თავი 2. ტუმბოების ზოგადი დახასიათება და ცენტრიდანული ტუმბოები.

2.1 ტუმბოების დანიშნულება და კლასიფიკაცია

ტუმბო ისეთი ჰიდრავლიკური მანქანაა, რომელიც სითხეს ანიჭებს ენერგიას და ამძრავის მექანიკურ ენერგიას გარდაქმნის მოძრავი სითხის მექანიკურ ენერგიად, რომელთა დანიშნულებაა სითხის გადატუმბვა.

დანიშნულების მიხედვით გემის ტუმბოები იყოფა: საერთო, სპეციალური და ტუმბოები რომლებიც მთავარი და დამხმარე ძრავების მუშაობას ემსახურებიან.

საერთო დანიშნულების ტუმბოებს მიეკუთვნება: ბალასტის, ამომშრობი, სახანძრო და სანიტარული ტუმბოები.

სპეციალური დანიშნულების ტუმბოებს მიეკუთვნება: წყლის გადასაქაჩი, გამწმენდი, სატვირთო და გამრეცხი ტუმბოები.

მთავარი და დამხმარე ძრავების ტუმბოებს მიეკუთვნება: საწვავის, ზეთის და წყლის საცირკულაციო ტუმბოები, აგრეთვე ტუმბოები რომლებიც დამხმარე მექანიზმების მუშაობას ემსახურებიან, კერძოდ საქვაბე დანადგარების წყლით მკვებავი, დისტილარული, ვაკუუმური და სხვა.

მოქმედების პრინციპისა და კონსტრუქციული ნიშნების მიხედვით ტუმბოები დაყოფილია დინამიურ ანუ ფრთიან (ნიჩბებიანი); მოცულობით და ჭავლურ ტუმბოებად.

ფრთიანი ტუმბოების ჯგუფში შედის:

1. ცენტრიდანული ტუმბოები: ა) ერთსაფეხურიანი, მუშა თვალზე სითხის ერთმხრივი და ორმაგი მიწოდებით, ბ) მრავალსაფეხურიანი, როგორც სპირალური, ისე სექციებიანი;
2. ღერძული ტუმბოები ერთ და ორ საფეხურიანი;
3. გრიგალური ტუმბოები.

მოცულობით ტუმბოებში კლასიფიკაციის მიხედვით გაერთიანებულია შემდეგი ტუმბოები:

1. როტაციული ტუმბოები (კბილანური, ხრახნული, ფირფიტებიანი (შიბერული));
2. დგუშური ტუმბოები.

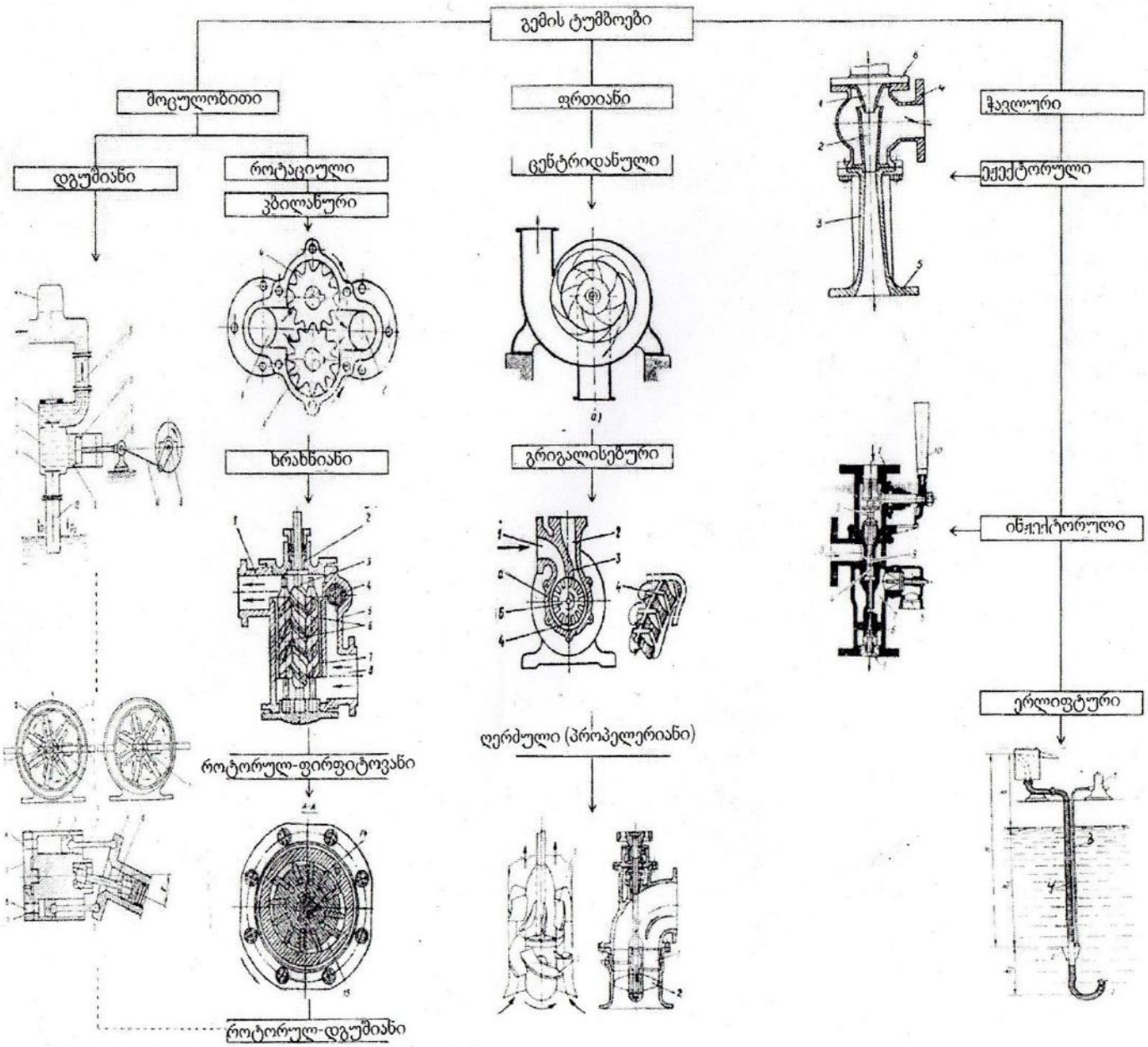
ჭავლური ტუმბოების ჯგუფში შედის:

1. ეჟექტორები;
2. ინჟექტორები.

სახელმძღვანელოში განხილული იქნება პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებული ტუმბოების ოთხი ჯგუფი:

1. ფრთიანი ტუმბოები (ცენტრიდანული);
2. დგუშიანი ტუმბოები;
3. როტაციული ტუმბოები;
4. ჭავლური ტუმბო.

გემის ტუმბოების კლასიფიკაცია



2.2 ფრთიანი (ნიჩბებიანი) ტუმბოების მოქმედების პრინციპი და კონსტრუქციები (ცენტრიდანული ტუმბოები)

ცენტრიდანული ტუმბოს ძირითადი მუშა ორგანოა კორპუსის შიგნით ლილვზე დაყენებული თავისუფლად მბრუნავი მუშა თვალი. მუშა თვალი შედგება ორი წინა და უკანა ბადროსაგან, რომლებიც ფრთებით შეერთებულია ერთიან კონსტრუქციაში. ფრთები მდოვრედ გადაღუნულია მუშა თვლის ბრუნვის მიმართულების საწინააღმდეგოდ. ტუმბოში სითხის მისაწოდებლად წინა ბადროს აქვს ნახვრეტი. მუშა თვლის ლილვზე დასამაგრებლად უკანა ბადროს ნახვრეტში ჩამაგრებულია მილისი.

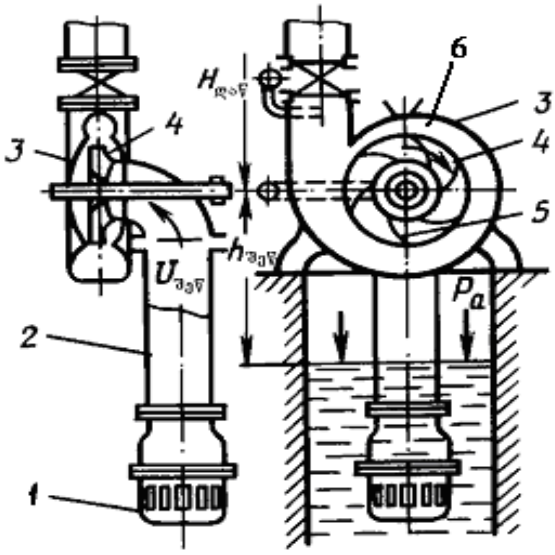
ტუმბოში სითხე შედის ღერძული მიმართულებით, ხოლო გამოედინება რადიალური მიმართულებით. ტუმბოს კორპუსის შესასვლელთან მაგრდება შემწოვი მილი, გამოსასვლელზე კი დაწნევის მილი. შემწოვი მილსადენი და ტუმბოს კორპუსი, მუშაობის დასაწყისში (ჩართვის წინ) აუცილებლად უნდა შეივსოს სითხით (წყლით).

ცენტრიდანულ ტუმბოს მუშაობის პრინციპს შეადგენს ის, რომ მუშა თვლის ბრუნვისას ფრთებს შორის არხში მოთავსებული სითხის თითოეულ მოცულობაზე, რომლის მასაა m, ლილვიდან $\frac{z}{r}$ მანძილძე მოქმედებს F ცენტრიდანული ძალა.

$$F=m\omega^2 r \qquad (2.2)$$

სადაც, ω– ლილვის ბრუნვის კუთხური სიჩქარეა.

F ძალის მოქმედების შედეგად სითხე მუშა თვალიდან გამოიტყორცნება რის შედეგადაც ბორბლის ცენტრალურ ნაწილში ადგილი აქვს განმუხტვას, ხოლო მის პერიფერიულ (კიდურა) ნაწილში კი წნევის ზრდას. მკვებავ ავზში სითხის ზედაპირზე P_0 წნევის ზემოქმედებით (ხშირ შემთხვევაში $P_0=P_{ატ}$) სითხე შემწოვი მილსადენით უწყვეტლივ მიეწოდება ტუმბოში.



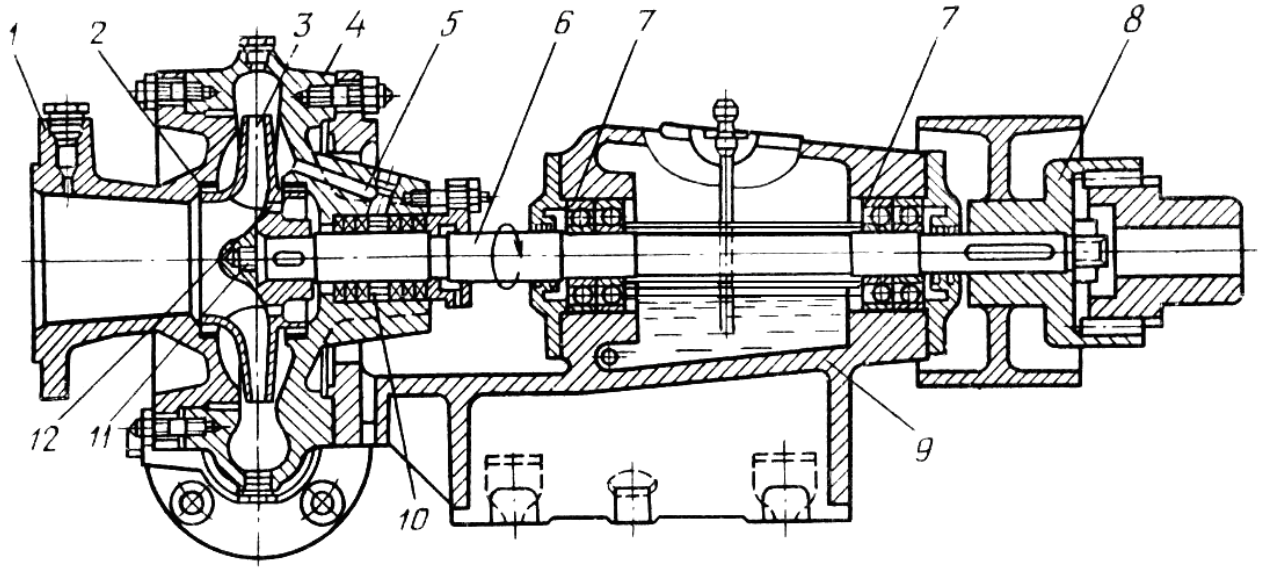
ნახ. 2.2 ცენტიდანული ტუმბოს დანადგარის სქემა.

1. შემწოვი მილის უკუსარქველი
2. შემწოვი მილი;
3. ტუმბოს კორპუსი;
4. მუშა თვალი (ბორბალი);
5. მუშა თვლის ფრთები.
6. სპირალური კამერის ჭრილი

მუშა თვლიდან გამოსული სითხე, ხვდება სპირალურ კამერაში, იქიდან დაწნევის ქვემილში და შემდეგ დაწნევის მილსადენში.

მუშაობის პირობებისა და დანიშნულების გათვალისწინებით დამუშავებულია სხვადასხვანაირი კონსტრუქციების ცენტრიდანული ტუმბოები.

1. კონსოლური ტუმბოები. ეს ტუმბოები იდგმება თარაზული ღერძით, აწარმოებენ ორი ტიპის, -ჰორიზონტალური ლილვით და ცალკე საყრდენით. -ჰორიზონტალური ლილვი მონობლოკური. ამ ტუმბოების წარმადობა =2,4 80 ლ/წმ; 8,8 98 მ დაწნევისას. ნახ. 2.3-ზე გამოსახულია კონსოლური ტუმბოს გრძივი ჭრილი.



