

3. ზიუზიუნოვი, ს. ღოვინსკი

საავიაციო ქრავები

სსრ კავშირის უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების
სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ საავიაციო
ოვითმფრინავშენებლობის ტექნიკუმებისათვის

წი ნ ა ს ი ტ ყ ვ ა ო ბ ა

წიგნი განკუთვნილია „საავიაციო ძრავების“ კურსის სახელმძღვანელოდ თვითმფრინავმშენებლობის ტექნიკუმების მოსწავლეთათვის; მათთვის მისაწვდომი ფორმით წიგნში გადმოცემულია თეორიის საფუძვლები და აღწერილია საავიაციო ძრავების ტიპობრივი კონსტრუქციები. ძირითადი ყურადღება ეთმობა აირტურბინულ ძრავებს, რომლებიც ამჟამად ფართოდ გამოიყენება საფრენ აპარატებში.

აირტურბინული საავიაციო ძრავების სწრაფი განვითარება იწვევს ერთი სახის ძრავების ხშირ შეცვლას მათი მოდიფიკაციებით ან ახალი კონსტრუქციებით. მიუხედავად ამისა, საავიაციო ძრავების კონსტრუქციებში მაინც გვხვდება ისეთი ტიპობრივი კვანძები და დეტალები, რომელთა შესწავლა გააადვილებს იმ კონსტრუქციების ათვისებას, რომლებთანაც მომავალ ტექნიკოსებს ექნებათ საქმე თავიანთ პრაქტიკულ საქმიანობაში.

წიგნის შესავალი შეიცავს ცნობებს საავიაციო ძრავების ტიპებზე უა მათი გამოყენების დარგებზე. აჭრეთვე ძირითად მოთხოვნებზე, რომლებსაც ძრავებს უყენებენ.

პირველ განყოფილებაში მოყვანილია საჭირო ცნობები ტექნიკური თერმოდინამიკიდან, რომელიც შეადგენს ძრავების თეორიის საფუძველს.

მეორე განყოფილება მიძღვნილია საავიაციო სათბობებისა და ხეტებისადმი.

მესამე განყოფილებაში გადმოცემულია აირტურბინული, წინდენითი ჰაერ-რეაქტიული და თხევადი რაკეტული ძრავების თეორიის ძირითადი საკითხები.

მეოთხე განყოფილებაში განხილულია აირტურბინული ძრავების დეტალებისა და კვანძების კონსტრუქციების, მათი შეზეთვის სისტემის, სათბობკვებისა და ამუშავების ძირითადი საკითხები.

კონსტრუქციული გადაწყვეტების მაგალითები აღებულია ცნობილი სერიული ძრავებიდან და უმეტეს შემთხვევაში გამარტივებულია.

წიგნის მეხუთე განყოფილებაში მოცემულია ცნობები იძულებითი ანთების მქონე საავიაციო დგუშინი ძრავების მუშაობისა და მოწყობილობის შესახებ.

იმასთან დაკავშირებით, რომ სსრ კავშირის მინისტრთა საბჭოსთან არსებულმა სტანდარტების, ზომისა და საზომი ხელსაწყოების კომიტეტმა 1963 წლის 1-ლი იანვრიდან შემოიღო „ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა“ (SI სისტემა), წიგნში საზომი ერთეულებისა და განზომილებათა რიცხობრივი მნიშვნელობები მოცემულია ამ სისტემის მიხედვით, ხოლო კვადრატულ ფრჩხილებში მოყვანილია მანამდე გამოყენებული ერთეულთა სისტემები.

სიდიდეების ცალკეული დასახელებანი მოცემულია აგრეთვე ახალი რედაქციით და მათ გვერდით მრგვალ ფრჩხილებში მოყვანილია მათი წინანდელი დასახელება.

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

1. საავიაციო ძრავების კლასიფიკაცია და გამოყენების არეები

საავიაციო ძრავა საფრენი აპარატის ყოველი ძალური დანადგარის საფუძველია. ავიაციაში ყველაზე მნიშვნელოვანი მიღწევები დაკავშირებულია უმთავრესად თვითმფრინავების ძალური დანადგარების უფრო სრულყოფილი ტიპების შექმნასთან.

ამის მაგალითია თვითმფრინავების სიჩქარეთა მკვეთრი გაზრდა, რომელიც დაკავშირებულია ავიაციაში რეაქტიული ძრავების დანერგვასთან.

რეაქტიული ძრავების ერთ-ერთი ყველაზე უფრო გავრცელებულა სახეა სხვაობაა არტურბინული ძრავები.

ამ ძრავებმა, რომლებმაც უზრუნველყვეს სიჩქარის არსებითი გადიდება, კუთრი მასის (კუთრი წონის) და საფრენი აპარატების ვაბარიტების შემცირება, თითქმის მთლიანად გამოდევნეს ავიაციიდან დღუშიანი ძრავები. ამჟამად საფრენ აპარატებში იყენებენ პაერთ გაცივების მსუბუქი სათბობის ოთხტაქტიან დღუშიან ძრავებს, რადგან ისინი (დღუშიანი ძრავების სხვა ტიპებთან შედარებით) უფრო მეტად აკმაყოფილებენ ძირითად მოთხოვნებს ფრენის მცირე, ბგერამდელი სიჩქარეებისათვის, ე. ი. აქვთ კარგი ეკონომიურობა. შედარებით მცირე კუთრი მასა (კუთრი წონა), საიმედოობა და მუშაობაში ხანგამძლეობა.

ყველა რეაქტიული ძრავა შეიძლება დაყოს ორ კლასად (ნახ. 1):

1) ჰაერ-რეაქტიული ძრავები (პრძ);

2) რაკეტული ძრავები.

ჰაერ-რეაქტიულ ძრავებში უანგზადი, რომელიც აუცილებელია სათბობის დაწვის პროცესისათვის, ძრავაში შედის ატმოსფერულ ჰაერთან ერთად.

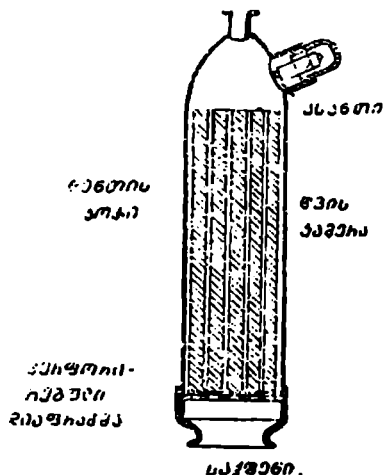
რაკეტულ ძრავებში საწვავის დაწვის პროცესისათვის იყენებენ მჟანგავს, რომლის ტრანსპორტირება ხდება საფრენ აპარატშივე.

გამოყენებული სათბობის გვარეობის მიხედვით რაკეტული ძრავები აყოფა მყარი სათბობის ძრავებად (მხრძ), რომლებიც მუშაობენ

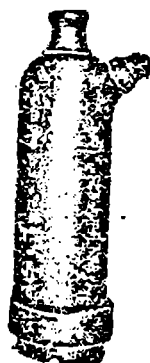
მყარი სათბობით (დენტით). და რაკეტულ ძრავებად (ორმ). რომლებიც მუშაობენ თხევადი სათბობით.

დენტის რაკეტული ძრავა შედგება წვის კამერისაგან, რომელშიც მოთავსებულია დენტის მუხტი (დენტის კოქები). და რეაქტიული საქშენისაგან. დენტის კოქების გამოვარდნა საქშენიდან აცილებულია პერფორირებული დიაფრაგმით. ცეცხლის მოკიდება წარმოებს ასანთით.

დენტის რაკეტული ძრავის სქემა გამოსახულია მე-2 ნახაზზე. ხოლო მისი გარე ხელი—მე-3 ნახაზზე.



ნახ. 2. დენტის რაკეტული ძრავის პრინციპული სქემა.

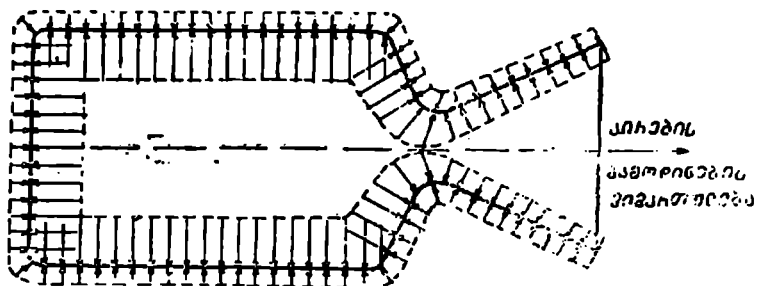


ნახ. 3. დენტის რაკეტული ძრავა.

დენტის მუხტის წვის დროს წარმოქმნილ აირებს აქვთ ძალზე მაღალი წნევები 20—25 მე/მ² [200—250 კგ/სმ²] რიგისა და ტემპერატურა 1800—2000°C. წვის კამერასა და გარემომცველ არეს შორის არსებული წნევების დიდი სხვაობის გამო აირები გამოდინდებიან საქშენიდან ძალზე დიდი სიჩქარით (1800—2000 მ/წმ), რის შედეგადაც წარმოიშობა რეაქციის ძალა (წნევა). მიმართული აირების გამოდინების მოპირდაპირე მხარისაკენ.

რეაქტიული წვეის წარმოქმნის არსის გამორკვევა შეიძლება იმ წნევის ძალების ანალიზიდან, რომლებიც მოქმედებენ წვის კამერისა და საქშენის კედლებზე (ნახ. 4). გარედან ძრავას ზედაპირზე მოქმედება

ატმოსფერული წნევა, შიგნით — აირების წნევა, რომელიც აღემატება ატმოსფერულ წნევას. საკნის გვერდით ზედაპირებზე მოქმედი ძალები წონასწორდებიან. ამავე დროს ძალები, რომლებიც მოქმედებენ კამერის წინა კედელზე; და აგრეთვე საქშენის ვიწროვლებადი და გაფართოვებადი კედლების ნაწილებზე, რჩებიან გაუწონასწორებელი. გაუწონასწორებელი ძალები ქმნიან ტოლქმედს, რომელიც ყოველთვის მიმართულია აირის გამოდინების მოპირდაპირე მხრისაკენ. ეს ტოლქმედი არის სწორედ წევის ძალა.



ნახ. 4. რაკეტული ძრავის წევის წარმოშობა.

მოქმედების მცირე დროის (ათეულ წამამდე) გამო დენთის რაკეტული ძრავების გამოყენება ავიაციაში შეზღუდულია. მათ იყენებენ როგორც ამქარებლებს, რომლებიც ამოკლებენ თვითმფრინავის გაქანების სიგრძესა და დროს. დენთის ძრავებს იყენებენ აგრეთვე რეაქტიულ ყუმბარებში, საზენიტო მართვად რაკეტებსა და შორეული მოქმედების რაკეტებში.

თხევადი რაკეტული ძრავა (თრძ) შედგება წვის კამერისა და რეაქტიული საქშენისაგან. წვის კამერის წინა კედელში მოთავსებულია ფრქვევანები თხევადი სათბობ-საწვავისა და მჟანგავის ნისაწოდებლად. გაშვებისას თხევადი კომპონენტების ნარევის ცეცხლი პოეკიდება სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით. შემდეგში ცეცხლის ჩირაღდნის კამერაში შენარჩუნება ხდება სათბობი კომპონენტის უწყვეტად მიწოდების გამო.

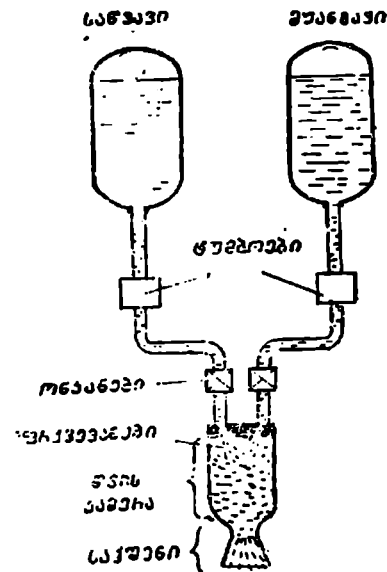
თხევადი რაკეტული ძრავას სქემა ნაჩვენებია მე-5 ნახაზზე. ხოლო მისი გარე ხელი მე-6 ნახაზზე.

თხევადი რაკეტული ძრავას მუშაობის პრინციპი არ განსხვავდება დენთის რაკეტული ძრავას მუშაობის პრინციპისაგან. სათბობის წვიან დროს წნევა კამერაში იზრდება 3—5 მნ/მ² [30—50 კგ/სმ²]-მდე; ტემპერატურა აღწევს 3000°C-ს.

ძრავას მუშაობის დროს სათბობი განისაზღვრება თხევადი კომპონენტების მარაგით, რომლებიც ტრანსპორტირებულია საფრენ აპარატში.

თრძ გამოირჩევა სათბობის ძალზე დიდი ხარჯით და შედარებით დაბალი მქც-ით ფრენის თანამედროვე სიჩქარეებზე, ამავე დროს, ეს ძრავები მცირე სიმძიმის ძალისა (წონისა) და გაბარიტების დროს ავითარებენ ძალზე დიდ წევებს.

თრძ-ს მუშაობისათვის არ არის საჭირო ატმოსფერული ჰაერი, ამიტომ აეთ ძრავებთან საფრენ აპარატებს შეუძლიათ იფრინონ ტჰაერო სივრცეში.



ნახ. 5. თხევადი რაკეტული ძრავა პრინციპული სქემა.



6. თხევადი რაკეტული ძრავა.

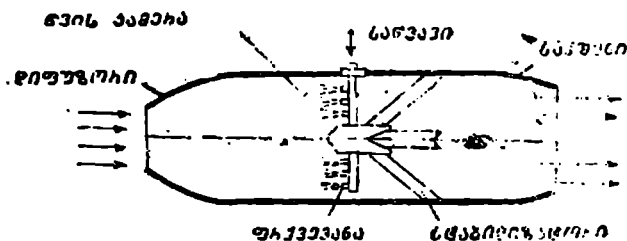
ამჟამად თრძ-ს იყენებენ უმართვადი და მართვადი რაკეტებისა (საზენიტო, ახლო და შორი მოქმედების, კოსმოსურის და სხვ.) და აგრეთვე თვითმფრინავებისათვის. თვითმფრინავ-გამანადგურებლებზე თრძ შეიძლება გახდეს ძირითად ძრავად, რომელიც უზრუნველყოფს თვითმფრინავის ფრენას განსაკუთრებით მაღალ სიმაღლეებსა და დიდ

სიჩქარეებზე. მძიმე თვითმფრინავებზე თრძ შეიძლება გამოყენებულ
 იქნეს როგორც ამჩქარებელი აფრენის სიჩქარის, პორიზონტალური
 სიჩქარისა და მალღიობის გასადიდებლად.

ჰაერ-რეაქტიულ ძრავებში (ჰრძ) მუშა სხეულად, გარ-
 და სათბობისა, ატმოსფეროდან შემოსულ ჰაერსაც იყენებენ. ჰაერის
 ასაღებად ასეთ ძრავას აქვს შესასვლელი მოწყობილობა, ანუ დიფუ-
 ზორი. იმ აირების გამოსაშვებად, რომელთა რეაქციის ძალაც ქმნის
 წევას, ძრავას აქვს რეაქტიული საქშენი. ყოველ ჰაერ-რეაქტიულ
 ძრავას აქვს წვის კამერა, რომელშიაც ხდება სათბობის წვა: მჟან-
 გავად წვის დროს გამოყენებულია ატმოსფერული ჰაერის ენგბადი.

ჰაერის წნევის აწევის ხერხის მიხედვით ჰაერ-რეაქტიული ძრავები
 იყოფა უკომპრესორო და კომპრესორიან ძრავებად.

უკომპრესორო ჰრძ-ში ჰაერის კუმშვა ხორციელდება მხოლოდ და
 მხოლოდ სიჩქარული დაწნევით. უკომპრესორო ჰრძ სათბობის
 წვის ხასიათის მიხედვით იყოფა წინდენით ჰაერ-რეაქტიულ ძრავებად
 (წჰრძ) სათბობის უწყვეტი წვით მუდმივი წნევის დროს. და მაღლ-
 სავ-ჰაერ-რეაქტიულ ძრავებად (მჰრძ) სათბობის პერიოდული წვით
 მუდმივ მოცულობაში.



ნახ. 7. წინდენითი ჰაერ-რეაქტიული ძრავას პრინციპული სქემა.

წინდენითი ჰაერ-რეაქტიული ძრავა (წჰრძ) (ნახ. 7)
 შედგება შემდეგი ძირითადი ელემენტებისაგან: შესასვლელი დიფუ-
 ზორის, წვის კამერისა და რეაქტიული საქშენისაგან.

ამ ძრავას გარე ხელი ნაჩვენებია მე-8 ნახაზზე.

დიფუზორში ხდება ჰაერის ნაკადის კონტაქტური ენერჯია გარდაქ-
 მნა წნევის ენერჯიად, რასაც თან სდევს სიჩქარის შემცირება და წნე-
 ვისა და ჰაერის ტემპერატურის ზრდა.

დიფუზორში შეკუმშული ჰაერი გადადის წვის კამერაში, სადაც იგი
 აირება ფრქვევანადან მიწოდებულ სათბობთან. სათბობის დაწვისას
 სდება აირების ტემპერატურის აწევა, აირების წნევა ამ დროს პრაქტი-
 კულად რჩება მუდმივი.

ძრავას ამუშავების დროს სათბობ-ჰაერულ ნარევს ცეცხლი წაეკიდება სპეციალური მაალებლით და შემდეგში ძრავას მუშაობის დროს წვის შენარჩუნება ხდება საკანში არსებული ჩირაღდნის ალით.

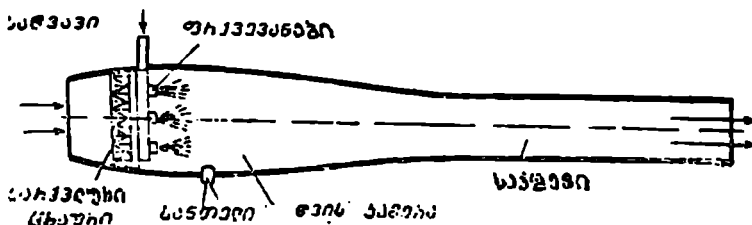
რეაქტიულ საქშენში ხდება აირების გაფართოება, რის შედეგადაც მათი სიჩქარე დიდდება. სიჩქარე, რომლითაც აირები ტოვებენ ძრავას. აღემატება ძრავაში შემავალი ჰაერის სიჩქარეს.

ღოფუზორში ჰაერის შესვლის ფართობი ყოველთვის ნაკლებია რეაქტიული საქშენიდან აირებზე: გამოსვლის ფართობზე. ამის გამო ღოფუზორზე მოქმედი ძალაც მეტია რეაქტიულ საქშენზე მოქმედი აირების წნევაზე. წნევის ძალების ტოლქმედი წარმოადგენს წაძრვას წევას.

სიმძიმის (წონის) მცირე ძალა, მოძრავი ნაწილების უქონლობა, ძრავას მოწყობლობის სიმარტივე (რადგან ძრავა ცვლადი კვეთის არხია). წარმოადგენენ წაძრვას ღიდ ღირსებებს. ამავ დროს, მათ გააჩნიათ მნიშვნელოვანი ნაკლოვანებანი. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ძრავას დაბალი ეფექტურობა ბგერამდელ სიჩქარეებზე ფრენასას. რაც აიხსნება ამ სიჩქარეზე ჰაერის წნევის მცირე გადიდებით. ფრენის სიჩქარეზე, რომელიც ბგერის სიჩქარის ნახევარზე ნაკლებია. წნევის გადიდება იმდენად მცირეა, რომ წაძრვას გამოყენება შეუძლებელი ხდება.



ნახ. 8. წინდენითი ჰაერ-რეაქტიული ძრავა.



ნახ. 9. მულსავეი ჰაერ-რეაქტიული ძრავას პრინციპული სქემა.

ამის გამო წაძრვითი სიჩქარის აპარატის აფრენა და გაქანება შესაძლოა მხოლოდ სპეციალური მოწყობილობების გამოყენების შემთხვევაში. იმ ფრენის სიჩქარეებზე, რომლებიც აღემატებიან ბგერის სიჩქარეს სამჭერ უფრო მეტად, ძრავას ეკონომიურობა მნიშვნელოვნად იზრდება.

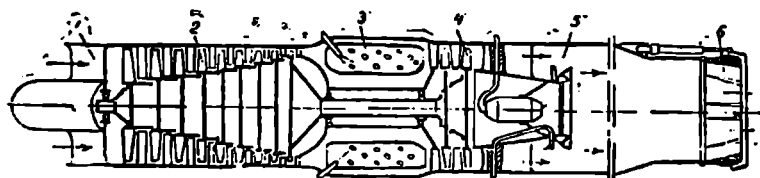
მულსავეი ჰაერ-რეაქტიული ძრავა, რომლის სქემაც

წარმოდგენილია მე-9 ნახაზზე, შედგება დიფუზორის, წვის კამერისა და გამოსასვლელი საქშენისაგან. წვის კამერის შესასვლელთან მდებარეობს სარქვლის ცხური ფირფიტოვანი სარქვლებით. თუ ცხურთან წნევა აღემატება წნევას წვის კამერაში, სარქვლები გაიღება და ჰაერს შესაძლებლობა აქვს შევიდეს კამერაში. ფრქვევანათი კამერაში შეშხაპუნდება სათბობი და სათბობისა და ჰაერის წარმოქმნილ ნარევეს წაეკიდება ცეცხლი ელექტრული ნაპერწყლით (მხოლოდ ამუშავების დროს). გრძელ გამოსასვლელ საქშენში მყოფი აირების სვეტი ინერციის გამო ხელს უშლის აირების სწრაფ გაფართოებას, ამიტომ დაწვა ხდება შეკრულ მოცულობაში. კამერაში წნევის სიჭარბე ხურავს სარქვლებს. წნევის გადიდება დაწვის პროცესში იწვევს აირების გამოღიწებას დიდი სიჩქარით, რის გამოც წარმოიქმნება წევის ძალა.

კამერაში წნევის შემცირებისას ატმოსფერულამდე, გრძელ საქშენში მყოფი აირის სვეტი რალაც დროის განმავლობაში განაგრძობს მოძრაობას ინერციით, კამერაში წარმოიქმნება გაუხშობა, სარქვლები ავტომატურად გაიღება და ჰაერის ახალი ულუფა შევა ძრავაში. რის შემდეგაც პროცესი განმეორდება. ასეთ მშულსაც ძრავას უწოდებენ რეზონანსულს.

ძრავას განმასხვავებელი თავისებურებაა ადგილზე წევს წარმოქმნის უნარიანობა. ამავე დროს ასეთი ძრავები დახურული სარქვლების დროს წარმოქმნის დიდ აეროდინამიკურ წინაღობას, მათი მჭკ შედარებით დაბალია, სარქვლის მექანიზმი არ გამოირჩევა დიდი საიმედოობით, ამიტომ მჭკ ვერ მიიღო ავიაციაში ფართო გავრცელება.

თანამედროვე აირტურბინული ძრავები იყოფა ტურბორეაქტიულ (ტრძ) და ტურბოხრაბნულ (ტრძ) ძრავებად.



ნახ. 10. ღერძულკომპრესორიანი ტურბორეაქტიული ძრავა.

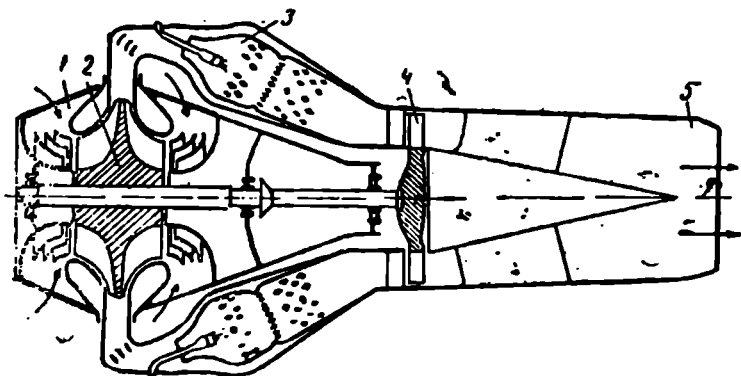
- 1 — ძრავას შესასვლელი ნაწილი, 2 — ღერძული კომპრესორი, 3 — წვის კამერა, 4 — ტურბინა, 5 — ფორსაჟული კამერა, 6 — რეაქტიული საეშენი.

ტურბორეაქტიული ძრავები შეიძლება იყოს ღერძული (ნახ. 10) და ცენტრიდანულკომპრესორებიანი (ნახ. 11).

ამ ძრავების ძარითადი ელემენტებია: ძრავას შესასვლელი ნაწილი,

კომპრესორი, წვის კამერა, აირის ტურბინა, ფორსაჟული კამერა და რეაქტიული საქშენი.

ტრძს მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში. ჰაერი გარემოდან ძრავას შესასვლელი ნაწილით (1) (ნახ. 10) შედის კუმშვის კომ-



ნახ. 11. ცენტრიდანულკომპრესორიანი ტურბორეაქტიული ძრავა. 1 — კომპრესორის შესასვლელი მონუობილობა, 2 — ცენტრიდანული კომპრესორი, 3 — წვის კამერა, 4 — ტურბინა, 5 — რეაქტიული საქშენი.

პრესორში (2). მოცემულ წნევამდე შეკუმშული ჰაერი უწყვეტ ნაკადად მიემართება წვის კამერისაკენ (3), სადაც ერთდროულად ფრქვევანებით შესაბუნდება წვრილად გაფრქვეული სათბობი.

აქ სათბობის დაწვის შედეგად წარმოქმნილი აირები შედიან ტურბინაში (4) და აბრუნებენ მას. ტურბინიდან გამომავალი აირები შედიან ფორსაჟულ კამერაში (5). უკანასკნელის დანიშნულებაა ძრავას წვის ხანმოკლედ გადიდება, რასაც აღწევენ კამერაში შესაბუნებული სათბობის დამატებითი რაოდენობის დაწვის გზით. აირები ფართოვდება რა რეაქტიულ საქშენში (6), დიდი სიჩქარით გამოდინდება ატმოსფეროში.

ჰაერის წინასწარი შეკუმშვისა და წვის კამერაში სითბოს შემდგომი მიყვანის პროცესში შექმნილი მუშა აირების ენერგია ნაწილობრივ იხარჯება ტურბინის ბრუნვაზე და ნაწილობრივ მიდის რეაქტიული საქშენიდან გამომავალი აირების ჰაელის სიჩქარის გადიდებაზე. ძრავადან გამოდინებული აირების სიჩქარის ნამატი აპირობებს წვეის შექმნას.

ტურბორეაქტიულ ძრავაში აირის ტურბინა გამოიყენება ჰაერის

შემკუმშავი კომპრესორის მოსაბრუნებლად და აგრეგატების ასამონტაჟებლად.



ნახ. 12. ღერძულკომპრესორიანი ტურბორეაქტიული ძრავა.

ღერძულკომპრესორიანი ტურბორეაქტიული ძრავას გარე ხედი ნაჩვენებია მე-12 ნახაზზე.

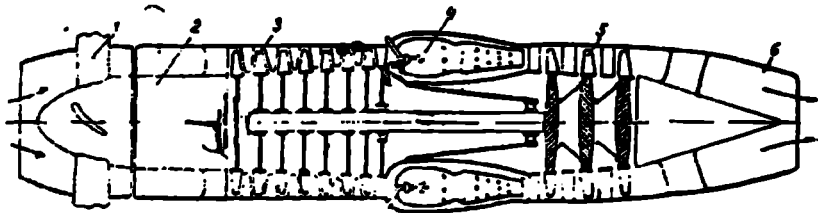
ტურბოსრახნული ძრავას (ტხძ) პრინციპული სქემა ნაჩვენებია მე-13 ნახაზზე, ხოლო გარე ხედი — მე-14 ნახაზზე. ამ ძრავაში, ტურბორეაქტიულისაგან განსხვავებით, ტურბინას (5) რედუქტორის (2) საშუალებით (იხ. ნახ. 13) კომპრესორისა და აგრეგატების გარდა, ბრუნვაში მოყვება საპაერო ხრახნიც (1). სხვა ნაწილები ტხძ-ს აქვს ისეთივე, როგორც ტრძ-ს.

წვეა ტურბოსრახნულ ძრავაში ძირითადად წარმოიქმნება საპაერო ხრახნით (1) და ნაწილობრივ — ძრავიდან ამტოსფეროში გამოდინებული წვის პროდუქტების პირდაპირი რეაქციით. ამიტომ ასეთ ძრავას აგრეთვე უწოდებენ ძრავას კომბინირებული წევით, ამასთან, საპაერო ხრახნის მიერ განვითარებული წვეა პირდაპირი რეაქციის წვეას 7—10-ჯერ აღემატება.

კომბინირებული წვეის ძრავას მეორე სახესხვაობაა ო რ კ ო ნ ტ უ რ ი ა ნ ი ტ უ რ ბ ო რ ე ა ქ ტ ი უ ლ ი

ძრავა (ოტრძ). მე-15 ნახაზზე ნაჩვენებია ოტრძ-ს ერთ-ერთი შე-
საძლო პრინციპული სქემა, ხოლო მე-16 ნახაზზე მისი გარე ხედი.

ამ ძრავაში ტურბინა (5) (იხ. ნახ. 15), კომპრესორია და აგზეგატუ-
ბის გარდა, ამოძრავებს გვირაბში მოთავსებულ ვენტოლატორს (2)-
გვირაბი წარმოადგენს რგოლურ არხს ძირითადი კონტურის გარშემო.

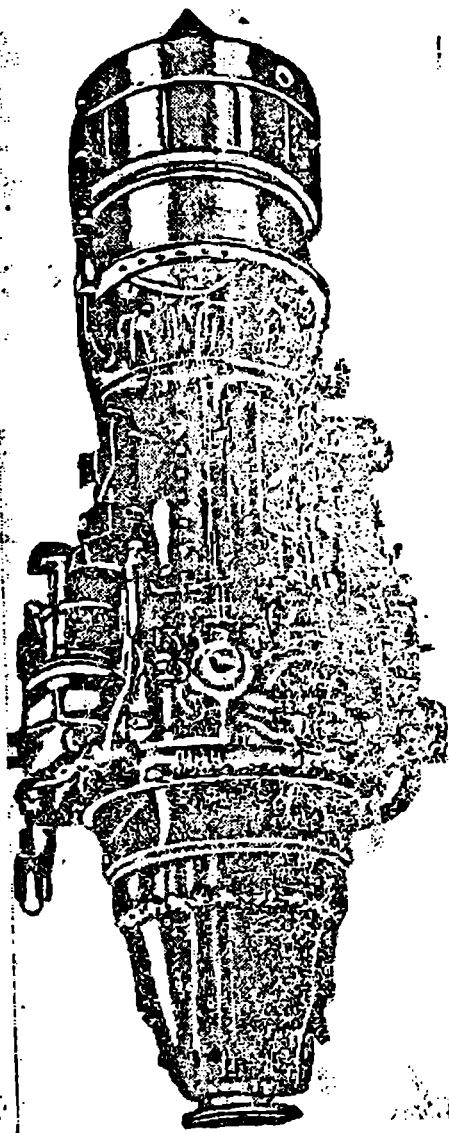


13. ტრბოხახნული ძრავის პრინციპული სქემა.
1 — ნაწილი, 2 — რედუქტორი, 3 — კომპრესორი, 4 — წვის კამერა,
5 — ტურბინა, 6 — რეაქტიული საქშენი.

განსაყენელი შეიცავს შესასვლელ ნაწილს (1), კომპრესორს (3), წვის
კამერას (4), ტურბინასა (5) და რეაქტიულ საქშენს (6). რგოლური
არხი მტორე კონტურია, მასში მიედინება ის ჰაერი, რომელსაც აჩქა-
რება მრღებული აქვს ვენტოლატორისაგან. ვენტოლატორი ნორმალუ-
რი საჰაერო ხრახნისაგან გამოირჩევა უფრო მაღალი შქკ-ით ფრენის
დიდი სიჩქარეებს ღწავს. როგორც სქემიდან ჩანს. ეს ჰაერი გამოი-
ტყორცნება საქშენით (6) წვის პროდუქტების ძირითადი ნაკადის პარა-
ლელურად.

წვეა. რომელსაც ავითარებს ორკონტურაანი ტრძ, შედგება
წვის პროდუქტების ნაკადის რეაქციის ძალისა და მეორე კონტურიდან
გამომავალი ჰაერის ნაკადის რეაქციის ძალისაგან.

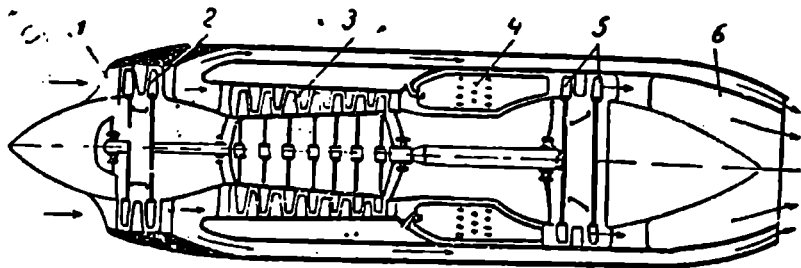
განვითარების შედარებით მოკლე პერიოდში აირტურბინულმა
ძრავებმა მიადწიეს სრულყოფის მაღალ დონეს და აქვთ დიდი პოტენ-
ციური შესაძლებლობანი მიიღონ შემდგომი გაუმჯობესება საფრენი
აპარატების როგორც ძირითადმა ძალურმა დანადგარებმა. ამ ძრავებს
აქვთ უპირატესობა სხვა ტიპის საავიაციო ძრავებთან ფრენის სიჩქა-
რების დიაპაზონში ჩვეულებრივი სიჩქარიდან იმ სიჩქარემდე, რ-მე-
ლიც ზგერის სიჩქარეს 2.5-3-ჯერ აღემატება, და ფრენის სიმაღლეებზე
35 კმ-მდე.



ნახ. 14. ტურბინის ნაწილი ძრავა.

