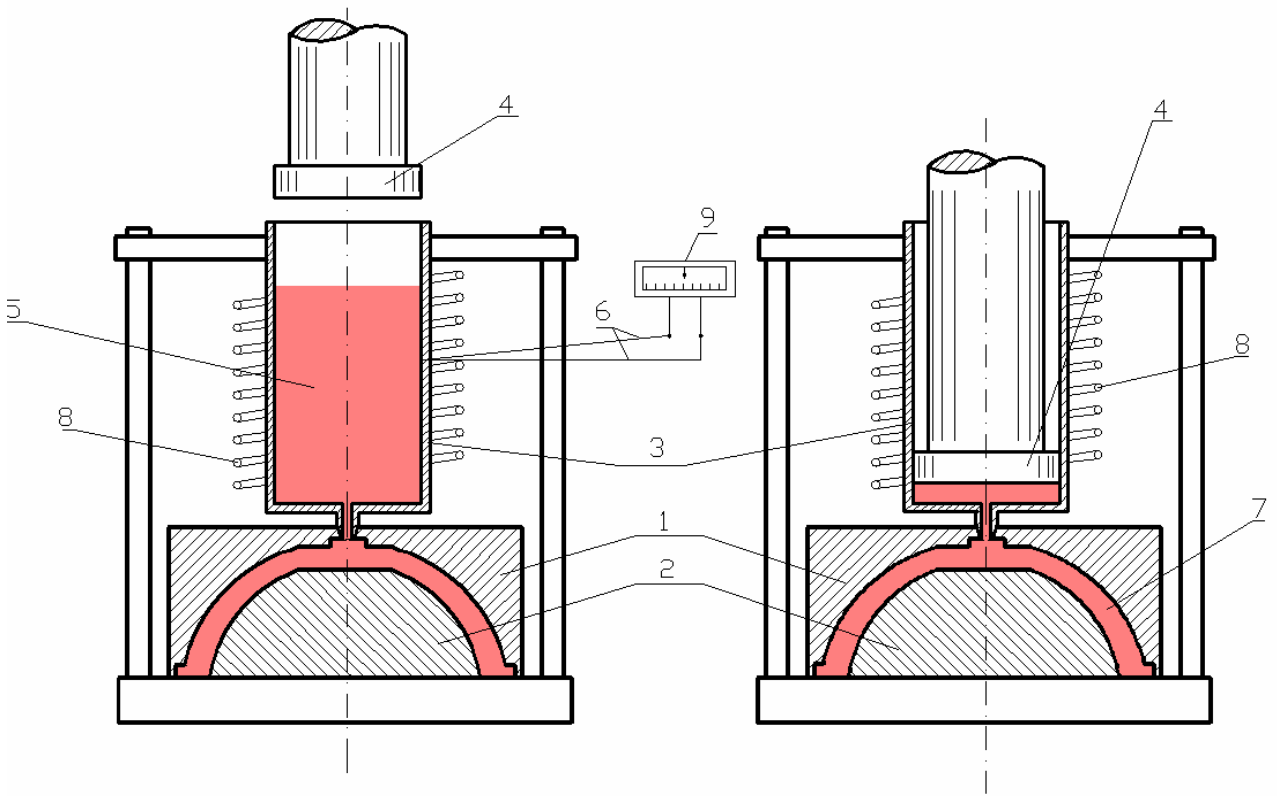
წნევის ქვეშ ჩამოსხმა გამოიყენება მსხვილსერიულ და მასობრივი წარმოების პირობებში, რაც აიხნება წნეხყალიბების დამზადების სირთულითა და შესაბამისად მათი მაღალი ღირებულებით.

ამ მეთოდით მიიღება ნამზადები პლასმასებისა და ფერადი ლითონებისაგან. შავი ლითონების ჩამოსასხმელად ეს მეთოდი არ არის რეკომენდირებული, ვინაიდან ამ მასალების დნობის მაღალი ტემპერატურის გამო წნეხყალიბები სწრაფად გამოდიან წყობიდან.