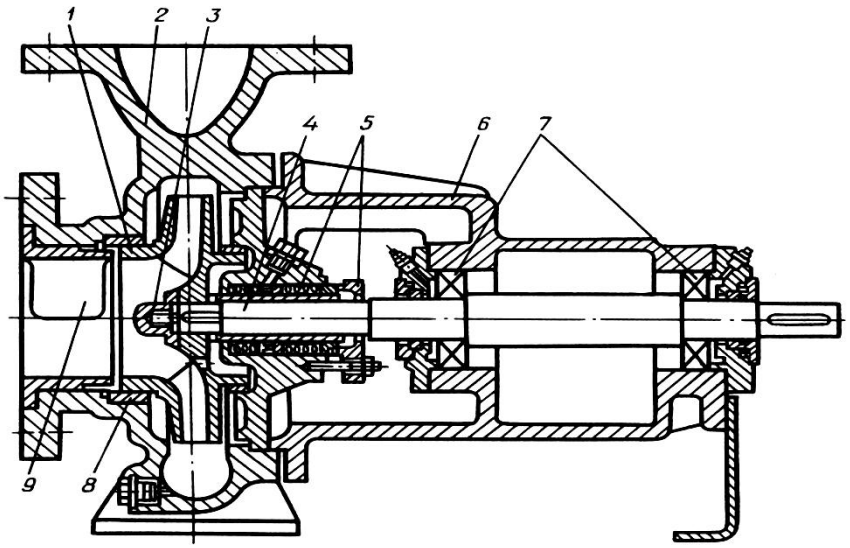
ნახ. 2.3 ცენტრიდანული კონსოლური ტუმბოს სქემა.
1- შემწოვი მილისი; 2- გამამკვრივებელი რგოლი; 3- მუშა თვალი; 4- სპირალური კორპუსი; 5- გამამკვრივებელ რგოლთან სითხის მისაყვანი ხვრელი; 6- ტუმბოს ლილვი; 7- საკისრები; 8- ქურო; 9- საყრდენი ფილა; 10- ჰიდრავლიკური გამკვრივების რგოლი; 11- ქანჩი; 12- განმტვირთავი ხვრელი.

ამ ტიპის ტუმბოები მოძრაობაში მოდის კომპლექტური ელექტროძრავითა და ქუროთი, რომლებიც მოთავსებულია ერთი საერთო ლილვის ფილაზე.

ასეთი ტიპის ტუმბოები მუშაობენ ან ღვედური გადაცემის, ან ელექტროძრავასთან მიერთებულია ქუროს საშუალებით. ძრავას მხრიდან კონსოლური ტუმბოების ღერძები ისევე როგორც სხვა ტუმბოების ბრუნავენ საათის ისრის საწინაღმდეგოდ.

ნახაზზე 2.4 მოყვანილია მოდერნიზირებული ტუმბო. ნახ. 2.3-ზე მოყვანილი ტუმბოსაგან ის განსხვავდება დიდი კომპაქტურობითა და მცირე მეტალო-მოცულობით. ტუმბო მიერთებულია ელექტრო ძრავასთან დრეკადი ქუროს მეშვეობით.

ტიპის ტუმბოებში, ტუმბო და ელექტროძრავა შეერთებულია ერთ კვანძში, მას უწოდებენ ტუმბო მონობლოკს. ამ ტუმბოების მუშა თვალი მაგრდება ელ. ძრავის წაგრძელებულ ლილვზე.



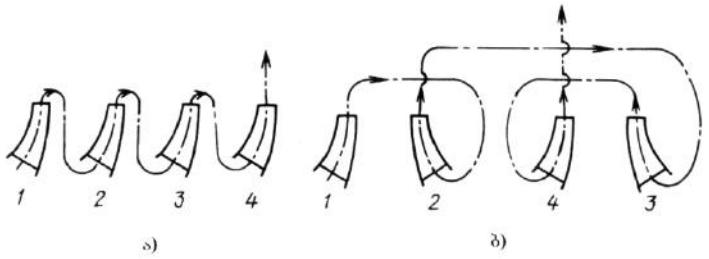
ნახ. 2.4 მოდერნიზებული კონსოლური ტუმბოს სქემა.
1- მუშა თვალი; 2- კორპუსი სპირალური გარსაცმით; 3- ქანჩი; 4- ლილვი;
5- ჩობალი; 6- საყრდენი ნაწილი; 7- საკისრები; 8- ხვრელის გამამკვრივებელი;
9- ვერტიკალური ფირფიტა.

კონსოლური ტუმბოების ღირსებებია კონსტრუქციის სიმარტივე და კომპაქტურობა, ნაკლოვანებაა – X ღერძული ძალა, რომელიც ცდილობს მუშა თვალი დაძვრას (დააშოროს) მიმღებ მილს. ამ ძალის შესამცირებლად ან მოსაცილებლად ტუმბოს მუშა თვალზე აკეთებენ განმტვირთავ ხვრელებს (12) (ნახ. 2.3), რაც უკანა ბადროზე ამცირებს წნევას თუმცა იწვევს გაჟონვის მომატებას.

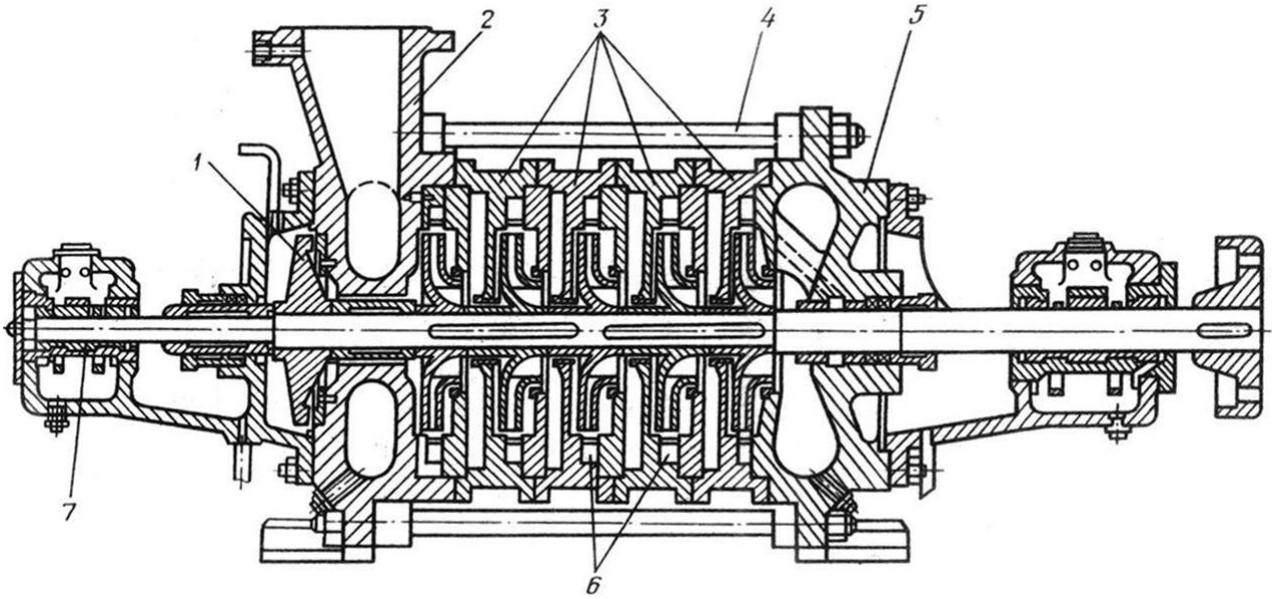
4. მრავალსაფეხურიანი ცენტრიდანული ტუმბოები.

ასეთ ტუმბოებში გადასაქაჩი სითხე თანმიმდევრობით გადაადგილდება რამოდენიმე მუშა თვლით, რომლებიც დამონტაჟებულია კორპუსში ერთ ლილვზე. თითოეული თვლის მიწოდება ერთნაირია, ხოლო ტუმბოს დაწნევა შეადგენს თითოეული მათგანის მიერ შედგენილ დაწნევათა ჯამს.

ასეთი ტუმბოების ორ ტიპს განასხვავებენ: სექციურს, კორპუსის ვერტიკალური გასართით, რომლის მუშა ბორბლები ორიენტირებულია ერთი მხრიდან სითხის შესასვლელებით (შესასვლელი ნახვრეტებით) და სპირალურს, კორპუსის ჰორიზონტალური (ღერძული) გასართით, რომლებზეც მუშა თვლებით შესასვლელი ნახვრეტები განლაგებულია წყვილად საპირისპიროდ. ასეთ ტუმბოებში სითხის მოძრაობის სქემა ნაჩვენებია ნახ. 2.5.



ნახ. 2.5 მრავალსაფეხურებიან ტუმბოებში სითხის მოძრაობის სქემა. ა-სექციური ბ-სპირალური.



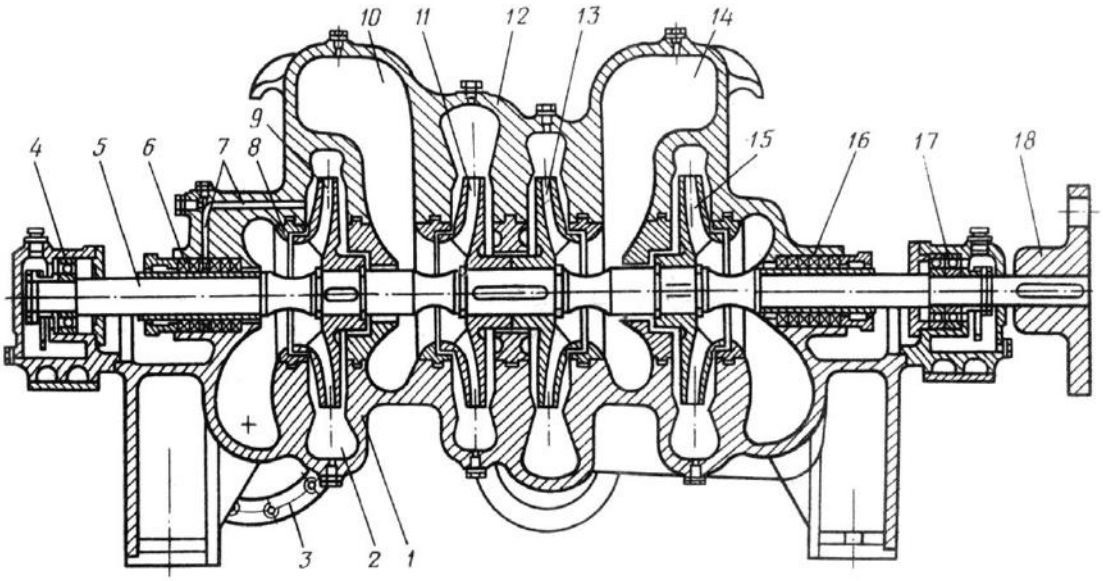
ნახ 2.6 ცენტრიდანული მრავალსაფეხურიანი ქსელური ტუმბოს სქემა.
1- ჰიდრავლიკური ქუსლი; 2- გამომსვლელი სექცია დაწნევითი მილისით;
3- ტუმბოს სექციები; 4- მომჭერი ჭანჭიკები; 5- შესვლითი სექცია შემწოვი მილისით;
6- მიმმართველი აპარატები; 7- საკისრები.

(ნახ. 2.6) მრავალსაფეხურიანი სექციური ტუმბოს კორპუსი შედგება ცალკეული სექციებისაგან, რომელთა რაოდენობა უდრის საფეხურების რაოდენობას. წყალი (სითხე) შესასვლელი სექციის (5) შემწოვი კამერიდან თანმიმდევრობით გადადის სექციებში (3) დაწნევიან მილისიდან გამოსასვლელ სექციამდე. სექციებს შორის გამკვრივებას უზრუნველყოფს რეზინის შუასადები. ასეთი კონსტრუქციის ტუმბოებში შესაძლებელია სექციების რაოდენობის შეცვლა, როგორც გაზრდა ასევე შემცირება, რაც იძლევ დაწნევის შესაბამისად გაზრდის ან შემცირების საშუალებას. არსებულ ასეთ ტუმბოებს მუშა თვლები გააჩნიათ 2-დან 10-მდე. ყოველი სექციის შიგნით განლაგებულია მიმმართველი აპარატი (6) და გადამყვანი არხები, რომლებიც უზრუნველყოფენ სითხის მიწოდებას შემდეგი საფეხურის მუშა თვლებთან. ღერძულ ჰიდრავლიკურ ძალებს აითვისებს ავტომატურად მოქმედი განმტვირთავი დანადგარი ჰიდრავლიკური ქუსლი (1). ამ ტუმბოების ნაკლოვანებაა დაბალი მ.ქ.კ. და დემონტაჟის სირთულე. წარმადობა იცვლება 30 დან 500 $მ^3$/სთ-მდე, ხოლო დაწნევა 44 დან 1900 მ-დე.

ნახ. 2.7-ზე წარმოდგენილია ოთხსაფეხურიანი სპირალური ტუმბოს სქემა. 9,11,13,15 ოთხი მუშა თვალი განლაგებულია ტუმბოს ლილვზე (5). მუშა თვლების შესასვლელი ხვრელები განლაგებულია ურთიერთსაპირისპიროდ. მათში სითხის დინება წარმოებს ანალოგიურად როგორც ნაჩვენებია სქემაზე ნახ. 2.6. ასეთ ტუმბოებში საფეხურების რაოდენობა წყვილი უნდა იყოს.