ტურბორეაქტიული ძრავები, დადგმულია გამანადგურებლებზე, ბომბდამშენებზე, სატრანსპორტო თვითმფრინავებსა და სხვა საფრენ აპარატებზე, რომლებიც ფრენენ როგორც ბგერამდელი, ისე ზებგერაული სიჩქარეებით.

ტურბოხაზხული ძრავები უფრო ეკონომიურია ბგერამდელი სიჩ-



ნახ. 15. ორკონტურიანი ტრძ-ს პრინციპული სქემა.

1 — შესასვლელი ნაწილი, 2 — ვენტრატორი, 3 — კომპრესორი, 4 — წვის კამერა, 5 — ტურბინა, 6 — რეაქტიული საქშენი.

ქარეებით ფრენის დროს, ვიდრე ტრძ, რის გამოც მათი გამოყენება სამგზავრო და სატრანსპორტო თვითმფრინავებისათვის (რომლებიც ფრენენ ბგერამდელი სიჩქარეებით) უფრო მიზანშეწონილია.

2. ძირითადი მოთხოვნები საავიაციო ძრავებისადმი

იმ მრავალრიცხოვანი მოთხოვნებისაგან, რომლებსაც უყენებენ საავიაციო ძრავების კონსტრუქციებს, ძირითადია შემდეგი:

1. ძრავას მიერ განვითარებულმა წევამ ან სიმძლავრემ უნდა უზრუნველყოს საფრენი აპარატის მოცემული საფრენ-ტექნიკური მონაცემების მიღება;

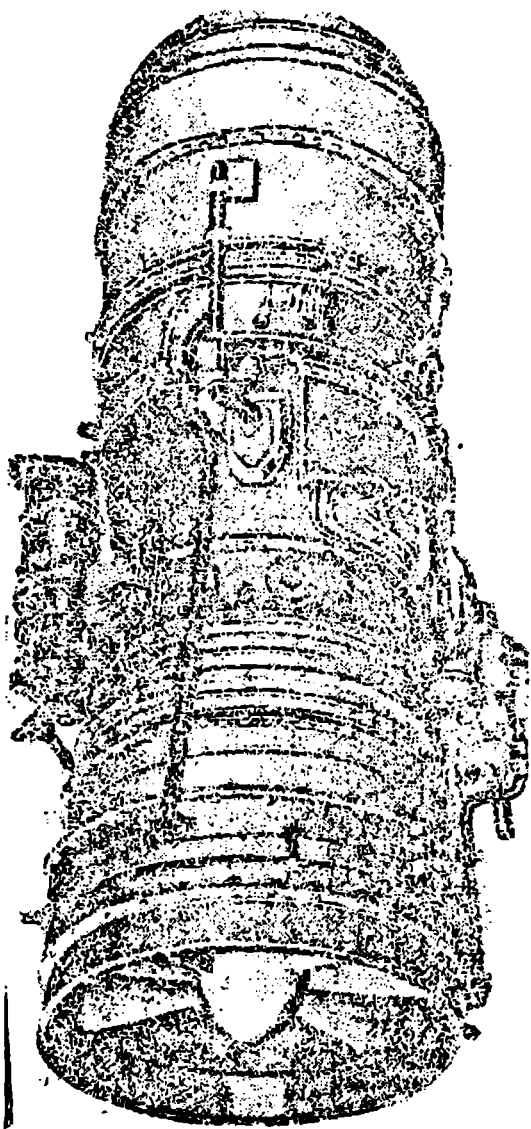
2. ძრავას უნდა ჰქონდეს რაც შეიძლება ნაკლები კუთრი მასა (კუთრი წონა) და რაც შეიძლება დიდი შუბლური წვევა;

3. ძრავას უნდა ჰქონდეს კარგი ეკონომიურობა, ე. ი. სათბობის რაც შეიძლება ნაკლები კუთრი ხარჯი;

4. ძრავას კონსტრუქცია უნდა იყოს მარტივი, ტექნოლოგიური და მის დასამზადებლად რაც შეიძლება ნაკლებად უნდა იქნეს გამოყენებული დეფიციტური მასალა;

5. ძრავას უნდა ჰქონდეს კარგი საექსპლოატაციო თვისებები: უნდა იყოს მარტივი ექსპლოატაციაში, ჰქონდეს საკმაო მარაგი, არ უნდა ითხოვდეს შრომატევად და ხშირ რეგლამენტურ მუშაობებს, უნდა იძლეოდეს სწრაფი დაშლისა და აწყობის შესაძლებლობას რთული სამარჯვების გამოუყენებლად;

6. ძრავას შიმღებთანობა უნდა იყოს კარგი, ხოლო ძრავას მართვა ადვილი.



ნახ. 16. ორკონტურიანი ტრძ-ს გარე ხელი.

პირველი განყოფილება
გაქნიკური თერმოდინამიკის საფუძვლები

1 თავი

პირველი. პირველის ძირითადი კანონები

§ 1. გაქნიკური თერმოდინამიკის საბანი

ტექნიკური თერმოდინამიკა შეისწავლის მექანიკურ მუშაობაში სითბოს გარდაქმნის პირობებსა და კანონებს. ის ნაწილია იმ ზოგადი მეცნიერებისა სითბოზე და მის თვისებებზე, რომელიც ატარებს თერმოდინამიკის სახელწოდებას.

თერმოდინამიკის კანონების ცოდნა იძლევა იმ მოვლენების შესწავლის შესაძლებლობას, რომლებიც წარმოიშობიან თბოძრავებში; თერმოდინამიკის მეშვეობით შეიძლება განისაზღვროს სითბოს გამოყენების ყველაზე საუკეთესო პირობები. ტექნიკური თერმოდინამიკა აირულ დინამიკასთან ერთად არის მეცნიერული საფუძველი რეაქტიული ძრავების თეორიის შესასწავლად.

§ 2. ცნება იდეალურ და რეალურ პირველზე

სითბოს გარდაქმნა მუშაობად თბოძრავებში ხდება შუალედური სხეულის მეშვეობით; მას ეწოდება მუშა სხეული. მუშა სხეულს უნდა ჰქონდეს უნარი მიიღოს სითბო, მისი მოცულობა უნდა შეიცვალოს სითბოს მიღების შემდეგ, რის შედეგადაც შესაძლებელი ხდება განხორციელება მექანიკური მუშაობა.

ყველაზე უფრო ხელსაყრელი თავისი თვისებებით არის მუშა სხეული, რომელიც აირივან მდგომარეობაშია. აირი ნივთიერების ერთ-ერთ შესაძლო აგრეგატული მდგომარეობაა. აირის მოლეკულები იმყოფებიან უწყვეტ უწყსარიგო მოძრაობაში. მოვლენათა დიდი რიცხვი

აირებში აიხსნება მოლეკულური მოძრაობით: აირის წნევა, მისი გაფართოების უნარი, უნარი დიფუზიისადმი და ა. შ.

აირებში მოლეკულური მოძრაობების დასახასიათებლად შეიძლება მოვიყვანოთ მონაცემების დიდი რიგი, რომლებიც შეეხებიან ჰაერს ნორმალური პირობების დროს, ე. ი. როცა $T=273,15^{\circ} K [t=0^{\circ} C]$ და $p=101325 \text{ ნ/მ}^2 [p=760 \text{ მმ ვწყ. სვ.}]$. ჰაერის (ისე როგორც სხვა აირების) ყოველ კუბურ სანტიმეტრში არის $2,7 \cdot 10^{19}$ მოლეკულა. მოლეკულების საშუალო სიჩქარეა დაახლოებით 450 მ/წმ . მოლეკულის დიამეტრი სანტიმეტრის ორი-სამი ასმილიონიანი ნაწილის ($3 \cdot 10^{-8} \text{ სმ}$) ტოლია. წამის განმავლობაში ყოველი მოლეკულა განიცდის დაახლოებით $7,5$ მილიარდ შეჯახებას სხვა მოლეკულებთან.

ატომების რიცხვის მიხედვით მოლეკულაში არჩევენ ერთატომიან, ორატომიან, სამ-და მრავალატომიან აირებს. ყველაზე უფრო მეტად საინტერესოა ორატომიანი აირები, რომელთა რიცხვსაც ეკუთვნის წყალბადი, ჟანგბადი, აზოტი, ნახშირჟანგი.

ერთული ფიზიკური მოვლენების შესწავლის დროს, თუ მოვლენის მთლიანად შესწავლა შეუძლებელია მისი სირთულის გამო, საჭირო ხდება პროცესში მონაწილე სხეულების გაიდებულება. ასე, მაგალითად, მექანიკას საქმე აქვს აბსოლუტურად მყარ სხეულთან (მხედველობაში არ მიიღება სხეულების გაჭიმვისა და კუმშვის თვისებები). ანალოგიურად, ტექნიკური თერმოდინამიკის შესწავლის საგნად აღებულია ისეთი აირები, რომელთა მოლეკულებიც წარმოადგენენ მოცულობის არმქონე მატერიალურ წერტილებს და რომელთაც არა აქვთ ერთმანეთთან შეჭიდულობის ძალები. ასეთ აირებს უწოდებენ იდეალურ აირებს.

ბუნებაში არსებულ აირებს უწოდებენ რეალურ აირებს. ასეთ აირებში არ შეიძლება არც მოლეკულთა მოცულობის და არც მათ შორის შეჭიდულობის ძალების უგულებელყოფა. აირის თვისებების შესწავლა მნიშვნელოვნად უფრო ადვილია იდეალური აირის შემთხვევაში. მათემატიკური დამოკიდებულებანი იდეალური აირებისათვის უფრო მარტივია, ვიდრე რეალურისათვის. რაც უფრო მეტია აირის ტემპერატურა, ხოლო წნევა ნაკლები, მით უფრო თავისი თვისებებით რეალური აირი უახლოვდება იდეალურს. საკმაო სიზუსტით შეიძლება იდეალურად ჩაითვალოს ის აირები, რომლებთანაც საქმე გვაქვს ტექნიკური თერმოდინამიკაში.

§ 3. აირის პარამეტრები

მუშა სხეულის (აირის) მდგომარეობის აღწერისათვის გამოყენებულია ფიზიკური მახასიათებლები, ეგრეთწოდებული პარამეტრები. აირის ყოველ მდგომარეობას შეესაბამება მისი პარამეტრების სავესებით გარკვეული მნიშვნელობანი.

თუ შეიცვლება თუნდაც ერთი პარამეტრი, შეიცვლება აირის მდგომარეობაც. ძირითადი პარამეტრების რიცხვს ეკუთვნის: წნევა, ტემპერატურა, კუთრი მოცულობა და კუთრი მასა (კუთრი წონა).

წ ნ ე ვ ა

აირების მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის თანახმად წნევა შედეგია მოლეკულების დარტყმისა კუთრის კედლებზე.

წნევას ზომავენ ძალით, რომელიც მოდის სხეულის ზედაპირის ერთეულზე.

თუ ზედაპირისადმი ნორმალურ ძალას აღვნიშნავთ F -ით, ხოლო ზედაპირს — S -ით, მაშინ წნევა:

$$P = \frac{F}{S}. \quad (1.1)$$

დღემდე გამოყენებულ $MKSS$ (მეტრი — კილოგრამი — ძალა — წამი) ერთეულთა სისტემაში ძალის საზომ ერთეულად მიღებული იყო კილოგრამ-ძალა (კბ ანუ კგძ), განსაზღვრული როგორც ძალა, რომელიც კილოგრამის საერთაშორისო პროტოტიპის მასის ტოლ მასას ანიჭებს ნორმალურ აჩქარებას $9,80665$ მ/წმ²-ს, ხოლო სიგრძის ერთეულად — მეტრი. ამ სისტემაში წნევის განზომილების ერთეულად მიღებულია კბ/მ² (სპეციალური დასახელება ამ ერთეულს არა აქვს); ეს სიდიდე ძალზე მცირე და მოუხერხებელია პრაქტიკული გამოყენებისათვის, ამიტომ ტექნიკაში გამოყენებული იყო 1 კბ/სმ²-ის ტოლი წნევის ერთეული, რომელსაც ეწოდებოდა ტექნიკური ატმოსფერო, ანუ უბრალოდ ატმოსფერო.

ზომათა და წონათა მეთერთმეტე გენერალურმა კონფერენციამ 1960 წ. მიიღო ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა (SI). სსრ კავშირის სტანდარტების, ზომათა და საზომ ხელსაწყოების კომიტეტმა შემოიღო სახელმწიფო სტანდარტი „ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა“ (ГОСТ 9867—61), რომელშიაც თავიანთ ასახვა ჰპოვა ზომათა და წონათა გენერალური კონფერენციის გადაწყვეტილებებმა. ერთეულთა საერთაშორისო სისტემის ძირითად ერთეულებს წარმოადგენენ: მეტრი

(მ)—სიგრძის ერთეული, კილოგრამი (კგ) — მასის ერთეული და წამი (წმ)—დროის ერთეული.

SI-ის ერთეულთა სისტემაში ძალა წარმოებული სიდიდეა. იგი განისაზღვრება ნიუტონის მეორე კანონით, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს ძალას, მასასა და აჩქარებას ($F = m \cdot a$). ძალის განზომილების ერთეულს SI სისტემაში წარმოადგენს ძალა, რომელიც 1 კგ-ის მქონე მასას ანიჭებს აჩქარებას, ტოლს ერთი მეტრისა წამკვადრატში ($მ/წმ^2$). ამ ერთეულმა მიიღო საკუთარი სახელწოდება ნიუტონი (ნ). ნ განზომილების ერთეული დაახლოებით 10-ჯერ ნაკლებია კილოგრამ-ძალაზე (1 კგ = 9,8 ნ; 1 ნ = 0,102 კგ).

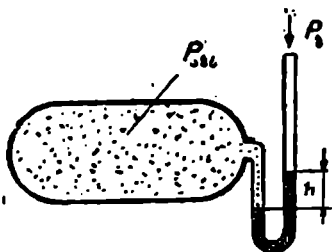
წნევის განზომილების ერთეულად SI ერთეულთა სისტემაში მიღებულია ნიუტონი კვადრატულ მეტრზე ($ნ/მ^2$), ე. ი. წნევა, რომელსაც ახდენს 1 ნ ძალა 1 მ² ფართობზე. წნევის ეს ერთეული ძალზე მცირეა და პრაქტიკულად ხშირად გამოუსადეგარი. ამ შემთხვევებში სარგებლობენ წნევის გამსხვილებული ერთეულებით: კილონიუტონით კვადრატულ მეტრზე (1 კნ/მ² = 10³ ნ/მ²), მეგანიუტონით კვადრატულ მეტრზე (1 მნ/მ² = 10⁶ ნ/მ²).

ქვემოთ მოყვანილია ცხრილი, რომელიც გვიჩვენებს კავშირს წნევათა ერთეულებს შორის.

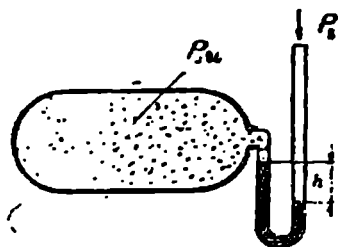
წნევის განზომილების ერთეული	ბარი	ტექნიკური ატმოსფერო (ატ). კგ/სმ ²	მმ ვწყ. სვ.	ნ/მ ²
1 ბარი	1	1,019	750	10 ⁵
1 ტექნიკური ატმოსფერო (ატ)	0,981	1	730	98,1 · 10 ³
1 მმ ვწყ. სვ.	0,00133	0,00136	1	133,3
1 ნ/მ ²	10 ⁻⁵	10,2 · 10 ⁻⁶	7,50 · 10 ⁻³	1

ტექნიკაში გამოყენებული საზომი ხელსაწყოები (მაგალითად, მანომეტრები) გვიჩვენებენ წნევათა სხვაობას ჰურჭელსა და ატმოსფეროს შორის. თუ ეს სხვაობა დადებითია, მაშინ ლაპარაკობენ ჰარბ წნევაზე, თუ უარყოფითია — მაშინ გაუხშობებაზე (ვაკუუმზე).

ნათქვამი ავხსნათ მაგალითით. თუ აირიან ჰურჭელს (ნახ. 1.1), რომელშიც წნევა ატმოსფერულზე მეტია, მივეუბრებთ U-სებრ მილს, რომელშიც სითხეა მოთავსებული, მაშინ სითხის ნაწილი მარცხენა მუხლიდან გამოედინება მარჯვენაში. ამ შემთხვევაში აირების წნევა ჰურჭელში წონასწორდება ატმოსფერული ჰაერის წნევით და სითხის h სიმაღლის სვეტის სიმძიმის ძალით (წონით). h სიმაღლეზე სითხის სვეტის სიმძიმის ძალა (წონა) გვიჩვენებს, თუ ატმოსფერულ წნევაზე რამდენად უფრო მეტია წნევა ჰურჭელში.



ნახ. 1.1. მანომეტრის ჩვენება იმ შემთხვევაში, როცა წნევა კურკელში ატმოსფერულზე მეტია.



ნახ. 1.2. მანომეტრის ჩვენება იმ შემთხვევაში, როცა წნევა კურკელში ატმოსფერულზე ნაკლებია.

წნევას. გაზომილს სითხის სვეტით, ეწოდება ჰარბი (აღინიშნება $p_{ჰარბი}$). რადგან ის ზომავს კურკელში აირის წნევის სიჰარბეს ატმოსფერულ წნევასთან შედარებით. ამ უკანასკნელს ეწოდება ბარომეტრული (აღინიშნება p_a და გაიზომება ბარომეტრით). აირის წნევას კურკელში ეწოდება აბსოლუტური (აღინიშნება $p_{აბს}$), რადგან მისი ათვლა ხდება წნევის აბსოლუტური (არაპირობითი) ნულიდან. თერმოდინამიკის ყველა განტოლებაში ყოველთვის აიღება აბსოლუტური წნევა:

$$p_{აბს} = p_{ჰარბი} + p_a$$

თუ აირის წნევა კურკელში ნაკლებია ატმოსფერულზე, მაშინ სითხის ნაწილი მარჯვენა მუხლიდან გადაადგილდება მარცხენაში (ნახ. 1.2). ამის შედეგად p_a ატმოსფერული წნევა გაწონასწორებული იქნება $p_{აბს}$ წნევით კურკელის შიგნით და სითხის h სიმაღლის სვეტის სიმძიმის ძალის (წონის) მიერ შექმნილი წნევით, რომელსაც აღვნიშნავთ p_3 -ით:

$$p_a = p_{აბს} + p_3$$

საიდანაც

$$p_3 = p_a - p_{აბს}$$

p_3 სითხის სვეტით შექმნილი წნევაა და ეწოდებენ ვაკუუმეტრულ წნევას, ანუ გაუხშობას.

ამრიგად, ვაკუუმეტრული წნევა სხვაობაა ატმოსფერულ (ბარომეტრულ) წნევასა და აბსოლუტურ წნევას შორის კურკელში, თუ აბსოლუტური წნევა ატმოსფერულზე დაბალია.

ტემპერატურა

სახელმწიფო სტანდარტით გათვალისწინებულია ორი ტემპერატურული სკალის გამოყენება: თერმოდინამიკური (ძირითადი) სკალისა და საერთაშორისო პრაქტიკული სკალის, რომელიც განკუთვნილია ტემპერატურის პრაქტიკული გაზომვებისათვის. ათვლის საწყისის მიხედვით ტემპერატურა თითოეულ ამ სკალაზე შეიძლება გამოისახოს ან კელვინის გრადუსებში, ან ცელსიუსის გრადუსებში.

თერმოდინამიკურ სკალას აქვს ორი მუდმივი წერტილი: ერთი — ტემპერატურათა აბსოლუტური ნულის წერტილი, მეორე წყლის სამმაგი წერტილი (წყლის სამ მდგომარეობას — ყინულს, თხევად წყალსა და წყლის ორთქლს შორის წონასწორობის ტემპერატურა), რომელსაც მიეკუთვნა 273,16 ტემპერატურის მნიშვნელობა კელვინის გრადუსებში და 0,01 ცელსიუსის გრადუსებში. თერმოდინამიკური ტემპერატურა აღინიშნება T -თი, ხოლო კელვინის გრადუსი — $^{\circ}K$ -თი. ეს ტემპერატურა ცელსიუსის გრადუსებში აღინიშნება t -თი, ხოლო ამ სკალის გრადუსი — $^{\circ}C$ -თი.

საერთაშორისო პრაქტიკულ ტემპერატურულ სკალას აქვს ექვსი მუდმივი წერტილი, რომლებიც წარმოადგენენ წონასწორობის ტემპერატურებს (მაგალითად, წყლის დუდილის წერტილი, წყლის სამმაგი წერტილი და სხვ.). პრაქტიკული სკალა არის თერმოდინამიკური ტემპერატურული სკალის ყველაზე უფრო ზუსტი განხორციელება.

თანათვარდობა ტემპერატურებს შორის კელვინისა და ცელსიუსის გრადუსებში გამოისახება ფორმულით:

$$T = t + 273,15. \quad (1.2)$$

კუთრი მოცულობა და სიმკვრივე

კუთრი მოცულობა წარმოადგენს მასის ერთეულის მოცულობას. მასის ერთეულად მიღებულია კილოგრამი (კგ), მოცულობის ერთეულად — კუბური მეტრი ($მ^3$). მაშასადამე კუთრი მოცულობა ერთი კილოგრამი აირის მასის მოცულობაა.

თუ V აირის მიერ დაკავებული მოცულობაა, ხოლო m აირის მასა, მაშინ კუთრი მოცულობა:

$$v = \frac{V}{m}. \quad (1.3)$$

კუთრი მოცულობის შებრუნებულ სიდიდეს ეწოდება სიმკვრივე. სიმკვრივე 1 $მ^3$ აირის მასაა:

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (1.4)$$

კუთრი მოცულობა და სიმკვრივე დაკავშირებულია ერთმანეთთან თანაფარდობით:

$$v = \frac{l}{\rho}.$$

წნევის ან ტემპერატურის შეცვლისას იცვლება აირის მოცულობა, მაშასადამე, შეიცვლება აგრეთვე სიმკვრივე და კუთრი მოცულობაც. ამიტომ ცნობარებში ეს სიდიდეები მოყვანილია წნევისა და ტემპერატურის აღნიშვნით (მაგალითად, ჰაერის სიმკვრივე $t=0^{\circ}\text{C}$ და $p=10\ 1325$ ნ/მ² დროს [$\rho=760$ ვწყ. სე.] უდრის $1,293$ კგ/მ³-ს).

§ 4. აირების ძირითადი კანონები

§ 2-ში დადგენილი იყო, რომ ის აირები, რომლებთანაც საქმე აქვს ტექნიკურ თერმოდინამიკას, შეიძლება ჩაითვალოს იდეალურ აირებად. იდეალური აირები ექვემდებარებიან მთელ რიგ კანონებს, რომელთაც ეწოდებათ აირის კანონები. პირველად ეს კანონები დაადგინეს ცდების საშუალებით, ხოლო შემდეგ XIX საუკუნის შუა წლებში თეორიულად დაასაბუთეს. ამ კანონების დასაბუთების დროს გამოდიოდნენ აირების კინეტიკური თეორიის იმ დებულებებიდან, რომელთა ძირითადი იდეები ეკუთვნის გენიალურ რუს მეცნიერს მ. ვ. ლომონოსოვს.

ბოილ — მარიოტის კანონი

ბოილ — მარიოტის კანონი მუდმივი ტემპერატურის დროს ადგენს კავშირს იდეალური აირის კუთრი მოცულობასა და მის წნევას შორის. ეს კანონი ცდის საშუალებით აღმოაჩინეს ბოილმა (1662 წ.) და მარიოტმა (1676 წ.).

ბოილ—მარიოტის კანონი ამტკიცებს: მუდმივი ტემპერატურის დროს აირის წნევა იცვლება კუთრი მოცულობის უკუპროპორციულად.

მათემატიკურად კანონი ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_1}{v_2}. \quad (1.5)$$

ბოილ—მარიოტის კანონის ფორმულირება შეიძლება სხვანაირადაც, თუ ავიღებთ პროპორციის კიდური და შუა წევრების ნამრავლს, მივიღებთ:

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = \text{const},$$

ანუ

$$pv = \text{const.},$$

ე. ი. აირის წნევის ნამრავლი მის კუთრ მოცულობაზე მუდმივი ტემპერატურის დროს არის მუდმივი სიდიდე.

(1.5) განტოლებაში კუთრი მოცულობები შეიძლება შევცვალოთ სიმკვრივებით. მაშინ კანონი დაიწერება ასე:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

მაშასადამე, წნევა და სიმკვრივეს შორის მუდმივი ტემპერატურის დროს არსებობს პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება.

გეი-ლუსაკის კანონი

გეი-ლუსაკის კანონი აღგენს დამოკიდებულებას იდეალური აირის კუთრ მოცულობასა და მის ტემპერატურას შორის მუდმივი წნევის დროს. კანონი აღმოჩენილი იყო გეი-ლუსაკის მიერ 1802 წელს ცდის საშუალებით.

ამ კანონის თანახმად, მუდმივი წნევის დროს აირის კუთრი მოცულობა პირდაპირპროპორციულია აბსოლუტური ტემპერატურის შეცვლისა.

მათემატიკურად კანონი ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (1.6)$$

ანუ

$$\frac{v}{T} = \text{const.}$$

თუ კუთრ მოცულობებს შევცვლით სიმკვრივებით, მაშინ მივიღებთ:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{T_2}{T_1},$$

ე. ი. მუდმივი წნევის დროს აირის სიმკვრივე აბსოლუტური ტემპერატურების უკუპროპორციულია.

ჯერ კიდევ ლომონოსოვის მიერ იყო აღნიშნული, რომ რეალური აირები ზუსტად არ მისდევნენ ბოილ-მარიოტის კანონს. ისინი აგრეთვე არ მისდევნენ გეი-ლუსაკის კანონსაც. უფრო გვიან ეს ექსპერიმენტულად დადასტურდა მენდელეევის მიერ.

იდეალური აირის მდგომარეობის განტოლება:

თუ ვისარგებლებთ ბოილ—მარიოტისა და გეი-ლუსაკის კანონების დასკვნებით შეიძლება ვიპოვოთ დამოკიდებულება ყველა აირის ძირითად პარამეტრებს — წნევასა, კუთრ მოცულობასა და ტემპერატურას შორის. (

მოვათავსოთ დგუშიან ცილინდრში 1 კილოგრამი აირი. რომლის მდგომარეობაც განისაზღვრება სამი პარამეტრით: p_1, v_1, T_1 . ეს აირი საჭიროა გადავიყვანოთ ახალ მდგომარეობაში, რომელიც ხასიათდება პარამეტრებით: p_2, v_2, T_2 .

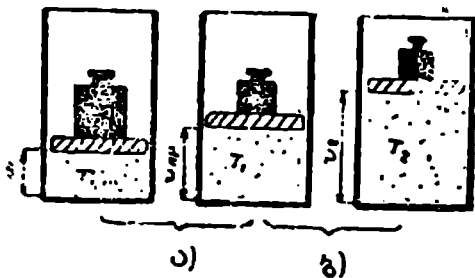
აირის მდგომარეობის შეცვლის პროცესი ჩავატაროთ ორ სტადიად. პროცესი პირველად განვახორციელოთ მუდმივი ტემპერატურის დროს; ამ შემთხვევაში წნევა შეიცვლება p_1 სიდიდიდან p_2 -მდე და კუთრი მოცულობა v_1 სიდიდიდან v_2 — შუალედურ მოცულობამდე. ამის შემდეგ პროცესი ჩავატაროთ მუდმივი წნევის დროს (ტემპერატურა შეიცვლება T_1 დან T_2 -მდე და კუთრი მოცულობა v_2 -დან v_2 -მდე).

პირველ პროცესში, რომელიც მიმდინარეობდა $T = const$ დროს (ნახ. 1.3 ა) და, რომელიც, მაშასადამე, ექვემდებარებოდა ბოილ—მარიოტის კანონს, აირის წნევა იცვლებოდა კუთრი მოცულობის უკუპროპორციულად. ამ პროცესისათვის მართებულია შემდეგი ტოლობა:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (ა)$$

შივეთ აირს კვლავ გაფართოების საშუალება. მხოლოდ ამჯერად მუდმივი წნევის დროს (ნახ. 1.3, ბ). ამ შემთხვევაში აირი გაფართოვდება იმგვარად, რომ მისი კუთრი მოცულობა შეიცვლება აბსოლუტური ტემპერატურის პირდაპირპროპორციულად (გეი-ლუსაკის კანონის თანახმად), რის შედეგადაც შეიძლება დაიწეროს:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (ბ)$$



ნახ. 1. 3. იდეალური აირის მდგომარეობის განტოლების გამოყენებისათვის.

თუ (ა) და (ბ) განტოლებებიდან განვსაზღვრავთ v_2 კუთრ მოცულობას და v_3 -ს, ხოლო მიღებულ მნიშვნელობებს გაუტოლობთ ერთმანეთს, მივიღებთ:

$$\frac{p_1 v_1}{p_2} = \frac{T_1 v_2}{T_2}, \text{ ანუ } \frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2}. \quad (1.7)$$

გამოყვანილ დროს აირის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობა ნებისმიერად იყო არჩეული, ისე რომ მიღებული (1.7) თანაფარდობა მართებულია აირის სხვა ნებისმიერი მდგომარეობისათვისაც. ამიტომ, ეს თანაფარდობა შეიძლება დაიწეროს ასე:

$$\frac{pv}{T} = \text{const.}$$

ამრიგად, ერთი და იმავე აირისათვის $\frac{pv}{T}$ სიდიდე რჩება უცვლელი, რანაირი მნიშვნელობაც არ უნდა მიიღოს p , v და T . ეს სიდიდე, ამრიგად, არის ფიზიკური კონსტანტა; იგი აღინიშნება R -ით და ეწოდება მუდმივა.

ამ შემთხვევაში შეიძლება დაიწეროს

$$\frac{pv}{T} = R \text{ და } pv = RT. \quad (1.8)$$

ამ განტოლებას ეწოდება იდეალური აირის მდგომარეობის განტოლება, ანუ კლაპეირონის განტოლება, იმ ინჟინერ კლაპეირონის სახელის მიხედვით, რომელიც მუშაობდა რუსეთში გზათა ინსტიტუტის პროფესორად 1820-დან 1830 წლამდე. თუ ვისარგებლებთ ამ განტოლებით, შეიძლება ორი ცნობილი პარამეტრით ვიპოვოთ მესამე.

(1.8) განტოლება მართებულია 1 კილოგრამი აირისათვის, თუ მასში (1.3) განტოლებიდან ჩავსვამთ $v = \frac{V}{m}$ მნიშვნელობას, აირის ნებისმიერი რაოდენობისათვის მივიღებთ:

$$pV = mRT. \quad (1.8 \text{ ა})$$

აირის მუდმივას განზომილების ერთეული შეიძლება განისაზღვროს (1.8) განტოლებიდან:

$$\frac{\text{ნ/მ}^2 \cdot \text{მ}^3/\text{კგ}}{\text{გრად}} = \frac{\text{ნ}\cdot\text{მ}}{\text{კგ}\cdot\text{გრად}} = \frac{\text{ჯ}}{\text{კგ}\cdot\text{გრად}}.$$

§ 5. აირის სითბოტევადობა

ძირითადი განსაზღვრებები

პროცესში მონაწილე სითბოს რაოდენობის სწორი გამოანგარიშებისათვის, საჭიროა ცოდნა სითბოტევადობისა, რომელიც სხეულის მიერ სითბოს ათვისების უნარის მახასიათებელია.

კუთრი სითბოტევადობა ეწოდება სითბოს რაოდენობას, რომელიც საჭიროა ნივთიერების ერთეული რაოდენობის გასათბობად 1 გრადუსით. თუ ნივთიერების ერთეულ რაოდენობად აღებულია კილოგრამი, მაშინ ლაპარაკობენ მასობრივ სითბოტევადობაზე.

მასობრივი (წონით) სითბოტევადობა ეწოდება სითბოს რაოდენობას, რომელიც საჭიროა ერთი კილოგრამი ნივთიერების გასათბობად ერთი გრადუსით. იგი იზომება კჯ/კგ. გრად).

აირის რაოდენობის ერთეულად შეიძლება ავიღოთ აგრეთვე 1 მ³ ან 1 კმოლი, ე. ი. მასა გამოსახული ნივთიერების კილოგრამებში და რიცხობრივად მისი მოლეკულური მასის ტოლი. ამ შემთხვევაში სითბოტევადობა შესაბამისად ატარებს მოცულობისა და მოლის სითბოტევადობის სახელწოდებას.

სითბოტევადობის განსაზღვრიდან გამომდინარე შეიძლება გამოთვლილ იქნეს სითბოს რაოდენობა, რომელიც საჭიროა 1 კგ ნივთიერების გასათბობად t_1 ტემპერატურიდან t_2 ტემპერატურამდე, შემდეგი ფორმულით:

$$q = c_{\text{სა}}(t_2 - t_1). \quad (1.9)$$

თუ m აირის მასაა, მაშინ გათბობისათვის საჭირო სითბოს რაოდენობა:

$$Q = mc (t_2 - t_1). \quad (1.10)$$

საშუალო და ნამდვილი სითბოტევადობა

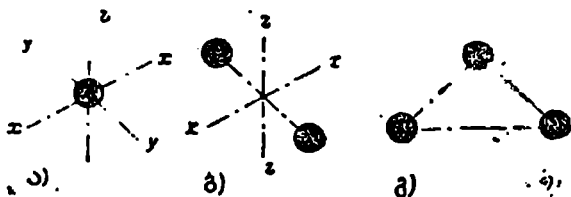
გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ორ- და მრავალატომიანი აირების სითბოტევადობა არ არის მუდმივი სიდიდე, იგი ცვლია და დამოკიდებულია ტემპერატურასა და წნევაზე (უკანასკნელი დამოკიდებულება შედარებით მაღალი წნევების დროს შეიძლება არ იქნეს მიღებული მხედველობაში). სხვანაირად, ერთი კილოგრამი აირის ტემპერატურის გასადიდებლად ერთი გრადუსით, საჭიროა სითბოს სხვადასხვა რაოდენობა იმისდა მიხედვით, თუ რანაირია აირის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა.