თანამედროვე მანქანათმშენებელ ქარხნებში გამოიყენება ორი ტიპის წნევითი ჩამოსხმის დანადგარი: ცხელსაკნიანი და ცივსაკნიანი. განსხვავება მათ შორის

ისაა, რომ ცხელსაკნიან დანადგარში ლითონის გამოდნობა თვით ამ დანადგარშივე წარმოებს, ცივსაკნიანში კი ცალკე მდგარ დანადგარ-ლუმელში.

წნეხვალიბი შედგება ორი ნახევრისაგან (ნახ. 8.1). ქვედა ნახევარი— 2 დამაგრებულია ჰიდრაულიკური წნეხის მაგიდაზე. მეორე ნახევართან— 1 კი მიერთებულია მასალის გამოსადნობი კამერა— 3, კამერის შიგნით არსებულ ტემპერატურის ზომავს მასში ჩასმული თერმოწყვილი— 6. ტემპერატურის მნიშვნელობა აღინიშნება მზომი ხელსაწყოს— 9 შკალაზე.



ნახ.8.1. ნამზადის მიღება წნეხითი ჩამოსხმით

როდესაც დადგინდება, რომ მასალა მთლიანადაა დამდნარი, ჩართავენ ჰიდრაულიკურ წნეხს. დგუშის— 4 საშუალებით გამდნარ მასალას მაღალი წნეხის ქვეშ აწოდებს წრეხვალიბს მუშა არეში— 7. როდესაც ჰიდრაულიკური წნეხის მანომეტრის ისარი მკვეთრად გადაიხრება და გვიხვენებს წნეხის მომატებას, საჭიროა შეწყდეს დგუშის შემდგომი გადაადგილება.

მცირე დაყოვნების შემდეგ, რაც აუცილებელია ჩამოსასხმელი ნამზადის გასამყარებლად, დგუმს ამოსწევინ სადნობი მოწყობილობიდან, ხსნიან წნეხყალიბს და ამოაქვთ ჩამოსხმული ნამზადი.

5. სამუშაოს მსვლელობა

- ა. ჩაიყაროს საჭირო რაოდენობის მასალა გამოსადნობ მოწყობილობაში.
- ბ. დაიდგას წნეხყალიბი გამოსადნობი მოწყობილობის ქვეშ.
- გ. ჩაირთოს გამოსადნობი მოწყობილობა ელექტროქსელში და პერიოდულად შემოწმდეს დნობის მიმდინარეობის პროცესი.
- დ. მასალის დადნობის შემდეგ ჩაირთოს დგუმის მიწოდება გამდნარი მასალით ყალიბის შესავსებად.
- ე. ჰიდრაულიკური წნეხის მანომეტრის ისრის მკვეთრი გადახრისთანავე, რაც წნეხყალიბის შევსების მაჩვენებელია, შეწყდეს დგუმის მიწოდება.
- ვ. მცირე დაყოვნების შემდეგ გაიხსნას წნეხყალიბი და ამოღებული იქნას ჩამოსხმული ნამზადი.

სარჩევი

ბგ.

1. ლაბორატორიული სამუშაო № 1
სხმული ნამზადის კონსტრუქციის ანალიზი
ტექნოლოგიურობაზე - 3
2. ლაბორატორიული სამუშაო № 2
ყაღის სასხმო სისტემის შერჩევა და გაანგარიშება - 7
3. ლაბორატორიული სამუშაო № 3
ნამზადის მიღება ცენტრიდანული ჩამოსხმით - 13
4. ლაბორატორიული სამუშაო № 4
ნამზადის მიღება კოკილში ჩამოსხმით - 19
5. ლაბორატორიული სამუშაო № 5
ნამზადის მიღება კოკილში შტამპვა-გამოჭიმვით - 22
6. ლაბორატორიული სამუშაო № 6
ნამზადის წარმოება შტამპვა-ამოჭრით - 28
7. ლაბორატორიული სამუშაო № 7
მაღალი სიხშირის დანადგარზე მირჩილვის ტექნოლოგიური
პროცესის შესწავლა - 33
8. ლაბორატორიული სამუშაო № 8
ნამზადების მიღება წნევითი ჩამოსხმით - 37