ღერძული ძალვებისაგან განტვირთვა ძირითადად სრულდება მუშა თვალში სითხის შესვლით, ხოლო ნარჩენ ძალვებს აღიქვამენ ურყევი და რადიალურად ურყევი საკისრები (4; 17. ნახ.2.7)

სპირალურ ტუმბოებს სექციურთან შედარებით გააჩნიათ მთელი რიგი უპირატესობები: უფრო მაღალი მ.ქ.კ, უფრო მარტივი დაშლა-აწყობა, არ გააჩნიათ მიმმართველი აპარატები და ღერძული ძალვები გაწონასწორებულია. ნაკლოვანებებია: დიდი გაბარიტი და რთული ფორმა. ამ ტუმბოების მარკაა ЦНQ-H, სადაც Ц-ცენტრიდანულია, H-ტუმბო, Q- წარმადობა ($მ^3$/სთ), H-დაწნევა (მ), მაგალითად ЦН400-105.

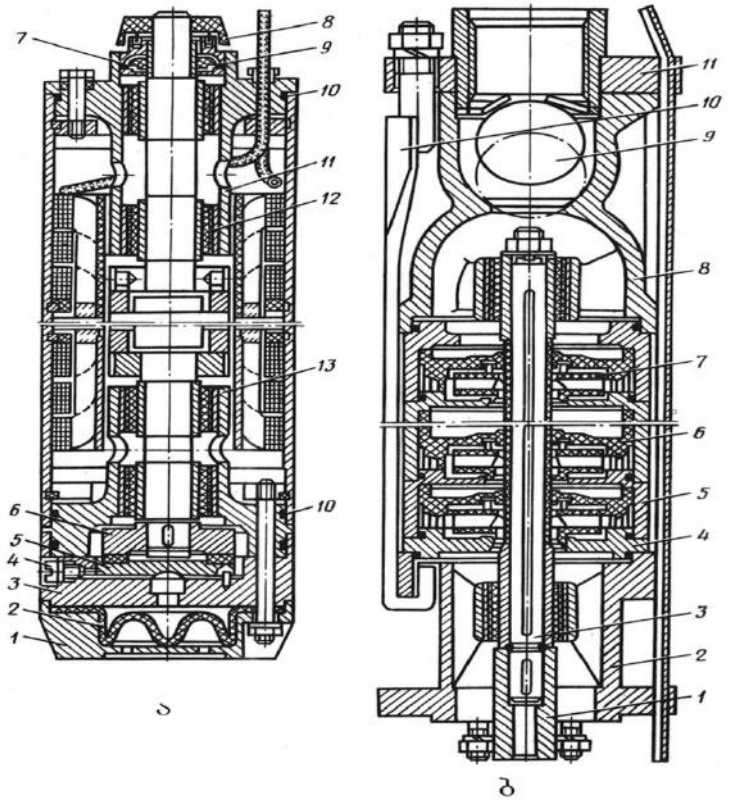


ნახ. 2.7 ცენტრიდანული მრავალსაფეხურიანი ტუმბო სპირალური არინებით.
1- კორპუსი; 2- სპირალური არინება; 3- შემწოვი მილისი; 4; 17- საკისრები;
5- ლილვი; 6; 16- ჩობალები; 7- ჰიდრავლიკური გამკვრივების მილი;
8- გამამკვრივებელი-დამცველი რგოლი; 9; 11; 13; 15- მუშა თვალი;
10; 14- გადამყვანი არხები; 12- კორპუსის სახურავი; 18- ნახევარქურო.

5. ცენტრიდანული ტუმბოები დიდი სიღრმიდან სითხის ამოსატუმბად.

ასეთი ტიპის ტუმბოებიდან ერთ-ერთი გავრცელებულია ჭაბურღილის ტუმბო ჩატვირთული ელექტროძრავით. ის წარმოადგენს აგრეგატს, რომელიც შედგება მრავალსაფეხურიანი ცენტრიდანული ტუმბოსა და ჩატვირთული ელექტროძრავასაგან (ნახ. 2.8). ჭაბურღილში ტუმბოს აგრეგატს ამაგრებენ მილსადენებზე (მწკრივზე) ისეთ სიმაღლეზე, რომ ტუმბოს შემწოვი ბადე იმყოფებოდეს ჭაბურღილში სითხის დინამიური დონიდან 1,5 მეტრით ქვევით, ხოლო ელექტროძრავას ძირი უნდა იმყოფებოდეს ჭაბურღილის ფილტრიდან მაღლა არა ნაკლებ ერთი მეტრისა.

ჭაბურღილში ჩატვირთული ტუმბოების მარკაა ЭЦВd_{ck}-Q-H. სადაც ЭЦВ ელექტრული, ცენტრიდანული, წყლის. d_{ck} ჭაბურღილის დიამეტრია (მმ), Q-($მ^3$/სთ), H-(მ), მაგ: ЭЦВ-25-300.



ნახ. 2.8 ჭაბურღილის ტუმბოს სქემა, ჩატვირთული ელექტროძრავით.

ა) ელექტროძრავა ПЭ .
1- საფარი;
2- დიაფრაგმა;
3; 4; 13- კორპუსი;
5- ქვექუსლი;
7- საყელური (მანჟეტი);
8- ქვიშის გადამცემი;
9; 10- რეზინის რგოლები;
11- თავი;
12- საკისარი.

ბ) ტუმბო
1- შემაერთებელი ქურო;
2- ფუძეს კორპუსი;
3- ლილვი;
4- ბადრო;
5- სექციის კორპუსი;
6- მიმმართველი აპარატი;
7- მუშა თვალი;
8- ზემო საკისარის მორგვი;
9- სფერული სარქველი;
10- მომხვეჭი.

6. პროპელერიანი, ანუ ღერძული ტუმბოები.

ასეთი ტუმბოები შეიძლება იყოს როგორც ვერტიკალური, ასევე თარაზული ღერძით. ისინი გამოიყენება Q=0,5÷54 (მ^3/სთ) წარმადობისას და H=2,5÷28 (მ) დაწნევისას.

7. ცენტრიდანული ტუმბოები შეწოვილი სხეულების ტრანსპორტირებისათვის.

ასეთებია ფეკალური ტუმბოები, რომელთა დანიშნულებაა ჭუჭყიანი სითხეების გადატუმბვა, ქვიშის ჰიდროტრანსპორტირება, მინის, ტორფისა და ნაცრის ჰიდროტრანსპორტირება.

8. გრიგალური ტუმბოები გამოიყენება სუფთა ან მარილიანი სითხეების გადასატუმბად.

თვით შემწოვ გრიგალურ ტუმბოებს აქვს ორი გრიგალური მუშა თვალი, ხოლო დანარჩენ გრიგალურ ტუმბოებს აქვს ერთი მუშა თვალი.

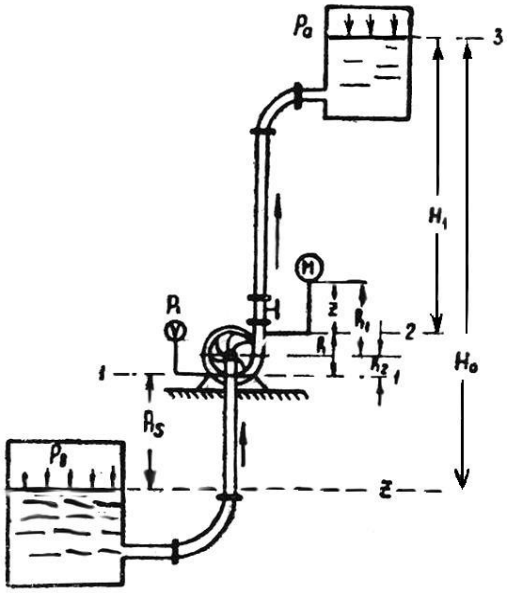
გარდა ზემოთ აღნიშნული გრიგალური ტუმბოებისა, არსებობს აგრეთვე ამ ტუმბოების ორი განსაკუთრებული ტიპი: გრიგალური გასახურებელი და გრიგალური თვითშემწოვი. გასახურებელი ტუმბოები გამოიყენება ისეთი სითხეებისათვის, რომლებიც გაცილებით ადვილად სქელდებიან, მაგალითად ფენოლი და სხვა. ასეთ ტუმბოებს აქვთ გაკეთებული დამატებითი სახურავები, რომლებიც ორთქლით ხურდებიან. გრიგალური თვითშემწოვი ტუმბოები განსხვავდება ჩვეულებრივი გრიგალური ტიპის ტუმბოებისაგან იმით, რომ მათ აქვთ დამატებითი საჰაერო კამერა და ჰაერგამყვანი, რომლებიც უზრუნველყოფენ ტუმბოს თვითშეწოვას.

თავი 3. ფრთიანი (ნიჩბებიანი) ტუმბოების სამუშაო პროცესი

3.1 ტუმბოს ძირითადი ტექნიკური მაჩვენებლები – სამუშაო პარამეტრები

ტუმბოს როგორც ჰიდრომანქანის ტექნიკური მაჩვენებლებია:

1. ტუმბოს მუშა თვლის დიამეტრი Д, (მ);
2. წნევა p პასკალობით ან H დაწნევა (მ), რომელსაც ტუმბო ანვითარებს;
3. ტუმბოს წარმადობა, ე.ი. ტუმბოს მიერ მიწოდებული სითხის ხარჯი Q $მ^3/წმ$,(ლ/წმ ან $მ^3/სთ$);
4. ტუმბოს ღერძზე მიწოდებული სიმძლავრე *N* (კვტ);
5. ტუმბოს მარგი ქმედების კოეფიციენტი *η*;
6. ტუმბოს ბრუნთა რიცვი – n (ბრ/წთ);
7. შეწოვის დასაშვები სიმაღლე h_s (მ);



ნახ. 3.1 ტუმბოს მოქმედების სქემა ძირითადი მაჩვენებლების დასადგენად.

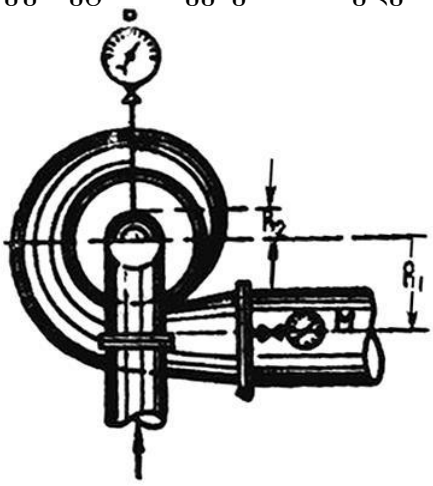
მოკლედ განვიხილოთ ტუმბოს ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები H, Q, N, n, h_s.

1. ტუმბოს H დაწნევა ის ჭარბი კუთრი ენერგიაა, რომელსაც ღებულობს ყოველი კილოგრამი მასის მქონე სითხე ტუმბოსაგან, ეს დაწნევა $H=E=E_2-E_1$ სითხის კუთრი ენერგიების სხვაობაა ტუმბოს გამოსასვლელ და შესასვლელ კვეთებს შორის. ტუმბოს H დაწნევა ანუ ის კუთრი ენერგია, რომელსაც ღებულობს სითხე ტუმბოსაგან, განმარტების თანახმად ტოლია:

$$H = E = E_2 - E_1 = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_2 V_2^2 - \alpha_1 V_1^2}{2g} + h$$

სადაც p_1 და p_2 - წნევის სიდიდეები ვაკუუმმეტრის და მანომეტრის მიერთების კვეთში; V_1 - დინების საშუალო სიჩქარე შესასვლელ (1-1) კვეთში; V_2 - დინების საშუალო სიჩქარე 2-2 დაწნევის კვეთში; h - მანომეტრსა და ვაკუუმმეტრის მიერთების კვეთებს შორის ვერტიკალური მანძილი; α - კორიოლისის კოეფიციენტი. **როგორც ფორმულიდან ჩანს ტუმბოს დაწნევა**

შესასვლელი და გამოსასვლელი კვეთების დაწნევებისა და კუთრი კინეტიკური ენერგიის სხვაობათა ჯამია და მას დაემატება ამ კვეთებს შორის არსებული ვერტიკალური მანძილი. ტუმბოს მიერ განვითარებული დაწნევა შეიძლება გამოვთვალოთ როგორც მკვებავ და მიმღებ ავზებში სითხის დონეთა სხვაობით, ასევე მანომეტრისა და ვაკუუმმეტრის ჩვენების მიხედვითაც.



ნახ. 3.2 მანომეტრისა და ვაკუუმმეტრის ცენტრიდანულ ტუმბოზე მიერთების სქემა.

ამრიგად, ტუმბოს *H* დაწნევა მანომეტრული და ვაკუუმმეტრული დაწნევების ალგებრული ჯამის ტოლია *(M_0+V_0),* რომლებიც დაყვანილია ტუმბოს ღერძამდე და მას დაემატება შესასვლელი და გამოსასვლელი კვეთების საშუალო სიჩქარეთა დაწნევათა სხვაობა.

ვაკუუმმეტრული V_0 დაწნევა დადებითია თუ ტუმბო მუშაობს შეწოვით და იქნება უარყოფითი, თუ იგი მუშაობს შეტბორვით.

ტუმბოს დაწნევა გარდაქმნების შედეგად შეიძლება გამოისახოს წნევის ფორმულით $P=\rho gH$ (3.10)

2. ტუმბოს წარმადობა Q ხარჯი.

ტუმბოს მიერ მიწოდებული Q სითხის ხარჯი, ანუ ტუმბოს წარმადობა სითხის ის მოცულობაა, (მოცულობითი ხარჯი), რომელსაც ტუმბო აწვდის დროის ერთეულში (Q - ლ/წმ; მ^3/წმ; მ^3/სთ).

ტუმბოს მასური ხარჯი გამისახება ფორმულით $G=\rho gQ$ (კგ.წმ; კგ.სთ), რომლის ზოგადი ფორმულა შეიძლება გამოისახოს $Q=Vn/60$ (მ^3/წმ) ან $Q=60Vn$ (მ^3/სთ), სადაც V არის ბრუნვისას მიწოდებული სითხის მოცულობა, n ბრუნთა რიცხვი წუთში.