ცდების გზით მიღებული დასკვნები დასტურდება სითბოტევადობის თეორიის დებულებით, რომლის თანახმად სითბო გახურების დროს იხარჯება მოლეკულების არა მხოლოდ გადატანითი და ბრუნვითი მოძრაობის ენერჯის გადიდებაზე, არამედ აგრეთვე ატომების რხევითი ენერჯის გადიდებასა და დისოციაციაცაზე.

განვიხილოთ შეკრულ მოცულობაში მოთავსებული 1 კგ აირის გათბობის შემთხვევა. მთელი ენერჯია, მიცემული აირისათვის სითბოს

სახით, ამ შემთხვევაში მიდის აირის მოლეკულების გადატანითი და ბრუნვითი მოძრაობის კინეტიკური ენერჯიის გადიდებაზე.

ერთატომიანი აირის მოლეკულა შეიცავს მხოლოდ ერთ ატომს (ნახ. 1.4. ა).



ნახ. 1.4. ტემპერატურაზე მასური სითბოტევადობის დამოკიდებულების განსაზღვრისათვის.

ასეთ მოლეკულას შეიძლება ჰქონდეს სამი დამოუკიდებელი მოძრაობა სამი კოორდინატული ღერძის გასწვრივ. ამ მოლეკულას, მაშასადამე, აქვს თავისუფლების სამი ხარისხი.

ორატომიანი აირის მოლეკულა შედგება ორი ატომისაგან (იხ. ნახ. 1.4. ბ). ასეთ მოლეკულას აქვს თავისუფლების 5 ხარისხი, რადგან ის მოძრაობს არა მხოლოდ ღერძების გასწვრივ გადატანითად, არამედ შეუძლია იბრუნოს ატომების შემაერთებელი ხაზისადმი მართობული ორი Z და X ღერძების გარშემოც (ბრუნვას თვით ამ ხაზის გარშემო არ ღებულობენ მხედველობაში. რადგან ბრუნვითი მოძრაობის ენერჯია ამ ღერძის გარშემო მცირეა).

სამატომიანი აირის მოლეკულას (აგრეთვე ნებისმიერი მრავალატომიანი აირისათვისაც) აქვს თავისუფლების 6 ხარისხი: 3 ხარისხი გადატანითი მოძრაობისა და 3 ხარისხი ბრუნვითი მოძრაობის. ორატომიანი მოლეკულისაგან განსხვავებით ამ შემთხვევაში ემატება ყოველი მესამე ატომის ბრუნვა იმ ღერძის გარშემო, რომელიც აერთიანებს ორ სხვა ატომს (იხ. ნახ. 1.4. გ).

თავისუფლების ხარისხებზე ენერჯიის თანაბარი განაწილების კანონის (დადგენილს მაქსველისა და ბოლცმანის მიერ) თანახმად, თუ აირს გადაეცა ენერჯია სითბოს სახით, მაშინ ეს ენერჯია თანაბრად განაწილდება თავისუფლების ყველა ხარისხს შორის, მაშასადამე. 1 კილოგრამი ორატომიანი აირის (რომლის მოლეკულებსაც აქვთ თავისუფლების 5 ხარისხი) გასათბობად ერთი გრადუსით უნდა დაიხარჯოს უფრო მეტი სითბო, ვიდრე 1 კილოგრამი ერთატომიანი აირის გასათბობად. რომლის მოლეკულებსაც აქვთ თავისუფლების 3 ხარისხი. რაც უფრო მეტია აირის ატომიანობა, მით მეტია მისი სითბოტევადობა.

მაღალი ტემპერატურის დროს, როცა მოლეკულები მოძრაობენ განსაკუთრებით დიდი სიჩქარეებით, ისინი დაჭახებისას განიცდიან ძლიერ დარჩყვებს. რის შედეგადაც მოლეკულის შემადგენელი ატომები იწყებენ რხევას. ამრიგად, ამ შემთხვევაში ჩნდება თავისუფლების დამატებითი რხევითი ხარისხები.

გარდა ამისა, ტემპერატურის მნიშვნელოვნად გადიდების დროს ყოველი მრავალატომიანი აირი იწყებს დისოციაციას: მისი მოლეკულების ნაწილი ირღვევა, იშლება უფრო მარტივ მოლეკულებად. რაუნული მოლეკულების დაშლის დროს უფრო მარტივ მოლეკულებად იზრდება თავისუფლების ხარისხების რიცხვი, რაც იწვევს სითბოტევადობის გადიდებას. მხედველობაში უნდა მივიღოთ ისიც, რომ თვით დისოციაციის რეაქცია მოითხოვს სითბოს მოდინებას, რაც აგრეთვე ზრდის სითბოტევადობას.

ამრიგად, ტემპერატურის აწევის დროს დამატებითი თავისუფლების ხარისხების გაჩენის გამო აირის სითბოტევადობა მატულობს. მაგალითად 200°C დროს ჰაერის სითბოტევადობა $c = 1,025$ კკ/კგ. გრად) [0.245 კკალ/კგ. გრად], ხოლო 300°C დროს $c = 1,046$ კკ/კგ. გრად) [0.25 კკალ/კგ. გრად].

ორატომიანი აირებისათვის მასური (წონითი) სითბოტევადობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე შეიძლება საკმაო სიზუსტით წარმოვადგინოთ განტოლებით:

$$c = a + bt,$$

სადაც a არის სითბოტევადობის მნიშვნელობა 0° დროს;

b — სითბოტევადობის ზრდის მაჩვენებელი კოეფიციენტი.

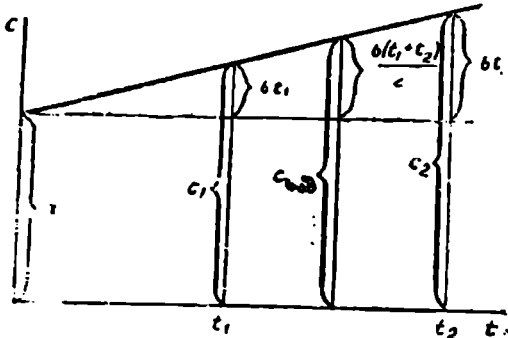
მასური (წონითი) სითბოტევადობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე გამოსახულია 1.5 ნახაზზე. $t = 0^{\circ}\text{C}$ დროს სითბოტევადობა გამოისახება a მონაკვეთით. $t = t_1$ დროს სითბოტევადობა $c_1 = a + bt_1$ (გადიღდა bt_1 სიდიდით); $t = t_2$ დროს სითბოტევადობა $c_2 = a + bt_2$ (გადიღდა bt_2 სიდიდით).

სითბოტევადობა c_2 მეტია c_1 სითბოტევადობაზე. t_1 და t_2 შორის აღებულ სხვა ტემპერატურებისათვის სითბოტევადობა განსხვავებულნი იქნება c_1 -ისა და c_2 -საგან.

ანგარიშისათვის მოხერხებულა საშუალო სითბოტევადობის ცნების შემოტანა $\Delta t = t_2 - t_1$ ტემპერატურათა ინტერვალში. თუ 1 კგ აირის გათბობის დროს მიწოდებულია q სითბო, მაშინ საშუალო სითბოტევადობა განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$c_{\text{საშ}} = \frac{q}{t_2 - t_1} \quad (1.11)$$

ამრიგად, საშუალო სითბოტევადობა შეესაბამება ტემპერატურის საბოლოო ცვლილებას.



საშუალო სითბოტევადობა დამოკიდებულია იმ ტემპერატურულ ინტერვალზე, რომლისთვისაცაა იგი გამოანგარიშებული. მაგალითად 0°C-დან და 500°C-მდე ტემპერატურათა ინტერვალში ჰაერის საშუალო სითბოტევადობა $c_{სა} = 1,038$ კჯ/(კგ გრად.). 10,248 კკალ/კგ.

ნახ. 1. 5. მასური სითბოტევადობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.

გრად.], ხოლო ინტერვალში 0°C-დან 1000°C-მდე $c_{სა} = 1,088$ კჯ/(კგ გრად) [0,26 კკალ/კგ გრად].

დავუშვათ, რომ რომელიმე პროცესში საშუალო სითბოტევადობა

$$c_{სა} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

თუ Δt ტემპერატურათა ინტერვალს სულ უფრო და უფრო შევამცირებთ, მაშინ საშუალო სითბოტევადობა მიისწრაფვის რომელიღაც ზღვრისაკენ, რომელიც წარმოადგენს პირველ წარმოებულს სითბოს რაოდენობიდან ტემპერატურით:

$$c_{სა} = \frac{dq}{dt} \quad (1.12)$$

ნამდვილი სითბოტევადობა შეესაბამება ტემპერატურის უსასრულოდ მცირე ცვლილებას.

ნამდვილი სითბოტევადობა მიეკუთვნება არა ტემპერატურათა ინტერვალს, როგორც საშუალო სითბოტევადობა, არამედ გარკვეულ ტემპერატურას (მოცემული წერტილში) და, მაშასადამე, დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. მაგალითად, ჰაერისათვის 800°C დროს $c_{სა} = 1,053$ კჯ/(კგ გრად) [0,2516 კკალ/კგ გრად], 1000°C დროს $c_{სა} = 1,074$ კჯ/(კგ გრად) [0,2566 კკალ/კგ გრად].

დღემდე ვფიქრობდით, რომ სითბოტევადობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე ატარებს წრფივ ხასიათს. სინამდვილეში ეს დამო-

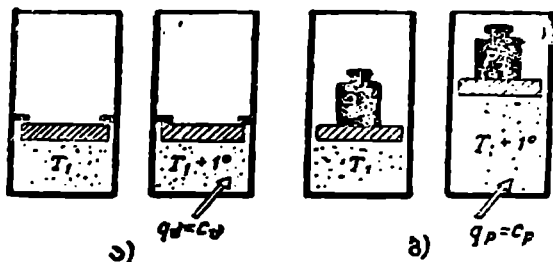
კიდებულება უფრო რთულია და შეიძლება წარმოვადგინოთ მრუდი ხაზით, რომლის განტოლებაა:

$$c = a + bl + el^2$$

a , b და e მუდმივი კოეფიციენტებია მოცემული აირისათვის.

იზოქორული და იზობარული სითბოტევადობა

აქამდე სითბოტევადობის განხილვის დროს მხედველობაში არ ვღებულობდით სითბოს მიწოდების პირობებს აირის გათბობის დროს. ამასთან. გათბობის პირობების მიხედვით საჭიროა სითბოს სხვადასხვა რაოდენობა აირის ტემპერატურის გასაზრდელად 1 გრადუსით. სხვანაირად. აირის სითბოტევადობა დამოკიდებულია პროცესის მიმდინარეობის პირობებზე და სხვადასხვა პროცესისათვის სითბოტევადობა განსხვავებულია.



ნახ. 1.6. აირის მდგომარეობის შეცვლა მუდმივი მოცულობისა (ა) და მუდმივი წნევის (ბ) დროს.

ყველაზე უფრო მეტ ინტერესს იწვევს იზოქორული (მუდმივი მოცულობის დროს) და იზობარული (მუდმივი წნევის დროს) სითბოტევადობანი. იზოქორული სითბოტევადობა აღინიშნება c_V -თი, იზობარული — c_p -თი. ამ სითბოტევადობებს შორის არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება.

ორ ცილინდრში მოვათავსოთ თითო კილოგრამი ერთი და იგივე აირი ერთნაირი T_1 ტემპერატურაზე. გავათბოთ აირი ორივე შემთხვევაში 1 გრადუსამდე. ამასთან, პირველ შემთხვევაში გათბობა ვაწარმოთ მუდმივი მოცულობის დროს (ნახ. 1.6, ა), ხოლო მეორეში — მუდმივი წნევის დროს (ნახ. 1.6, ბ). ცხადია, პირველ შემთხვევაში დაიხარჯება q_V სითბო, რომელიც რიცხობრივად ტოლია c_V იზოქორული სითბოტევადობის, ხოლო მეორე შემთხვევაში — q_p სითბო, რომელიც ტოლია c_p იზობარული სითბოტევადობისა. ძნელი არ არის იმის დანახვა, რომ რადგან მეორე შემთხვევაში აირი გაფართოვდა და

შეასრულა ჰუმანობა, აპიტომ მას უნდა მივაწოდოთ სითბო უფრო მეტი რაოდენობით. მაშასადამე C_p იზობარული სითბოტევადობა მეტია C_p იზოქორულ სითბოტევადობაზე. კავშირი მათ შორის ნაჩვენებია II თავის მე-2 პარაგრაფში.

§ 6. თერმოდინამიკის პირველი ძანონი

ცნება ენერგიაზე. შიგა ენერგია

მატერიის ორგანული თვისებაა მოძრაობა. მოძრაობა არაკეთიარ პირობებში არ ისპობა; მას შეუძლია მხოლოდ შეიცვალოს სახე და გადაეცეს, ე. ი. მოძრაობის ერთი ფორმა შეიძლება გარდაიქმნას სხვა ფორმად.

მოძრაობის (მატერიის ორგანული თვისების) მახასიათებელს ეწოდება ენერგია.

თერმოდინამიკაში არჩევენ ენერგიის შემდეგ სახეებს: შიგასა და გარეს.

გარე ენერგიის ცნებაში შედის: სხეულის როგორც მთლიანის მოძრაობის ენერგია და სხეულის მდებარეობის ენერგია.

შიგა ენერგია ეწოდება სხეულის შინაგანი მდგომარეობის ენერგიის მარაგს.

რას წარმოადგენს რეალური აირის შიგა ენერგია მოლეკულური უჯვალსაზრისით? აირის მოლეკულები მოძრაობენ გადატანითად და ამავე დროს იმყოფებიან ბრუნვითს მოძრაობაში. მაშასადამე, მათ აქვთ გადატანითი და ბრუნვითი მოძრაობის კინეტიკური ენერგია. გარდა ამისა, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მოლეკულებში ატომების რხევითი ენერგიაც. ენერგიის ჩამოთვლილი სახეების ჯამი შეადგენს შიგა კინეტიკურ ენერგიას. რეალურ აირებში მოლეკულათა შორის არსებობს შეჭიდულობის ძალები, რის გამოც მათ აქვთ შიგა პოტენციური ენერგია. მაშასადამე, რეალური აირის შიგა ენერგია წარმოადგენს შიგა კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების ჯამს. შიგა ენერგია აღნიშნება u ასოთი 1 კგ აირისათვის და U -თი — ნებისმიერი რაოდენობის აირისათვის.

იდეალური აირის შიგა ენერგია შედგება მხოლოდ შიგა კინეტიკური ენერგიისაგან (დაკავშირებული მოძრაობის განსაკუთრებულ ფორმასთან — მოლეკულათა არამოწესრიგებულ მოძრაობასთან), რადგან იდეალური აირის მოლეკულებს არა აქვთ შეჭიდულობის ძალები და აირის შინაგანი პოტენციური ენერგია ნულის ტოლია.

მოლეკულათა გადატანითი და ბრუნვითი მოძრაობების კინეტიკუ-

რი ენერგია და მოლეკულებში ატომების რხევათა ენერგია დამოკიდებულია მხოლოდ ტემპერატურაზე. ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ იდეალური აირის შიგა ენერგია დამოკიდებულია მხოლოდ ტემპერატურაზე.

იდეალური აირების შიგა ენერგია გამოიანგარიშება განტოლებით:

$$u = c_v T. \quad (1.13)$$

შიგა ენერგია იზომება ჯ-ობით (აირის ნებისმიერი რაოდენობისათვის) და ჯ/კვ-ობით (1 კილოგრამი აირისათვის).

შიგა ენერგიის მნიშვნელოვანი თვისებაა მისი ცვალებადობის დამოუკიდებლობა პროცესის ხასიათზე. რა რიგადაც არ უნდა მიმდინარეობდეს აირის მდგომარეობის შეცვლის პროცესი, შიგა ენერგიის ცვალებადობა განისაზღვრება მხოლოდ საწყისი და საბოლოო ტემპერატურით. მაშასადამე, შიგა ენერგია წარმოადგენს აირის პარამეტრს და სხვა რომელიმე პარამეტრთან ერთად შეუძლია განსაზღვროს აირის მდგომარეობა.

მუშაობა და სითბო

სხეულის (აირის) გარემოსთან (სხვა სხეულებთან) ურთიერთქმედების შედეგად ხდება ენერგეტიკული გაცვლა. რომლის დროსაც მიმდინარეობს ენერგიის გადანაწილება — გარემოს ენერგია გადადის სხეულზე და პირიქით.

გარემოს ქმედებას სხეულზე შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ხასიათი: ის შეიძლება იყოს მექანიკური, ელექტრული, სითბური და ა. შ. ენერგიის გადაცემის ყველა შემთხვევაში ენერგია ერთი სხეულიდან გადაეცემა მეორეს მხოლოდ ორი შესაძლო სახით — მუშაობის სახით და სითბოს სახით. ენერგიის გადასაცემად მუშაობის სახით საკმარისია ძალა. ამ დროს სხეული, რომელიც ავითარებს ძალას და ქმნის მუშაობას, ენერგიას გადასცემს სხვა სხეულს: თავის მხრივ, სხეული, რომელზედაც მიყენებულია ძალა, ღებულობს ენერგიას. ამ შემთხვევაში, ერთი სხეულიდან მეორე სხეულზე გადაცემული ენერგიის საზომად აღიება მუშაობის რაოდენობა, გაზომილი ჯოულებით.

ენერგიის გადაცემის დროს სითბოს სახით აგრეთვე ერთი რომელიმე სხეული გასცემს ენერგიას, ხოლო მეორე ღებულობს მას. სითბოს რაოდენობა ამ შემთხვევაში ენერგიის საზომია და იზომება აგრეთვე ჯოულებით.

აირის მუშაობის გამოანგარიშება

გამოვარკვეოთ, როგორ გამოვიანგარიშოთ აირის მიერ შესრულებული მუშაობა. დაუშვათ, რომ დგუშიან ცილინდრში მოთავსებული

ლია 1 კგ აირი (ნახ. 1.7). q სითბოს მიწოდების დროს აირის მოქმედების გამო დგუში, რომელიც იმყოფებოდა s მანძილზე ცილინდრის ფსკერიდან, გადაადგილდა უსასრულოდ მცირე ds მანძილთ, მაშასადამე. აირმა შეასრულა მუშაობა:

$$dl = p ds.$$

სადაც p არის აირის წნევა;

l — დგუშის ფართობი.

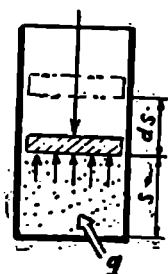
რადგან $l ds = dv$, სადაც dv აირის მიერ დაკავებული მოცულობის ნაზრდია. ამიტომ $dl = p dv$ უსასრულოდ მცირე მუშაობაა. მიღებული გამოსახულების ინტეგრირებით შეიძლება მივიღოთ აირის მუშაობის სიდიდე მისი გაფართოების დროს v_1 მოცულობიდან v_2 -მდე:

$$l = \int_{v_1}^{v_2} p dv. \quad (1.14)$$

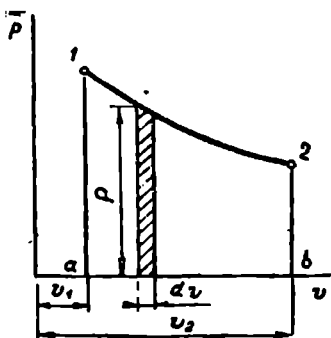
უნდა გვახსოვდეს, რომ ინტეგრირება შეიძლება მხოლოდ მაშინ, როცა ცნობილია დამოკიდებულება აირის p წნევასა და v მოცულობას შორის. (1.14) განტოლება მოცემულია 1 კგ აირისათვის. აირის ნებისმიერი ჩაოდენობისათვის განტოლებას აქვს ასეთი სახე:

$$L = m \int_{v_1}^{v_2} p dv. \quad (1.14 \text{ ა})$$

აირის მუშაობას გამოსახვენ გრაფიკულად, რისთვისაც სარგებლობენ მართკუთხა კოორდინატთა სისტემით, სადაც აბსცისათა ღერძ-



ზე გადაიდება v კუთრი მოცულობა, ხოლო კოორდინატთა ღერძზე — p აირის წნევა. აირის მდგომარეობის ცვალებადობის გრაფიკული გამოსახვა ასეთ სისტემაში ატარებს $v-p$



ნახ. 1.8. აირის მუშაობის გრაფიკული გამოსახვა.

ნახ. 1.7 აირის მიერ შესრულებული მუშაობის განსაზღვრისათვის.

დიაგრამის სახელწოდებას.

ვთქვათ, 1—2 მრუდი (ნახ. 1.8) გამოსახავს დამოკიდებულებას

აირის p წნევასა და v მოცულობას შორის. მაშინ დამტრისული ფართობი წარმოადგენს p წნევის ნამრავლს dv მოცულობის ცვალებადობაზე, რომელიც ტოლია $dl = pdv$ უსაჩუქლოდ მცირე მუშაობისა.

აირის მიერ შესრულებული მთელი მუშაობა:

$$l = \int_{V_1}^{V_2} pdv.$$

როგორც მათემატიკიდან ცნობილია, $\int_{V_1}^{V_2} pdv$ წარმოადგენს 12 ბა 1 ფართობს. მაშასადამე, $v-p$ დიაგრამაში ფართობი, შემოფარგლული პროცესის ხაზით, აბსცისათა ღერძით და კიდური ორდინატებით, რომელიც მასშტაბში ზომავს აირის მუშაობას. (1.14) განტოლებით შეიძლება სარგებლობა როგორც გაფართოების მუშაობის გამოსაანგარიშებლად. იმე შეკუმშვის მუშაობისთვისაც. მხოლოდ უნდა გვახსოვდეს, რომ აირის შეკუმშვის დროს მუშაობა მიიღება მინუსის ნიშნით, რადგან ამ შემთხვევაში მუშაობას აწარმოებს არა აირი, რომელსაც უხდება გარეგანი წინააღობის დაძლევა, არამედ პირიქით, გარეგანი ძალები ახდენენ მუშაობას, რომელიც მიღის შეკუმშვაზე.

თერმოდინამიკის პირველი კანონი

ბუნებასა და ტექნიკაში განუწყვეტლივ ხდება ენერჯიის გარდაქმნის პროცესები, რომელთა განხორციელების შედეგად ენერჯიის ერთი სახე გადადის მეორეში. ეს გარდაქმნები ექვემდებარებიან ენერჯიის შენახვისა და გარდაქმნის კანონს. ენერჯიის შენახვის კანონის თანახმად ენერჯიის სხვადასხვა სახეებს შეუძლიათ ერთიდან გარდაიქმნენ მეორედ. მასთან, ერთი სახის ენერჯიის რაღაც რაოდენობის დახარჯვისას წარმოიქმნება მეორე სახის ენერჯიის სავსებით გარკვეული რაოდენობა.

სითბოს გარდაქმნა მუშაობად და მუშაობისა სითბოდ, რომელსაც შეისწავლის ტექნიკური თერმოდინამიკა, აგრეთვე ექვემდებარება ამ კანონს.

სითბოს გარდაქმნა მუშაობად და მუშაობისა სითბოდ ხორციელდება ერთსა და იმავე მკაცრად მუდმივ თანაფარდობაში (ექვივალენტურობის პრინციპი).

მათემატიკურად ეს შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგნაირად:

$$q = l, \quad (1.15)$$

სადაც q არის სითბოს რაოდენობა ჯ/კგ-ობით.

1 — მუშაობა φ/κ -ობით.

ნებისმიერი რაოდენობის აირისათვის ამ გამოსახულებას აქვს ასეთი სახე:

$$Q = L, \quad (1.15 \text{ ა})$$

სადაც Q არის სითბოს რაოდენობა, φ -ობით, L — მუშაობა, φ -ობით.

თერმოდინამიკის პირველი კანონის განტოლება

მოვთავსოთ 1 კგ აირი მოძრავ დგუშთან. ცლინდრში და მიეწოდოთ აირს რაღაც q რაოდენობის სითბო.

სითბოს მიწოდების შედეგად აირის ტემპერატურა გაიზრდება, გადიდდებიან მოლეკულების გადატანითი და ბრუნვითი მოძრაობების კინეტიკური ენერგია და ატომების რხევითი ენერგია. სხვაანაირად რომ ვთქვათ. შიგა ენერგია გადიდდება სიდიდით:

$$\Delta u = u_2 - u_1,$$

სადაც u_1 არის შიგა ენერგიის მნიშვნელობა სითბოს მიწოდებამდე;

u_2 — შიგა ენერგიის მნიშვნელობა, სითბოს მიწოდების შემდეგ;

Δu — შიგა ენერგიის ნაზრდი.

შიგა ენერგია, როგორც ცნობილია, იზომება ჯოულობით. მაშასადამე, ერთი კილოგრამი აირის შიგა ენერგიის შეცვლაზე დახარჯულია:

$$\Delta u \varphi/\kappa.$$

მოლეკულების კინეტიკური ენერგიის გადიდება იწვევს დგუშზე მოლეკულების დარტყმათა რიცხვისა და ძალის გადიდებას და, მაშასადამე, წნევის გადიდებასაც, რის შედეგადაც დგუში გადაადგილდება და აირი შეასრულებს l მუშაობას. ამ მუშაობის შესრულებაზე დახარჯულია $q - \Delta u$ ჯოული სითბო. მაშინ თერმოდინამიკის პირველი კანონის საფუძველზე შეიძლება დაიწეროს:

$$q - \Delta u = l \text{ ან } q = \Delta u + l. \quad (1.16)$$

მიღებული განტოლება თერმოდინამიკის პირველი კანონის ანალიტიკური გამოსახვაა. ის იკითხება ასე: აირისათვის მიწოდებულ სითბო იხარჯება შიგა ენერგიის შეცვლასა და გაფართოების მუშაობის შესრულებაზე.

(1.16) განტოლება დაწერილია 1 კგ აირისათვის, ხოლო ნებისმიერი რაოდენობის აირისათვის იგი გამოიყურება ასე:

$$Q = \Delta U + L. \quad (1.16 \text{ ა})$$

თერმოდინამიკური პროცესები

§ 1. ცემა თერმოდინამიკურ პროცესზე

სითბურ ძრავებში სითბოს გარდაქმნას მუშაობად თან სდევს აირის მდგომარეობის განუწყვეტელი ცვალებადობა, ე. ი. მისი პარამეტრების განუწყვეტელი ცვალებადობა.

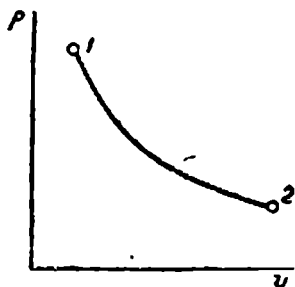
აირის მდგომარეობის ცვალებადობა, რომელსაც თან სდევს მისი პარამეტრების შეცვლა, ატარებს თერმოდინამიკურ პროცესის სახელწოდებას.

აირის პარამეტრების მოსაწინააღმდეგებლად პროცესის რომელიმე მომენტში შეძლება ვისარგებლოთ $pV = RT$ აირის მდგომარეობის განტოლებით. მაგრამ ამ განტოლებით სარგებლობა შესაძლოა მხოლოდ ეკრეთ წოდებული წონასწორული პროცესების განხორციელების შემთხვევაში. წონასწორული პროცესები შეიძლება განისაზღვროს როგორც ისეთი პროცესები, რომლებიც წარმოადგენენ წონასწორობის თანმიმდევრული შედგომარეობების შენაკრებს. ნათქვამი განემარტოთ შემდეგი მაგალითი.

ვთქვათ, მოძრავღებშიან ცილინდრში მოთავსებულია აირი, რომლის მდგომარეობაც ხასიათდება p_1 , V_1 და T_1 პარამეტრებით. მიეცეთ აირს გაფართოების შესაძლებლობა. რისთვისაც შევამცროთ დატვირთვა დგუშზე უსასრულოდ მცირე სიღრმით. ამასთან, პროცესის მიმდინარეობა მოხდება იმდენად ნელა, რომ წნევას ცვალებადობა მოასწავებს გაერთელებას აირის მთელ მოცულობაზე. ცხადია, დგუში ამ დროს უნდა გადაადგილდეს ხახუნის გარეშე. გარდა ამისა, საჭიროა, რომ ტემპერატურა პროცესის ყოველ მომენტში მოცულობის ყველა ნაწილში იყოს ერთნაირი. ეს პირობა შეიძლება შესრულდეს მაშინ, როცა აირის ტემპერატურა ნებისმიერ მომენტში გარემოს ტემპერატურას ტოლი იქნება (ანდა გადაიზრება მისგან უსაარყოფელ მცირე სიღრმით). მხოლოდ აღნიშნული პირობების (ხახუნის უქონლობა, აირისა და გარემოს წნევებისა და ტემპერატურების ტოლობა) შესრულებისას იქნება თერმოდინამიკური პროცესები წონასწორული.

წონასწორული პროცესების თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ იბინი ამავე დროს არიან შექცევადი პროცესები. ეს ნიშნავს, რომ პროცესის ნებისმიერ მომენტში აირი შეიძლება დავაბრუნოთ საწყის მდგომარეობაში; აირი ამ დროს შექცეულად გაივლის წინა-

დელ მდგომარეობებს. თუ პირდაპირი პროცესი $v-p$ დიაგრამაში გამოისახება 1—2 მრუდით, მაშინ შექცევადი პროცესი გამოისახება 2—1 მრუდით, ამასთან, ორივე მრუდი ემთხვევა ერთმანეთს ყველა თავისი წერტილით (ნახ. 1.9).



ნახ. 1.9. წონასწორული და შექცევადი პროცესის გრაფიკული გამოსახვა.

გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ შექცევადი და წონასწორული პროცესებისათვის. დასკვნები მიღებული შექცევადი პროცესების გამოკვლევის დროს, შეიძლება მრავალ შემთხვევაში საკმაო მიახლოებით გავავრცელოთ რეალურ პროცესებზედაც.

აირის მდგომარეობის შეცვლის დროს აირის პარამეტრებს შეუძლიათ შეიცვალოს ნებისმიერად (რა თქმა უნდა, იმ პირობით, რომ დაკმაყოფილებული იქნება კლაპეირონის განტოლება: $pv = RT$). მრავალი შესაძლო პროცესიდან დასაწყისში შევარჩევთ ანალიზისათვის უმარტივეს პროცესებს, სახელდობრ ისეთებს, რომელთა მიმდინარეობის დროსაც მუდმივი რჩება რომელიმე პარამეტრთაგანი ($v = \text{const}$, $p = \text{const}$, $T = \text{const}$).

საჭიროა აგრეთვე ისეთი პროცესის განხილვა, რომლის მიმდინარეობის დროსაც აირი არც ლებულობს და არც გასცემს სითბოს. მრავალი რეალური პროცესი რეაქტიულ და დგუშიან ძრავებში მიმდინარეობს ისეთ პირობებში, რომლებიც საკმაოდ უახლოვდებიან იმ პროცესებს. რომლებშიც მუდმივი რჩება რომელიმე ცალკეული პარამეტრთაგანი. დაბოლოს, საჭიროა განვიხილოთ ეგრეთწოდებული პოლიტროპული პროცესიც, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა შევისწავლოთ ისეთი პროცესებიც, რომელთა დაყვანა ოთხ მარტივამდე შეუძლებელია.

ძირითადი თერმოდინამიკური პროცესები აღგენენ აირის პარამეტრების ცვლებადობის კანონზომიერებას და ენერჯიის გარდაქმნის თა-

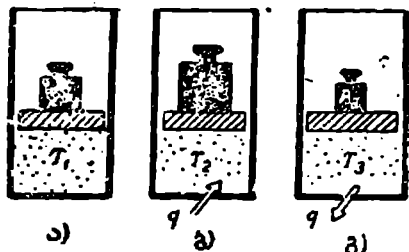
ჯისებურებებს აირტურბინული ძრავების ძირითად ელემენტებში, აგრეთვე წვის კამერებში, საქშენებში, წნევის რელექტორებში, თხევადი რაკეტული ძრავების აირის კომუნიკაციებში.

თერმოდინამიკური პროცესების გამოკვლევის დროს გვიანტერესებს აირის მიერ შესრულებული მექანიკური მუშაობის გამოანგარიშება, პროცესში აირის პარამეტრების თანაფარდობა. აირის მიერ მიღებული ან გაცემული სითბოს სიდიდე და პროცესში შიგა ენერჯის ცვალებადობა.

§ 2. იზოქორული პროცესი

იზოქორული ეწოდება პროცესს, რომელიც ხორციელდება მუდმივი მოცულობის დროს (ბერძნულად იზოს — ტოლი და ქორა — ადგილი).

განვიხილოთ იზოქორული პროცესის მიმდინარეობა, რისთვისაც მოვათავსოთ 1 კგ აირი ცილინდრში და მისი წნევა დატვირთვით გააწონასწოროთ თავისუფლად მოძრავ დგუშზე (ნახ. 1 10, ა). მივაწოდოთ აირს სითბოს გარკვეული q რაოდენობა (იხ. ნახ. 1. 10, ბ); აირი ტემპერატურის გადიდების გამო ცდილობს გაფართოვდეს; მუდმივი მოცულობის შესანარჩუნებლად საჭიროა დატვირთვის გადიდება დგუშზე. ტემპერატურის გადიდების დროს იზრდება მოლეკულათა მოძრაობის საშუალო სიჩქარე და, მაშასადამე, მოლეკულათა დარტყმის რიცხვი დგუშზე დროის ერთეულში. სხვანაირად, მატულობს წნევა, რომელიც მო-



ნახ. 1.10. იზოქორული პროცესის მიმდინარეობა.

ლეკულურ-კინეტიკური თეორიის თანხმად აირის მოლეკულების დარტყმების შედეგი. ამიტომაც ვზრდით დატვირთვას დგუშზე, მასთან იმდენად, რომ მოხდეს წნევის გადიდების (დარტყმათა რიცხვის გადიდების) კონპენსირება. ამრიგად, აირისათვის სითბოს მიწოდების დროს ხდება წნევისა და ტემპერატურის გაზრდა.

თუ, პირიქით, აირი გამოყოფს q სითბოს (იხ. ნახ. 1.10, გ). მაშინ ტემპერატურისა, და მაშასადამე, მოლეკულათა მოძრაობის სიჩქარის დაცემის გამო, აირის წნევა ცილინდრში დაიწყებს შემცირებას. მუდმივი მოცულობის შესანარჩუნებლად დროის ერთეულში დარტყმათა

კლებადი რიცხვის საკომპენსაციოდ საჭიროა დატვირთვის შემცირება დგუშზე.

$v = const$ იზოქორული პროცესის განტოლებაა.

$v - p$ დიაგრამაში (ნახ. 1.11) იზოქორული პროცესი გამოისახება 1-2 და 2-1 ვერტიკალური ხაზებით, მასთან 1-2 ხაზი მიეკუთვნება აირისათვის სითბოს მიწოდების შემთხვევას, 2-1 ხაზი — აირიდან სითბოს გაცემის შემთხვევას. აღნიშნული ხაზები ატარებენ იზოქორას სახელწოდებას.

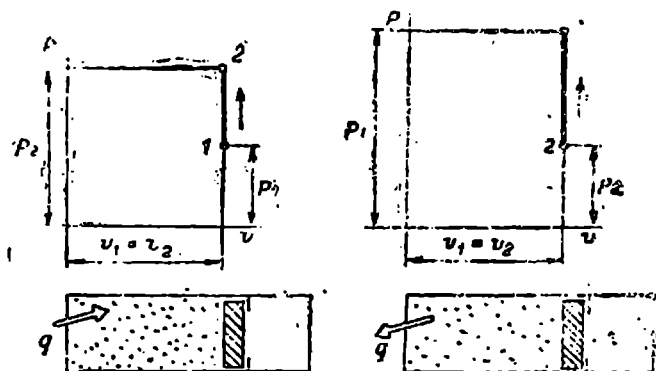
აირის პარამეტრების თანაფარდობა იზოქორულ პროცესში შეიძლება მოენახოთ შემდეგნაირად.

აირის საწყისი მდგომარეობა (1 წერტილი) ხასიათდება განტოლებით:

$$p_1 v = RT_1.$$

საბოლოო მდგომარეობა (2 წერტილი) განტოლებით:

$$p_2 v = RT_2.$$



ნახ. 1. 11. იზოქორული პროცესების გრაფიკული გამოსახვა.

თუ წევრ-წევრად გავყოფთ მეორე გამოსახულებას პირველზე, მივიღებთ:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}, \quad (1.17)$$

საიდანაც ჩანს, რომ იზოქორულ პროცესში აირის წნევის ცვალებადობა პროპორციულია აბსოლუტური ტემპერატურის ცვალებადობისა.

პასუხის მისაღებად კითხვაზე, თუ როგორ ნაწილდება აირისათვის

იზოქორულ პროცესში მიწოდებული სითბო, გამოვიყენოთ თერმოდინამიკის პირველი კანონის განტოლება:

$$q = \Delta u + l.$$

აირის მუშაობა იზოქორულ პროცესში ნულის ტოლია. მარჯალა, მიქანიკური მუშაობის ჩასატარებლად საჭიროა ძალისა და მანძილის არსებობა. ცხადია, რომ უძრავი დგუშის დროს მანძილი ნულის ტოლი და მუშაობა $l=0$. ეს ჩანს 1.11 ნახაზიდან.

რადგან იზოქორა ორდინატთა ღერძის პარალელური სწორი ხაზია, ამიტომ მუშაობის შესაბამისი ფართობი ნულის ტოლია.

ამრიგად $l=0$ დროს პირველი კანონის განტოლებას აქვს ასეთი სახე:

$$\begin{aligned} \Delta q &= \Delta u \\ q &= u_2 - u_1 \end{aligned} \quad (1.18)$$

(1.18) განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ აირისათვის მიწოდებული სითბო იხარჯება მთლიანად შიგა ენერჯიის ზრდაზე. რის შედეგადაც აირის ტემპერატურა მატულობს. შესაბამისად, აირის მიერ ჰიზბოს გაცემას თან სდევს შიგა ენერჯიისა და ტემპერატურის შემცირება.

სითბოს რაოდენობა, რომელიც მონაწილეობდა იზოქორულ პროცესში და რომელიც დაიხარჯა 1 კგ აირის განათობად T_1 ტემპერატურიდან T_2 -მდე, განისაზღვრება (1.19) ზოგადი ფორმულით, რომელშიც ამ შემთხვევაში ჩასმული უნდა იქნეს იზოქორული სითბოტევადობა:

$$q = c_v (T_2 - T_1). \quad (1.19)$$

ზოლო m კვლოგრამი აირისათვის

$$Q = c_v m (T_2 - T_1). \quad (1.19 \text{ ა})$$

ესმით ნაჩვენები იყო, რომ იზოქორული პროცესისათვის

$$q = u_2 - u_1 = \Delta u.$$

აქედან, შიგა ენერჯიის ცვლილებების გამოანგარიშება 1 კგ აირისათვის შეიძლება ენერჯიის შემდეგი განტოლებით:

$$\Delta u = u_2 - u_1 = c_v (T_2 - T_1). \quad (1.20)$$

ან ნებისმიერი რაოდენობა აირისათვის

$$\Delta U = U_2 - U_1 = m c_v (T_2 - T_1). \quad (1.20 \text{ ა})$$

მიღებული ფორმულები მართებულია არა მხოლოდ იზოქორული, არამედ იდეალური გაზის ნებისმიერი პროცესისათვის. ეს აიხსნება იმით, რომ როგორც ცნობილია, იდეალური აირის შიგა ენერგია დამოკიდებულია მხოლოდ ტემპერატურაზე და არ არის დამოკიდებული წნევისა და მოცულობაზე; როგორც არ უნდა იცვლებოდეს წნევა და მოცულობა სხვადასხვა პროცესში, თუ ტემპერატურა შეიცვალა T_1 -დან T_2 -მდე, შიგა ენერგიის შეცვლა ყველა ამ პროცესში იქნება ერთი და იგივე. ამრიგად, თუ რომელიმე პროცესში აირის ტემპერატურა შეიცვალა T_1 -დან T_2 -მდე, მაშინ შიგა ენერგიის შეცვლაზე ამ პროცესში დაიხარჯება სითბოს იმდენივე რაოდენობა, რამდენიც იხარჯება იზოქორულ პროცესში, რომელიც მიმდინარეობს იგივე T_1 და T_2 ტემპერატურებს შორის. მაშასადამე, (1.20 და 1.20. ა) ფორმულებით შეიძლება ვისარგებლოთ ყოველგვარ პროცესში შიგა ენერგიის შეცვლის გამოსაანგარიშებლად.

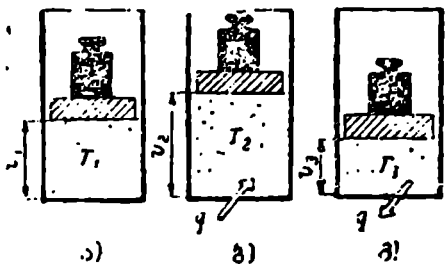
§ 3. იზობარული პროცესი

იზობარული ეწოდება პროცესს, რომელიც ხორციელდება მუდმივი წნევის დროს (ბერძნულად იზოს — ტოლი, ბაროს — სიმძიმე, წონა).

განვიხილოთ იზობარული პროცესის მიმდინარეობა. მოვათავსოთ მოძრავდგულშიან ცილინდრში 1 კგ აირი, მასთან, აირის p_1 წნევა გავაწონასწოროთ მუდმივი გარეგანი დატვირთვით (ნახ. 1.12, ა) და აირს მივაწოდოთ q სითბო. სითბოს მიწოდებისას აირი გაფართოვდება, მოცულობა და ტემპერატურა გაიზრდება, ხოლო წნევა დარჩება უცვლელი (იხ. ნახ. 1. 12, ბ).

აღნიშნული მოვლენა ადვილად ასახსნელია მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის თვალსაზრისით. სითბოს მიწოდების დროს იზრდება მოლეკულების სიჩქარე და მატულობს დროის ერთეულში დარტყმების რიცხვი კედლებზე და დგულზე. ამ დროს დაუმაგრებელი დგული გადაადგილდება, რადგან მუდმივი გარეგანი დატვირთვა არ ეწინააღმდეგება მოლეკულების განშირებულ დარტყმებს. მომხდარი გაფართოების (მოცულობის გადიდების) შედეგად შემცირდება მოლეკულათა რიცხვი მოცულობის ერთეულში (მათი სიჩქარის ზრდასთან ერთად). მაშასადამე, მატულობს მოლეკულათა დარტყმების სიხშირე მათი რიცხვის შემცირებასთან ერთად. ამიტომ უცვლელი დარჩება მოლეკულათა დარტყმების რიცხვი დროის ერთეულში, და მაშასადამე, უცვლელი დარჩება წნევაც.

აირის შეკუმშვის შემთხვევაში (იხ. ნახ. 1. 12, გ) აირის ზეერ სითბოს გაცემის დროს მოლეკულათა მოძრაობის სიჩქარე კლებულობს. ამიტომ მცირდება მოლეკულათა დარტყმების რიცხვი დროის ერთეულში; დღეში გარეგანი დატვირთვის მოქმედებით ჩაშლიწვეს, აირის მოცულობა და ტემპერატურა შემცირდება წნევა ამ პროცესში აგრეთვე რჩება მუდმივი, რადგან მოცულობის ერთეულში მოლეკულათა რიცხვის გადიდებისას მცირდება მოლეკულათა დარტყმების რიცხვი დროის ერთეულში.



ნახ. 1. 12. იზობარული პროცესის მიმდინარეობა.

$v-p$ დიაგრამაში იზობარული პროცესი გამოისახება აბსცისათა ღერძის პარალელური სწორი ხაზებით (ნახ. 1.13). აღნიშნულ ხაზებს ეწოდება იზობარული.

$p = const$ — იზობარული პროცესის განტოლებაა.

იზობარულ პროცესში აირის პარამეტრების თანაფარდობის განსაზღვრისათვის დავწეროთ კლავირონის განტოლება საწყისი და საბოლოო მდგომარეობებისათვის:

საწყისი მდგომარეობისათვის (1 წერტილი):

$$p_1 v_1 = RT_1;$$

საბოლოოსათვის (2 წერტილი):

$$p_2 v_2 = RT_2.$$

თუ განტოლებებს გავყოფთ წევრ-წევრად და შევკვეთთ, მივიღებთ:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{T_2}{T_1}. \tag{1.21}$$

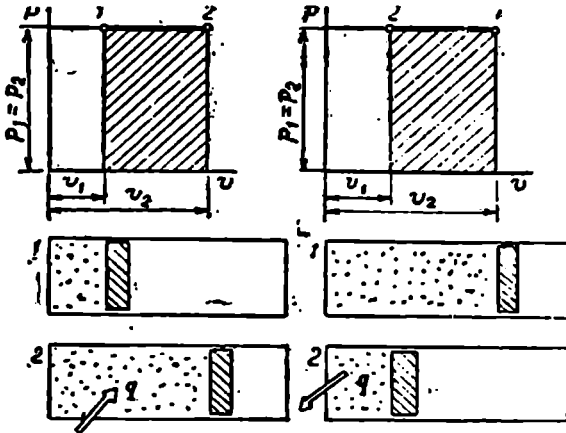
მიღებული ფორმულიდან გამომდინარეობს: იზობარულ პროცესში აირის კუთრი მოცულობის შეცვლა პირდაპირპროპორციულია აბსოლუტური ტემპერატურის შეცვლისა.

აირის მუშაობა იზობარულ პროცესში შეიძლება გაანგარიშებულ იქნეს (1.14) ზოგადი განტოლებით, რომელიც იზობარული პროცესისათვის ლებულობს მეტად მარტივ სახეს. ამ შემთხვევაში p , როგორც მუდმივი სიდიდე, გამოვა ინტეგრალის ნიშნის გარეთ.

$$l = p \int_{v_1}^{v_2} dv \quad \text{და } i = p (v_2 - v_1) \quad (1.22)$$

ან.

$$l = R(T_2 - T_1). \quad (1.23)$$



ნახ. 1.13. იზობარული პროცესების გრაფიკული გამოსახვა.

აირის ნებისმიერი რაოდენობისათვის

$$L = mp(v_2 - v_1) \quad (1.22 \text{ ა})$$

ან

$$L = mR(T_2 - T_1). \quad (1.23 \text{ ა})$$

1. 13 ნახაზზე აირის მუშაობა იზობარულ პროცესში გამოისახება დაშტრიხული ფართობებით.

იზობარულ პროცესში აირის მუშაობისათვის გამოყვანილი განტოლებიდან:

$$L = mR(T_2 - T_1)$$

შეიძლება განესაზღვროთ აირის მუდმივას მნიშვნელობა:

$$R = \frac{L}{m(T_2 - T_1)}$$

როცა $m = 1$ კგ და $(T_2 - T_1) = 1^\circ\text{C}$, L მუშაობა ტოლი იქნება R -ის. განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ აირის მუდმივა მუ-

შაობაა. რომელიც შესრულებულია ერთი კილოგრამი აირის მიერ იზობარული გაფართოების პროცესში ერთი გრადუსით გათბობის დროს.

თუ იზობარულ პროცესს მიუყენებთ $q = \Delta u + l$ თერმოდინამიკის პირველი კანონის განტოლებას, შეიძლება გამოვარკვიოთ სითბოს გაწაწრება პროცესში. განტოლებაში მარჯვენა ნაწილის შესაყრებთან მიწვევების ჩასმით, ვღებულობთ:

$$q = c_v (T_2 - T_1) + R(T_2 - T_1). \quad (1.24)$$

მიღებული განტოლება მართებულია 1 კგ აირისათვის; ყოველგვარი რაოდენობის აირისათვის განტოლებას აქვს ასეთი სახე:

$$Q = mc_v (T_2 - T_1) + mR(T_2 - T_1). \quad (1.24 \text{ ა})$$

განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ იზობარულ პროცესში სითბო იხარჯება შიგა ენერჯიის შეცვლასა და მუშაობის შესრულებაზე. მუშაობის შესრულებაზე იხარჯება მიწოდებული სითბოს $2/7$, ხოლო შიგა ენერჯიის შეცვლაზე — $5/7$.

სითბო. მიწოდებული ერთი კილოგრამი აირისათვის გათბობის პროცესში, T_1 ტემპერატურიდან T_2 -მდე მუდმივი წნევის დროს შეიძლება გაანგარიშებულ იქნეს (1.9) ზოგადი განტოლებით, რომელშიც ამ შემთხვევაში ჩასმული უნდა იქნეს იზობარული სითბოტევადობა:

$$q = c_p (T_2 - T_1), \quad (1.25)$$

ხოლო m კილოგრამი აირისათვის:

$$Q = mc_p (T_2 - T_1). \quad (1.25 \text{ ა})$$

ჩვენსათ თერმოდინამიკის პირველი კანონის განტოლებაში სითბოს მნიშვნელობა (1.25) განტოლებიდან მივიღებთ:

$$c_p (T_2 - T_1) = c_v (T_2 - T_1) + R(T_2 - T_1).$$

$(T_2 - T_1)$ -ზე შეკვეციით ვღებულობთ ფორმულას:

$$c_p = c_v + R. \quad (1.26)$$

განტოლებიდან შეიძლება გავაყეთოთ დასკვნა რომ იზობარული სითბოტევადობა მეტია იზოქორულ სითბოტევადობაზე სითბოს იმ რაოდენობით. რომელიც რიცხოვრებამ აირის მუდმივას ტოლია. (1.26) განტოლება ატარებს მაიერის (მიღებულია რ. მაიერის მიერ 1842 წ.) განტოლების სახელწოდებას.

მიღებული დასკვნა შეიძლება განამარტოს შემდეგნაირად. იზოქორულ პროცესში 1 კგ აირის გათბობის დროს ერთი გრადუსით სითბო

იხარჯება მხოლოდ შიგა ენერჯიის შეცვლაზე, იზობარულ პროცესში, გარდა ამისა, — აირის მუდმივას მნიშვნელობის ტოლი მუშაობის შესრულებაზე. რამდენადაც ორივე პროცესში შიგა ენერჯიის შეცვლაზე იხარჯება სითბოს ერთი და იგივე რაოდენობა (ორივე შემთხვევაში აირი თბება 1 კრადუსით), ამიტომ c_p იზობარული სითბოტევადობა მეტია c_v იზოქორულ სითბოტევადობაზე სითბოს იმ რაოდენობით, რომელიც რიცხობრივად აირის მუდმივას ტოლია.

იზობარული პროცესის განხილვა შესაძლებლობას გვაძლევს გამოვიანგარიშოთ მდგომარეობის ახალი პარამეტრი, რომელიც დიდ როლს თამაშობს თერმოდინამიკასა და აგრეთვე რეაქტიული ძრავების თეორიაში.

განვიხილოთ ჯამი შიგა ენერჯიისა და წნევის ნამრავლისა აირის კუთრ მოცულობაზე:

$$u + pv.$$

გამოსახულებაში შემავალი ყველა სიდიდე მდგომარეობის პარამეტრებია, ამიტომ მათი ჯამიც აგრეთვე არის მდგომარეობის პარამეტრი. ეს პარამეტრი აღინიშნება i -თი და ეწოდება ენტალპია ან სითბოშემცველობა. ენტალპიის განზომილებაა ჯოული .

ამრიგად, ენტალპია:

$$i = u + pv. \quad (1.27)$$

(1.27) ფორმულაში შიგა ენერჯია გამოვსახოთ როგორც ნამრავლი $c_v T$, ხოლო pv (კლაპეირონის განტოლებიდან) — RT -თი:

$$i = u + pv = c_v T + RT = (c_v + R)T.$$

(1.26) განტოლებიდან ცნობილია, რომ $c_v + R = c_p$, მაშინ

$$i = c_p T. \quad (1.28)$$

შაშასადამე, იდეალური აირის ენტალპია რიცხობრივად ტოლია სითბოს იმ რაოდენობისა, რომელიც საჭიროა 1 კგ აირის გასათბობად 0-დან $T^\circ K$ -მდე მუდმივი წნევის დროს.

(1.28) ენტალპიის გამოსახულების გამოყენებით (1.25) გამოსახულება სითბოს იმ რაოდენობისათვის, რომელიც გადაეცა 1 კგ აირს იზობარულ პროცესში, შეიძლება შემდეგნაირად დაიწეროს:

$$q = c_p T_2 - c_p T_1 = i_2 - i_1. \quad (1.29)$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ სითბო, გადაცემული აირისათვის იზობარულ პროცესში, ტოლია აირის საბოლოო და საწყისი ენტალპიების სხვაობისა.

§ 4. იზოთერმული პროცესი

იზოთერმული ეწოდება პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს მუდმივი ტემპერატურის დროს (ბერძნულად იზოს — ტოლი, თერმე — სიმზურვალე, სითბო).

იზოთერმული პროცესის მიმდინარეობის განხილვისათვის მოვათავსოთ 1 კგ აირი ცილინდრში და გავაწონასწოროთ აირის p_1 წნევა გარეგანი დატვირთვით (ნახ. 1.14, ა). თუ თანდათან შევამცირებთ დატვირთვას დგუშზე, მაშინ აირის წნევა გამოიწვევს დგუშის გადაადგილებას (აწევა) მანამ, სანამ აირის წნევა არ გათანასწორდება გარეგანი დატვირთვით. რამდენადაც ამ დროს არ ხდებოდა სითბოს მიწოდება. დგუშის გადაადგილება შეიძლება მომხდარიყო მოლეკულების კინეტიკური ენერჯიის რომელიც ნაწილის დახარჯვის ხარჯზე, რასაც თან უნდა სდევდეს ტემპერატურის შემცირება.

მაშასადამე, იმისათვის რომ შენარჩუნებულ იქნეს მუდმივი ტემპერატურა, საჭიროა აირს მივაწოდოთ სითბო იმ რაოდენობით, რომელიც საკმარისია მოლეკულების ენერჯიის შემცირების საკომპენსაციოდ (იხ. ნახ. 1.14, ბ). ამრიგად, გაფართოების იზოთერმულ პროცესს თან უნდა სდევდეს სითბოს მიწოდება. ამ დროს აირის წნევა კლებულობს, ხოლო კუთრი მოცულობა იზრდება.

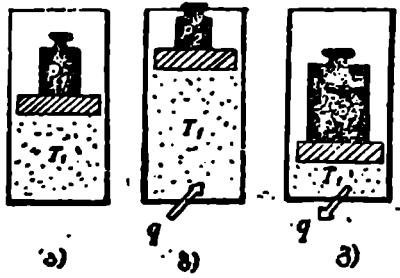
დგუშზე დატვირთვის გადიდების გზით და ერთდროულად გარკვეული რაოდენობა სითბოს არინებით შეიძლება განვახორციელოთ იზოთერმული შეკუმშვის პროცესი (იხ. ნახ. 1.14, გ). ამ დროს აირის წნევა იზრდება, ხოლო კუთრი მოცულობა მცირდება.

$p-v$ დიაგრამაში იზოთერმული პროცესის გრაფიკი (იზოთერმა) გამოისახება ტოლფერდა ჰიპერბოლით (ნახ. 1.15).

$p_1 v_1 = p_2 v_2$ — იზოთერმული პროცესის განტოლებაა (ბოილ—მარიოტის კანონის ანალიზური გამოსახვა).

მაშასადამე,

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 \quad \text{ან} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1} \quad (1.30)$$



ნახ. 1. 14. იზოთერმული პროცესის მიმდინარეობა.

აქედან გამომდინარეობს, რომ იზოთერმულ პროცესში აირის წნევის შეცვლა კუთრი მოცულობის შეცვლის უკუპროპორციულია.

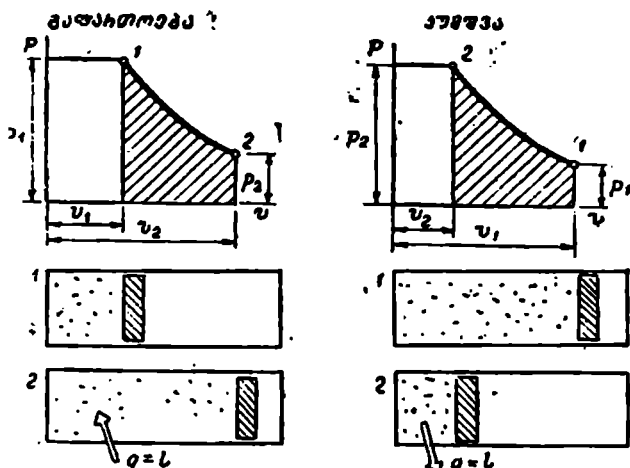
აირის მუშაობა იზოთერმულ პროცესში შეიძლება განისაზღვროს (1.14) ზოგადი განტოლებით:

$$l = \int_{v_1}^{v_2} p dv.$$

იმისათვის, რომ ვისარგებლოთ აღნიშნული განტოლებით, საჭიროა ვიცოდეთ, თუ როგორ იცვლება ამ პროცესში წნევა კუთრი მოცულობასთან დაკავშირებით.

აირის კუთრი მოცულობა და წნევა დაკავშირებულია $pV = RT$ კლაპეირონის განტოლებით, საიდანაც

$$p = \frac{RT}{v}.$$



ნახ. 1. 15. იზოთერმული პროცესების გრაფიკული გამოსახვა.

ჩავსვათ ეს გამოსახულება (1.14) განტოლებაში, მოვახდინოთ მთელი რიგი გარდაქმნები, საბოლოოდ მივიღებთ:

$$l = 2,303 RT \lg \frac{v_2}{v_1}, \quad (1.31)$$

$$l = 2,303 RT \lg \frac{p_1}{p_2}. \quad (1.31 \text{ ა})$$

განტოლებები მართებულია 1 კგ აირისათვის. ნებისმიერი რაოდენობა

აირის მუშაობის განსაზღვრისათვის საჭიროა განტოლების მარჯვენა ნაწილის გამრავლება m -ზე; მაგალითად:

$$L = 2,303 mRT \lg \frac{P_1}{P_2}$$

იზოთერმული პროცესი წარმოადგენს პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს მუდმივი შიგა ენერჯიის დროს. მართლაც, შიგა ენერჯიის შეცვლას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$\Delta u = c_v (T_2 - T_1),$$

რადგან $T_2 = T_1$, ამიტომ შიგა ენერჯიის შეცვლა $\Delta u = 0$.

თერმოდინამიკის 1-ლ კანონს ამ შემთხვევაში აქვს ასეთი სახე:

$$q = L \quad (1.32)$$

მაშასადამე, მთელი სითბო, გადაცემული აირისათვის გაფართოების პროცესში, იხარჯება მექანიკური მუშაობის ჩასატარებლად; მუშაობა, დახარჯული იზოთერმულ კუმშვაზე, მოითხოვს აირიდან შესაბამისი რაოდენობის სითბოს არჩენბას.

§ ადიაბატური პროცესი

ადიაბატური ეწოდება პროცესს, რომლის დროსაც აირი არც ღებულობს და არც გასცემს სითბოს (ბერძნულად ა — არა, დიაბატოს — გადასვლა).

წმინდა სახით ადიაბატური პროცესი შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ აირი სითბოს მხრივ იზოლირებულია გარემომცველი სხეულებისაგან, მაგალითად, თუ მოთავსებულია ცილინდრში იდეალური სითბოიზოლაციით. თუშეცა აბსოლუტურად სითბოშეუღწევი მასალები არ არსებობს და ასეთი პროცესი წმინდა სახით განუხორციელებელია. მაინც, დასკვნებო მიღებული ადიაბატური პროცესის განხილვის დროს, პრაქტიკულად მართებულია ადიაბატურთან საკმაოდ მიახლოებული პროცესებისათვის.

საკითხი იმის შესახებ თუ რამდენად ახლოა პროცესი ადიაბატურთან, წყდება ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში. თერმოდინამიკურ პროცესს თვლიან ადიაბატურად, თუ აირის შეხების დრო კედლებთან მკირეა, რის გამოც გაცემული ან მიღებული სითბოს რაოდენობა იქნება ნაკლები. მაგალითად, შეიძლება ჩაითვალოს ადიაბატურ პროცესად აირის მიღინება აირტურბინების არხებში, სადაც სიჩქარეები აღწევს ასეული მეტრის რიგის სიდიდეებს წამში (500—600 მ/წმ). არხის კედლებთან აირის ქავლის შეხების დროის სიმკირის გამო სითბოს გაცემა უმნიშვნელოდ ახდენს გავლენას პროცესის ხასიათზე.

მოვთავსოთ ცილინდრში (იდეალური სითბოიზოლაციით) 1 კგ. აირი და გავაწონასწოროთ მისი p_1 წნევა გარეგანი დატვირთვით (ნახ. 1.16, ა). შევამციროთ გარეგანი დატვირთვა, რითაც აირს მიეცემთ გაფართოების შესაძლებლობას დგუშის გადაადგილებითა და მუშაობის შესრულებით (იხ. ნახ. 1.16, ბ). გარეგანი მუშაობა (დგუშის აწევა) სრულდება აირის შიგა ენერჯიის დახარჯვის ხარჯზე. იმის გამო, რომ სითბო პროცესში არ გადაეცემა აირს, აირის ტემპერატურა კლებულობს. ამრიგად, გაფართოების ადიაბატურ პროცესში აირის მოცულობა იზრდება, ხოლო წნევა და ტემპერატურა მცირდება.

თუ გავზრდით გარეგან დატვირთვას, მაშინ დგუში დაიწეეს, აირის მოცულობა შემცირდება, ხოლო წნევა გაიზრდება (მანამ აირის წნევა არ გაწონასწორდება მეტი გარეგანი დატვირთვით) და მოხდება აირის შეკუმშვა; რადგან ამ დროს არ ხდებოდა აირიდან სითბოს არინება, ამიტომ აირის ტემპერატურა და შიგა ენერჯია აგრეთვე გაიზრდება. მაშასადამე, შეკუმშვის ადიაბატურ პროცესში აირის მოცულობა კლებულობს, ხოლო წნევა და ტემპერატურა იზრდება (იხ. ნახ. 1.16, გ).

გამოვიყვანოთ აირის მდგომარეობის ადიაბატური შეცვლის განტოლება.

თერმოდინამიკის 1-ლი კანონის $dq = du + dl$ განტოლება ადიაბატური პროცესისათვის, როცა $dq = 0$, დაიწერება შემდეგნაირად:

$$du + dl = 0 \text{ ან } c_v dT + p dv = 0.$$

განტოლების გადიფერენციალებით და შემდგომი გარდაქმნებით ვლებულობთ:

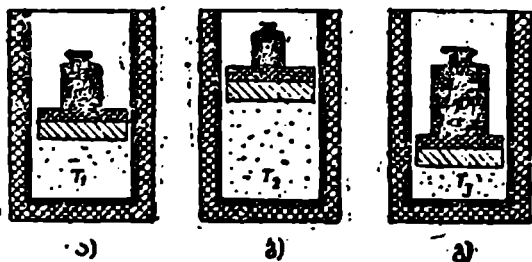
$$\frac{c_p}{c_v} p dv + v dp = 0 \text{ ან } k \frac{dv}{v} + \frac{dp}{p} = 0.$$

ფარდობა $\frac{c_p}{c_v}$ არის k ადიაბატის მაჩვენებელი.

რადგან c_p და c_v დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, ამიტომ k დამოკიდებული იქნება ტემპერატურაზე. ადიაბატის მაჩვენებლის სიდიდეში ჩანს გაზის ფიზიკური თვისებები. $273^\circ\text{K}[0^\circ\text{C}]$ ტემპერატურის დროს ადიაბატის მაჩვენებელი ჰაერისა და სხვა ორატომიანი აირებისათვის თითქმის ერთნაირია და 1,40-ის ტოლი. თუ არ მივიღებთ მხედველობაში ტემპერატურის გავლენას ადიაბატის მაჩვენებელზე და k -ს ჩავთვლით მუდმივ სიდიდედ, მაშინ შეიძლება $k \frac{dv}{v} + \frac{dp}{p} = 0$ განტოლების უბრალოდ ინტეგრირება. ამრიგად, როცა $k = \text{const}$, გვაქვს:

$klnv + ln p = const$ და, საბოლოოდ, $pv^k = const$. (1.33).

$v-p$ დიაგრამაში ადიაბატური პროცესი გამოისახება არატოლფერ-



ნახ. 1. 16 ადიაბატური პროცესის მიმდინარეობა.

და ჰიპერბოლით (ნახ. 1.17), რომელიც შეფარდებულია ასიმპტოტებთან. როგორც კოორდინატა ღერძებთან. ადიაბატური პროცესის გამომხატველ მრუდს ეწოდება ადიაბატა. ადიაბატას განტოლება, როგორც გამოჩვენებულია, არის $pv^k = const$. რაც უფრო დიდია ადიაბატის k მაჩვენებელი, მით უფრო ციცაბოა ადიაბატა.

ჩავეწეროთ ადიაბატას განტოლება აირის საწყისი და საბოლოო მდგომარეობებისათვის:

$$p_1 v_1^k = p_2 v_2^k,$$

საიდანაც

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^k. \quad (1.34)$$

განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ ადიაბატური პროცესში აირის წნევა იცვლება კუთრი მოცულობის უკუპროპორციულად k ხარისხში.

მაგალითად, თუ აირის კუთრი მოცულობა იზრდება სამჯერ, მაშინ წნევა ამ დროს შემცირდება $3^{1.4}$ -ჯერ, ანუ 4,66-ჯერ. ამრიგად ადიაბატური პროცესში წნევა იცვლება უფრო მკვეთრად ვიდრე კუთრი მოცულობა.

დამოკიდებულება ტემპერატურასა და კუთრი წნევას შორის შეიძლება ვიპოვოთ, თუ $pv = RT$ კლასიკური განტოლებიდან განვსაზღვრავთ p -ს და მის მნაშენელობას ჩავეკამთ ადიაბატის $pv^k = const$ განტოლებაში. მაშინ

$$\frac{RT}{v} v^k = const.$$

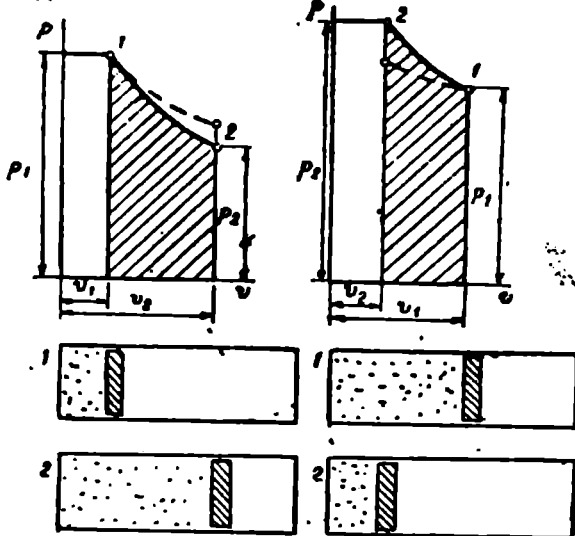
გარდაქმნის შემდეგ ვღებულობთ: $Tv^{k-1} = const$ ან $T_1 v_1^{k-1} = T_2 v_2^{k-1}$.

საბოლოოდ,

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{k-1} \quad (1.35)$$

განტოლებიდან შეიძლება გავაყვითოთ დასკვნა, რომ ადიაბატიურ პროცესში აირის აბსოლუტური ტემპერატურა იცვლება კუთრი მოცულობის უკუპროპორციულად k ხარისხში.

მეორე მხარე



ნახ. 1. 17. ადიაბატური პროცესების გრაფიკული გამოსახვა.

შავალითად, თუ აირის კუთრი მოცულობა იზრდება 3-ჯერ, მაშინ ტემპერატურა ამ დროს შემცირდება $3^{1/k}$ -ჯერ, ანუ 1,57-ჯერ. ამრიგად, ადიაბატურ პროცესში აირის ტემპერატურა იცვლება უფრო ნაკლებად შეკვეთად ვიდრე კუთრი მოცულობა.

დაბოლოს, (1.35) განტოლებაში შევცვალოთ $\frac{v_2}{v_1}$ ფარდობა მისი ტოლი $\left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{1/k}$ ფარდობით, რომელიც მიღებულია (1.34) განტოლებიდან. შეცვლის შემდეგ მივიღებთ:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (1.36)$$

განტოლება გვიჩვენებს, რომ ადიაბატურ პროცესში აბსოლუტური ტემპერატურა იცვლება წნევის შეცვლის პირდაპირპროპორციულად $\frac{k-1}{k}$ ხარისხში. თუ მაგალითად, აირის წნევა გაიზრდება 3-ჯერ, მაშინ ტემპერატურა გადიდდება ამ დროს $3^{0.286}$ -ჯერ, ან 1,37-ჯერ. მაშასადამე, ადიაბატურ პროცესში ტემპერატურა იცვლება უფრო ნაკლებად მკვეთრად, ვიდრე წნევა.