3. ტუმბოს სიმძლავრე (N - ვტ, კვტ).

m მასის სითხის მოცულობის H სიმაღლეზე მიწოდებისას ტუმბო ასრულებს მუშაობას mgH (ჯ), Q (მ^3/წმ) მიწოდებისას $m=\rho Q$ (Q - მოცულობითი ხარჯია). ხოლო სასარგებლო სიმძლავრე $N_ს=\rho gQH$ (ვტ) ან კილოვატებში.

$$N_ს=\rho gQH/1000$$

$N_ს$ სასარგებლო სიმძლავრე - სითხის სიმძლავრე.

ტუმბოს ლილვზე გადაცემული ანუ ტუმბოს მიერ მოხმარებული სიმძლავრე აღემატება ტუმბოში აღძრულ სიმძლავრეს (სასარგებლო სიმძლავრეს) ენერგიის დანაკარგის სიდიდით. აღნიშნულ დანადგარებს ითვალისწინებენ მ.ქ.კ-ით.

4. მარგი ქმედების კოეფიციენტი - მ.ქ.კ (η)

ტუმბოს მ.ქ.კ. $\eta=N_ს/N_ტ$

ტუმბოს სრული მ.ქ.კ - η კოეფიციენტი სითხეზე მიწოდებული სიმძლავრისა და ტუმბოს ღერძზე არსებული სიმძლავრის ფარდობაა, ცხადია იგი ყოველთვის ერთზე ნაკლებია. ტუმბოს მ.ქ.კ. ითვალისწინებს ყველა სახის დანაკარგებს სითხის გადატუმბვისას, ესენია: წნევის ჰიდრავლიკური, სითხის მოცულობითი და სიმძლავრის მექანიკური დანაკარგები.

5. ტუმბოს ბრუნთა სიხშირე n - საანგარიშო, ანუ ნორმალური ბრუნთა რიცხვია წუთებში.

ნორმალურთან შედარებით ბრუნთა რიცხვის მომატება დაუშვებელია, რადგან მან შეიძლება გამოიწვიოს ტუმბოს სერიოზული დაზიანება. ამიტომ ამ შემთხვევაში საჭიროა მისი ნაწილების შემოწმება სიმტკიცეზე ან გამომშვებ ქარხანასთან შეთანხმება.

ტუმბოს მუშაობა შემცირებული ბრუნთა რიცხვით დასაშვებია, მაგრამ გადაანგარიშებას საჭიროებს მისი მწარმოებლობა, დაწნევა და მ.ქ.კ. ტუმბოს ბრუნთა რიცხვის შეცვლისას საანგარიშო პარამეტრების გამოთვლა შეიძლება ჰიდრომანქანების მსგავსების თეორიის საფუძველზე.

6. შეწოვის დასაშვები გეომეტრიული h_s სიმაღლე.

აღნიშნული სიდიდე არის ვერტიკალური მანძილი სითხის ქვედა დონიდან (მკვებავი ზედაპირიდან, საიდანაც ხდება შეწოვა) ვაკუუმმეტრის მიერთების ადგილამდე. იგი განისაზღვრება ვაკუუმმეტრის ჩვენებით, რომელიც სითხის სვეტის სიმაღლეებში შეიძლება გამოისახოს შემდეგი ფორმულით:

$$H_{ვაკ}= h_s + \sum h_{0-1} + \frac{\alpha V_1^2}{2g}$$

სადაც $H_{ვაკ}$ არის ვაკუუმმეტრის ჩვენება სითხის სვეტის სიმაღლეებში; h_s შეწოვის გეომეტრიული სიმაღლეა; $\sum h_{0-1}$ დაწნევის დანაკარგების ჯამია შემწოვ მილში (ადგილობრივი და მილსადენის სიგრძეზე); V_1 დინების საშუალო სიჩქარე შემწოვ მილში; ($h_s= z_ტ$ ტუმბოს დამონტაჟების სიმაღლე).

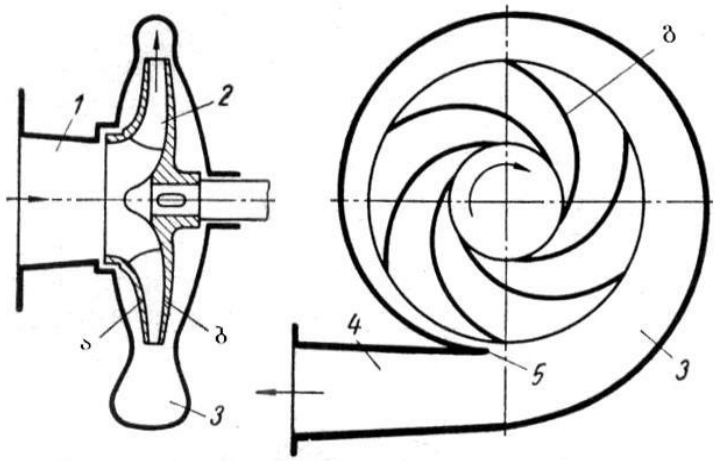
ტუმბოს კატალოგებში ყოველი მარკისა და ზომების ტუმბოებისათვის მოცემულია ($H_{ვაკ}$) შეწოვის დასაშვები ვაკუმეტრული სიმაღლე, აღნიშნულ სიდიდეს უჩვენებს აგრეთვე დამამზადებელი ქარხანა.

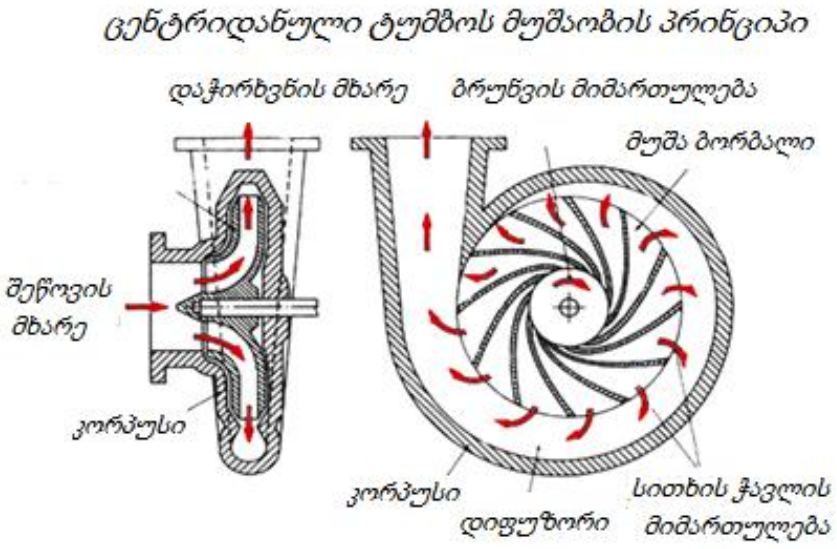
3.2 ტუმბოს მუშა თვალში სითხის მოძრაობა

თანამედროვე ტექნიკაში გამოიყენება დიდი რაოდენობის სხვადასხვა სახის ჰიდრომანქანები. ფართო გავრცელება მიიღო ნიჩბებიანმა და მოცულობითმა ტუმბოებმა და ჰიდროძრავებმა. ნიჩბებიანი ჰიდრომანქანის მუშა ორგანოა მბრუნავი მუშა თვალი. აღნიშნულ მექანიზმში სითხეზე ენერგიის გადაცემა (ტუმბოში) ან პირიქით სითხის ენერგიის გადაცემა მუშა ბორბალზე (ნიჩბებიან ჰიდროძრავაში) წარმოებს ნიჩბების სითხის გარსშემოდინებისას მათი დინამიური ურთიერთქმედების შედეგად. ნახ.3.3 მოყვანილია ცენტრიდანული ტუმბოს უმარტივესი სქემა.

ა) ამყოლი ბადრო; ბ) წამყვანი ბადრო; გ) ნიჩბები.

ცენტრიდანული ტუმბოს მუშაობის პრინციპი

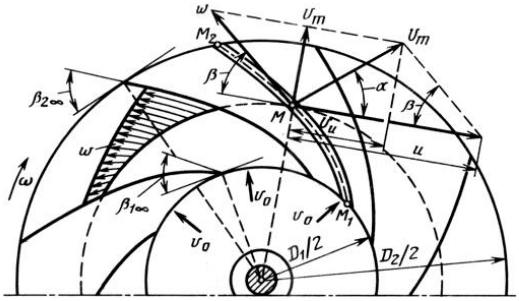




ნახ. 3.3 ცენტრიდანული კონსოლური ტუმბოს სქემა.
1. შესასვლელი;
2. მუშა თვალი;
3. გამოსასვლელი;
4. დიფუზორი.
ა) ამყოლი ბადრო; ბ) წამყვანი ბადრო; გ) ნიჩბები.

მუშა თვლის დანიშნულებაა სითხეზე მექანიკური ენერგიის გადაცემა. ცენტრიდანული ტუმბოს მუშა თვალი შედგება ორი ბადროსაგან: ა) ამყოლი (წინა მხარე); ბ) წამყვანი, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია მათ შორის მოთავსებული ნიჩბებით. მუშა თვალი ლილვზე დამაგრებულია წამყვანი ბადროთი. მუშა თვალში სითხე მოძრაობს ცენტრიდან პერიფერიისაკენ და შემდეგ გადადის სადაწნეო მილსადენში, ხოლო მრავალსაფეხურებიან ტუმბოებში კი მომდევნო თვალში და ა.შ.

განვიხილოთ ცენტრიდანული ტუმბოს მუშა თვალში სითხის მოძრაობის გამარტივებული სქემა იმ პირობით, რომ მუშა თვლის ნიჩბების რაოდენობა უსასრულოდ ბევრია. ასეთი შემთხვევისათვის სითხის დინება იქნება ჭავლური, რაც ნიშნავს, რომ მისი ყოველი ნაწილის ტრაექტორია და ნიჩბების მოხაზულობები ემთხვევა ნახ. 3.4-ზე ნაჩვენებ სქემას.



ნახ. 3.4 ტუმბოს მუშა თვალში სითხის მოძრაობის სქემა და სიჩქარეთა პარალე- ლოგრამი.

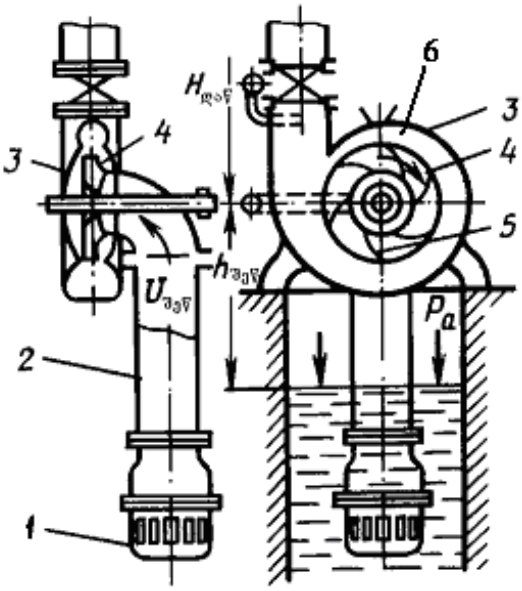
მუშა თვლის მოძრაობისას (ბრუნვისას) 1 2 სითხის ჭავლის თხევადი ნაწილაკი ერთდროულად მონაწილეობს ორ მოძრაობაში: გადატანითში, წრიული (გადატანითი) სიჩქარის ვექტორით, რომლის მიმართულება ემთხვევა იმ წრეწირის შემხების მიმართულებას, რომელზეც ნაწილაკი (წერტილი) მდებარეობს. სრული სიჩქარის V ვექტორი მიიღება და ჭ ვექტორების გეომეტრიული შეკრებით. და V ვექტორებს შორის კუთხე აღვნიშნოთ -თი, ხოლო წრიული სიჩქარის საწინააღმდეგო მიმართულებასა და ფარდობითი სიჩქარის ჭ ვექტორს შორის კუთხე -თი.

სრული სიჩქარის გეგმილი რადიუსზე არის $V_ə$ - მერიდიანული სიჩქარე, ხოლო წრეწირის შემხებზე გეგმილი - $V_უ$ არის სრული სიჩქარის მდგენელი.

3.3 ცენტრიდანული ტუმბოს კონსტრუქციული ელემენტები

ცენტრიდანული ტუმბოები ყველაზე უფრო გავრცელებული სახეა. საექსპლუატაციოდ მოსახერხებელია, შედარებით ადვილად მზადდება და საკმაოდ დიდი წარმადობისაა.

ცენტრიდანული ტუმბოები მრავალი სახეობისაა, მაგრამ მათ აქვთ ბევრი რამ საერთო და ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან კონსტრუქციული ელემენტებით და ლითონის ხარისხით.



ნახ. 3.5 ცენტიდანული ტუმბოს დანადგარის სქემა.

1. შემწოვი მილის უკუსარქველი
2. შემწოვი მილი;
3. ტუმბოს კორპუსი;
4. მუშა თვალი (ბორბალი);
5. მუშა თვლის ფრთები.
6. სპირალური კამერის ჭრილი

ცენტრიდანული ტუმბო შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან (ნახ. 3.5): მუშა თვალი (4), სპირალური კამერა (6) და შემწოვი მილი (2). გარდა ამ ნაწილებისა ცენტრიდანულ ტუმბოზე უნდა იყოს დროსელური საკეტი, შემვსები მილი (1) და წნევის საზომი ხელსაწყოები.

შემწოვი მილი ტუმბოსთან შეერთებულია ჰერმეტულად, ამის გამო მათ შორის იდება ტყავის ან რეზინის შუასადები და შეერთება ხდება ჭანჭიკებითა და ქანჩებით.

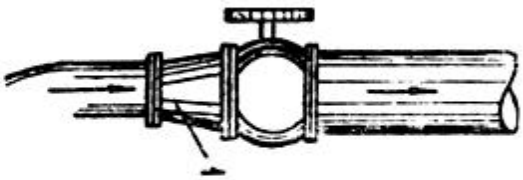
შემწოვი მილი მუშა თვალს სითხეს აწვდის ბრუნვის ღერძის მიმართულებით. მუშა თვალზე ფრთების (ნიჩბების) საშუალებით მოწყობილია მრუდწირული რადიალური არხები (ნახ. 3.6, 1) მუშა თვლის არხებში შესული სითხე, ბრუნვის შედეგად ტუმბოსაგან ღებულობს ენერგიას. როდესაც სითხე მიაღწევს მუშა თვლის გარე დიამეტრს, იგი გადადის უძრავ სპირალურ კამერაში. როდესაც ტუმბო საკმაოდ დიდი ზომისაა, მუშა თვალსა და სპირალურ გარსაცმს შორის მოთავსებულია ე.წ. მიმმართველი აპარატი, ხოლო სპირალურ გარსაცმსა და სადაწნეო მილსადენს შორის მოთავსებულია კონუსური კვეთის მილსადენი, რომელსაც დიფუზორი ეწოდება (ნახ. 3.7).

მიმმართველი აპარატის დანიშნულებაა მუშა თვლიდან გამოსულ სითხეს შეუცვალოს მიმართულება ისე, რომ ნაკადმა არ მოახდინოს დარტყმა სპირალური კამერის კედლებზე, რის შედეგადაც მცირდება ენერგიის დანაკარგები. დიდი ზომის ტუმბოებში მიმმართველი აპარატის ფრთები შეიძლება იყოს მოძრავი.

დიფუზორი თავისი მოქმედების პრინციპით ჰიდრავლიკური კონუსური ნაცმია, რომლის დანიშნულებაა შეამციროს კინეტიკური ენერგია და მისი უმეტესი ნაწილი გარდაქმნას პოტენციურ ენერგიად, ე.ი. წნევად, რაც კიდევ უფრო გაზრდის ტუმბოს დაწნევას.

იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ ტუმბოს მუშა თვალში ჰაერის შეწოვა ან ტუმბოდან სითხის გამოჟონვა ტუმბოს ღერძს ამკვრივებენ. სადაწნეო მილსადენის დასაწყისში მოთავსებულია დროსელიანი საკეტი, ტუმბოს ნორმალურად გაშვებისა და გაჩერებისათვის სადაწნეო მილსადენი მცირე დიამეტრიანი მილით შეერთებულია ტუმბოს კამერასთან. ამ მილს აქვს თავისი საკეტი, მას შემვსებ მილს უწოდებენ. ზოგჯერ შემვსები მილის ნაცვლად სპირალურ კამერაზე აკეთებენ ნახვრეტს საცობით. მილის ან ნახვრეტის დანიშნულებაა გაშვების წინ სითხით შეავსოს ტუმბოს შემწოვი მილი. შემწოვი მილის წინასწარ ავსება საჭიროა მაშინ, როდესაც მილის უკუსარქველი დაზიანებულია და ტუმბოს გაჩერებისას მილი იცლება.

ნახ. 3.6



ნახ. 3.7

3.4 ცენტრიდანული ტუმბოს შემწოვი მილი, სპირალური გარსაცმი, მიმმართველი აპარატი და დიფუზორი

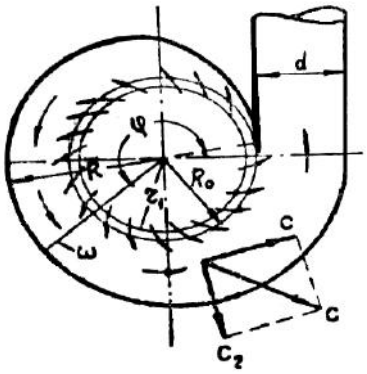
შემწოვი მილი. ეს მილი აკავშირებს ტუმბოს მკვებავ ავზთან. ვერტიკალური სიმაღლე ტუმბოს შესასვლელ კვეთსა და მკვებავი ავზის დონეს შორის h_s შეწოვის სიმაღლეა, აღნიშნული სიმაღლე შეიძლება იყოს დადებითი, თუ მკვებავი ავზის დონე უფრო ქვემოთაა, ვიდრე ტუმბოს შესასვლელი კვეთი და შეიძლება იყოს უარყოფითი, თუ მკვებავი ავზის დონე ზემოთაა, ვიდრე ტუმბოს შესასვლელი კვეთი.

შემწოვი მილები ტუმბოებში უმრავლეს შემთხვევაში მუდმივი კვეთის ცილინდრული მილებია. იშვიათია, რომ ტუმბოს შემწოვი მილი იყოს კონუსური. იგი სიგრძეზე ან სწორია ან 90° ით მოხრილია. შემწოვი მილი მკვებავ ავზში სითხეში ისე უნდა იყოს ჩაშვებული, რომ შეწოვის დროს ჰაერი არ მოხვდეს ტუმბოში, წინააღმდეგ შემთხვევაში ტუმბო შეწყვეტს სასარგებლო მუშაობას. შემწოვი მილის ბოლოში მოწყობილია უკუსარქველი და რომ არ შეისრუტოს სხეულები აქვს ბადე. უკუსარქვლის დანიშნულებაა ტუმბოს უმუშევრობისას გადაკეტოს შემწოვი მილი და ის შეინარჩუნოს სითხით შევსებული.

თუ შეწოვის სიმაღლე სწორად არ არის შერჩეული, მაშინ ტუმბო ან სრულებით ვერ ამოტუმბავს სითხეს ან თუ იმუშავა მოკლე დროში გამოვა მწყობრიდან.

სპირალური კამერა. ცნობილია, რომ მუშა თვლიდან გამოსულ სითხეს აქვს დიდი რაოდენობით კინეტიკური ენერგია, რომელიც საჭიროებს გარდაიქმნას პოტენციურ ენერგიად ე.ი. წნევად. სითხის კინეტიკური ენერგიის წნევად გარდაქმნა შეიძლება სპირალური კამერის მეშვეობით.

სპირალური კამერა ნახ.3.8 ისე უნდა შესრულდეს, რომ სითხის ენერგიის ერთი სახიდან (კინეტიკურიდან) მეორეში (პოტენციურში) გადასვლა ხდებოდეს მინიმალური დანაკარგებით. თეორიულად ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ნაკადის კუთრი ენერგია სპირალური კამერის მთელ არეში უნდა იყოს მუდმივი. ჰიდროდინამიკიდან ცნობილია, რომ ამ შემთხვევაში სითხის ნაკადის მოძრაობა უნდა უახლოვდებოდეს პოტენციურ მოძრაობას, ე.ი. არ უნდა არსებობდეს გრიგალური დინება და ასეთ შემთხვევაში სიჩქარის ცირკულაცია ნაკადის მთელ არეში მუდმივი სიდიდეა.



ნახ. 3.8 ტუმბოს სპირალური კამერის სქემა

ტუმბოს მიმმართველი აპარატი. ცენტრიდანულ ტუმბოს შეიძლება ჰქონდეს მიმმართველი აპარატი, თუ ტუმბო დიდი ზომისაა და დიდი წარმადობა აქვს.

მიმმართველი აპარატის ფრთების ზომა ისეთი უნდა იყოს, რომ მუშა თვალიდან გამოსული ნაკადის მიმართულება დასაწყისშივე არ შეიცვალოს. ამიტომ ფრთების ზომა უნდა იქნას შერჩეული, მუშა თვლიდან გამოსული ნაკადის დენის წირების ფორმის მიხედვით, რომ არ შევიწროვდეს ნაკადი და ზედმეტად ენერგია არ დაიკარგოს.

მიმმართველი აპარატის ფრთების ფორმას ადგენენ დენის წირის განტოლების მიხედვით. აპარატის არხები მოისაზრება ლოგარითმულ სპირალზე. ხშირად მიმმართველი აპარატის არხები შედგება ორი ნაწილისაგან: სპირალური კამერისა და დიფუზორისაგან.

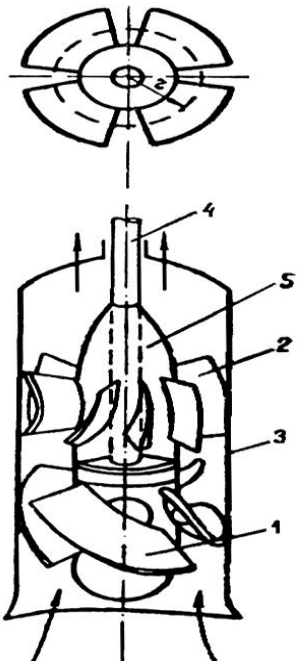
დიფუზორი. სადაწნეო მილსადენის დასაწყისში ზოგჯერ აყენებენ დიფუზორს (ამ დიფუზორს არავითარი საერთო არ აქვს მიმმართველი აპარატის დიფუზორთან). დიფუზორი კონუსისებრი მოკლე მილია, რომლის გაშლის კუთხეა 10-12°, გაშლის კუთხე ასეთი მცირეა იმიტომ, რომ ადგილი არ ჰქონდეს ნაკადის კედელთან მოცილებას და მათ შორის ვაკუუმის გაჩენას, რაც ცხადია დიდად შეამცირებს ტუმბოს მ.ქ.კ.-ს. მისი სიგრძე უნდა იყოს არანაკლებ 2-3 დიამეტრისა. დიფუზორის მიერთება ტუმბოსთან, როგორც წესი უნდა შესრულდეს შედუღებით.

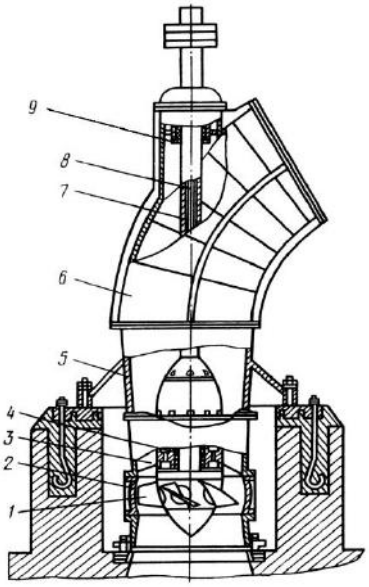
3.5 პროპელერიანი ტუმბოები (ღერძული ტუმბო)

პროპელერიანი ტუმბოები ცენტრიდანული ტუმბოების სახისაა. ამ ტუმბოებშიც სითხის წნევა იზრდება კინეტიკური ენერგიის ხარჯზე.

პროპელერიანი ტუმბო ნახ. 3.9 შედგება ფრთიანი მუშა თვლისა (1) და მიმმართველი აპარატისაგან (2), რომელიც მუშა თვლის ზემოთაა მოთავსებული. მიმმართველი აპარატი შედგება ლითონის ცილინდრისაგან (5), რომლის ზედაპირზე ყრუდ დამაგრებულია აპარატის ფრთები (2). ლითონის ცილინდრში თავისუფლად გადის ტუმბოს ღერძი (4), რომელიც ბრუნვით მოძრაობაში მოდის ელექტროძრავას საშუალებით. მიმმართველი აპარატის ფრთები უძრავია.

ტუმბოს მუშა თვალი და მიმმართველი აპარატი ჩადგმულია ლითონის ცილინდრულ კამერაში (3). ნაკადი ტუმბოში შედის ქვედა ნაწილიდან და გადის ტუმბოდან ღერძის მიმართულებით. ძირითადი ნაკადის ასეთ ღერძულ დინებას ხელს უშლის რადიალური დინება, ამიტომ იგი უნდა იყოს რაც შეიძლება მცირე ინტენსივობის, რომ უზრუნველვყოთ ტუმბოს მაღალი მ.ქ.კ.



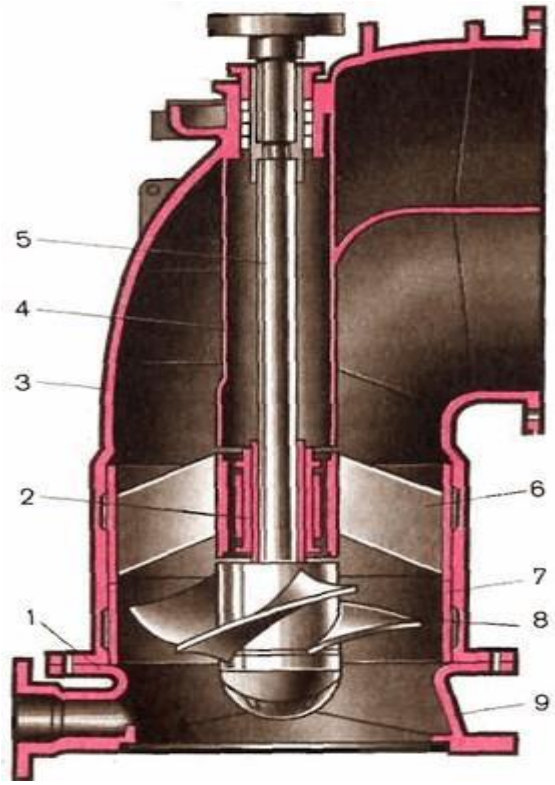


ნახ. 3.9 პროპელერიანი ტუმბოს სქემა:

1. მუშა თვლის ფრთები;
2. მიმმართველი აპარატის ფრთები;
3. ტუმბოს კამერა;
4. ლილვი;
5. მიმმართველი აპარატის ლითონის საყელო

ნახ.3.10 პროპელერიანი ტუმბოს სქემა

1.მუშა თვალი
2.მუშა თვალის კამერა
3.მიმართველი აპარატი
4.9.ქვედა და ზედა საკისრები
5.დიფუზორი
6.ტუმბოს კორპუსი
7.ლილვი
8.ნიჩბების მომბრუნებელი ჭოკი



მუშა თვლის ბრუნვის მომენტი, მუშა თვლიდან გადაეცემა სითხის ნაკადს, რომელიც შემწოვი მილიდან შედის ტუმბოში. ასეთი ტუმბოსათვის სპეციალური შემწოვი მილი არ არის საჭირო, რადგან მის როლს ასრულებს პროპელერიანი ტუმბოს კამერის წაგრძელება მუშა თვლის ქვემოთ. როდესაც სითხის ნაკადი მიიღებს მბრუნავ მომენტს თვლიდან გაივლის მიმმართველი აპარატის ფრთებს, სადაც მბრუნავი მომენტი გარდაიქმნება დაწნევად და შემდეგ სითხე გადადის სადაწნეო მილში.