თერმოდინამიკის 1-ლი კანონის განტოლებას ადიაბატური პროცესისათვის აქვს ასეთი სახე:

$$du + dl = 0 \quad (\text{რადგან } dq = 0).$$

აქედან ვღებულობთ:

$$dl = -du, \quad \text{ანუ } l = u_1 - u_2. \quad (1.37)$$

ეს ნიშნავს, რომ გაფართოების ადიაბატურ პროცესში მუშაობა სრულდება შიგა ენერგიის ხარჯზე. ხოლო თუ აირი განიცდის ადიაბატურ კუმშვას, მაშინ კუმშვაზე დახარჯული მუშაობა ზრდის აირის შიგა ენერგიის მარაგს.

აირის მუშაობა ადიაბატურ პროცესში შეიძლება ნაპოვნი იქნეს შემდეგი მოსაზრებებიდან. როგორც დადგენილია, მუშაობა გაფართოების პროცესში სრულდება შიგა ენერგიის ხარჯზე:

$$i = u_1 - u_2 = c_v (T_1 - T_2);$$

აქედან აირის მუშაობა

$$l = c_v (T_1 - T_2).$$

თუ მაიერის $c_p - c_v = R$ განტოლების ორივე ნაწილს გავყოფთ c_v -ზე, გვექნება:

$$\frac{c_p - c_v}{c_v} = \frac{R}{c_v}.$$

უიციოთ, რომ $\frac{c_p}{c_v} = k$, ვღებულობთ:

$$k - 1 = \frac{R}{c_v} \quad \text{და} \quad c_v = \frac{1}{k - 1} R.$$

თუ ჩაესვამთ c_v -ს მნიშვნელობას, ვღებულობთ:

$$l = -\frac{1}{k - 1} R (T_1 - T_2) \quad (1.38)$$

ან (RT -ს შეცვლის შემდეგ $p v$ -თი):

$$l = \frac{1}{k - 1} (p_1 v_1 - p_2 v_2). \quad (1.38 \text{ ა}).$$

განტოლებას აირის მუშაობის განსაზღვრისათვის შეიძლება მივცეთ სხვა სახეც. თუ ფრჩხილებს გარეთ გამოვიტანთ T_1 -ს და $\frac{T_2}{T_1}$ -ს შევ-

ცვლით $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1}$ -ით ან $\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$ -ით, მივიღებთ:

$$l = \frac{1}{k-1} RT_1 \left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1} \right] \quad (1.39)$$

$$\text{ან } l = \frac{1}{k-1} RT_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \quad (1.39 \text{ ა}).$$

ორი უკანასკნელი განტოლებით სარგებლობენ განსაკუთრებით ხშირად აირის გაფართოების ადიაბატური მუშაობის გამოანგარიშების დროს.

მუშაობა, დახარჯული აირის ადიაბატური შეკუმშვის დროს, განისაზღვრება იმავე განტოლებებით, რომლებითაც ისაზღვრება გაფართოების მუშაობა. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მუშაობა ამ დროს მიიღება მინუსი ნიშნით.

ყველა განტოლება მართებულია ერთი კილოგრამი აირისათვის. ნებისმიერი რაოდენობის აირის მუშაობის გამოსაანგარიშებლად საჭიროა განტოლების მარჯვენა ნაწილის გადამრავლება აირის m მასაზე.

ადიაბატის ხაზი გადის იზოთერმის ხაზზე უფრო დამრეცად. მართლაც, ადიაბატურ პროცესში გაფართოების მუშაობა მიიღება მხოლოდ შიგა ენერჯიის შემცირების ხარჯზე, ამიტომ ამ პროცესში წნევა ეცემა უფრო მეტად, ვიდრე იზოთერმულში, სადაც შიგა ენერჯიის დახარჯვის კომპენსირება ხდება სითბოს მიწოდების ხარჯზე. პირიქით, ადიაბატური შეკუმშვის პროცესში შეკუმშვის მუშაობა ზრდის აირის შიგა ენერჯიის მარაგს და ხელს უწყობს წნევის უფრო მკვეთრ გადიდებას, ვიდრე იზოთერმულ პროცესში, სადაც ხდება სითბოს პრინება აირიდან. იზოთერმისა და ადიაბატის ურთიერთგანლაგება ნაჩვენებია 1.17 ნახაზზე, სადაც იზოთერმები — პუნქტირხაზებია.

§ 6. აოლიტროპული პროცესი

თერმოდინამიკური პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობენ თბობრავების სხვადასხვა ელემენტში (დგუშიანი ძრავების ცილინდრებში, კომპრესორებსა და ტურბორეაქტიული ძრავების ტურბინებში), განსხვავდებიან განხილული უმარტივესი პროცესებისაგან და უკავიათ

შეუღებელი მდგომარეობა მათ შორის. თუ ადიაბატურ პროცესში იგულისხმება თბოგადაცემის უქონლობა აირსა და გარემოს შორის, სამაგიეროდ რეალურ პროცესში ხდება აირისათვის სითბოს მიწოდება ან აირისაგან სითბოს არინება, მასთან, სხვადასხვა რაოდენობით. ამის შედეგია აირსა და გარემოს შორის თბოგადაცემის სხვადასხვა შემთხვევის მრავალრიცხოვნების არსებობა. ყველა ეს მრავალრიცხოვანი პროცესი გაერთიანებულია საერთო სახელწოდებით პოლიტროპული (ბერძნულად პოლი — მრავალი, ტროპოს — გზა, მიმართულება, ასე რომ. პოლიტროპული პროცესი ნიშნავს „მრავალსახოვანს“, „მრავალგზიანს“).

ყოველი ცალკეული პროცესი ხასიათდება ენერჯის მისთვის დამახასიათებელი გარდაქმნით, რომელიც ხორციელდება გარკვეული კანონის მიხედვით. მაგალითად, თუ მუშაობის შესრულებაზე იხარჯება: მიწოდებული სითბოს $1/3$, მაშინ შიგა ენერჯის შეცვლაზე დაიხარჯება $2/3$, მასთან, ასეთი თანაფარდობა შენარჩუნებული იქნება მანამ, სანამ სრულდება პროცესი. ამიტომ პოლიტროპული პროცესები შეიძლება განისაზღვრონ როგორც ისეთი პროცესები, რომელთა განხორციელების დროსაც ენერჯის გარდაქმნა ემორჩილება გარკვეულ კანონს.

თუ აირის მიერ შესრულებული მუშაობის ფარდობას მიწოდებულ სითბოსთან აღვნიშნავთ φ -ით, ე. ი. $\varphi = \frac{l}{q}$, მაშინ φ სიდიდე შეიძლება გახდეს პოლიტროპული პროცესის მახასიათებელი.

პოლიტროპული პროცესის განტოლების გამოსაყვანად ვისარგებლოთ თერმოდინამიკის 1-ლი კანონის განტოლებით:

$$dq = du + dl.$$

მეორე მხრივ, $dq = cdT$, სადაც c აირის სითბოტევადობაა პოლიტროპულ პროცესში.

აირის მდგომარეობის განტოლებიდან $pdu + vdp = RdT$ გამოვირიცხოთ $dT = \frac{1}{R} (pdu + vdp)$ და ჩავსვათ 1-ლი კანონის განტოლებაში.

თუ ჩავატარებთ მთელ რიგ გარდაქმნებს, მივიღებთ:

$$\frac{c - c_p}{c - c_v} pdu + vdp = 0.$$

კოეფიციენტი $\frac{c - c_p}{c - c_v}$ აღინიშნება n -ით და ეწოდება პოლიტროპის მაჩვენებელი. პოლიტროპის მაჩვენებელს შეიძლება ჰქონდეს ნებისმი-

ური კერძო მნიშვნელობა — დადებითი (0-დან $+\infty$ -მდე) და უარყოფითი (0-დან $-\infty$ -მდე). ყოველი პროცესისათვის ეს მაჩვენებელი სხვადასხვაა. თუ განტოლებაში $\frac{c-c_p}{c-c_v}$ -ს შევცვლით n -ით და გავაინტეგრალებთ (ვთვლით რა, რომ $n = const$), მივიღებთ:

$$p v^n = const. \quad (1.40)$$

ეს არის პოლიტროპული პროცესის განტოლება.

პოლიტროპული პროცესის განტოლება თავისი ფორმით ემთხვევა ადიაბატური პროცესის განტოლებას. ამიტომ ყველა დასკვნა, რომელთა საშუალებითაც მიღებული იყო პარამეტრების თანაფარდობის ფორმულები ადიაბატურ პროცესში; შეიძლება გადატანილ იქნეს პოლიტროპულ პროცესზედაც k მაჩვენებლის შეცვლით n მაჩვენებლით.

ამრიგად, თუ ფორმულებში k -ს შევცვლით n -ით მივიღებთ:

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^n; \quad (1.41)$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{n-1}; \quad (1.42)$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{n-1}{n}}. \quad (1.43)$$

გამოსახულებებს მუშაობისათვის მივიღებთ ანალოგიურად ადიაბატური პროცესის შესაბამისი ფორმულებიდან, თუ k -ს შევცვლით n -ით:

$$l = \frac{1}{n-1} (p_1 v_1 - p_2 v_2); \quad (1.44)$$

$$l = \frac{1}{n-1} R(T_1 - T_2); \quad (1.44 \text{ ა})$$

$$l = \frac{1}{n-1} R T_1 \left[1 - \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{n-1} \right]; \quad (1.45)$$

$$l = \frac{1}{n-1} R T_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{n-1} \right] \quad (1.45 \text{ ა})$$

ადრე გადმოცემული აირის მდგომარეობის შეცვლის უმარტივესი შემთხვევები შეიძლება განვიხილოთ როგორც მდგომარეობის პოლიტროპული შეცვლის კერძო შემთხვევები. სხვანაირად, პოლიტროპის n მაჩვენებლის ზოგიერთი კერძო მნიშვნელობების დროს $p v^n = const$

ვანტოლება გარდაიქმნება თერმოდინამიკური უმარტივესი პროცესების ცნობილ ვანტოლებებად.

მართლაც, პოლიტროპის $pv^n = \text{const}$ ვანტოლება $n=0$ დროს მიიღებს ასეთ სახეს:

$$p = \text{const} \text{ (იზობარის ვანტოლება).}$$

მაშასადამე, იზობარა პოლიტროპის კერძო შემთხვევაა, როცა $n=0$. თუ ჩავთვლით პოლიტროპის ვანტოლებაში $n=1$ -ს, მივიღებთ:

$$pv = \text{const} \text{ (იზოთერმის ვანტოლება).}$$

როცა $n=k$, პოლიტროპის ვანტოლება $pv^k = \text{const}$ მიიღებს ასეთ სახეს:

$$pv^k = \text{const},$$

საიდანაც გამომდინარეობს, რომ აღიბატა აგრეთვე არის პოლიტროპის კერძო შემთხვევა, როცა $n=k$.

და, ბოლოს, თუ პოლიტროპის ვანტოლების ორივე ნაწილიდან ამოვიღებთ n ხარისხის ფესვს, მივიღებთ:

$$p^{\frac{1}{n}} v = \text{const}.$$

როცა n მიისწრაფვის $\pm \infty$ -კენ, $\frac{1}{n}$ მიისწრაფვის ნულისაკენ, და

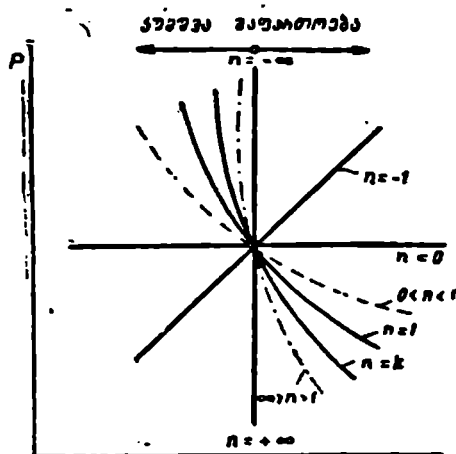
ვანტოლება მიიღებს ასეთ სახეს:

$v = \text{const}$ (იზოქორის ვანტოლება).

მაშასადამე, იზოქორა აგრეთვე პოლიტროპის კერძო შემთხვევაა, როცა $n = \pm \infty$.

ამრიგად, $pv^n = \text{const}$ ვანტოლება უნივერსალური ვანტოლებაა, რომელიც მართებულია აირის მდგომარეობის შეცვლის ნებისმიერი შემთხვევისათვის.

პოლიტროპის n მაჩვენებელი არის პროცესების მახასიათებელი. მის სიდიდენზეა აგრეთვე დამოკიდებული $v-p$ დიაგრამაში პოლიტროპის კონფიგურაცია. პოლიტროპული პროცესები $v-p$ დიაგრამაში



ნახ. 1. 18. პოლიტროპული პროცესების გრაფიკული გამოსახვა.

გამოსახულია 1.18 ნახაზზე, სადაც ნაჩვენებია ოთხი ძირითადი (და შუალედური მათ შორის) პროცესი; როცა n ტოლია 0-ისა და ∞ -ისა, პოლიტროპები სწორი ხაზებია; როცა $0 < n < \infty$, პოლიტროპას აქვს ჰიპერბოლური ხასიათი (იზოთერმა $n=1$, ადიაბატა $n=k$), როცა $0 > n > -\infty$, პოლიტროპები მრუდი ხაზებია, რომლებიც გადიან კოორდინატთა სათავეზე; როცა $n = -1$, პოლიტროპა სწორი ხაზია. მრუდის დახრილობა დამოკიდებულია n მაჩვენებლებზე. რაც უფრო მეტია n , მით უფრო მეტია მრუდის დახრილობა.

III თავი

თერმოდინამიკის მეორე კანონი

§ 1. ცნება წრიულ პროცესებზე (ციკლებზე)

თბოძრავას დანიშნულებაა მუშაობის მიღება სითბოს გამოყენების ხარჯზე. როგორც ცნობილია, აირი მუშაობას ასრულებს მხოლოდ გაფართოების დროს. იმისათვის რომ ძრავამ იმოქმედოს ხანგრძლივი დროით, საჭიროა გაფართოების პროცესის მუდმივად განმეორება. გაფართოების პროცესის მუდმივად განმეორება მოითხოვს აირის მუდმივ დაბრუნებას საწყის მდგომარეობაში, ხოლო ეს, თავის მხრივ, მოითხოვს გაფართოების პროცესის შემდგომი შეკუმშვის პროცესის განხორციელებას.

განვიხილოთ აღნიშნული პროცესი p - V დიაგრამაში (ნახ. 1.19).

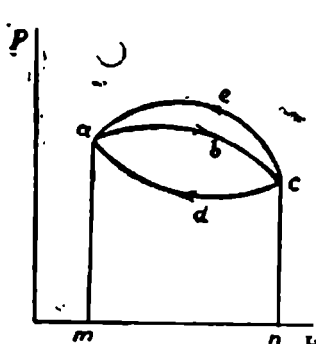
ვთქვათ, აირის გაფართოების პროცესი გამოისახება abc მრუდით. აირის გაფართოების დროს მიღებული მუშაობა გამოისახება $abcnma$ ფართობით. იმისათვის, რომ განხორციელდეს გაფართოების შემდეგი პროცესი, მუშა სხეული (აირი) უნდა დაუბრუნდეს საწყის მდგომარეობას (a წერტილი). ამისათვის საჭიროა აირის შეკუმშვა.

შეკუმშვა შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა გზით და შეიძლება გამოისახოს cea , cba და cda მრუდებით. ძნელი არ არის დანახვა, რომ შეკუმშვის განხორციელება პირველი (cea) ან მეორე (cba) გზით არ არის მიზანშეწონილი, რადგან შეკუმშვაზე დახარჯული მუშაობა პირველ შემთხვევაში (გამოისახება $aecnma$ ფართობით) მეტია, ხოლო მეორეში (გამოისახება $abcnma$ ფართობით) გაფართოების დროს მიღებული მუშაობის ტოლა. ერთადერთ მიზანშეწონილს წარმოადგენს

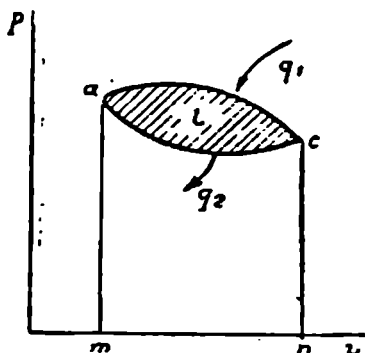
მესამე გზა—შეკუმშვის განხორციელება cda მრუდით, როცა შეკუმშვაზე იხარჩება გაფართოების დროს მიღებულ მუშაობაზე უფრო ნაკლები მუშაობა (გამოსახული $adcma$ ფართობით).

გაფართოებისა და შეკუმშვის პროცესების შესრულების შედეგად მიიღება სასარგებლო მუშაობა, რომელიც შეესაბამება $abcma - adcma = abcd$ ფართობების სხვაობას.

აღნიშნული ფართობი გარკვეულ მასშტაბში გამოსახავს $abcd$ სასარგებლო მუშაობას პროცესში.



ნახ. 1. 19. წრიული პროცესის განხორციელებისათვის.



ნახ. 1. 20. წრიული პროცესის გრაფიკული გამოსახვა.

ამ პროცესის განხორციელების შედეგად აირი, გამოდის რა a წერტილიდან (რომელიც გამოსახავს აირის მდგომარეობას პროცესის დასაწყისში). რიგრიგობით გაფართოებისა და შეკუმშვის შემდეგ უბრუნდება ხოლმე საწყის მდგომარეობას, ამასთან, პროცესის განხორციელების შედეგად აირი ასრულებს სასარგებლო მუშაობას, გამოსახულს $abcd$ ფართობით. ასეთი პროცესი ატარებს წრიული პროცესის ან ციკლის სახელწოდებას.

1.20 ნახაზზე შეიძლება დავინახოთ, რომ სასარგებლო მუშაობა ციკლში შეიძლება მიღებულ იქნეს მხოლოდ მაშინ, როცა შეკუმშვაზე დახარჯული მუშაობა, ნაკლებია გაფართოების დროს მიღებულ მუშაობაზე, ე. ი. როცა შეკუმშვის მრუდი მოთავსდება გაფართოების მრუდის ქვემოთ. აღნიშნული პირობა დაცული იქნება იმ შემთხვევაში, თუ გაფართოების პროცესში აირი მიიღებს სითბოს წყაროდან (თბოგამცემიდან) სითბოს რაღაც q_1 რაოდენობას, ხოლო შეკუმშვის პროცესში აირიდან არინებული იქნება თბომიმღებში (მაცივარში) q_2 რაოდენობის სითბო. ამრიგად, წრიული პროცესის (ციკლის) განსა-

ზორციელებლად საჭიროა აირისათვის სითბოს მიწოდება გაფართოების დროს და აირიდან სითბოს არინება შეკუმშვის დროს.

§ 2. ციკლის მარგი კმედეგის თერმული კოეფიციენტი

როგორც გამორკვეულია, წრიული პროცესის განსახორციელებლად აირს გაფართოების დროს გადაეცა q_1 სითბო და წაერთვა შეკუმშვის დროს q_2 სითბო, ისე რომ მუშაობად გარდაიქმნება $q_1 - q_2$ სითბო. წრიული პროცესის დანიშნულებათა მუშაობის მიღება მიწოდებული სითბოს ხარჯზე. ასეთი ციკლის ეკონომიურობის კრიტერიუმს წარმოადგენს თერმული მარგი ქმედების კოეფიციენტი (შქკ), რომელიც განისაზღვრება როგორც ციკლის სასარგებლო მუშაობის ფარდობა მიწოდებულ სითბოსთან:

$$\eta_t = \frac{l}{q_1} \quad (1.45)$$

სადაც l არის ციკლის სასარგებლო მუშაობა;

q_1 —აირისათვის მიწოდებული სითბო.

η_t სიდიდე გვიჩვენებს აირისათვის მიწოდებული სითბოს რა ნაწილი გარდაიქმნება სასარგებლო მუშაობად ციკლში. (1.46) განტოლება შეიძლება წარმოვადგინოთ სხვა სახითაც. რადგან

$$q_1 - q_2 = l,$$

ამიტომ

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (1.47)$$

(1.47) განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ შქკ სიდიდეზე გავლენას არ ახდენს აირის გვარეობა. η_t კოეფიციენტი მით უფრო მეტია. რაც უფრო ნაკლებია q_2 (მოცემული q_1 -ის დროს), ე. ი. რაც უფრო ნაკლები სითბო გადაიქცემა აირიდან თბომიმღებში (მაცივარში): როცა $q_2 = 0$,

$$\eta_t = 1.$$

ერთის ტოლი შქკ-ის მიღება მიუღწეველია ყოველგვარ ციკლში, რადგან ციკლის განხორციელებისათვის აუცილებელია სითბოს გადაცემა მაცივარში.

§ 3. თერმოდინამიკის მეორე კანონი

თერმოდინამიკის პირველ კანონს არ შეუძლია იმის ახსნა, თუ როგორ ხდება სითბოს გარდაქმნა მუშაობად. ეს კანონი ლაპარაკობს მხოლოდ იმ თანაფარდობაზე, რომელიც არსებობს ენერგიის გადაცემის ორ შესაძლებელ ფორმას შორის, სითბოსა და მუშაობას შორის. მაგრამ პირველი კანონი არაფერს არ ამბობს იმ პირობებზე, რომელთა დაცვაც საჭიროა სითბოს მუშაობად გარდაქმნის პროცესში. პირველი კანონი არ ასხვავებს ერთმანეთისაგან სითბოს გარდაქმნას მუშაობად და მუშაობისა სითბოდ. ამავე დროს, გარდაქმნის აღნიშნული პროცესები არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მაშინ როდესაც შეიძლება მუშაობის მთლიანად გარდაქმნა სითბოდ, სითბოს მთლიანად გარდაქმნა მუშაობად შეუძლებელია. თერმოდინამიკის მეორე კანონი განიხილავს იმავე საკითხებს, რასაც იხილავს პირველი, ე. ი. სითბოს მუშაობად გარდაქმნის საკითხებს. მაგრამ ეს საკითხები განიხილება იმ პირობების დადგენის თვალაზრით, რომლებიც საჭიროა სითბოს გარდაქმნისათვის მუშაობად. ამ პირობების დადგენა შეადგენს სწორედ თერმოდინამიკის მეორე კანონის შინაარსს.

სითბოს გარდაქმნა მუშაობად შესაძლოა მხოლოდ მაშინ, როცა თბოგადამცემის (სხეულის, რომელიც გადასცემს ენერგიას სითბოს სახით) გაცივების გარდა, პროცესში მონაწილე სისტემაში ხდება აგრეთვე დამატებითი ცვლილებები (კომპენსაცია). საჭირო კომპენსაცია შეიძლება მდგომარეობდეს მუშა სხეულის მდგომარეობის შეცვლაში. იზოთერმულ პროცესში მთელი სითბო მთლიანად გარდაიქმნება მუშაობად. კომპენსაცია ამ შემთხვევაში გამოვლინდება აირის მოცულობისა და წნევის გაზრდაში, და, მაშასადამე, აირის შრომისუნარიანობის შემცირებაში. თბოძრავებში სითბოს მუშაობად გარდაქმნის პროცესის კომპენსაცია მდგომარეობს სითბოს ნაწილის გადაცემაში რომელიღაც ცივი სხეულისათვის (თბომომღებისათვის ან მაკივრისათვის). ამრიგად, თბოძრავაში მთელი სითბო არ შეიძლება გარდაიქმნას მუშაობად, სითბოს ნაწილი არინებულ უნდა იქნეს მაკივარში, რომელსაც ქმნის გარემომცველი ატმოსფერო.

საავიაციო სათბობები და ზეთები. სათბობის დანჯა

IV თავი

საავიაციო სათბობები და ზეთები

§ 1. საავიაციო სათბობებისა და ზეთების მიღება

საავიაციო სათბობებისა და ზეთების მისაღები ძირითადი წყარო არის ნავთობი. იგი შედგება სხვადასხვა მოლეკულური შედგენილობისა და აგებულების ნახშირწყალბადებისაგან.

საავიაციო სათბობი მიიღება ნავთობის გამოხდით. გამოხდის პროცესი მდგომარეობს გათბობაში, ნავთობის მომდევნო კონდენსაციაში და მისი ორთქლის დაყოფაში.

ნავთობის გამოსახდელი დანადგარის სქემა წარმოდგენილია 2.1 ნახაზზე.

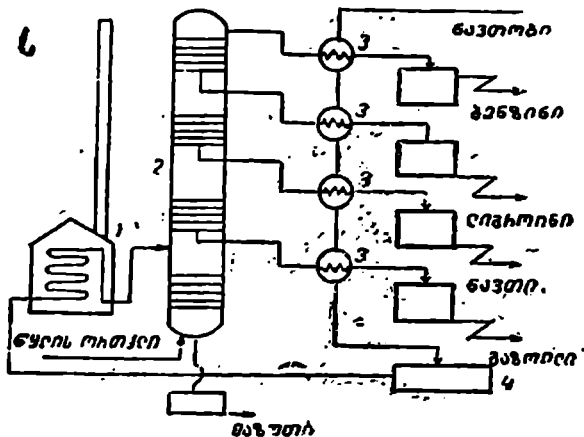
თბოგადამცემებში (3) ტუმბოთი მიწოდებული ნავთობი თბება $100-110^{\circ}\text{C}$ -მდე, შემდეგ გადადის წყალტალახსაცლელში (4), ხოლო იქიდან მილა ღუმელში (1). ღუმელში ნავთობი თბება $310-340^{\circ}\text{C}$ -მდე. სარექტიფიკაციო კოშკში (2) გამთბარი ნავთობი დაიყოფა თხევად (მაზუთი) და ორთქლურ ნაწილებად. მაზუთი ილექება კოშკის ქვემოთ, ხოლო ნავთობის ორთქლი ადის კოშკის ზემოთ, სადაც ხდება რექტიფიკაცია — დაყოფა ფრაქციებად, რომლებიც ამოშრებიან სხვადასხვა ტემპერატურის დროს.

მაგნე მინარევეებისაგან ფრაქციების (მათ ეწოდებათ დესტილატები) გაწმენდის შემდეგ მზადდება სხვადასხვა სათბობი: ბენზინი, ლიგროინი, გაზოილი. ბენზინი შედგება ყველაზე უფრო დაბალმდულარე ფრაქციებისაგან (ამოშრობის ზღვრებია $40-200^{\circ}\text{C}$), ლიგროინს აქვს ფრაქციები ამოშრობის ზღვრებით $120-230^{\circ}\text{C}$, ნავთს— $150-300^{\circ}\text{C}$, გაზოილს $200-350^{\circ}\text{C}$.

მაზუთი განიცდის შემდგომ გამოხდას, რის შედეგადაც ღებულობენ სხვადასხვა ზეთს. მაზუთის გამოხდისას მიღებულ ნარჩენს გუდრონი ეწოდება.

ნავთობიდან ბენზინისა და ნავთის გამოსავალი არაა დიდი და არ აკმაყოფილებს სახალხო მეურნეობის განსაკუთრებით სწრაფსა და

მზარდ მოთხოვნილებებს. ამიტომ ფართო გავრცელება მიიღო ნავთობ-ნაწარმების გარდაქმნის მთელმა რიგმა პროცესებმა, რომელთა დროსაც ხდება გამოსავალი ნედლეულის მოლეკულების აგებულების შეცვლა. ასეთ პროცესებს მიეკუთვნება, მაგალითად, კრეკინგ-პროცესი, რომლის დროსაც ბენზინს ღებულობენ მანუთისაგან ან უფრო მსუბუქი ფრაქციებისაგან — ლიგროინის, ნავთისა, გაზოილისაგან.



ნახ. 2. 1. ნავთობის გამოსახდელი დანადგარის სქემა.
1 — მილა ლუმელი, 2 — სარექტიფიკაციო კოშკი, 3 — თბო-
გადამცემი, 4 — წყალტალახსაცლელი.

ასეთი და დამუშავების სხვა პროცესების გამოყენებამ მოგვცა ნავთობიდან ბენზინის, ნავთისა და სხვა პროდუქტების გამოსავლის გადიდების საშუალება.

§ 2. საავიაციო სათბობები

სათბობის ისეთ სახეობას, რომელიც სპეციალურადაა განკუთვნილი საფრენი აპარატების (თვითმფრინავების, შვეულმფრენების, უპილოტო აპარატების) ძრავებში გამოსაყენებლად, საავიაციო სათბობი ეწოდება.

ყოველი ძრავა ყველაზე უფრო საიმედოდ და ეკონომიურად მუშაობს მხოლოდ საესებით გარკვეული ხარისხის სათბობზე. ამიტომ საავიაციო სათბობები დანიშნულებისა და მიხედვით იყოფა სათბობებად ჰაერრეაქტიული ძრავებისათვის (აირტურბინული და წინდენითი), დგუშისანი შიგაწვის ძრავებისა და თხევადი რაკეტული ძრავებისათვის.

სავიაციო ძრავების ექსპლოატაციის პირობები ავიასათბობებზე უყენებენ სხვადასხვაგვარ მოთხოვნებს.

სათბობებისადმი საერთო მოთხოვნათა რიცხვს უნდა მივაკუთვნოთ სათბობის დაწვის მაღალი სითბოს (თბოუნარიანობა) მოთხოვნა. რაც უფრო მეტი სითბო გამოიყოფა 1 კილოგრამი სათბობის დაწვის დროს, ე. ი. რაც უფრო მაღალია სათბობის მასობრივი სითბო (თბოუნარიანობა), მით უფრო მეტია სათბობის მოცემულ მარაგზე თვითმფრინავის ფრენის ხანგრძლივობა ან სათბობის ხარჯი ფრენის მოცემული ხანგრძლივობის დროს ნაკლებია.

რაც უფრო მეტი სითბო გამოიყოფა 1 ლიტრი სათბობის დაწვის დროს, ე. ი. რაც უფრო მაღალია დაწვის მოცულობითი სითბო (თბოუნარიანობა), მით უფრო უკეთესად შეიძლება სათბობის ავზების მოცულობის გამოყენება, ფრენის უფრო მეტი ხანგრძლივობის ან სიშორის მიღწევა. დაწვის მაღალი მოცულობითი სითბოს (თბოუნარიანობა) მოთხოვნა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დიდჩქარული თვითმფრინავებისათვის, რომელთა ავზების მოცულობა შეზღუდულია აეროდინამიკური მოსაზრებებით.

დაწვის მასობრივი სითბო (თბოუნარიანობა) ბენზინისა და ნავთისათვის შეადგენს 43100—43900 კჯ/კგ [10300—10500 კკალ/კგ]. დაწვის მოცულობითი სითბო (თბოუნარიანობა) ბენზინისათვის დაახლოებით 32600 კჯ/ლ [7800 კკალ/ლ], ნავთისათვის—36000 კჯ/ლ [8600 კკალ/ლ].

ამჟამად მთელ რიგ ქვეყნებში წარმოებს მაღალკალორიანი სათბობის ძებნა, რომელსაც უნდა ჰქონდეს მეტი დაწვის სითბო (თბოუნარიანობა), ვიდრე ნახშირწყალბადის ნებისმიერ სათბობს. ასეთ სათბობებს მიეკუთვნება, კერძოდ, ბორის ზოგიერთი ნაერთი (ბორწყალბადები) თხევად მდგომარეობაში, რომელთაც აქვთ დაწვის სითბო (თბოუნარიანობა) 62800—75300 კჯ/კგ [15000—18000 კკალ/კგ], და აგრეთვე ისეთი მყარი ნივთიერებები, როგორცაა ბორი და ბერილიუმი.

სათბობებისათვის აგრეთვე მნიშვნელოვან მოთხოვნას წარმოადგენს თავიანთი მახასიათებლების შენარჩუნება დაბალი ტემპერატურის დროს ზამთარში და დიდ სიმაღლეებზე ფრენის დროს. კერძოდ, სათბობის დენადობა უნდა შენარჩუნდეს ძალზე დაბალი ტემპერატურის დროს. ამ მოთხოვნის თანახმად ნორმალური ექსპლოატაციის უზრუნველსაყოფად საჭიროა, რომ სათბობი არ იყინებოდეს —60°C ტემპერატურამდე.

სათბობში მკავეების, ტუტეების, გოგირდისა და მისი შენაერთების

არსებობა წარმოადგენს ძრავების დეტალების, სათბობის აპარატურის, ლითონის აგურებისა და სხვ. კოროზიის მიზეზს. კოროზიამ შეიძლება გამოიწვიოს მწყობრიდან აგრეგატის გამოსვლა, ჰერმეტიკულობის დაკარგვა შეერთებებში და შეიძლება გახდეს ხანძრის გაჩენის მიზეზი სათბობის გაყონვის გამო. კოროზიის პროდუქტები იწვევენ მკვებავი მაგისტრალის დაცობას, ამიტომ. საჭიროა რომ სათბობი არ იწვევდეს მასალების კოროზიას.

გარდა ამისა. სათბობი უნდა იყოს სტაბილური, ე. ი. შენახვის დროს შეუცვლელად ინარჩუნებდეს ქიმიურ შემადგენლობასა და თვისებებს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში (სათბობის ჰაერთან კონტაქტს მოჰყვება ფისისა და ზეთანგის წარმოქმნა). სათბობების სტაბილურობის უზრუნველყოფის მათ უმატებენ სპეციალურ მისართებს — ანტიმჟანგავეებს.

სათბობები აგრეთვე უნდა იყოს ნეიტრალური და კარგად გაწმენდილი არასასურველი მინარევებისაგან, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ ნაწვის წარმოქმნა ძრავას კამერებში. გადამეტებული ნაწვი. წარმოქმნა აუარესებს სითბოგამტარობას. რაც შეიძლება გახდეს წვის კამერის ადგილობრივი გადასურების წარმოქმნის მიზეზი. ნაწვის ფრქვევანებზე შეუძლია დაარღვიოს სათბობის მიწოდება წვის კამერაში. გარდა ამისა. ნაწვის ნარჩენები. მოწყდებიან რა კამერის კედლებს. წაიტაცებიან არის ნაქადით და იწვევენ ტურბინის ნიჩბების ეროზიას.