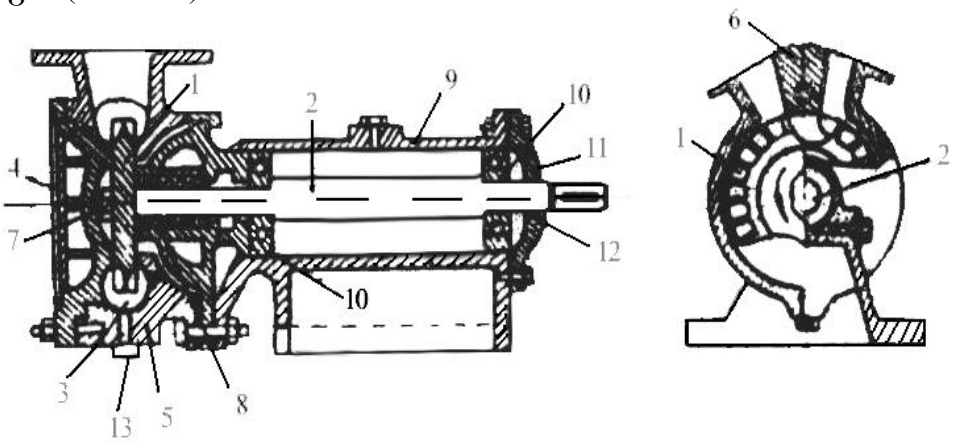
პროპელერიანი ტუმბოების ნორმალური მუშაობისათვის საჭიროა, რომ მისი სწრაფმავლობის n_s კოეფიციენტი იყოს, რაც შეიძლება დიდი და კამერასა და მბრუნავ ნაწილებს შორის მანძილი, რაც შეიძლება მცირე, რათა გაიზარდოს ტუმბოს მ.ქ.კ, რომელიც შეიძლება აღწევდეს 0,99-ს. ასეთ ტუმბოებს აქვთ დიდი დიამეტრის ლილვი, ამიტომ შესაძლებელია მოეწყოს საბრუნი მუშა ფრთები, რაც იძლევა საშუალებას საჭიროების შემთხვევაში შეიცვალოს ტუმბოს წარმადობა მუდმივი ბრუნთა რიცხვის დროს.

3.6 გრიგალური ტუმბოები

გრიგალური ტუმბოები ისე, როგორც პროპელერიანი, ცენტრიდანული ტუმბოების განსაკუთრებული სახესხვაობაა.

გრიგალური ტუმბო შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან: ერთი - ჰიდრავლიკურისაგან: კამერის, სახურავის, მუშა თვლის და ლილვის

გამკვრივებისაგან; მეორე - ამძრავისაგან: საყრდენი გორგოლაჭებისაგან და ლილვისაგან (ნახ. 3.11)



ნახ. 3.11 გრიგალური ტუმბოს გრძივი და განივი ჭრილი.
1- მუშა თვლის ფრთები; 2- ლილვი; 3- პარალელური კამერის ჭრილი; 4- სახურავი; 5- კორპუსი; 6- სადაწნეო მილების ტიხარი; 7- სპეციალური ქანჩი; 8- სპეციალური საყელურები; 9- კამერა; 10- გორგოლაჭები; 11- კამერის სახურავი; 12- ძენძის ერთი რგოლი (გამკვრივება); 13- საცობი.

თუჯის კამერის (5) სახელურში გაკეთებულია ოვალური (კონცენტრული) არხი (3), რომელიც იწყება შემწოვი ქუროდან, გადის ბრუნვის მიმართულებით და უერთდება სადაწნეო ქუროს. ორივე ეს ქურო მოთავსებულია კამერის ზედა ნაწილში, რომლებიც ერთმანეთისაგან გამოყოფილია ტიხრით (6). აღნიშნული ტიხარი გადახურავს მუშა თვლის არანაკლებ ორ ნიჩაბს. სახურავი (4) კეტავს კამერის წინა ნაწილს და მასთან ერთად ქმნის ოვალური ფორმის მუშა არხსა და არეს, რომელშიც მოთავსებულია მუშა თვალი (1). იგი ფოლადის ბორბალია, რომლის წრეხაზზე ორივე მხრიდან ამოღარულია ღრმულები და დარჩენილი კბილები, რაც ქმნის მუშა ფრთებს. მუშა თვალი ლილვზე დამაგრებულია ლითონის სოგმანით და სპეციალური ქანჩით (7). ლილვის გამკვრივება შეიძლება სპეციალური საყელურებით (8), რომლებიც მოქმედებენ ზამბარისა და ტუმბოს ღერძული ძალების მეშვეობით. გამკვრივება შეიძლება აგრეთვე ჩვეულებრივი ძენძითაც, თუ ტუმბო არ ავითარებს დიდი წნევის.

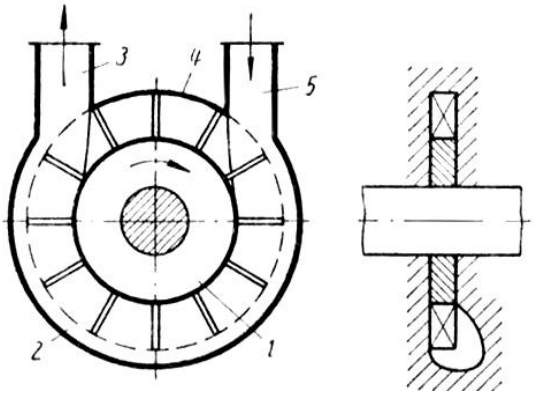
ამძრავი ნაწილი შესდგება თუჯის (9) კამერისაგან, რომელსაც ორივე ბოლოში მოთავსებული აქვს გორგოლაჭები (10), რომელშიც თავისუფლად გორავს ლილვი (2). კამერის სახურავი (11) კეტავს კამერას (9) და მას გაკეთებული აქვს ძენძის რგოლი კამერიდან ზეთის გაჟონვის საწინააღმდეგოდ. თუ ტუმბო არ მუშაობდა დიდი ხნის განმავლობაში, სასურველია მოვხსნათ საცობი (13) და გავათავისუფლოთ მუშა არხი და კამერა სითხისაგან.

გრიგალური ტუმბოს მუშა ორგანო - მუშა თვალი კონსოლურადაა დამაგრებული ამძრავის ლილვზე. ტუმბოში შემწოვი ქვემილიდან სითხე მიეწოდება ოვალურ არხში, საიდანაც ის განიდევნება მუშა თვლით და მიეწოდება დაწნევიდან ქვემილში. აღნიშნული ტუმბოები მუშა თვლის ტიპის მიხედვით იყოფა დახურული ტიპის და ღია ტიპის.

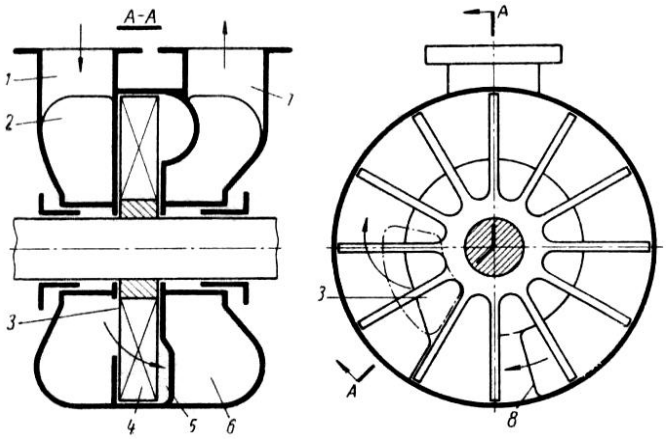
ზემოთ განხილული იყო დახურული ტიპის გრიგალური ტუმბო. ნახაზზე 3.12 მოყვანილია დახურული ტიპის გრიგალური ტუმბო. ამ ტიპის ტუმბოების მუშა თვლების ნიჩბები მოკლეა, მათი შიგა რადიუსი ტოლია არხის შიგა რადიუსის. შემწოვი ქვემილიდან სითხე მიეწოდება პირდაპირ არხში. ღია ტიპის ტუმბოებში (ნახ. 3.13) ნიჩბების (ფრთების) შიგა რადიუსი ნაკლებია ოვალური არხის შიგა რადიუსზე. ღია ტიპის გრიგალურ ტუმბოში სითხე შემწოვი მილიდან (1) მიეწოდება საზიდარს (2), საიდანაც შემწოვი ფანჯრიდან (3) (მიეწოდება) გადაედინება მუშა თვალში (4) და შემდეგ გადაეწოდება არხს (5) (ნახ. 3.13).

ტუმბოს მუშა თვლის ტიპზეა დამოკიდებული მისი კავიტაციური თვისებები, აგრეთვე თვით დაქაჩვის საშუალება და აირისა და სითხის ხსნარზე მუშაობა.

სითხე, რომ მოხვდება არხში, შემდგომ მუშა თვლის საშუალებით ის განიდევნება არხიდან და დაწნევიანი ხვრელიდან (8) და გადამყვანიდან (6) მიეწოდება დაწნევიან მილში (7).



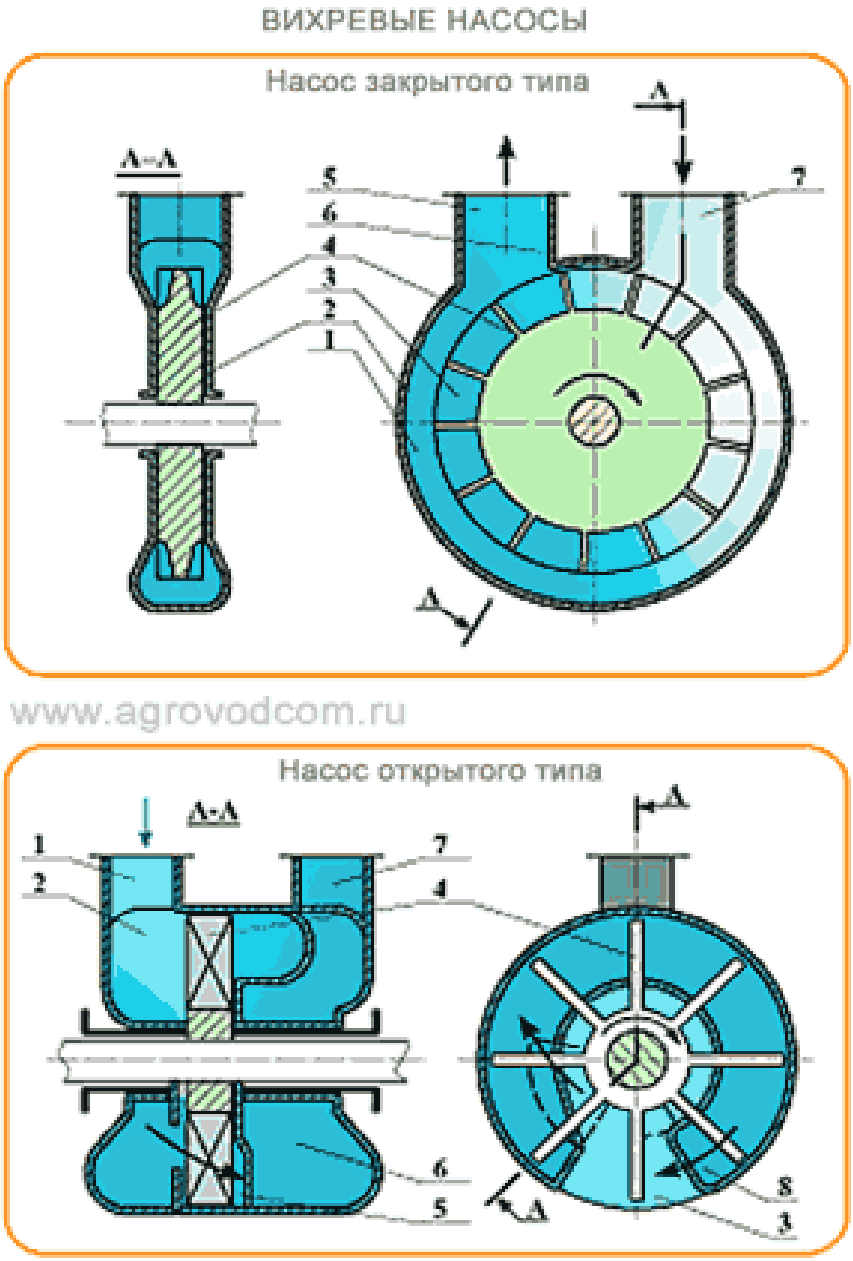
ნახ. 3.12 დახურული ტიპის გრიგალური ტუმბო.
1- მუშა თვალი; 2- ოვალური არხი; 3; 5- დამტუმბავი და შემწოვი ქვემილი; 4- ტიხარი; 6- ლილვი.



ნახ. 3.13 ღია ტიპის გრიგალური ტუმბოს სქემა.
1; 7- შესაბამისად შემწოვი და დაწნევიანი ქვემილები; 2- საზიდარი; 3- შემწოვი ფანჯარა; 4- მუშა თვალი; 5- არხი; 6- გამტარი; 8- დაწნევიანი ხვრელი.

გრიგალური ტუმბო, რომლის ზომები და ბრუნთა რიცხვი ტოლია ცენტრიდანული ტუმბოს აღნიშნული სიდიდეებისა, გააჩნია დაწნევა 3-7-ჯერ მეტი, ვიდრე ცენტრიდანულს. უმეტეს გრიგალურ ტუმბოებს შეუძლიათ გადატუმბონ სითხე შემწოვი მილსადენის სითხით შეუვსებლად ჩართვის წინ. ბევრი გრიგალური ტუმბოები მუშაობენ აირისა და სითხის ხსნარების გადასატუმბავად. მათი ნაკლი დაბალი მ.ქ.კ.-ია რომელიც არ აღემატება 45%-ს. ფართოდ გავრცელებული ტუმბოების მ.ქ.კ. შეადგენს (35-38%). გრიგალური ტუმბოების დაბალი მ.ქ.კ. ეწინააღმდეგება დიდი სიმძლავრისას მათ გამოყენებას. გრიგალურ ტუმბოებს აწარმოებენ: Q=12ლ/წმ სითხის მისაწოდებლად, 240-მ-მდე დაწნევით, სიმძლავრე N=25კვტ-მდე, სწრაფმავლობის კოეფიციენტი n_s=6÷40. გრიგალური ტუმბოების ბრუნთა რიცხვი, ასევე როგორც ნიჩბებიანი ტუმბოებისა

შემოსაზღვრულია მხოლოდ კავიტაციური მოვლენით, ცხადია ის შეიძლება პირდაპირ იქნას შეერთებული ელექტრო ძრავასთან.



3.7 გრიგალური ტუმბოს სამუშაო პროცესი

გრიგალური ტუმბოს მუშა თვალი მუშაობს ცენტრიდანული ტუმბოს მუშა თვლის ანალოგიურად, სითხეს შეიწოვს არხის შიგა ნაწილიდან დაწნეხს გარე ნაწილში, რის შედეგადაც წარმოიშობა გრძივი გრიგალი. არხში მოძრავი სითხისა

და მუშა თვლიდან გამოსული სითხის შერევით, არხში სითხე ღებულობს იმპულსს თვლის მოძრაობის მიმართულებით, რაც იწვევს არხის გასწვრივ წნევის ზრდას.

1. ქიმიურ მრეწველობაში მჟავეების, ტუტეების და სხვა ქიმიურად აგრესიული რეაგენტული ხსნარების მისაწოდებლად.
2. ბენზინის, ეთილის, სპირტის და სხვა ადვილად აქროლადი ხსნარების გადასატუმბავად. ამ სითხეების მსუბუქი ფრაქციების აორთქლება იწვევს ტუმბოში სითხესთან ერთად ორთქლის (აირის) შეწოვას. ცენტრიდანული ტუმბოებისაგან განსხვავებით გრიგალურ ტუმბოს შეუძლია იმუშაოს ასეთ ხსნარებზე.
3. აირით გაჟღენთილი სითხეების მისაწოდებლად. მაგალითად ხსნარების გავლისას დაბალი წნევის არეში, ისეთი ხსნარებისა რომლებიც შეიცავენ დიდი რაოდენობით აირებს.
4. გამოიყენება დაბალწნევიან კომპრესორად, ვაკუუმტუმბოდ, წყლის რგოლურ კომპრესორად.
5. საქვაბეებში მკვებავ ტუმბოებად.

3.8 კავიტაცია ტუმბოებში

ცნობილია, რომ სითხეში წნევის ადგილობრივი მნიშვნელობების დაცემისას ორთქლის გაჟღენთვის წნევამდე ადგილი აქვს ცივ დუღილს, ამ პროცესს კავიტაცია ეწოდება. ე.ი. დაბალი წნევის არეში სითხის მთლიანობის რღვევის მოვლენა არის კავიტაცია. აღნიშნული პროცესისას ადგილი აქვს დიდი რაოდენობით ჰაერის (აირის) ბუშტუკების წარმოშობას, რომლებიც დაბალი წნევის არეში ყოფნისას ერთიანდებიან და იქმნება დიდი ბუშტუკები - კავერნა. დიდი ბუშტუკები სითხის ნაკადით გადაადგილდებიან მაღალი წნევის არეში და იქ ისინი სკდებიან, მათში არსებული ორთქლის კონდენსაციის შედეგად. აგრეთვე ადგილი აქვს სითხის ნაწილაკების ურთიერთდარტყმებს, რასაც მოჰყვება ჰიდრავლიკური დარტყმა. ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ როდესაც ბუშტუკები სკდებიან ადგილობრივი წნევა და ტემპერატურა იზრდება.

ტუმბოს შესასვლელში ტკაცუნი იძლევა საშუალებას ვიმსჯელოთ კავიტაციის საწყის სტადიაზე. კავიტაციის შემდგომი განვითარებისას იზრდება ხმაური, წარმოიშობა ვიბრაცია, მცირდება ტუმბოს ჰიდროენერგეტიკული პარამეტრები (Q, H, η) და გადასაცემი სითხის სიმკვრივის შემცირებამ შეიძლება გამოიწვიოს ტუმბოს მუშაობის შეწყვეტა.

ტუმბოს მუშა თვლის ზედაპირზე კავიტაციის შედეგად თუ ადგილი აქვს ბუშტუკების გასკდომას, მაშინ მრავალჯერადი ჰიდრავლიკური დარტყმების შედეგად (სიხშირით 1000 ჰც-მდე) იწყება ამ ზედაპირების რღვევა. აგრეთვე ადგილი აქვს ლითონის კოროზიას და ელექტროლიტურ მოვლენას, რაც მნიშვნელოვნად აჩქარებს სამუშაო ზედაპირების რღვევის პროცესს.

უნდა აღინიშნოს, რომ რღვევის ინტენსიურობა იმდენად მაღალია, რომ საჭიროებს ხშირ რემონტებს, მუშა ორგანოების შეცვლას, რაც მნიშვნელოვნად აძვირებს ტუმბოს ექსპლუატაციას.

კავიტაციის პროცესის წარმოშობა პრაქტიკულად იწვევს ნებისმიერი მასალისაგან დამზადებული მუშა ორგანოს რღვევას. ამ მოვლენებს კარგ წინააღმდეგობებს უწევენ სპილენძის, ბრინჯაოს და უჟანგავი ფოლადის ლითონები.

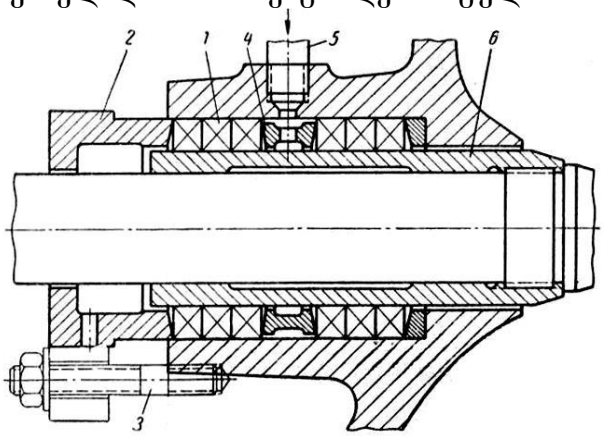
კავიტაციის შედეგად დარღვეულ ზედაპირებს აღადგენენ უჟანგავი ელექტროდებით დადუღებით და შემდგომი გახეხვით, დამუშავებულ ზედაპირებს შეავსებენ ეპოქსოდური ფისისა და ემალის (მინანქრის) ფენებით. ტუმბოს შესასვლელში დაბალი წნევის მიზეზი შეიძლება იყოს: ტუმბოს ღერძსა და მკვებავ ავზში სითხის დონეს შორის დიდი მანძილი (h_s შეწოვის სიმაღლე), მკვებავში სითხის დონის ამაღლებით ტუმბოს მწარმოებლობის გაზრდის შედეგად დინების ფარდობითი სიჩქარის გაზრდა, მუშა თვლის ბრუნთა სიხშირე, ტუმბოს ჩართვა როდესაც დაწნევიანი მილსადენი დაცლილია და სარქველი ღიაა, შემწოვ მილსადენში დანაკარგების ზრდა, გადასატუმბი სითხის ტემპერატურის მომატება.

კავიტაციის აღძვრის პროცესისაგან თავდაცვის პირველი და მთავარი პირობაა შეწოვის დასაშვები სიმაღლის სწორი შერჩევა.

ტუმბოს კავიტაციური თვისებების გასაუმჯობესებლად მუშა თვლის შესასვლელ ელემენტებს ქმნიან სრულყოფილს, იყენებენ მუშა თვლებს ორხვრივი შესასვლელით, გაფართოებული შესასვლელებით, მუშა თვალში შესასვლელთან აყენებენ ღერძულ ნიჩბებიანი ბორბლის წინაჩასართველს ამაღლებული კავიტაციური თვისებებით, გამოიყენებენ ბადროსებურ მუშა თვლებს.

3.9 ტუმბოს მუშა თვლისა და ლილვის გამკვრივება

სითხის დანაკარგების შესამცირებლად ლილვის კორპუსში შემავალ ადგილზე აყენებენ გამამკვრივებელს, მცირე ნაპრალის სახით მუშა მუშა თვალსა და კორპუს შორის. აღნიშნულ ნაპრალში დინების სიჩქარეები დიდია, ამიტომ მისი კედლები საკმაოდ სწრაფად იცვითებიან. თუ სითხე შეიცავს აბრაზიულ ნაწილებს განსაკუთრებით სწრაფად ცვეთას განიცდის ნაპრალის კედლები (გამამკვრივებლები). გამამკვრივებლის ცვეთის შედეგად პრალი იზრდება. იმისათვის რომ არ გახდეს შესაცვლელი მუშა თვალი ან ტუმბოს კორპუსი, ხშირად ტუმბოებში გამოიყენება გამამკვრივვებელი რგოლები, რომლებიც ექვემდებარებიან გამოცვლას. აღნიშნული რგოლები ქმნიან გამამკვრივებელ პრალს (ღრეჩოს). მრავალსაფეხურებიან ტუმბოებში სითხის გაჟონვის შესამცირებლად ლილვსა და დიაფრაგმებს შორის, იყენებენ გამამკვრივებლებს მცირე პრალების შესაქმნელად რათა შემცირდეს მოცულობითი დანაკარგები.

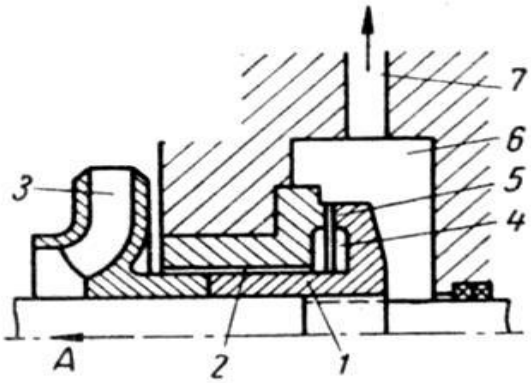


ნახ. 3.14 ჩობალი.

1- ჩობალის საგენი; 2- სახურავი; 3- სარჭი; 4- ორცესებრივი ფორმის რგოლი-საკეტი; 5- მილი; 6- მილისი.

ჩობალი. ლილვის კორპუსიდან გამოსასვლელში (ნახ. 3.14) ათავსებენ (ამაგრებენ) გამამკვრივებელ ჩობალებს. ჩობალი უმეტეს შემთხვევაში მზადდება სპეციალური მატერიალით (ბამბეულისაგან), ხოლო მაღალ ტემპერატურიანი სითხის გადაქაჩვისას კვადრატული ფორმის კვეთის მქონე აზბესტური ზონარით, რომლებიც დაყენების წინ გაიჟღენთება ტექნიკური ცხიმით - ქონით (შეზეთავენ) და გრაფიტით. ჩობალში ზონარს აწყობენ ცალკეული რგოლებით. ერთი მთლიანი ნაჭერისაგან დამზადებული ზონარის დახვევა ლილვზე არ შეიძლება, რადგან ამ შემთხვევაში შეუძლებელია სატენის თანაბრად შეკუმშვა წრეწირის პერიმეტრზე. სატენი ჩალაგების შემდეგ მოეჭირება ჩობალის (2) სახურავით სარჭის (3) ქანჩების თანაბრად მოჭერით.

ლილვსა და ჩობალის გამამკვრივებელს შორის აღიძვრება მნიშვნელოვანი ხახუნის ძალები და გამოიყოფა დიდი რაოდენობის (უამრავი) სითბო, რომელიც გადაიტანება ჩობალიდან გამოჟონილი სითხით. ამიტომ აუცილებელია ჩობალიდან სითხის გამოჟონვა. ჩობალის სახურავი (2) ისე უნდა იყოს დარეგულირებული, რომ ჩობალიდან ჟონავდეს ოდნავ თბილი სითხის წვეთები. მუშაობის პროცესში გამამკვრივებელი მასალა განიცდის ცვეთას, შედეგად მცირდება ლილვთან მჭიდრო შეჭიდულობა (კონტაქტს) და მატულობს ჩობალიდან გამოჟონილი სითხის რაოდენობა. ამიტომ ჩობალის სამაგრი ქანჩები პერიოდულად უნდა იქმნას დაჭერილი. ჩობალის სახურავის ქანჩების განმეორებითი მოჭერის შედეგად თუ არა აქვს ადგილი გამკვრივებას, ან თვით ჩობალი განიცდის უზომოდ გათბობას (გადახურებას), მაშინ აუცილებელია ჩობალის გამამკვრივებლის შეცვლა. გამკრივებლის მუშაობის ინტერვალი დამოკიდებულია სითხის დაჭუჭყიანებაზე, საერთოდ ის შეადგენს 200÷500სთ.



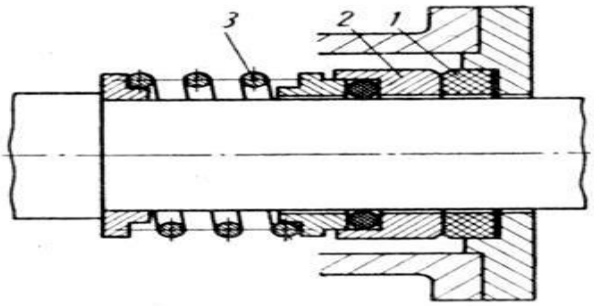
ნახ. 3.15 ჰიდრავლიკური ქუსლი.