სპეციფიკურ მოთხოვნათა რიცხვს. რომლებსაც უყენებენ საავიაციო ბენზინს. უნდა მიეკუთვნოს მაღალი აორთქლებადობა. ეს იმით აიხსნება, რომ აორთქლება ნარევის წარმოქმნის პროცესის მნიშვნელოვანი ნაწილია. იმისათვის, რომ აორთქლება შესაძლებელი გახდეს გარემოს დაბალი ტემპერატურის დროს. ან ცივი ძრავას ამუშავების დროს. სათბობს უნდა ჰქონდეს მაღალი აორთქლებადობა:

განსაკუთრებით მნიშვნელოვან მოთხოვნას, წაყენებულს ბენზინისადმი, წარმოადგენს მაღალი დეტონაციასაწინააღმდეგო შედეგობის მოთხოვნა. ამ მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად ბენზინს უმატებენ სხვადასხვაგვარ მისართებს (მაგალითად. ეთილის სითხეს). საავიაციო ბენზინი ძირითადი სათბობია დგუშოანი ძრავებისათვის.

აირტურბინული და წინდენითი ძრავებისათვის ამჟამად სათბობად იყენებენ საავიაციო ნავთს $T-1$, $TC-1$, $T-2$ და $T-5$. ამ სათბობების ფარდობითი სიმკვრივე (კუთრი წონა) იცვლება $0,775-0,85$ საზღვრებში.

$T-1$, $TC-1$ და $T-2$ სათბობები ნავთობის პირდაპირი გამოხდის პროდუქტებია. $TC-2$ სათბობი არაა ვიწრო ნავთური ფრაქცია. ის

წარმოადგენს ფართო ბენზინ-ნავთურ ფრაქციას, რომელიც გამოიხ-
დება 60—280°C ტემპერატურის დროს. ამ ფრაქციის შემადგენლობაში
შედის ბენზინი, ნავთი, ლიგროინი.

უფრო უკეთესი სათბობია T—1 ნავთი. ის პრაქტიკულად აგრესი-
ული არაა და არ იწვევს სათბობის სისტემის კოროზიას. TC—1 და
T—2 სათბობს აქვს რამდენადმე უფრო მეტი კოროზიული აგრესი-
ულობა.

ყოველგვარი საავიაციო ნავთის გამოყენება არ მოითხოვს ძრავას
ან თვითმფრინავის სათბობის სისტემის კონსტრუქციულ შეცვლას და
არ იწვევს წვეის შეცვლას. მაგრამ თვითმფრინავის ფრენის მანძილი
დამოკიდებულია გამოყენებული სათბობის ხარისხზე. T—1 სათბობს,
დიდი ფარდობითი სიმკვრივით (0.850), აქვს აგრეთვე დაწვის დიდი
მოცულობითი სითბო (თბოუნარიანობა). ამიტომ თუ თვითმფრინავს
შოვამარაგებთ T—1 სათბობით, T—2 სათბობის მაგივრად, მაშინ
ფრენის მანძილი და ხანგრძლივობა გადიდება 10%-ით. ნავთები
ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან აგრეთვე ამუშავების თვისებებით. სა-
უკეთესო ამუშავების თვისებები აქვს T—2 სათბობს.

აირტურბინული ძრავების ამუშავების უზრუნველსაყოფად. განსა-
კუთრებით დაბალი ტემპერატურების დროს, იყენებენ ამუშავების
საათბობებს (არაეთილირებულ ბენზინს).

სათბობებს, განკუთვნილთ მაღლივი ზებგერული თვითმფრინავების
ძრავებში: გამოსაყენებლად, უნდა ჰქონდეთ ორთქლის ძალზე დაბალი
წნევა ეს იმით აიხსნება, რომ მაღალ სიმაღლეებზე ფრენისას ატ-
მოსფერული წნევის დაწვეისა, სათბობის სისტემისა და სათბობის
გახურების დროს ზებგერულ ფრენაზე წარმოიქმნება ხოლმე სათბო-
ბიდან ორთქლისა და ჰაერის ბუშტულების მძაფრი გამოყოფა. ამ მოვ-
ლენას, წოდებულს „დუღილად“, და თვითმფრინავის ავზებიდან მას-
თან დაკავშირებულ სათბობის აორთქლებას შეიძლება მოჰყვეს ძრავას
სათბობი სისტემის მუშაობის სერიოზული და სახიფათო დარღვევები,
ამიტომ სათბობებს მსგავსი თვითმფრინავებისათვის უნდა ჰქონდეს დამ-
ძიმებელი ფრაქციული შემადგენლობა დუღილის საწყისით არა ნაკლებ
200°C-ისა.

სათბობები თხევადი რაკეტული ძრავებისათვის

სათბობი (საწვავი და მყანგავი), რომელიც საჭიროა თრძ-ში
დასაწვავად, მოთავსებულია საფრენი აპარატის ბორტზე და მისი
მსწოდება კამერებში ხდება თხევადი სახით.

სათბობები, რომლებიც გამოყენებულია თრძ-ში უნდა აკმაყოფი-
ლებდნენ მრავალ მოთხოვნას. მათგან მთავარია:

- მაღალი წვის სითბოს (თბოუნარიანობა);
- დიდი ფარდობითი სიმკვრივე (კუთრი წონა);
- კარგი საექსპლოატაციო თვისებები.

ჩრავას დიდი წვეის მიღება გულისხმობს საქშენიდან წვის პროდუქტების გამოდინების დიდი სიჩქარის არსებობას. თავის მხრივ, გამოდინების სიჩქარე დამოკიდებულია საწვავის ნარევისა და მქანგავის წვის სითბოზე (თბოუნარიანობაზე), და წვის პროდუქტების შემადგენლობაზე. რაც უფრო ნაკლებია წვის პროდუქტების მოლექულური მასა (მოლექულური წონა), მით მეტია აირის მუდმივა, მით მეტია აირის გამოდინების სიჩქარე საქშენიდან, მით მეტია კუთრი წვეა და ძრავას წვეა. მაღალი წვის სითბოს (თბოუნარიანობის) მქონე სათბობის გამოყენება უზრუნველყოფს გამოდინების დიდ სიჩქარეს და დიდი წვეის მიღებას. ამასთან, აგრეთვე მცირდება საფრენი აპარატის სათბობის კუთრი და საათობრივი ხარჯი, გაბარიტები და სიმძიმის ძალა.

სათბობის კუთრი ხარჯები თხეად რაკეტულ ძრავებში მეტად მნიშვნელოვანია. ამიტომ სათბობის ჩაოდენობა საფრენი აპარატის ბორტზე უნდა იყოს ძალზე დიდი. მეტი ფარდობითი სიმკვრივის მქონე სათბობის გამოყენება ნებას იძლევა შევამციროთ ავზების მოცულობა ან ავზების ამ მოცულობის დროს გავზარდოთ საფრენი აპარატის ფრენის მანძილი, ე. ი. გავაუმჯობესოთ მისი ფრენის მახასიათებლები.

ექსპლოატაციის პირობები მოითხოვენ, რომ საწვავი და მქანგავი გამოყენებულ იქნეს ძრავას გასაცეებლად.

საწვავი და მქანგავი ამუშავების დროს აგრეთვე უნდა უზრუნველყოფდეს საიმედო აალებას. ამისათვის საჭიროა, რომ საწვავის აალების შეფერხება მისი კონტაქტის დროს მაალებელთან იყოს ძალზე მცირე (არა უმეტეს 0.02—0.03 წამისა). წინააღმდეგ შემთხვევაში წვის კამერაში შეიძლება დაგროვდეს კომპონენტების დიდი რაოდენობა, რომელთა აალებაც მოხდება აფეთქების სახით და გამოიწვევს ძრავას დაშლას.

ძრავას ექსპლოატაციის პირობები მოითხოვენ აგრეთვე სათბობის კომპონენტებისაგან სტაბილურობას შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს, რაც შეიძლება ნაკლებ ტოქსიკურობას და აგრესიულობას და მთელ რიგ სხვა თვისებებს.

მქანგავის ხარჯი თრძ-ში 2—4-ჯერ უფრო მეტია საწვავის ხარჯზე. თავანთი თვისებების მიხედვით მქანგავები არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ამიტომ სწორედ ყოველი თრძ გამოირჩევა კონსტრუქციული თავისებურებებით, რომლებიც ნებას აძლევენ მაღალწვას მხოლოდ ერთი რომელიმე მქანგავზე. ამის გამო ამ თრძ-ზე

გამოყენებული საწვავის ტიპიც. განისაზღვრება უპირველეს ყოვლისა, მუანგავით. რომელზედაც მუშაობს ძრავა. რაკეტულ ტექნიკაში ყველაზე უფრო მეტი გავრცელება მიიღო ორმა მუანგავმა: თხევადმა ჟანკბადმა და აზოტის მუანგამ.

თხევადი ჟანგბადი — ყველაზე უფრო იაფია გამოყენებულ მუანგავებს შორის (ეს აიხსნება მისი მიღების სიმარტივით და ნედლეულის რაოდენობის განუსაზღვრელობით). ნავთთან, ეთილის სპირტთან და ლხვა საწვავებთან ერთად ის წარმოქმნის სათბობს, რომელიც დაწვის დროს უზრუნველყოფს დიდ კუთრ წვეას.

თხევადი ჟანგბადის ნაკლთა რიცხვს ეკუთვნის დუღილის დაბალი ტემპერატურა (-180°C) და ადვილი აორთქლებადობა, რაც იწვევს ჟანგბადის დიდ დანაკარგებს შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს. ამის გამო საფრენი აპარატის მომარაგება ჟანგბადით უნდა ხდებოდეს უშუალოდ სტარტის წინ. ჟანგბადის იგივე ნაკლი ხელს უშლის მის გამოყენებას ძრავას გასაცივებლად.

რაკეტულ ტექნიკაში გამოიყენება აზოტის მუანგა. რომელიც შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული აგრეთვე ძრავას გასაცივებლად. კუთრი წნევა, განვითარებული ძრავას მიერ აზოტის მუანგას გამოყენების დროს, უფრო ნაკლებია, ვიდრე ჟანგბადის გამოყენების დროს, მაგრამ ნარევეს აზოტის მუანგათი აქვს უფრო მეტი ფარდობითი სიმკვრივე (კუთრი წონა), ვიდრე ნარევეს თხევადი ჟანგბადით. ამავ დროს, აზოტის მუანგა ძალზე აგრესიულია (შლის მრავალ კონსტრუქციულ მასალებს) და განსაკუთრებით ტოქსიკურია. აზოტის მუანგა გამოყენებას პოულობს თრძ-ში ნავთთან და აგრეთვე ზოგიერთ ორგანულ ხაერთებთან ერთად.

თრძ-ს თვისებების არსებითი გაუმჯობესება შეუძლია მოგვეცეს სათბობის ზოგიერთი პერსპექტიული კომპონენტების გამოყენებამ. პერსპექტიული მუანგავების რიცხვს ეკუთვნის ფტორი და მისი ნაერთები. საწვავთაგან უნდა აღინიშნოს რიგი ლითონებისა (ლითიუმი, ბორი, ბერილიუმი) და ბორის ნაერთი წყალბადთან (ბორწყალბადები).

გარდა სათბობებისა, რომლებიც შედგებიან ორი ან მეტი კომპონენტისაგან, თრძ-ში გამოიყენება აგრეთვე ერთი კომპონენტისაგან შემდგარი სათბობიც. ერთი კომპონენტისაგან შემდგარ სათბობს ეწოდება უნიტარული. ეს სათბობი თავის შემადგენლობაში შეიცავს მუანგავ-ჟანგბადს, რომელსაც შეუძლია გამოყოფა და მისი საწვავი ნაწილის დაქანგვა.

მთელ რიგ უნიტარულ სათბობებს, რომელთა რიცხვსაც ეკუთვნიან ნიტროგლაცერინი, ნიტრომეთანი და სხვები, აქვთ ენერგეტიკული

თვისებებზე თრძ-ში გამოსაყენებლად. მთელი რიგი უნიტარული სათბობების გამოყენებას ხელს უშლის დიდი ფეტქებასაფრთხოება, ტოქსიკრობა და ძრავას გასაცივებლად გამოყენების შეუძლებლობა. ამიტომ უნიტარულმა სათბობებმა არ მიიღო ფართო გამოყენება რაკეტულ ტექნიკაში.

§ 3. საპრობაციო ზეთები

რომელიმე მექანიზმის გაზეთვა ხდება იმ სიმძლავრის შესამცირებლად, რომელიც იხარჯება ხახუნის დასაძლევად, მოხახუნე დეტალების გაცვეთის შესამცირებლად და აგრეთვე სითბოს არინებისათვის.

დღუშიანი ძრავას დეტალების ხახუნის ძირითადი სახე არის სრიალის ხახუნი. მაგალითისათვის შეიძლება დავასახელოთ ცილინდრებში დღუშებისა და დღუშის რგოლების ხახუნი, ხახუნი მუხლა ლილვის სრიალა საკისრებში. ძრავას ესა და სხვა დეტალები მუშაობენ მაღალი ტემპერატურების პირობებში დიდი ცვლადი დატვირთვების არსებობის დროს. ასეთი დეტალების გასაზეთად ზეთებს უნდა ჰქონდეს მაღალი სიბლანტისა და მაღალი შეზეთვის უნარი. ასეთი ზეთებისათვის მნიშვნელოვანია აგრეთვე სტაბილურობის მოთხოვნა. არასაკმაოდ სტაბილურ ზეთს შეუძლია დღუშის ცხელ ზედაპირზე წარმოქმნას ნაწვი. რომელიც აუარესებს დღუშის თბოგამტარობასა და იწვევს დღუშის რგოლების მიწვას. ზეთი ამ შემთხვევაში ღებულობს წვის კამერაში შეღწევის შესაძლებლობას. ხოლო ცხელი აირები — კამერიდან კარტერში შეღწევისა. ამის შედეგად ხდება დღუშის რგოლების დამტერება. დღუშების მიწვა და ჩაქექა, ხოლო ზოგჯერ ბარბაცების გაწყვეტა.

დღუშიანი ძრავების გასაზეთად გამოიყენება მაღალბლანტიანი ზეთები: *MC-20* და *MK-22*. ციფრები სახელწოდებაში გვიჩვენებენ ზეთის სიბლანტეს სანტიგრადებში 100°C -ის დროს. ასოები — გაწინდის ხერხს (სელექციურს ან კონტაქტურს).

ყველა ზეთს აქვს გამყარების მაღალი ტემპერატურა — $15-30^{\circ}\text{C}$ ზღვრებში. დაბალი ტემპერატურის დროს ასეთი ზეთი კარგავს ძვრადობას, არ შეუძლია მიადწიოს მოხახუნე დეტალებს, რაც ართულებს ძრავას ამუშავებას. ამუშავების გასაადვილებლად ზეთს ათხევადებენ ბენზინით. მუშაობის დროს ამუშავების შემდეგ ბენზინი ზეთიდან მთლიანად აორთქლდება.

აირტურბინულ ძრავებში გაზეთვას საჭიროებენ აგრეთვე ამძრავის კბილანები, რომლებიც მუშაობენ დიდი ბრუნთა რიცხვის დროს. და ძრავას საკისრები. საკისრებად გამოიყენება მხოლოდ და მხოლოდ გორვის საკისრები, რომლებიც მუშაობენ ამ ტიპის ძრავებში დიდ ბრუნ-

ნთა რიცხვისას (5000—20000 ბრ/წთ) და დიდი რადიალური და ლერ-
ქული დატვირთვის დროს.

საკისრებთან მიყვანილი ზეთი გამოიყენება არა მხოლოდ გაზეთვი-
სათვის, არამედ საკისრის გაცივებისათვისაც. გაცივებას ყველაზე
უფრო მეტად საჭიროებს ტურბინის საკისრები, რომლებიც ჩაყენებუ-
ლია უფრო მძიმე ტემპერატურულ პირობებში.

ტურბორეაქტიული ძრავების გასაზეთად იყენებენ მცირებლანტიან
MK-8 და ტრანსფორმატულ ზეთებს. ამ ზეთების სიბლანტე მნიშვნე-
ლოვნად უფრო მცირეა იმ ზეთების სიბლანტეზე, რომლებიც გამოიყე-
ნება დგუშინი ძრავებისათვის.

რაც უფრო მეტია აირის ტემპერატურა ტურბინის წინ და დატვირ-
თვები საკისარზე, მით უფრო მაღალია საკისრის ტემპერატურა. ამ
შემთხვევაში მცირებლანტიან ზეთს არ შეუძლია უზრუნველყოს საკის-
რების საიმედო გაზეთვა. საკისრების მაღალი ტემპერატურის დროს
ეს ზეთები გაძლიერებულად ორთქლდებიან და იყანგებიან, ამიტომ
მთელი რიგი ტრძ-ის გაზეთვა ხორციელდება სინთეზური ზეთების
საშუალებით.

ტურბოხრახნული ძრავას კვანძს, რომელიც მოითხოვს უხვ გაზე-
თვას, წარმოადგენს რედუქტორის ხრახნი. ამ კვანძის გასაზეთად სა-
ჭიროა მაღალი სიბლანტის ზეთი. ამავე დროს, ძრავას სხვა კვანძები.
რომლებიც ტრძ-ის კვანძების ანალოგიურია, მოითხოვენ მცირებლან-
ტიანი ზეთების გამოყენებას. გასაზეთად გამოსაყენებელი ზეთისადმი
სხვადასხვა კვანძის ერთმანეთის საწინააღმდეგო მოთხოვნათა დაკმა-
ყოფილება ხორციელდება გაზეთვის ერთიანი სისტემის გამოყენებით,
რომლის დროსაც გამოიყენება საშუალო სიბლანტის ზეთი. მაგალი-
თად, სამამულო ტურბოხრახნული AH—20A ძრავას დეტალები იზე-
თება ზეთების ნარევით, რომელიც შედგება მცირებლანტიანი MK—E
ზეთისა (ან ტრანსფორმატორული ზეთის) და მაღალბლანტიანი MK—22
ან MC-20 ზეთისაგან.

V თ ა ვ ი

სატობობის დაწვა

§ 1. ცნება დაწვის პროცესზე დაწვის ჰიმოური რეაქციების განტოლებები

ავიადრავებში გამოყენებული თხევადი სატობობები (ბენზინი, ნავთი)
წარმოადგენენ ნახშირწყალბადების ნაერთების რთულ ნარევს და ამი-

ტომ მათი გამოსახვა მარტივი ქიმიური ფორმულებით შეუძლებელია. ქიმიური ელემენტების (C ნახშირბადის, H წყალბადის, O ჟანგბადის) შემცველობას სათბობში ეწოდება სათბობის ელემენტარული შემადგენლობა. სათბობის ელემენტარული შემადგენლობა აღინიშნება ან ერთეულის ნაწილებში, ან პროცენტებში. ამრიგად, ელემენტარული შემადგენლობა შეიძლება გამოისახოს შემდეგი ტოლობით:

$$C + H + O = 100,0 \%$$

ან

$$C + H + O = 1,0 \text{ კგ.}$$

ქვემოთ ცხრილში მოყვანილია ზოგიერთი სათბობის ელემენტარული შემადგენლობა.

	ნახშირბადი	წყალბადი
სათბობი T-1	86,2	13,8
სათბობი TC-1	85,6	14,4
სათბობი T-2	85,3	14,7
საავიაციო ბენზინი B-100/130	84,5	15,5

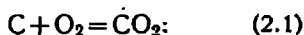
წვის თანამედროვე თეორიას საფუძველი ჩაუყარა გენიალურმა რუსმა მეცნიერმა მ. ვ. ლომონოსოვმა: მან ექსპერიმენტულად გვიჩვენა, რომ წვა არის ჰაერთან საწვავი ნივთიერებების შეერთების ქიმიური რეაქცია (ჟანგბადი იმ დროს ჯერ კიდევ არ იყო აღმოჩენილი).

დაწვის პროცესი მდგომარეობს სათბობის შემადგენლობაში შემავალი შენაერთების დაშლაში და ნახშირბადისა და წყალბადის დაქანგვაში ჟანგბადით.

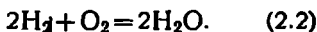
სათბობის ელემენტების სრული დაქანგვის დროს წვის პროდუქტებია CO₂ ნახშირორჟანგი და H₂O წყალი ორთქლის სახით.

დაქანგვის რეაქციას აქვს შემდეგი სახე:

ა) ნახშირბადის დაქანგვის რეაქცია



ბ) ჟანგბადის დაქანგვის რეაქცია



ამ რეაქციას თან სდევს დიდი რაოდენობის სითბოს გამოყოფა.

როგორც ცნობილია, ნახშირბადის მოლეკულური მასა არის 12, წყალბადის—1 და ჟანგბადის—16. მაშინ დაქანგვის რეაქცია შეიძლება დაიწეროს ასე:

$$ა) 12 \text{ კგ(C)} + 32 \text{ კგ(O)} = 44 \text{ კგ(CO}_2\text{)}; \quad (2.1 \text{ ა}).$$

$$ბ) 12 \text{ კგ(H)} + 32 \text{ კგ(O)} = 34 \text{ კგ(H}_2\text{O)}. \quad (2.2 \text{ ა}).$$

დავწეროთ ეს განტოლებები ერთი კილოგრამი ნახშირბადისა და წყალბადის მიმართ. მაშინ ამ რეაქციებს ექნებათ შემდეგი სახე:

$$ა) 1 \text{ კგ(C)} + 8/3 \text{ კგ(O)} = 11/3 \text{ კგ(CO}_2\text{)}; \quad (2.1 \text{ ბ}),$$

$$ბ) 1 \text{ კგ(H)} + 8 \text{ კგ(O)} = 9 \text{ კგ(H}_2\text{O)}. \quad (2.2 \text{ ბ}).$$

§ 2. ჟანგბადისა და ჰაერის თეორიულად საჭირო რაოდენობა

დაწვის პროცესში ნახშირბადსა და წყალბადს თუ მივაწვდით ჟანგბადის საკმარის რაოდენობას, მაშინ წვის (დაჟანგვის) პროდუქტები იქნება მხოლოდ CO₂ ნახშირორჟანგი და წყლის ორთქლი. ე. ი. სრული დაჟანგვის პროდუქტები. დაწვის ასეთ შემთხვევას ეწოდება სრული დაწვა. ცხადია, არსებობს ჟანგბადის რაღაც მინიმალური რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს სრულ დაწვას. ჟანგბადის ამ რაოდენობას თეორიულად საჭირო რაოდენობა ეწოდება. მას განსაზღვრავენ ჟანგბადის კილოგრამობით კილოგრამ სათბობზე.

ამრიგად, თეორიულად საჭირო ჟანგბადის რაოდენობა ეწოდება ისეთ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა ერთი კილოგრამი სათბობის სრული დაწვისათვის.

განტოლებებიდან (2.1 ბ და 2.2 ბ) გამომდინარეობს, რომ 1 კილოგრამი ნახშირბადის სრული დაწვისათვის (დაჟანგვისათვის) საჭიროა 8/3 კილოგრამი ჟანგბადი, ხოლო 1 კილოგრამი ნახშირბადის სრული დაწვისათვის საჭიროა 8 კილოგრამი ჟანგბადი. თუ, გარდა ამისა, მხედველობაში მივიღებთ, რომ სათბობში შეიძლება იყოს ჟანგბადის რაღაც რაოდენობა, მაშინ ჟანგბადის თეორიულად საჭირო რაოდენობა ტოლი იქნება:

$$O_0 = 8/3C + 8H - O_1. \quad (2.3)$$

სადაც C და H არის ნახშირბადისა და წყალბადის შემცველობა, (კილოგრამობით) 1 კგ სათბობში;

8/3 C და 8H — ჟანგბადის რაოდენობა (კილოგრამობით), საჭირო C კილოგრამ ნახშირბადისა და H კილოგრამი წყალბადის სრული დაჟანგვისათვის.

საავიაციო ნახშირწყალბადიანი სათბობებისათვის თეორიულად

ბაჭირო რაოდენობის O_0 უანგბადი საშუალოდ 3,5 კგ/კგ სათბობის ტოლია.

სათბობის ელემენტების დასაყენავად ბაჭირო უანგბადი მიეწოდება ჰაერთან ერთად. მაშასადამე, ჰაერიც აგრეთვე მიწოდებულ უნდა იქნეს გარკვეული რაოდენობით, რომელიც ატარებს თეორიულად საჭირო რაოდენობის სახელწოდებას.

თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობა ეწოდება მის ისეთ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა ერთი კილოგრამი სათბობის სრული დაწვისათვის.

თუ 1 კგ ატმოსფერულ ჰაერში არის 0,232 კგ უანგბადი, მაშინ თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობა იქნება:

$$L_0 = \frac{O_0}{0.232}$$

ან

$$L_0 = \frac{8/3C + 8H - O_0}{0.232} \quad (2.4)$$

ავიბენზინებისათვის თეორიულად საჭირო ჰაერის რაოდენობის სიდიდე საშუალოდ ტოლია 15 კგ/კგ სათბობის. სათბობებისათვის:

T-1 ეს სიდიდე ტოლია 14,6 კგ/კგ სათბობის,

TC-1 ეს სიდიდე ტოლია 14.7 კგ/კგ სათბობის,

T-2 სიდიდე ტოლია 14.9 კგ/კგ სათბობის.

§ 8. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი

ზოგად შემთხვევაში სითბოს რაოდენობა, მიწოდებული 1 კილოგრამი სათბობისათვის (მას ეწოდება ჰაერის ნამდვილი რაოდენობა და აღინიშნება L_6), შეიძლება განსხვავდებოდეს თეორიულად საჭირო რაოდენობისაგან. თუ L_6 მეტია ან ნაკლები L_0 თეორიულად საჭირო რაოდენობაზე, მაშინ დაწვა ხდება ჰაერის სიჭარბით ან ნაკლებობით.

ნარევის შემადგენლობის დასახასიათებლად და ნარევი სათბობსა და ჰაერს შორის თანაფარდობის განსაზღვრისათვის იყენებენ ჰაერის ა სიჭარბის კოეფიციენტს.

ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი ეწოდება დაწვისათვის მიწოდებულ L_6 ჰაერის რაოდენობის

ფარდობას L_0 თეორიულად საჭირო რაოდენობასთან:

$$\alpha = \frac{L_1}{L_0} \quad (2.5)$$

თუ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი $\alpha = 1,0$, მაშინ ნარევეს უწოდებენ თეორიულს. ან უფრო ზუსტად, თეორიული შემადგენლობის ნარევეს. თუ $\alpha > 1,0$, მაშინ ნარევეს უწოდებენ ლარიბს (სათბობით). რადგანაც ასეთ ნარევეში ჰაერის სიჭარბეა (სათბობის ნაკლებობა). თუ $\alpha < 1,0$, მაშინ ნარევეს უწოდებენ მდიდარს (სათბობით), რადგან ასეთ ნარევეში ჰაერის ნაკლებობაა (სათბობის სიჭარბე). წვის პროცესი სხვადასხვაგვარ პირობებში სხვადასხვანაირად მიმდინარეობს. შიგაწვის დგუშიან ძრავებში ჰაერისა და სათბობის ორთქლის ნარევეს ცეცხლო ეკიდება ელექტრული ნაპერწყლით, ალი ვრცელდება ნაპერწყლიდან მთელს მრეცხლობაზე. წვის შედეგად ძრავას ცილინდრში სწრაფად იზრდება აირების წნევა და ტემპერატურა. მიახლოებით შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ დგუშიან ძრავაში წვა ხდება მუდმივი მოცულობის დროს (წვის დროის განმავლობაში დგუში გადაადგილდება მცირე მანძილით).

დგუშიანი ძრავებისაგან განსხვავებით საავიაციო აირტურბინულ წინდენით ჰაერ-რეაქტიულ და თხევად რაკეტულ ძრავებში დაწვა მიმდინარეობს უწყვეტ პროცესად. სათბობი უწყვეტად მიეწოდება ფრქვევანებით და იწვის აირების ნაკადში. აირების დინების მიმართულებით წნევა რამდენადმე მცირდება, მაგრამ საერთოდ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ის რჩება უცვლელი.

ნარევის წარმოქმნისა და წვის პროცესის მიმდინარეობის პირობები სხვადასხვაა დგუშიანი ძრავებისათვის (ცეცხლის წაკიდებით ელექტრონაპერწყლიდან) და ჰაერ-რეაქტიული, ძრავებისათვის; ამიტომ ისინი ამ ძრავების მუშაობასაც ნარევეებზე აპირობებენ ჰაერის სიჭარბის სხვადასხვა კოეფიციენტით.

დგუშიან ძრავებში იწვის ჰაერისა და სათბობის ორთქლის ერთგვაროვანი ნარევი. ეს ძრავები მუშაობენ ნარევეებზე, რომლებიც ხასხასდებიან $\alpha = 0,7 \div 1,0$ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტით. მუშაობა ნარევეებზე, რომელთათვისაც α ახლოა ზედა ზღვართან, უზრუნველყოფს უფრო სრულ დაწვას და ეკონომიურობის მიღწევას, ხოლო $\alpha = 0,8 \div 0,9$ ნარევეებზე მუშაობის დროს უზრუნველყოფილია მაქსიმალური სიმძლავრე წვის მეტი სიჩქარის ხარჯზე.

აირტურბინული ძრავებისათვის ნარევის შერჩევის დროს უმთავრესად ზღვრულად იმით, რომ აირის ტემპერატურა აირტურბინული

ბინის შესასვლელთან არ აღემატებოდეს $1300^{\circ}K$ -ს; 5—7 წნევის გაღიდების ხარისხის დროს აღნიშნული ტემპერატურა შეიძლება მიღწეულ იქნეს ისეთ ნარევეზე მუშაობის დროს, რომელიც ხაზითდება $\alpha = 3,5 \div 4.0$ ჰერის სიჭარბის საერთო კოეფიციენტით.

§ 4. ღაწვის სიჩქარე

ნარევის აალება ავიამრავებში შეიძლება განხორციელებულ იქნეს სხვადასხვა ხერხით. კერძოდ, მსუბუქი სათბობის დგუშთან ძრავებში და ჰაერ-რეაქტიულ ძრავებში ნარევი აალებს ელექტრული ნაპერ-წყლით. მასთან, ჰრძ-ში წარმოიქმნება უწყვეტად ცეცხლმოკიდებუ-ლი ალის ჩირადდანი, რომლისგანაც ხდება ნარევის ახალი ულუფების ანთება.

აალების მომენტიდან დაწყებული ალის ფრონტი (საზღვარი ნარე-სა და წვის პროდუქტებს შორის) ვრცელდება ნარევეში გარკვეული სიჩქარით. იმ სიჩქარეს, რომელიც არსებით გავლენას ახდენს ძრავას მუშაობაზე, ეწოდება დაწვის სიჩქარე. ამრიგად, დაწვის სიჩქარე არის ალის ფრონტის გავრცელების სიჩქარე.

დაწვის სიჩქარე დამოკიდებულია ფაქტორების დიდ რიცხვზე. კერძოდ, ის დიდად არის დამოკიდებული ნარევის შემადგენლობაზე. დადგენილია, რომ წვის მაქსიმალური სიჩქარე მიიღწევა ისეთ ნარევეზე მუშაობის დროს, რომელიც ხაზითდება $\alpha = 0,8 \div 0,9$ ჰერის სიჭარ-ბის კოეფიციენტით. ნარევის გამდიდრებასა და გაღარიბებასთან ერ-თად მკვეთრად მცირდება დაწვის სიჩქარე.

რაც შეეხება დაწვის მაქსიმალური სიჩქარის სიდიდეს, ის არსები-თად დამოკიდებულია ნარევის წვის პირობებზე. ყველაზე უფრო ნელა იწვის ის ნარევი, რომელიც იმყოფება მშვიდ მდგომარეობაში. დგუ-შისანი და ჰაერ-რეაქტიული ძრავების წვის კამერებში ნარევი იმყო-ფება ტურბულენტურ მდგომარეობაში, რის შედეგადაც დაწვის სიჩ-ქარე მნიშვნელოვნად იზრდება, რადგანაც ტურბულენტური მოძრა-ობის დროს დაუწვავი ნარევის შეთბობა ჩქარდება ალის ფრონტის მიერ.

დაწვის სიჩქარე დგუშისანი და ჰაერ-რეაქტიული ძრავების წვის კა-მერებში საშუალოდ ტოლია 20—25 მ/წმ-ისა, ამასთან, დაწვის სიჩქა-რის უმეტესი სიდიდე მიეკუთვნება ჰრძ-ს.

ერთი კილოგრამი სათბობის სრული დაწვის დროს გამოყოფილ სითბოს წვის სითბო (თბოუნარიანობა) ეწოდება.

წვის სითბო (თბოუნარიანობა) განისაზღვრება როგორც ცლით (სხვადასხვა ტიპის კალორიმეტრებში). ასევე სათბობის ელემენტარული შემადგენლობის გაანგარიშებით.

კალორიმეტრებში წვის პროდუქტების ტემპერატურა ეშვება დაბლა საწყის ტემპერატურამდე ($286^{\circ} K$). ამ პირობებში წვის პროდუქტებში მყოფი წყლის ორთქლი კონდენსირდება და დამატებით გამოიყოფა კონდენსირებული სითბო, რომელიც ორთქლწარმოქმნის აბოს ტოლია. გარდა ამისა, გამოიყოფა აგრეთვე სითბო. რომელიც შესაბამება დუღილის ტემპერატურიდან საწყის ტემპერატურამდე წყლის გაცივებას. სითბოს ამ საერთო რაოდენობას ეწოდება უმაღლესი წვის სითბო (თბოუნარიანობა).

ძრავებს (დგუშიან და რეაქტიულში) წვის პროდუქტები მოსცილდება იმ ტემპერატურის დროს, რომელიც მნიშვნელოვნად უფრო მეტია წყლის ორთქლის კონდენსაციის ტემპერატურაზე. და მათ თან მიაქვთ ფარული ორთქლწარმოქმნის სითბო. ამიტომ, გაანგარიშებაში შეაქვთ სათბობის ეგრეთ წოდებული უმცირესი წვის სითბო (უმცირესი თბოუნარიანობა).