1- ჰიდრავლიკური ქუსლი; 2- რგოლური პრალი; 3- მუშა თვალი; 4- შუალედური საკანი (კამერა); 5- პრალი; 6- განმტვირთავი კამერა; 7- მილი.

ჩობალმა ტუმბოს შემწოვ მხარეს არ უნდა დაუშვას ტუმბოს შიგნით ჰაერის შეწოვა. ჰაერის სულ მცირე რაოდენობის შეღწევაც ტუმბოს შემწოვში, მნიშნელოვნად ამცირებს ტუმბოს H– დაწნევას, Q- ხარჯს და η– მ.ქ.კ-ს. გარდა აღნიშნულისა ჰაერს არ გადააქვს სითბო. ჩობალის გადახურებით გამამკვრივებელი შეიძლება დაიწვას, ამიტომ ტუმბოს შემწოვ მხარეზე ჩობალებს აყენებენ ჰიდრავლიკური საკეტით, რომელიც შედგება ორტესებრივი ფორმის რგოლისაგან (4) (ნახ. 3.15). რგოლებს შორის ათავსებენ გამამკვრივებლებს. ამ რგოლთან მილით (5) მიედინება დაწნევიანი სითხე. ჰიდრავლიკური საკეტის ირგლივ თხევადი რგოლი გამორიცხავს ტუმბოში ჰაერის მოხვედრას (რადგან ჰაერი ვერ გაარღვევს სითხის რგოლს).

ლილვი, რომ დაცული იყოს ცვეთისაგან და კოროზიისაგან, ამ უბანზე მას მოარგებენ (წამოაცმევენ) დაცულ მილისას (6).

ტორსული (კიდურა) გამამკვრივებელი. ლილვების გასამკვრივებლად ხშირად ჩობალის ნაცვლად გამოიყენება კიდურა გამამკვრივებლები. ისინი ყენდება ლილვის კორპუსიდან გამომავალ ადგილზე. მათი დანიშნულებაა სითხეების გაჭონვის თავიდან აცილება მბრუნავი ლილვის გასწვრივ და წარმოადგენს მაჰერმეტიზიბელ მოწყობილობას.



ნახ. 3.16 ტორსული(კიდურა) გამამკვრივებელი.
1- უძრავი რგოლი; 2- ბრუნავი რგოლი; 3- ზამბარა

3.16 ნახაზზე გამოსახულია კიდურა გამამკვრივებელი რეზინის გამამკვრივებელი რგოლით. გამამკვრივებლის სახურავში ჩაპრესილია წყვილი ხახუნის (1) უძრავი რგოლი, (2) მოძრავი (მბრუნავი) რგოლი, რომელიც სითხის წნევისა და (3) ზამბარას ქმედებით მიებჯინება (1) უძრავ რგოლს. ლილვსა და უძრავ (1) რგოლს შორის სითხის გაჟონვას ეწინააღმდეგება რეზინის გამამკვრივებელი რგოლი. (1) და (2) რგოლების მასალები შეირჩევა შესაბამისად გადასაცემი სითხის აგრესიულობისა და მცირედ აგრესიული სითხეებისათვის (წყალი, დაბალი კონცენტრაციის წყლიანი სითხეები და მცირე სიბლანტიანი ნავთობ პროდუქტებისათვის) (1) რგოლს ამზადებენ ფენოლი ფორმალდეჰიდრიდიანი ფისით გაჟღენთილი გრაფიტისაგან, ტყვიით ან სხვა შემავსებლით, ხოლო (2) რგოლს ამზადებენ 9X18 და 4X13 ქრომირებული ფოლადებისაგან. (1) და (2) რგოლების ზედაპირები (რომლებიც განიცდიან ხახუნს) მუშავდებიან მე-10 კლასის სიზუსტით. კიდურა გამამკვრივებლები ჩობალებთან შედარებით უფრო მარადიულებია, არ საჭიროებენ მომსახურებას (დაჭერას), მუშაობენ პრაქტიკულად ნულოვანი გაჟონვით, მაგრამ ისინი აგებულებით გაცილებით უფრო რთულებია ვიდრე ჩობალური გამამკვრივებლები.

ტუმბოს როტორის განტვირთვა ღერძული ძალისაგან ხორციელდება შემდეგი ხერხებით:

1. ორმხრივი, სიმეტრიულ ბორბლებიანი ტუმბოების გამოყენებით. მრავალსაფეხურებიან ტუმბოებში მუშა თვლების სიმეტრიულად განლაგებით. ღერძული მიმართულებით ლილვის ფიქსირებისათვის და შემთხვევითი ღერძული ძალებიდან განტვირთვისათვის გამოიყენება რადიალურ საყრდენიანი საკისრები.

2. მუშა თვლის წამყვან ბადროებზე აყენებენ მეორე გამამკვრივებელს და მორგვთან განმტვირთავ ნახვრეტს აკეთებენ. აღნიშნულის შედეგად ბორბლის ორივე მხარეს წნევა თითქმის თანაბრდება. აღნიშნულ გამამკვრივებელს იმავე რადიუსზე აყენებენ, რომელზეც აყენებენ გამამკვრივებელს შესასვლელზე. ნარჩენ ღერძულ ძალებს აღიქვამს (აწონასწორებენ) საკისრები.
3. ჰიდრავლიკური ქუსლი გამოიყენება მრავალ საფეხურიან სექციურ ტუმბოებში (ნახ. 4.16). (3) ბოლო მუშა თვლის დაწნევიან მხარეს ლილვზე ამაგრებენ ჰიდრავლიკურ ქუსლს (1). (3) მუშა თვლიდან სითხე (2) რგოლური ნაპრალით მიეწოდება (4) შუალედურ კამერაში, შემდეგ სითხე (5) კიდურა ნაპრალიდან გადაედინება (6) კამერაში. იქიდან კი (7) მილით გადაედინება ტუმბოს პირველი საფეხურის საზიდარამდე.

3.10 ცენტრიდანული ტუმბოების რეგულირება და ექსპლუატაციის ძირითადი საკითხები

ცენტრიდანული ტუმბოები წარმოადგენენ ტუმბოების ერთადერთ სახეს, რომლებიც ხასიათდებიან თვითრეგულირებით. აღსანიშნავია, რომ ისინი შედარებით კარგად მუშაობენ აგრეთვე იძულებით რეგულირებისას.

მწარმოებლობის რეგულირება ცენტრიდანულ ტუმბოებზე შეიძლება ქსელიდან (თვითრეგულირება). თუ ქსელში არაა მოთხოვნილება სითხეზე, მაშინ ტუმბო იმუშავებს უქმად. თუ ქსელში ისევ წარმოიშვა სითხის მოთხოვნილება, მაშინ ტუმბო მიაწოდებს ქსელს სითხეს.

ცხადია ქსელის ყოველ მოთხოვნას შეესაბამება ტუმბოს სხვადასხვა მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმები, შესაბამისად ტუმბოს მ.ქ.კ. იქნება სხვადასხვა. აღსანიშნავია ცენტრიდანულ ტუმბოებს სხვა ტიპის ტუმბოებთან შედარებით თვითრეგულირების განხორციელებაში აქვს დიდი უპირატესობა.

ცენტრიდანული ტუმბო შეიძლება ვაიძულოთ იმუშაოს ცვალებადი რეჟიმით, მუშა ორგანოებზე ზემოქმედების შედეგად, ე.ი. იძულებითი რეგულირება. თეორიულად ეს ნიშნავს, რომ შევცვლით მოცემული ტუმბოს Q-H მახასიათებელს. ასეთი სახის ზემოქმედება შეიძლება იყოს შემდეგი:
1. სადაწნეო საკეტის გაღების შეცვლა. ეს ხერხი ფართოდაა გავრცელებული ცენტრიდანულ ტუმბოებში.
2. შემწოვი მილის გაღების შეცვლა. ასეთი საკეტი ჩვეულებრივ დანადგარებში არ გვხდება. ის შეიძლება დავდგათ საჭიროების შემთხვევაში მხოლოდ ისეთ ცენტრიდანული ტუმბოების დანადგარებში, რომლებიც მუშაობენ შეტბორვით. ამ შემთხვევაში არ უნდა დავუშვათ, ისეთი ვაკუუმისწარმოქმნა რომელიც დაუშვებელია მოცემული ტუმბოსათვის.
3. სადაწნეო მილის შეერთება შემწოვთან და ამ მაერთებელ მილზე საკეტის დაყენება. ეს მეთოდი განსაკუთრებით კარგია, როდესაც ქსელში მოთხოვნილება მცირდება იმდენად, რომ მოსალოდნელია ტუმბოს მიწოდების შეწყვეტა. გარდა ამისა მაერთებელი მილი შეიძლება გამოვიყენოთ შემწოვი მილის შესავსებად მისი გაშვების წინ.
4. მიმმართველი აპარატის საშუალებით, თუ კი ასეთი არსებობს ტუმბოზე.
5. ტუმბოს ბრუნთა რიცხვის შეცვლა.

თანამედროვე ტუმბოები მოძრაობაში მოდის ცვლადი დენის ელექტროძრავით. თუ დენის პერიოდი 50 ჰერცია, ტუმბოს გავრცელებული სტანდარტული ბრუნთა რიცხვებია: 720, 960, 1440 და 2880 ბრ/წთ.

თუ მბრუნავი მომენტის გადაცემა ძრავადან ტუმბოზე ხდება ღვედის საშუალებით, n შეიძლება შეიცვალოს ქუროების დიამეტრების შერჩევით.

უკანასკნელ პერიოდში ცვლადი ბრუნვის მისაღებად შეიქმნა ჰიდრავლიკური ქუროები.

განვიხილოთ ცენტრიდანული ტუმბოების ექსპლუატაციის ძირითადი საკითხები:

ცენტრიდანული ტუმბოს ჩართვის წინ აუცილებლად საჭიროა, რომ შემწოვი მილი და თვით ტუმბო სითხით იყოს ავსებული, ამ მიზნისათვის შემწოვი მილის დასაწყისში, სადაც ბადეა დამონტაჟებული, მოთავსებულია უკუსარქველი, რომლის დანიშნულებაა ტუმბოს გაჩერებისას არ გაატაროს სითხე შემწოვ მილიდან მკვებავში. არის შემთხვევები, როდესაც უკუსარქველი ვერ უზრუნველყოფს სითხის შეჩერებას ტუმბოში (დიდი ხნით ტუმბოს უმუშევრობა) ან კლიმატური პირობების გამო შეუძლებელია სითხის გაჩერება შემწოვ მილსადენში და ტუმბოში. ამიტომ ასეთ შემთხვევებში გაშვების წინ შემწოვი მილი აუცილებელია სითხით შევავსოთ. შემწოვი მილის სითხით შევსება შეიძლება: მილით, რომელიც აერთებს სადაწნეო და შემწოვ მილებს, აღნიშნულ მილზე ონკანის გახსნით, თუ ესეთი მილი არაა მაშინ ტუმბოს კორპუსზე საცობის მოხსნით და მასში სითხის მიწოდებით.

გაშვების წინ სადაწნეო მილსადენის საკეტი ჩაკეტილი უნდა იყოს. ამ დროს ტუმბო მუშაობს უქმი სვლით და ძრავას სიმძლავრე მინიმალურია. როდესაც ძრავა მუშაობს ნორმალურ ბრუნთა რიცხვით და მანომეტრი გვიჩვენებს ტუმბოს მუშა დაწნევას, მხოლოდ ამის შემდეგ თანდათან უნდა გავხსნათ სადაწნეო მილსადენის საკეტი. საკეტის ნელი გახსნა საჭიროა იმისათვის, რომ ტუმბოს მწარმოებლობის (Q) თანდათან გაზრდის შესაბამისად ძრავა თანდათან დაიტვირთოს.

ტუმბოს გაშვების პირველ პერიოდში უნდა შემოწმდეს (გაკონტროლდეს) გამკვრივებათა ჰერმეტულობა. საჭიროების შემთხვევაში ჰერმეტიულობის აღდგენა შეიძლება, გამკვრივების ქანჩების მოჭერით. თუ ეს შედეგს არ მოგვცემს, მაშინ ტუმბოს მუშაობა უნდა შევაჩეროთ და გამკვრივება უნდა მოვიყვანოთ ნორმალურ მდგომარეობაში (დავუმატოთ, შევცვალოთ და სხვა). ნორმალურ გამკვრივებაში სითხის დენა მცირე რაოდენობით ხელს უწყობ გამკვრივების გაცივებას და ამცირებს ხახუნს. გარდა, ამისა უნდა შემოწმდეს ზეთის რაოდენობა ქუსლებსა და საკისრებში. ზეთი უნდა იყოს სუფთა და ავზი ავსებული ისე, რომ საკისრების რგოლები თავისუფლად ღებულობდეს ზეთს.

ტუმბოს გაშვების მომენტში, როდესაც სადაწნეო მილსადენის საკეტი დაკეტილია, მეთვალყურე უნდა აკონტროლებდეს ამპერმეტრს, ვატმეტრს, მანომეტრსა და ვაკუუმმეტრს. როდესაც დავრწმუნდებით, რომ აგრეგატი ნორმალურად მუშაობს, მხოლოდ მაშინ დავიწყებთ სადაწნეო საკეტის გაღებას.

მუშაობაში მყოფი ცენტრიდანულ ტუმბოს გასაჩერებლად საჭიროა თანდათან გადავკეტოთ სადაწნეო მილსადენის საკეტი, ამით თანდათან განვტვირთავთ ძრავას და როდესაც მთლიანად გადავკეტავთ მილსადენს მხოლოდ ამის შემდეგ გამოირთვება ელ. წრედიდან.