სათბობის წვის სითბო შეიძლება გამოანგარიშებულ იქნეს აგრეთვე მისი ქიმიური შედგენილობიდან.

სათბობის უმცირესი წვის სითბოს (უმცირესი თბოუნარიანობის) სიდიდე, განსაზღვრული მისი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, სამართლიანია იმ შემთხვევაში, თუ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი $\alpha > 1,0$, რადგან მხოლოდ ამ შემთხვევაში ხდება სათბობის ელემენტების სრული დაჟანგვა. ჟანგბადის ნაკლებობის გამო როცა $\alpha < 1,0$. გვერდს ვერ ავუვლით არასრულ დაწვას და სითბო, რომელიც გამოიყოფა 1 კილოგრამი სათბობის დაწვიას $\alpha < 1,0$ დროს (აღინიშნება იგი H_x -ით), H_u უმცირეს წვის სითბოზე (უმცირეს თბოუნარიანობაზე) ნაკლებია.

H_x სიდიდე დაკავშირებულია H_u სიდიდესთან ფარდობით: $H_x = \varphi H_u$. სადაც φ არის 1,3 $\alpha - 0,3$ ტოლი დაწვის სისრულის კოეფიციენტი; როცა $\alpha = 1,0$, მაშინ φ აგრეთვე 1,0-ის ტოლია, და $H_x = H_u$. მაგრამ საჭიროა აღინიშნოს, რომ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი არ წარმოადგენს წვის სისრულეზე მოქმედ ერთადერთ ფაქტორს.

ძრავებში სათბობ-ჰაერის ნარევი შედგება სათბობის ორთქლისა და ჰაერისაგან. ჰრძ-ში გამოყენებული ჰაერი ნარევეში 3,5—4-ჯერ მეტია, ვიდრე ეს საჭიროა თეორიულად.

განვსაზღვროთ სითბოს α რაოდენობა, რომელიც მოდის 1 კილოგრამ ნარევეზე 1 კილოგრამი სათბობის დაწვის დროს.

სითბოს რაოდენობას, რომელიც მოდის ერთ კილოგრამ ნარევეზე ეწოდება ნარევის უმცირესი წვის სითბო (უმცირესი თბოუნარიანობა).

ნარევი შედგება 1 კილოგრამი სათბობისა და αL_0 კილოგრამი ჰაერისაგან (αL_0 1 კილოგრამი სათბობის დასაწვეად საჭირო ჰაერის ნამდვილი რაოდენობაა). მაშინ ნარევის რაოდენობა:

$$m_{\text{ნარ}} = 1 + \alpha L_0.$$

1 კილოგრამი სათბობის დაწვის დროს გამოიყოფა საერთოდ φH_u სითბო. ნარევის უმცირესი წვის სითბო (უმცირესი თბოუნარიანობა):

$$h_u = \frac{\varphi H_u}{1 + \alpha L_0}. \quad (2.6)$$

თუ $\alpha = 1,0$ (მაშასადამე, $\varphi = 1$), მაშინ ფორმულა გამარტივდება:

$$h_u = \frac{H_u}{1 + L_0}. \quad (2.6a)$$

საავიჯტო ნავთებისა და ბენზინებისათვის ნარევის უმცირესი წვის სითბო (უმცირესი თბოუნარიანობა) საშუალოდ ტოლია 2930 კჯ/კგ [700 კკალ/კგ] ნარევისა.

რეაქტიული ძრავების მოორი

VI ტაბი

ტურბორეაქტიული ძრავები

§ 1. ტურბორეაქტიული ძრავას სქემა და მისი მუშაობის პრინციპი

თანამედროვე ავიაციაში ტურბორეაქტიული ძრავები უზრუნველყოფენ თვითმფრინავების ისეთ სიჩქარეს, რომლებიც შეესაბამება რიცხვებს $M=2,0 \div 2,5$ და ფრენის სიმაღლეებზე—35 კმ-მდე. ამავდროს იბინი საკმაოდ ეკონომიური არიან ფრენის სიჩქარეთა ფართო დიაპაზონში.

ტურბორეაქტიული ძრავა (შემოკლებით ტრძ) შედგება შემდეგი ძირითადი ელემენტებისაგან: შესასვლელი მოწყობილობის, კომპრესორის, წვის კამერის, აირტურბინისა და რეაქტიული საქშენისაგან. ზოგიერთ ძრავებს, გარდა ამისა, აქვთ ფორსაჟული კამერა, რომელიც მოწავსებულია აირტურბინის შემდეგ.

ტრძ-ს სქემა გამოსახულია 3.1 ნახაზზე.

ძრავას ძირითადი ელემენტების გამმიჯნავი კვეთებისაფის შემოვილოთ შემდეგი აღნიშვნები:

ა—ა—კვეთი ძრავას შესავლელთან;

1—1—კვეთი კომპრესორის შესასვლელთან;

2—2—კვეთი კომპრესორის გამოსასვლელთან;

3—3—კვეთი აირტურბინის წინ;

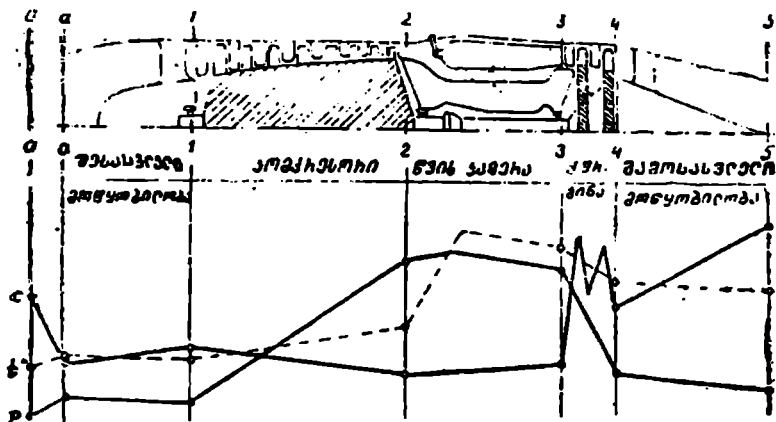
4—4—კვეთი აირტურბინის იქით;

5—5—კვეთი ძრავას გამოასვლელთან;

0—0—კვეთი შეუშფოთებელ ნაკადში ძრავას წინ (კვეთიდან მარცხნივ შეუშფოთებელი ნაკადის არეა. მარჯვნივ — არე, რომელშიც მდგომარეობის პარამეტრებზე და ჰაერის სიჩქარეზე თავს იჩენს ძრავას არსებობა).

ტრძ-1 მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში:

შემავალი მოწყობილობა ჰაერს აწვდის კომპრესორს და ნაწილობრივ გარდაქმნის ჰაერის მიმწყდომი ნაკადის კინეტიკურ ენერგიას პოტენციურ ენერგიად, ე. ი. ახორციელებს ჰაერის წინასწარ შეკუმშვას ჩქარული დაწნევის გამოყენების ხარჯზე. მსგავსი ჩქარული შეკუმშვა ღებულობს განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ფრენის დიდი ზებგერული სიჩქარეების დროს



ნახ. 3. 1. ტურბორეაქტიული ძრავის სკემა და ჰაერისა და აირის პარამეტრების შეცვლა მის ტრაქტზე.

შემავალ მოწყობილობაში ჰაერი წინასწარი შეკუმშვის შემდეგ განიცდის შეკუმშვას კომპრესორში. კომპრესორის არსებობის გამო ტურბორეაქტიულ ძრავას შეუძლია განავითაროს წევა ადგილზე მუშაობის დროს. ტრძ-ში გამოიყენება როგორც ღერძული, ისე ცენტრიდანული კომპრესორები. დიდი ჰარჯი ქმედების კოეფიციენტი, წნევების მაღალი ხარისხით გაზრდის მიღების შესაძლებლობისა და მცირე დიამეტრული ზომების შემწეობით ღერძული კომპრესორები აქვამად ყველაზე უფრო გავრცელებულია.

შემავალ მოწყობილობასა და კომპრესორში შეკუმშული ჰაერი შედის წვის კამერაში. წვის კამერაში ხდება სათბობ-ჰაერული ნარევის წარმოქმნა, მისი აალება და უწყვეტი წვა. ამუშავების დროს ნარევის ცეცხლი წაეკიდება სპეციალური მაალებლით და შემდეგში მას ცეცხლს უკიდებს უკვე არჩებული ალის ჩირადღანი.

ჰაერის ნაკადი წვის კამერიდან შედის აირის ტურბინაში; იქ აირი ფართოვდება და აბრუნებს მუშა თვალს. ტურბინას მოქმედებაში მო-
6. ე. ტურბოჟინი, ს. ლოვინკი

ჰყავს კომპრესორი და აგრეგატები, რომლებიც ემსახურებოან ძრავას. ტურბინაში აირები ფართოვდება წნევამდე, რაც მნიშვნელოვნად მეტია ატმოსფერულზე.

აირები საბოლოოდ ფართოვდება რეაქტიულ საქშენში, სადაც აირის პოტენციური ენერგია გარდაიქმნება კინეტიკურად, რის შედეგადაც ძრავადან გამოქაული აირის სიჩქარე მეტია შესასვლელი ჰაერის სიჩქარეზე, რაც საჭიროა წვიის მისაღებად.

ტრძ-ის უმეტესობაში საქშენში აირები ფართოვდება არასრულად. ე. ი. არა ატმოსფერულ წნევამდე, ამიტომ ძრავადან გამოსვლისას ისინი საბოლოოდ გაფართოვდებიან აირების ჰაულში; ეს გაფართოება მთავრდება საქშენის კვეთიდან რაღაც მანძილზე.

აირის c სიჩქარის, p წნევისა და T ტემპერატურის საშუალო მნიშვნელობათა ცვლილების გრაფიკი აირჰაერის ტრაქტზე ფრენაში ძრავას მუშაობის დროს გამოსახულია 3.1 ნახ-ზე.

ჰაერის ჩქარულ შეკუმშვას, რომელიც ხდება შესასვლელ მოწყობილობაში (0—1 უბანი), თან ალევს წნეკრა და ტემპერატურის გაზრდა და ჰაერის სიჩქარის შემცირება. ჩვეულებრივ, არხი $u-u$ და $1-1$ კვეთებს შორის რამდენადმე ვიწროვდება, ამიტომ ამ უბანზე ჰაერის სიჩქარე იზრდება, ხოლო წნევა და ტემპერატურა მცირდება. ეს ხელს უწყობს სიჩქარეთა და წნევათა ველების გათანაბრებას კომპრესორის შესასვლელთან.

ჰაერის შემდგომი შეკუმშვა, მისი წნევისა და ტემპერატურის გაზრდა ხდება კომპრესორში. წნევის სიდიდე კომპრესორის გამოსასვლელთან განისაზღვრება წნევის გაზრდის ხარისხით (ზოგიერთ კომპრესორში ხდება წნევის 10—12-ჯერადი გაზრდა), ჰაერის სიჩქარე ტოლია 100—150 მ/წმ-ისა, ჰაერის ტემპერატურა შეკუმშვის დროს იზრდება დაახლოებით 200—250°C-ით.

წვის კამერაში აირების ტემპერატურა ჯერ იზრდება შემდეგ ეცემს გამოსასვლელთან 1200—1300°K-მდე. მოძრაობის დროს ჰიდრავლიკურ წინაღობათა გამო აირის წნევა კამერაში ეცემა 4—8%-ით. წნევის დაცემა ხელს უწყობს აგრეთვე აირის აჩქარება, რაც გამოწვეულია მისი შეთბობით. იმისათვის, რომ წვის კამერის შესასვლელთან უზრუნველყოფილ იქნეს წვის მდგრადობა, ჰაერის სიჩქარეს კონსტრუქციული ღონისძიებების (არხის გაფართოების) საშუალებით ამცირებენ 60—80 მ/წმ-მდე. აირის სიჩქარე წვის კამერის გამოსასვლელთან იზრდება 150—200 მ/წმ-მდე.

აირტურბინის საქშენ აპარატში აირის წნევა და ტემპერატურა ეცემა, რასაც თან ალევს აირის სიჩქარის გაზრდა 600—700 მ/წმ-მდე; მუშაოვალზე გრძელდება აირის გაფართოება, რის შედეგადაც კლებულობს

მისი წნევა და ტემპერატურა. საქშენ აპარატში მომარაგებული კინეტიკური ენერგია თვალზე ნაწილობრივ გარდაიქმნება მექანიკურ მუშაობად, ამიტომ თვალზე აირების სიჩქარე შემცირდება 300—400 მ/წმ-მდე.

რეაქტიული საქშენის წინ დაყენებულ რეაქტიულ მილში ჰიდრაული დანაკარგების შემცირების მიზნით, ხორციელდება აირის ერთგვარი დამუხრუჭება. რომელსაც თან სდევს მისი სიჩქარის შემცირება და წნევისა და ტემპერატურის გაზრდა.

აირი საბოლოოდ ფართოვდება რეაქტიულ საქშენში. საქშენში ტემპერატურა და წნევა მკირდება. ხოლო სიჩქარე უზრდება და საქშენის გამოსასვლელთან აღწევს 550—650 მ/წმ-ს ძრავის მუშაობის დროს დედამიწასთან. ფრენის დროს აირის გაფართოების უზრუნველსაყოფად ატმოსფერულ წნევამდე ეს სიჩქარე იქნება მეტი. საქშენის გამოსასვლელთან აირის ტემპერატურა შეადგენს 750—850°K-ს. იმ შემთხვევაში, თუ აირი საქშენში ფართოვდება აჩასრულად. მისი ტემპერატურა უახლოვდება ზედა ზღვარს.

ტურბორეაქტიული ძრავის მუშა პროცესის ანალიზისათვის იყენებენ იდეალურ ციკლს. რომელიც იდეალურ ტრამში მიმდინარე თერმოდინამიკური პროცესების ერთობლიობაა. ამ ძრავაში არსებული დანაკარგების ერთადერთი სახე — ეს სიბოზის დანაკარგებია თერმოდინამიკის მეორე კანონის მიხედვით. იდეალურ ტრამში მუშა სხეულის ჰაერი, რომლის სითბოტევადობა ითვლება მუდმივად, რომელიც არ არის დამოკიდებული ტემპერატურასა და წნევაზე.

3.2 ნახაზზე გამოახულია ტრამ-ს იდეალური ციკლი ფრენის შემთხვევაში ძრავის მუშაობის დროს.

ჰაერი იკუმშება შესაეალ მოწყობილობაში — მრუდი (0—1) და კომპრესორში — (1—2). იდეალურ ძრავაში შეეკუმშვის პროცესი ხდება სითბოს გადაუცემლად, ე. ი. წარმოადგენს ადიაბატურ პროცესს.

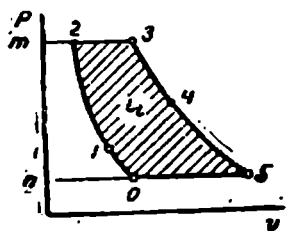
ჰაერისადმი სითბოს გადაცემა ხდება წვის კამერაში (2—3) და მიმდინარეობს იდეალურ ციკლში მუდმივი წნევის დროს, ე. ი. წარმოადგენს იზობარულ პროცესს.

იდეალურ ციკლში აირები ფართოვდება აირტურბინასა (3—4) და რეაქტიულ საქშენში (4—5). გაფართოების პროცესი ხდება აგრეთვე სითბოს გადაუცემლად, ე. ი. იგი წარმოადგენს ადიაბატურ პროცესს.

ციკლი მთავრდება სითბოს გადაცემის პროცესით მაცივარში (5—0), რომელსაც ქმნის გარემო.

ჰაერის შეეკუმშვის მუშაობა $p-p$ დიაგრამაში გამოისახება გარ-

კვეთულ მასშტაბში $n=20n$ ფართობით. მაშინ სასარგებლო მუშაობა, რომელიც გაფართოებისა და შეკუმშვის მუშაობათა სხვაობაა, განისაზღვრება იმავე მასშტაბში 02350 ფართობით. ამ მუშაობას ეწოდება თერმული მუშაობა.



ნახ. 3.2 ტრძ-ს იდეალური ციკლი.

ტურბორეაქტიულ ძრავაში თერმული მუშაობა იხარჯება აირის იმ ნაქადის კინეტიკური ენერჯიის ზრდაზე, რომელიც გადის ძრავაში.

იდეალური ძრავას ეკონომიურობა, ან, ზსევა-ნაირად, ციკლში მიწოდებული სითბოს სასარგებლო მუშაობად გარდაქმნის ხარისხი შეფასდება ციკლს თერმული შარგი ქმედების კოეფიციენტი.

თერმული შარგი ქმედების კოეფიციენტი ეწოდება სასარგებლო მუშაობად გარდაქმნილ

სითბოს (რომელიც დაიხარჯა აირის ნაქადის კინეტიკური ენერჯიის გადიდებაზე) ფარდობას ციკლში მიწოდებულ სითბოსთან.

თერმული შკჟ შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნაირად:

$$\eta_{th} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad (3.1)$$

სადაც Q_1 არის ციკლში შაერისათვის მიწოდებული სითბო; Q_2 -- აირიდან მაცივარში (თბომიძღებში) გადაცემული სითბო.

თერმული შკჟ გვიჩვენებს, რომ შაერისათვის ციკლში მიწოდებული სითბოს ნაწილი იხარჯება აირის ნაქადის კინეტიკური ენერჯიის გადიდებაზე. ეს შკჟ შეფასებას აძლევს იდეალურ ციკლში არსებულ სითბოს დანაქარგის ერთადერთ სახეს -- სითბოს დანაქარგს თერმოდინამიკის მეორე კანონის მიხედვით.

წრიულ პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს ნამდვილ ტრძ-ში, ეწოდება ნამდვილი ციკლი.

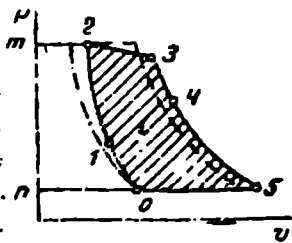
ნამდვილი ციკლი არსებითად განსხვავდება იდეალურისაგან. იდეალური ციკლის საწინააღმდეგოდ ნამდვილ ციკლში არსებობს სხვადასხვაგვარი სითბური, შიდრავლიკური და მექანიკური დანაქარგები. ნამდვილ ციკლში მუშა სხეული არის არა შაერი, არამედ აირი, რომლის თბოტევალობაც არ არის მუდმივი.

3.3 ნახაზზე გამოსახულია ტრძ-ს ნამდვილი ციკლი. იქვე შედარებისათვის პუნქტირით გამოსახულია იდეალური ციკლი. ორივე ციკლ-

ში წნევის გადიდება ხარისხი $\frac{P_2}{P_1}$ და აირისათვის მიწოდებულ Q , სითბო აღებულია ერთნაირად.

ჰაერის კუმშვის პროცესი (0—1) შესასვლელ მოწყობილობასა და (1—2) კომპრესორში ნაჩვენებია (0—2) პრეტლათ — პოლიტროპით, რომელიც ჰაერს ალიბატაზე უფრო ეცაბოდ. ეს ანა აიხსნება, რომ რეალურ ძრავაში ჰაერის შეკუმშვასთან სდევს ჰიდრავლიკური დანაკარგები. რომლებიც ხელს უწყობენ ჰაერის გათბობას.

სითბო რეალური ძრავის წვის კამერას (2—3) მიეწოდება არა მუდმივი, არამედ შეცვლილი წნევის დროს. წნევის დაცემა წვის კამერაში აიხსნება ჰიდრავლიკური წინაღობების არსებობით. გარდა ამისა, წივეა ეცემა აგრეთვე აირის სიჩქარის ერთგვარო გადღებების გამო.



ნახ. 3. 3 ტრანს ნამდვილი ციკლი.

აირის გაფართოების პროცესი არტურბინასა და რეაქტიულ საქშენში (3—5) აგრეთვე განიჩევა იდეალურ ციკლში გაფართოების პროცესებთან. რეალურ ციკლში აირის გაფართოების პროცესი მიმდინარეობს ჰიდრავლიკური წინაღობების არსებობის დროს. ეს წინაღობები იწვევენ სითბოს მიყვანას აირებთან. ამიტომ აირის გაფართოების პროცესები ტურბინაში და საქშენში ალიბატური ე არაა, არამედ პოლიტროპულია.

სითბოს გადაცემა ატმოსფეროში (მაცივარში) მიმდინარეობს (5—1) მრუდით. ესაა იზობარული პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს ძრავას გარეთ.

ნამდვილ ციკლში აირები ფართოვდება წვის კამერაში, ტურბინასა და საქშენში. აირის გაფართოების მუშაობა რომელიც მასშტაბში გამოაპულია 3.3 ნახაზზე 0002350 ფართობით. ჰაერის კუმშვის მუშაობა გამოისახება 000200 ფართობით.

თუ აირის l_3 გაფართოების მუშაობას გამოვაკლებთ l_2 ჰაერის კუმშვის მუშაობას. მაშინ მიღებული სხვაობა წარმოადგენს მუშაობას ნამდვილ ციკლში. რომელსაც ეწოდება l_1 ინდიკატორული მუშაობა:

$$l_1 = l_3 - l_2$$

3.3 ნახაზზე ინდიკატორული მუშაობა გამოისახება 02350 ფართობით.

ნამდვილ ციკლში გათვალისწინებულია სითბოს ყველა დანაკარგი, რომელთა რიცხვსაც სითბოს დაკარგვის გარდა, თერმოდინამიკის მეორე კანონის მიხედვით ეკუთვნის აგრეთვე სითბოს დანაკარგები კედ-

ლებში. დანაკარგები წვის პროდუქტების არასრული დაწვისა და დისოციაციის გამო. ამიტომ ინდიკატორული მუშაობა — მუშაობა ნამდვილ ციკლში. ნაკლებია თერმულზე.

ტრძ-ში ინდიკატორული მუშაობა იხარჯება აირების ნაკადის კინეტიკური ენერჯის გაზრდაზე და აგრეთვე ჰიდრაულიკური წინაღობების დაძლევაზე ძრავის ელემენტებში, ხახუნზე საკისრებში და სხვადასხვა მომსახურე აგრეგატების ძრაობაში მოსაყვანად.

ამრიგად, აირის ნაკადის კინეტიკური ენერჯის მატებაზე, რომელიც გამოიყენება რეაქტიული წევის შესაქმნელად, იხარჯება ინდიკატორული მუშაობის ნაწილი, ეგრეთწოდებული l_2 ენერჯიული მუშაობა. ამ მუშაობის მიღება შეიძლება, თუ ინდიკატორულ მუშაობას გამოვაკლებთ l_1 მუშაობას, რომელიც იხარჯება ჰიდრაულიკური წინაღობების დაძლევაზე (დანაკარგები საკისრებში და აგრეგატების მოძრაობაში მოყვანაზე წარმოშობილ ხახუნზე. მათი სიმცირის გამო, არ მიიღება მხედველობაში).

მაშ. ეფექტური მუშაობა:

$$l_2 = l_i - l_r.$$

3.2;

§ 2. ტურბორეაქტიული ძრავის წევის ძალა

წევის ძალა ძირითადი პარამეტრია, რომელიც ახასიათებს ტრძ-ს როგორც საფრენი აპარატის ძალურ დანადგარს. ის წარმოადგენს გამოსავალ მაჩვენებელს თვითმფრინავების საფრენ-ტაქტიკური მონაცემების განსაზღვრის დროს და აგრეთვე ძრავის სრულყოფილების შეფასების დროსაც.

წევის ძალა წარმოიქმნება მუშა სხეულის (აირის) ურთიერთმოქმედების დროს ძრავის ზედაპირებთან. აირის მიერ ძრავის ზედაპირზე მოქმედების შედეგად მიიღება წნევა. ძრავას შიგა და გარე ზედაპირებზე მიყენებული წნევის ყველა ძალის შემაჯამებელს წევა ეწოდება.

წევის პოვნა ძრავის მთელ ზედაპირზე მოქმედი წნევის ძალების შეჯამებით ძალზე რთულია. ზღვრო მარტივია წევის არაპირდაპირად განსაზღვრა.

წარმოვიდგინოთ, რომ ძრავა იმყოფება თვითმფრინავზე, რომელიც გადაადგილდება c_0 მ/წმ სიჩქარით. აირის ნაკადზე ძრავის ზემოქმედების შედეგად მისი კინეტიკური ენერჯია იზრდება. აღვნიშ-

ნოთ m -ით პერის ხარჯი წამში, m -თი აირის ხარჯი წამში და c_5 -ით აირის სიჩქარე რეაქტიული საქშენის გამოსასვლელთან.

თუ მხედველობაში მივიღებთ მიღებულ აღნიშვნებს. მაშინ პერის კინეტიკური ენერჯია ძრავას შესასვლელთან იქნება $m_3 \frac{C_5^2}{2}$, ხოლო აირის ნაკადის კინეტიკური ენერჯია ძრავას გამოსასვლელთან იქნება $m_5 \frac{C_5^2}{2}$ -ის ტოლი.

თუ უგულებელვყოფთ სათბობის ჩაოდენობას პერის ჩაოდენობასთან შედარებით და ჩავთვლით, რომ $m_3 = m_5 = m_{\text{გა}}$, მაშინ კინეტიკური ენერჯიის ნაზრდი ტოლი იქნება:

$$m_{\text{გა}} \frac{C_5^2 - C_0^2}{2}$$

ძრავას ზედაპირზე აირის ნაკადის ზემოქმედებისა და ნაკადის კინეტიკური ენერჯიის გადიდების შედეგად წარმოიქმნება P წევის ძალა. ფრენის c_0 სიჩქარის დროს წევის ძალა აწარმოებს თვითმფრინავის გადასაადგილებლად Pc_0 -ის ტოლ მუშაობას წამში (ფრენის c_0 მ/წმ სიჩქარე არის გზა, რომელსაც თვითმფრინავი გადის 1 წამში).

კინეტიკური ენერჯია, რომელიც მომარაგებულია ძრავაში აირის ნაკადით, მთლიანად არ გარდაიქმნება წევის მუშაობად, მისი ნაწილი იკარგება. რადგან აირები ტოვებენ ძრავას $c_5 - c_0$ ტოლი. აბსოლუტური სიჩქარით (სიჩქარით დედამიწის მიმართ), ამიტომ დაკარგული კინეტიკური ენერჯია ტოლი იქნება:

$$m_{\text{გა}} \frac{(c_5 - c_0)^2}{2}$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ კინეტიკური ენერჯიის ნაზრდის ნაწილი გამოიყენება წევის მუშაობის შესაქმნელად, ხოლო ნაწილი იკარგება. შეგვიძლია დავწეროთ ტოლობა:

$$Pc_0 = m_{\text{გა}} \frac{C_5^2 - C_0^2}{2} - m_{\text{გა}} \frac{(c_5 - c_0)^2}{2}$$

აქედან, არართული გარდაქმნების შემდეგ, ვლებულობთ განტოლებას ტრძ წევის განსაზღვრისათვის:

$$P = m_{\text{გა}} (c_5 - c_0). \quad (3.3)$$

SI ერთეულთა სისტემაში წევა იზომება (ნ) ნიუტონობით. კილონიუტონობით (1 კნ = 10^3 ნ) ან მეგანიუტონობით (1 მნ = 10^6 ნ). წევის წინანდელი ზომის ერთეულია კილოგრამ-ძალა (კბ).

(3.3) განტოლებით შეიძლება ვისარგებლოთ არა მხოლოდ ტრძ-ს წვევის განსაზღვრისათვის, არამედ სხვა ყოველგვარი ჰაერ-რეაქტიული ძრავისათვისაც. საჭიროა ამ დროს გავითვალისწინოთ, რომ განტოლების გამოყენების დროს სათბობის რაოდენობა არ იყო მიღებული მხედველობაში (ამ დროს, მართალია, შეცდომა არ აღემატება 1,5—2,0 %-ს). გარდა ამისა, მიღებულია, რომ აირი საქშენში ფართოდება მთლიანად და აირის წნევა საქშენის გამოსასვლელთან ატმოსფერული წნევის ტოლია.

რეაქტიულ საქშენში აირების არასრული გაფართოების შემთხვევაში განტოლება ლებულობს შემდეგ სახეს:

$$P = m_{\text{გა}} (c_5 - c_0 + f_5(p_{\text{I}} - p_{\text{II}})) \quad (3.4)$$

სადაც P_5 არის აირის წნევა საქშენის გამოსასვლელთან;

p_{II} — ატმოსფერული წნევა,

f_5 — საქშენის ფართობი გამოსასვლელთან.

აირის გამოშვების სიჩქარე არასრული გაფართოების დროს ყოველთვის ნაკლებია იმ სიჩქარეზე, რომელიც აირებს ექნებოდა გამოსასვლელთან სრული გაფართოების შემთხვევაში, ამიტომ (3.4) განტოლებას პირველი წევრი ნაკლებია ასეთივე წევრზე (3.3) განტოლებაში. აქ რადგან (3.4) განტოლების მეორე წევრი ვერ ახდენს პირველი წევრის შემცირების კომპენსირებას, ამიტომ წნევა არასრული გაფართოების შემთხვევაში ყოველთვის ნაკლებია იმ წევაზე, რომელსაც ავითარებს ტრძ სრული გაფართოების დროს.

სტენდზე ($c_0 = 0$) ტრძ-ს მუშაობის შემთხვევისათვის (3.3) განტოლება მარტივდება და ლებულობს ასეთ სახეს:

$$P = m_{\text{გა}} c_5. \quad (3.3 \text{ ა})$$

ამ შემთხვევაში წნევა დამოკიდებულია მხოლოდ ძრავაში ჰაერის (აირის) წამობრივ ხარჯზე და აირის საქშენიდან გამოდინების სიჩქარეზე.

ამჟამად სხვადასხვა საფრენ აპარატებზე გამოიყენება ტრძ-ები, რომელთა წევა იცვლება საზღვრებში რამდენიმე კილონიუტონიდან (ასეული კილოგრამებიდან) 100—150 კილონიუტონამდე (10000—15000 კგ).

ტრძ-ს კუთრი პარამეტრები

ტრძ-ს შესაფასებლად, გარდა წვევისა (მას ეწოდება აგრეთვე აბსოლუტური წევა), გამოიყენება ფარდობითი პარამეტრებიც, რომლებსაც ეწოდება კუთრი. ასეთ პარამეტრებს ეკუთვნის კუთრი წევა, სათ-

ბობის კუთრი ხარჯი, კუთრი მასა (კუთრი წონა) და კუთრი შუბლუ-
რი წევა.

კუთრი წევა ეწოდება ძრავას მიერ განვითა-
რებულ წევის ფარდობას ძრავაში გამავალი ჰა-
ერის (აირის) 1 კილოგრამ მასობრივ ხარჯთან წამ-
ში.

$$P_{კთ} = \frac{P}{m_{გა}} \quad (3.5)$$

SI ერთეულთა სისტემაში კუთრი წევა იზომება ნიუტონ-წამით
კილოგრამზე (ნ. წმ/კგ), კუთრა წევის წინანდელი ერთეულია კმ წმ/კგ.
თუ (3.5) განტოლებაში ჩავსვამთ წევის მნიშვნელობას. (3.3) გან-
ტოლებიდან მივიღებთ:

$$P_{კთ} = c_5 - c_0 \quad (3.5 ა)$$

სტენდზე ($c_0 = 0$) ტრძ-ს მუშაობის შემთხვევისათვის:

$$P_{კთ} = c_5 \quad (3.5 ბ)$$

ამრიგად, კუთრი წევის მნიშვნელობა ამ შემთხვევაში განისაზღვ-
რება მხოლოდ აირის გამოდინების სიჩქარის სიდიდით.

კუთრი წევა ძრავას მნიშვნელოვანი მახასიათებელია, როდელიც
განსაზღვრავს წევით შესაქმნელად ჰაერის (აირის) გამოყენების
სრულყოფას. რაც უფრო მეტია კუთრი წევის სიდიდე, მით უფრო
ნაკლები ჰაერია (აირია) საჭირო მოცემული წევის შესაქმნელად, მით
უფრო ნაკლებია ძრავას ზომა და სიმძიმის ძალა (წონა). ძრავას ნაკლე-
ბი განივი ზომები ნებას იძლევა შევამციროთ ფიუზელაჟის განივი
კვეთის (მიდელის) ფართობი, თუ ძრავა მოთავსებულია ფიუზელაჟ-
ში. ან ძრავას გონდოლები, თუ ძრავა მაგრდება ფრთაზე. ამას მოჰყვე-
ბა თვითმფრინავის შუბლური წინალობისა და ძრავას საჭირო წევის
შემცირება, და, მაშასადამე, ფრენის მანძილისა და ხანგრძლივობის
გაზრდა. ძრავას სიმძიმის ძალის (წონის) შემცირება ნებას გვაძლევს
გავზარდოთ თვითმფრინავის საპარგებლო დატვირთვა. ამრიგად, მო-
ცემული წევის დროს ძრავას შუბლური წინალობისა და სიმძიმის ძა-
ლის (წონის) შემცირებას მიყვავართ თვითმფრინავის სიჩქარისა და
ქერის გაზრდისაკენ.

თანამედროვე ტრძ-ს კუთრი წევია სადიდე სტენდზე ჰუშაობის
დროს ტოლია:

$$P_{კთ} = 550 - 750 \text{ ნ. წმ/კგ} [55 - 75 \text{ კმ. წმ/კგ}].$$

სათბობის კუთრი ხარჯი ეწოდება სათბობის

საათური ხარჯის ფარდობას ძრავას შიერ განვითარებულ წევასთან:

$$\dot{C}_b = \frac{C_p''}{P} \quad (3.6)$$

სათბობის კუთრი ხარჯი SI ერთეულთა სისტემაში იზომება კილოგრამობით ნიტონ-საათზე (კგ/ნ.სთ), სათბობის კუთრი ხარჯის წინანდელი ერთეულია კგ/კვ. სთ.

სათბობის კუთრი ხარჯი ახასიათებს ძრავას ეკონომიურობას. რაც უფრო ნაკლებია C_b , მით უფრო მეტია სათბობის მოცემული მარაგის დროს ფრენის მანძილი და ხანგრძლივობა.

სათბობის კუთრი ხარჯის სიდიდე თანამედროვე ტრძ-თვის:

$$C_b = 0,075 - 0,09 \text{ კგ/(ნ.სთ)} [0,75 - 0,9 \text{ კგ/კვ. სთ}].$$

სათბობის კუთრი ხარჯის გამოსახულებას შეიძლება მიეცეს სხვა, ანალიზისათვის უფრო მოსახერხებელი სახე. ამისათვის სათბობის C_h საათობრივი ხარჯი გამოვსახოთ $C_{b, \text{წმ}}$ წამობრივი ხარჯით.

თუ (3.6) განტოლებაში ჩავსვამთ P მნიშვნელობას (3.5) განტოლებიდან და C_h -ს, მივიღებთ:

$$C_b = \frac{C_{b, \text{წმ}} 3600}{m_{\text{წმ}} P_{\text{კმ}}}$$

გავამრავლოთ და გავყოთ სათბობისა და ჰაერის წამობრივი ხარჯების ფარდობა H_u -ზე:

$$\frac{C_{b, \text{წმ}}}{m_{\text{წმ}}} \frac{H_u}{H_u}$$

$C_{b, \text{წმ}}$ გამოსახულება წარმოადგენს ძრავაში შეტანილი სითბოს წამობრივ რაოდენობას. სითბოს ეს რაოდენობა გაყოფილი ჰაერის წამობრივი ხარჯის სიდიდეზე არის სითბოს რაოდენობა, რომელიც მოდის ერთ კილოგრამ ჰაერზე:

$$\frac{C_{b, \text{წმ}} H_u}{m_{\text{წმ}}} = Q_1$$

თუ სათბობის კუთრი ხარჯის გამოსახულებაში ჩავსვამთ Q_1 მნიშვნელობას, საბოლოოდ მივიღებთ:

$$C_b = \frac{3600 Q_1}{H_u P_{\text{კმ}}} \quad (3.7)$$

ძრავას კუთრი მასა (კუთრი წონა) ეწოდება ძრავას

მასის ფარდობას მის მიერ განვითარებულ მაქსიმალურ წევასთან:

$$m_{\text{კო}} = \frac{m_{\text{ბრ}}}{\rho_{\text{max}}} \quad (3.8)$$

სადაც $m_{\text{კო}}$ ძრავას მასაა (სათბობისა და ზეთის გარეშე).

SI ერთეულთა სისტემაში ძრავას კუთრი მასა იზომება კილოგრამობით ნიუტონზე, ზომის წინანდელი ერთეულია კგ/კბ.

რაც უფრო ნაკლებია ძრავას კუთრი მასა (კუთრი წონა), ძრავას მიერ განვითარებული წვევის მით უფრო მცირე ნაწილი დაიხარჯება ფრენის დროს მის გადაადგილებაზე, რაც თავის მხრივ დადებითად მოქმედებს თვითმფრინავის სიჩქარეზე, აფრენის სიჩქარესა და სხვა საფრენ-ტაქტიკურ მონაცემებზე.

კუთრი მასა (კუთრი წონა) თანამედროვე ტრძ-ში 0.02—0.03 კგ/ნ-ია [0.2—0.3 კგ/კბ].

კუთრი შუბლური წვევა ეწოდება ძრავას მაქსიმალური წვევის ფარდობას მის შუბლურ ფართობთან:

$$P_{\text{შუბ}} = \frac{P_{\text{max}}}{F_{\text{შუბ}}} \quad (3.9)$$

სადაც $F_{\text{შუბ}}$ ძრავას შუბლური ფართობია (ძრავას მაქსიმალური კვეთის ფართობი).

კუთრი შუბლური წვევა ახასიათებს ძრავული დანადგარის აეროდინამიკურ სრულყოფას.

მართლაც, რაც უფრო მეტია კუთრი შუბლური წვევა ძრავას მიერ განვითარებული წვევისა, მით უფრო მცირე ნაწილი დაიხარჯება იმ წინააღობათა დაძლევაზე, რომლებსაც ადგილი აქვთ გონდოლებში (თუ ძრავები მოთავსებულია გონდოლებში) ან ფიუზელაჟის (თუ ძრავები მოთავსებულია ფიუზელაჟში) გარსშემოდენის დროს.

ღერძულკომპრესორებიანი ძრავებისათვის კუთრი შუბლური წვევა

$$P_{\text{შუბ}} = 80—100 \text{ კნ/მ}^2 \text{ [8000—10000 კგ/მ}^2\text{].}$$

ცენტრიდანულ კომპრესორებიან ძრავებს, რომლებსაც აქვთ დიდი შუბლური ფართობი, $P_{\text{შუბ}}$ აქვთ 30—32 კნ/მ²-ის [3000—3200 კგ/მ²] ტოლი.

ტურბორეაქტიულ ძრავაში სათბობით შეტანილი სითბო, საბოლოოდ გარდაქმნება წვეის მუშაობად — მუშაობად, რომელიც იხარჯება ჰაერში თვითმფრინავის გადასადგილებლად. სითბოს წვეით მუშაობად გარდაქმნის პროცესში იკარგება მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი. სითბოს დანაკარგები ამ დროს ფასდება მარგი ქმედების კოეფიციენტით. (მქკ).

სითბოს გარდაქმნა წვეით მუშაობად, რომელიც იხარჯება თვითმფრინავის გადასადგილებლად სიერცეში, შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ორი თანმიმდევრული ეტაპისაგან შემდგარი.

სითბოს გარდაქმნის პირველ ეტაპზე მისი ნაწილი იხარჯება აიწინაჯადის კინეტიკური ენერჯიის გაზრდაზე. სითბოს უმეტესი ნაწილი კი განიბნევა ატმოსფეროში. სითბოს დანაკარგები ამ ეტაპზე შეიძლება შეფასდეს ეფექტური მქკ-ით.

ეფექტური მქკ ეწოდება ეფექტური მუშაობის ფარდობას ძრავაში სათბობით შეტანილ სითბოსთან:

$$\eta_0 = \frac{l_0}{Q_1} \quad (3.10)$$

სადაც l_0 არის ეფექტური მუშაობა;

Q_1 — ძრავაში შეტანილი სითბო.

ტურბორეაქტიულ ძრავაში სითბოს ნაწილი, რომელიც დაიხარჯა ეფექტური მუშაობის შექმნაზე, განისაზღვრება აირების ნაჯადის კინეტიკური ენერჯიის ნაზრდით, ე. ი. ძრავადან გამომავალი აირების ჰაელისა და ძრავაში შემავალი ჰაერის კინეტიკურ ენერჯიათა სხვაობით:

$$l_0 = m_{\text{გა}} \frac{c_3^2 - c_0^2}{2} \quad (3.11)$$

მაშინ ეფექტური მქკ-ისათვის, გამოსახულება შეიძლება ჩაწეროს შემდეგნაირად:

$$\eta_0 = \frac{m_{\text{გა}} \frac{c_3^2 - c_0^2}{2}}{Q_1} \quad (3.12)$$

აროჯად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ეფექტური მქკ გვიჩვენებს ძრავაში სათბობით შეტანილი სითბოს რა ნაწილი იხარჯება ძრავაში

გამავალი აირების ნაკადის კინეტიკური ენერჯის ზრდაზე. მაშასადამე, მოცემული შკკ ახდენს ტრძ-ს შეფასებას როგორც თბომანქანისა, რომელიც გარდაქმნის ხოლმე სითბოს აირების ნაკადის კინეტიკურ ენერჯიად.

ეფექტური შკკ-ის სიდიდე თანამედროვე ტრძ-თვის 0,25—0,35-ია. ეს ნიშნავს, რომ ძრავაში შეტანილი სითბოდან აირების ნაკადის კინეტიკური ენერჯის ზრდაზე იხარჯება 25—35%.

ეფექტური შკკ აფასებს სითბოს ყველა დანაკარგს, რომლებსაც ადგილი აქვს სითბოს აირების ნაკადის კინეტიკურ ენერჯიად გარდაქმნის პროცესში. ეს დანაკარგებია:

- ა) სითბოს დანაკარგები ძრავადან გამომავალი აირებისა;
- ბ) სითბოს დანაკარგები წვის კამერაში (არასრული დაწვისა და წვის პროდუქტების დიზოციაციის გამო);
- გ) სითბოს დანაკარგები კედლებში სითბოს გადაცემის გამო;
- დ) სითბოს დანაკარგები ჰიდრავლიკური და მექანიკური წინაღობების დასაძლევად ძრავაში.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა დანაკარგიდან ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია ძრავადან გამომავალი აირების სითბოს დანაკარგები (დანაკარგები თერმოდინამიკის მეორე კანონის მისედვით).

ეფექტური შკკ-ის გასადიდებლად საჭიროა გამოყენებულ იქნეს საშუალებები, რომლებიც ამცირებენ დანაკარგების ყველა სახეს სითბოს გარდაქმნის პირველ ეტაპზე. უდიდეს ეფექტს იძლევა წნევის ამალღების მაღალი ხარისხების გამოყენება, ძრავას ყველა ელემენტში ჰიდრავლიკური და ტალღური დანაკარგების შემცირება, განსაკუთრებით, შესასვლელ და გამოსასვლელ მოწყობილობებში.

ძრავაში ენერჯის გარდაქმნის მეორე ეტაპი დაკავშირებულია თერმოდინამიკის გადაადგილებასთან.

ფრენის დროს აირების ნაკადის მომარაგებული კინეტიკური ენერჯია გარდაქმნება გადაადგილების მუშაობად, რომელსაც ასრულებს წვევის ძალა. § 2-ში აღნიშნული იყო, რომ ძრავაში აირის მიერ მომარაგებული კინეტიკური ენერჯია მთლიანად საარაგებლოდ არ გამოიყენება. ამ ენერჯის ნაწილი, რომელიც ტოლია $\frac{m_{\text{სა}}(c_5 - c_0)^2}{2}$ -ისა,

არ გამოიყენება.

ენერჯის დანაკარგების შეაფასებლად სითბოს გარდაქმნის მეორე ეტაპზე (აირების ნაკადის კინეტიკური ენერჯის ნაზრდის წვევის მუშაობად გარდაქმნის პროცესში) იყენებენ წვევის შკკ-ს.

წვევის მქც ეწოდება წვევის მუშაობის ფაოდობას ძრავაში გამავალი აირების ნაკადის კინეტიკური ენერჯიის ნაზრდთან:

$$\eta_a = \frac{Pc_0}{m_{\text{სა}} \frac{c_3^2 - c_0^2}{2}}, \quad (3.13)$$

სადაც Pc_0 წვევის მუშაობაა.

წვევის მქც გვიჩვენებს, თუ კინეტიკური ენერჯიის ნაზრდის რა ნაწილი იხარჯება ჰაერში თვითმფრინავის გადასადგილებლად საჭირო მუშაობაზე. ეს მქც ახდენს ტურბორეაქტიული ძრავას შეფასებას, როგორც ისეთი მაძრავისა, რომელიც დანიშნულია კინეტიკური ენერჯიის ნაზრდის გარდასაქმნელად თვითმფრინავის გადაადგილების საარგებლო მუშაობად.

წვევის მქც ახდენს ძრავადან გამოდინებული აირების კინეტიკური ენერჯიის დანაკარგების შეფასებას.

წვევის მქც სიდიდე ფრენის ბგერამდელი სიჩქარეებისათვის ტოლია 0,5--0,65-ის; ზებგერული სიჩქარეებისათვის მისი მნიშვნელობა უფრო მაღალია.

მაქსიმალურ მნიშვნელობას, რომელიც ერთის ტოლია, მქც მიიღწევდა $c_0 = c_3$ დროს, როცა კინეტიკური ენერჯიის მთელი ნაზრდი გამოიყენებოდა სასარგებლოდ. მაგრამ ამ დროს, როგორც ეს ჩანს (3.3) განტოლებიდან, ტრძ-ს წვევა ნულის ტოლია.

ყველა დანაკარგის შეფასება ტრძ-ში ხდება სრული მქც-ით.

წვევის მუშაობის ფარდობას ძრავაში შეტანილ სითბოსთან სრული მქც ეწოდება:

$$\eta_{\text{სრ}} = \frac{Pc_0}{Q_1} \quad (3.14)$$

სრული მქც გვიჩვენებს ძრავაში სათბობით შეტანილი სითბოს რა ნაწილი იხარჯება წვევის მუშაობის შესაქმნელად.

სრული, ეფექტური და წვევის მარჯი ქმედების კოეფიციენტები ერთმანეთთან დაკავშირებულია თანაფარდობით:

$$\eta_{\text{სრ}} = \eta_e \cdot \eta_a$$

ამაში აღვიღად დავრწმუნდებით თუ (3.12) და (3.13) განტოლებებს ერთმანეთზე გადავამრავლებთ.

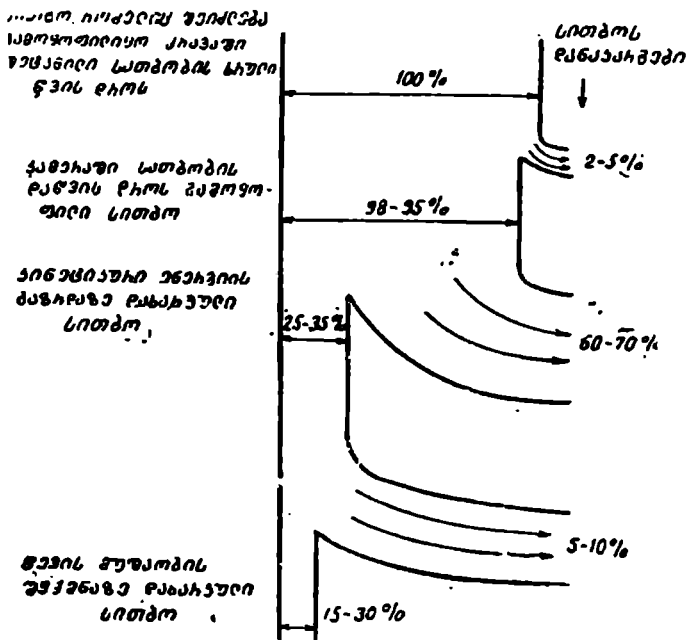
რადგან სრული მქც ტოლია ეფექტური და წვევის მქც-ის ნამრავლისა, ამიტომ ის აფასებს ყველა დანაკარგს წვევის მუშაობად სითბოს გარდაქმნის პროცესში.

თანამედროვე ტრძ-თვის სრული შქკ სიდიდე $\eta_{\text{სრ}} = 0, 15 - 0,30$. ისე როგორც წვევის შქკ, სრული შქკ-იც იმდენად დიდია, რამდენადაც მეტია ფრენის სიჩქარე. მაშასადამე, რაც უფრო მეტი სიჩქარით მიფრინავს თვითმფრინავი, მით უფრო უკეთესად გამოიყენება ძრავაში შეტანილი სითბო.

მთელი სითბოდან, რომელიც შეიძლება გამოყოფილიყო ძრავაში შეტანილი სათბობის სრული დაწვის დროს, შედარებით მცირე ნაწილი გარდაიქმნება სასარგებლო მუშაობად, დანარჩენი სითბო კი იკარგება.

სითბოს საერთო განაწილებას თბობალანსი ეწოდება (ნახ. 3.4). ძრავაში შეტანილი სითბო მივიღოთ 100%-ად. ამ სითბოს 60—70% იკარგება ძრავიდან გამომავალ აირებთან ერთად. გარდა ამისა, 5%-მდე სითბო წვის კამერაში იკარგება (უდიდესი დანაკარგები — სათბობის არსებული დაწვის გამო).

ამრიგად, აირის ნაკადის კინეტიკური ენერჯიის გადიდებაზე სითბოს მხოლოდ 25—35% მოდის, ხოლო რადგანაც კინეტიკური ენერჯიის ნაწილი (5—10%) არ გამოიყენება. ამიტომ წნევის მუშაობის შექმნაზე იკარგება მხოლოდ 15—30% მთელი იმ სითბოსი, რომელიც შეტანილია ძრავაში.



ნახ. 3. 4. ტრძ-ს თბობალანსი.

§ 4. ტრძ-ს წყვილსა და ეკონომიურობის დამოკიდებულება პროცესის პარამეტრებზე

ტურბორეაქტიულ ძრავაში ეფექტური მუშაობა მთლიანად იხარჯება აირის ნაკადის კინეტიკური ენერჯის გადიდებაზე. ამავდროულად ცნობილია, რომ რეაქტიული წვევა იქმნება აირის აჩქარებული მოძრაობის გამო ძრავაში. რაც უფრო მეტი აჩქარება მიეცემა აირს ძრავაში, მით უფრო მეტად გაიზრდება აირის ნაკადის კინეტიკური ენერჯია, მით მეტი იქნება წვევა და ძრავას კუთრი წვევა. ამრიგად, რაც უფრო მეტია ეფექტური მუშაობა, მით უფრო მეტია ძრავას წვევა და კუთრი წვევა.

ტრძ-ს წვევა ტოლია $m_{\text{ჰჰ}}$ ჰაერის წამობრძოლი ხარჯის ნამრავლისა $P_{\text{ჰჰ}}$ წვევაზე. ჰაერის ხარჯი, რომელიც ძირითადად განისაზღვრება ძრავაში გამავალი კვეთების ზომებით, ჩავთვალოთ მუდმივად. ეს შესაძლებლობას მოგვცემს გავამარტივოთ პროცესის პარამეტრებზე წვევის დამოკიდებულებიან ანალიზი, დავიყვანოთ ის პროცესის პარამეტრებზე მხოლოდ კუთრი წვევის დამოკიდებულების განსაზღვრამდე.

ანალიზისათვის საჭირო კავშირი I_p ეფექტურ მუშაობასა და კუთრი წვევას შორის შეიძლება ვიპოვოთ, თუ (3.2) განტოლებიდან განესაზღვრავთ $c_8 = \sqrt{2I_p + c_0^2}$ გამოდინების სიჩქარის მნიშვნელობას და ჩავსვათ მას კუთრი წვევის განტოლებაში:

$$P_{\text{ჰჰ}} = c_8 - c_0 = \sqrt{2I_p + c_0^2} - c_0. \quad (3.15)$$

კუთრი წვევის დამოკიდებულება პროცესის პარამეტრებზე

ტრძ-ს ეკონომიურობისა და წვევის განმსაზღვრელი პროცესის პარამეტრთა რიცხვს ეკუთვნის: $\pi = \frac{P_2}{\rho_1}$ წვევის გადიდების ხარისხი, T_3 აირების ტემპერატურა ტურბინის წინ, და აგრეთვე კოეფიციენტები. რომლებიც განსაზღვრავენ ჰიდრაულიკური დანაკარგების სიდიდეს აირების გაფართოებისა და ჰაერის კუმშვის პროცესებში.

წვევის გადიდების ხარისხზე კუთრი წვევის დამოკიდებულების ანალიზისათვის ვისარგებლოთ (3.15) განტოლებით. როგორც ჩანს, ფრენის მუდმივი სიჩქარის დროს კუთრი წვევა პროპორციულია იმ ეფექტური მუშაობის სიდიდისა, რომელიც ტოლია I , ინდიკატორული მუშაობისა და ძრავებში ჰიდრაულიკური წინაღობების დაძლევაზე დახარჯული I , მუშაობის ხევაობისა. ტრძ-ს ინდიკატორული მუშაობა, ისე როგორც ყოველგვარი თბოძრავას მუშაობა, დამოკიდებულია სითბოს იმ რაოდენობაზე, რომელიც დაიხარჯა ამ მუშაობის შესრულებაზე.

ის განისაზღვრება ძრავაში სათბობით შეტანილი სითბოს რაოდენობით და მისი გამოყენების ხარისხით, რომელიც ფასდება თერმული შქკ-ის სიდიდით. ამრიგად, ინდიკატორული მუშაობის სიდიდეზე რომ ვიმსჯელოთ, უნდა ვიცოდეთ, რამდენი Q_1 სითბოა შეტანილი ძრავაში სათბობით, და η_t თერმული შქკ-ის სიდიდე.

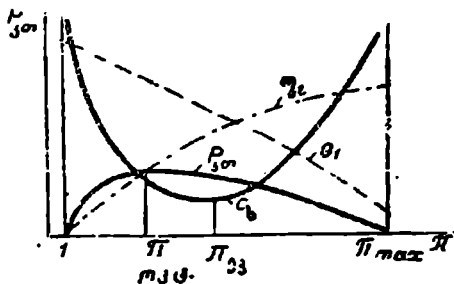
3—5 ნახაზზე ნაჩვენებია კუთრი წვეის დამოკიდებულება წნევის გადიდების ხარისხზე. წნევის გადიდების ხარისხის გაზრდას დროს მატულობს T_2 ჰაერის ტემპერატურა, რომელიც შედის კომპრესორიდან წვის კამერაში.

რადგანაც აირის ტემპერატურა T_3 ტურბინის ნიჩბებზე (ნიჩბების სიმტკიცის მოსაზრებებით) მუდმივი უნდა იყოს, ამისათვის უნდა შემცირდეს კამერაში ჰაერის შეთბობა და ძრავაში მიწოდებული სითბოს (სათბობის) რაოდენობა.

ამავე დროს, წნევის გადიდების ხარისხის ზრდასთან ერთად მატულობს η_t თერმული შქკ, რაც ნიშნავს ძრავაში შეტანილი სითბოს გამოყენების გაუმჯობესებას.

ამრიგად, წნევის ამაღლების ხარისხის გადიდების დროს ინდიკატორული მუშაობა, ეფექტური მუშაობა, და, მანასადამე, კუთრი წვეაც უნდა გაიზარდოს სითბოს გამოყენების გაუმჯობესებასთან ერთად. მეორე მხრივ, იპინი უნდა შემცირდნენ ძრავაში შეტანილი სითბოს რაოდენობის შემცირების გამო.

როცა $\pi = 1$, მაშინ თერმული შქკ ნულის ტოლი იქნება, ამიტომ ინდიკატორული და ეფექტური მუშაობა და აგრეთვე კუთრი წვეაც ნულის ტოლი იქნება. π -ს გადიდებისას რაღაც მნიშვნელობამდე, რომელსაც წნევის ამაღლების ყველაზე უფრო ხელსაყრელს ან ოპტიმალურ ხარისხს უწოდებენ, უფრო მკვეთრად იჩენს თავს თერმული შქკ ზრდის გავლენა, ე. ი. სითბოს გამოყენების გაუმჯობესება, ვიდრე მიწოდებული სითბოს რაოდენობის შემცირების გავლენა, ამიტომ კუთრი წვეა გაიზრდება. ხოლო როცა წნევის გადიდების ხარისხი ხდება ოპტიმალურზე მეტი, მაშინ უფრო ძლიერად იჩენს თავს Q_1 -ის შემცირების გავლენა და კუთრი წვეა მცირდება. წნევის გადიდების რომელიღაც მაქსიმალური ხარისხის π_{opt} -ის დროს ჰაერის T_2 ტემპერატურა კომპრესორის გამოსასვლელთან იმდენად ახლოსაა აირების



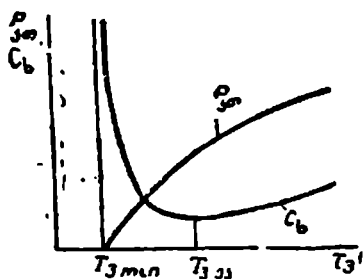
ნახ. 3. 5. კუთრი წვეისა და სათბობის კუთრი ხარისხის დამოკიდებულება წნევის გადიდების ხარისხზე.

T_3 ტემპერატურასთან ტურბინის წინ, რომ მიწოდებული სითბოს რაოდენობა საკმარისია მხოლოდ თბოდანაკარგების დასაფარავად და ჰიდრაულიკური წინაღობების დასაძლევად ძრავაში. ამ დროს კუთრი წვეა ნულის ტოლია.

წვეის გადიდების ოპტიმალური ხარისხის სიდიდე თანამედროვე ძრავებისათვის:

$$\pi_{\text{opt}} = 6,5 - 7,5.$$

ტურბინის წინ აირის კუთრი წვეის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე ნაჩვენებია 3.6 ნახაზზე. აირის რომელიღაც T_{ymin} მინიმალური ტემპერატურის დროს წვეის კამერაში მიწოდებული სითბო საკმარისია მხოლოდ დანაკარგების დასაფარავად, ამიტომ ეფექტური მუშაობა და კუთრი წვეა ნულის ტოლია. რაც უფრო მაღალი არის ტემპერატურა



რა ტურბინის წინ. მით მეტია აირის ენტალპია (სითბოშემცველობა), მით უფრო მეტი მუშაობის შესრულება შეუძლია აირს გაფართოების დროს. რამდენადაც წვეის გადიდების ხარისხი და ჰაერის კუმშვის მუშაობა კომპრესორში არ შეიცვალა, ამიტომ მუდმივი დარჩება აირის გაფართოების მუშაობაც ტურბინაში. მაშინ, ცხადია, გაიზრდება აირის გაფართოების მუშაობა რეაქტიულ საქმენში, გადიდება აირის

ნახ. 3. 6. კუთრი წვეის და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულება აირის ტემპერატურაზე ტურბინის წინ.

გამოდინების სიქტარე, ეფექტური მუშაობა და კუთრი წვეა.

აირის მაქსიმალური ტემპერატურა ტურბინის წინ განისაზღვრება ტურბინის ნიჩბების მასალის მხურვალმედველობით და მხურვალმტკიცეობით. ძრავებში აირის T_3 მაქსიმალური ტემპერატურა ტურბინის წინ არ აღემატება $1300^\circ K$ -ს.

ძრავას მუშაობის დროს სტენდზე ჰიდრაულიკური დანაკარგები შესასვლელ მოწყობილობაში და რეაქტიულ საქმენში არაა დიდი. ამ შემთხვევაში ძირითადი დანაკარგები კუმშვის პროცესში არის დანაკარგები კომპრესორში, ხოლო გაფართოების პროცესში — დანაკარგები აირტურბინაში.

რაც უფრო მეტია ჰიდრაულიკური დანაკარგები ძრავას ელემენტებში, მით უფრო მეტია ამ დანაკარგების დაფარვაზე დახარჯული ინდიკატორული მუშაობის წილი, მით ნაკლებია ეფექტური მუშაობა და ძრავას კუთრი წვეა. დანაკარგების რომელიღაც მნიშვნელობის

დროს კომპრესორში და ტურბინაში ინდიკატორული მუშაობა მთლიანად იხარჯება მათ დაფარვაზე და კუთრი წვევა გადაიქცევა ნულად. აქედან გამომდინარეობს, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის შემცირება ძრავას ტრაქტზე. კომპრესორისა და ტურბინის ნიჩბების გაცემა, მათზე მტერისა და სილისაგან წარმოქმნილი სიმკისე და ნაკაწრები იწვევენ კომპრესორში და ტურბინაში ჰიდრაულიკური დანაკარგების გადიდებას და ძრავას კუთრი წვევის შემცირებას.

ფრენისას. გასაყუთრებით ზებგერული სიჩქარეებით. აღნიშნული დანაკარგების შემოთარგვლა არ შეიძლება მხოლოდ კომპრესორით და ტურბინით. დანაკარგები შესასვლელ მოწყობილობაში და რეაქტიულ საქმენში ამ დროს დღია და სიდიდით შეიძლება გადააჭარბოს დანაკარგებს კომპრესორისა და ტურბინაში.

ეკონომიურობის დამოკიდებულება პროცესის პარამეტრებზე

ტრძ-ე ეკონომიურობა შეფასდება სათბობის კუთრი ხარჯის სიდიდით. (3.7) განტოლებიდან იანახმად სათბობის კუთრი ხარჯი:

$$C_b = - \frac{.36) \cdot Q_1}{H_{\text{II}} P_{\text{კმ}}}$$

სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულება წნევის გადიდებას ხარისხზე ნაჩვენებია 3.5 ნახაზზე.

რადგან $\pi = 1$ დროს წვევა ნულის ტოლია, ამიტომ ამ შემთხვევაში სათბობის კუთრი ხარჯის სიდიდე უსასრულობის ტოლია. წნევის გადიდების ხარისხის ზრდის დროს სათბობის კუთრი ხარჯი მცირდება და აღწევს მინიმუმს წნევის გადიდების ხარისხის რაღაც $\pi_{\text{კმ}}$ მნიშვნელობისას. რომელსაც ეწოდება წნევის გადიდების ეკონომიური ხარისხი, ხოლო შემდეგ იზრდება. საჭიროა აღინიშნოს, რომ $\pi_{\text{კმ}}$ წნევის გადიდების ეკონომიური ხარისხი არ ემთხვევა $\pi_{\text{კმ}}$ ოპტიმალური წნევის გადიდების ხარისხს. მართლაც, როგორც 3.5 ნახაზიდან ჩანს. მაქსიმუმის ახლოს $P_{\text{კმ}}$ თითქმის არ იცვლება, იმ დროს როცა Q_1 მიწოდებული სითბოს რაოდენობა განაგრძობს შემცირებას. ამიტომ, როგორც ეს გამომდინარეობს (3.7) განტოლებიდან, $\pi_{\text{კმ}}$ -ის დროს სათბობის კუთრი ხარჯი განაგრძობს შემცირებას. სათბობის კუთრი ხარჯი მიაღწევს მინიმუმს წნევის გადიდების ისეთი ხარისხის დროს, როცა კუთრი წვევის შემცირების გავლენა აღმოჩნდება Q_1 -ის შემცირების გავლენაზე უფრო, ელიერი.

ჩატარებული ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ π -ს გადიდებისას $\pi_{\text{კმ}}$ -ზე ზევით, ძრავას ეკონომიურობა შეიძლება გაიზარდოს, თუმცა, მართალია, კუთრი წვევის ერთგვარი შემცირების ხარჯზე. მასთან, აგრეთვე იზრდება ძრავას სიმძიმის ძალა (წონა) და გაბარიტები,

რადგან წნევის გადიდების ხარისხის გააადიდებლად საჭირო გახდება კომპრესორის საფეხურების რიცხვის გადიდება.

ეკონომიურობის გადიდების მსგავსი ხერხი მიზანშეწონილია ისეთი თვითმფრინავების ძრავებისათვის, რომლებიც განკუთვნილია ხანგრძლივი ფრენისათვის (ბომბდამშენები, სატრანსპორტო თვითმფრინავები). წნევის გადიდების ხარისხი ასეთ ძრავებში უნდა იყოს 10—12 რიგისა.

გამანადგურებლების ძრავებს, რომლებიც გაანგარიშებულია უფრო ნეტ ზებგერულ სიჩქარეებზე, უნდა ჰქონდეთ რაც შეიძლება ნაკლები კუთრი მასა (კუთრი წონა) და ზეტი კუთრი წევა. ასეთი ძრავების წნევის გადიდების ხარისხი 5—7-ის ტოლია (ამასთან, კუთრი წევა უახლოვდება მაქსიმუმს).

სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულება აირების ტემპერატურაზე ტურბინის წინ ნაჩვენებია 3.6 ნახაზზე. T_{min} ტემპერატურის დროს, რომელიც შეესაბამება კუთრი წევის ნულოვან მნიშვნელობას, სათბობის კუთრი ხარჯი უსასრულოდ დიდია. T_3 -ის გადიდების შემთხვევაში სათბობის კუთრი ხარჯი მცირდება. ეს აიხსნება იმით, რომ კუთრი წევა T_3 ტემპერატურის ზრდასთან ერთად დიდდება უფრო სწრაფად, ვიდრე აირისათვის მიწოდებული Q_1 სითბოს რაოდენობა; რომელიც $T_{3_{opt}}$ ტემპერატურის დროს, რომელსაც ეწოდება ეკონომიური ტემპერატურა, სათბობის კუთრი ხარჯი ხდება მინიმალური. ტემპერატურის შემდგომი ამადლების დროს სათბობის კუთრი ხარჯი მატულობს იმის გამო, რომ მიწოდებული Q_1 სითბოს რაოდენობა იზრდება უფრო ინტენსიურად, ვიდრე კუთრი წევა.

$T_{3_{opt}}$ ტემპერატურა, რომლის დროსაც კუთრი ხარჯი მინიმალურია, დაახლოებით ტოლია 800—1000°K-ს (დიდი ციფრები მიეკუთვნება ფრენის მეტ სიჩქარეს). ამავე დროს აირების ტემპერატურა ტურბინის წინ თანამედროვე ტრძ-ში არ აღემატება 1300°K-ს. მაშასადამე, აირების T_3 ტემპერატურის არჩევის დროს ხელმძღვანელობენ სურვილით — გაზარდონ კუთრი წევა და მიიღონ მსუბუქი და კომპაქტური ძრავა ეკონომიურობის ერთგვარი შემცირების ხარჯზე.

ძრავას ელემენტებში ჰიდრაულიკური დანაკარგების არსებობა უარყოფითად მოქმედებს როგორც ეკონომიურობაზე, ისე წევაზე. რაც უფრო მეტია ჰიდრაულიკური დანაკარგები ძრავას ელემენტებში, მით უფრო მეტი ინდიკატორული მუშაობის ნაწილი იხარჯება ამ დანაკარგების დაძლევაზე, მაშასადამე, მით მეტია სათბობის ხარჯიც.

§ 5. ტრძ-ს შესასვლელი მოწყობილობა

შესასვლელმა მოწყობილობებმა უნდა უზრუნველყონ შემდეგი მოთხოვნების შესრულება:

- 1) განახორციელონ ჰაერის კუმშვა ენერჯის რაც შეიძლება ნაკლები დანაკარგებით;
- 2) მიაწოდონ ჰაერი კომპრესორს სიჩქარეებისა და წნევების თანაბარი ველით.

თვითმფრინავზე ძრავას შეთანწყობის პირობების მიხედვით შესასვლელი დიფუზორი შეიძლება კონსტრუქციულად დაკავშირებული იყოს ძრავასთან ან შეიძლება მოხდეს მისი დაყენება იმ არხის შესასვლელთან, საიდანაც ჰაერი მიეწოდება ძრავას. პირველ შემთხვევაში ის იქნება ძრავას შესასვლელი მოწყობილობის ელემენტი. მეორე შემთხვევაში, თუმცა შესასვლელი დიფუზორი უზრუნველყოფს ძრავას ეფექტურ მუშაობას, — თვითმფრინავის კონსტრუქციის ნაწილი.

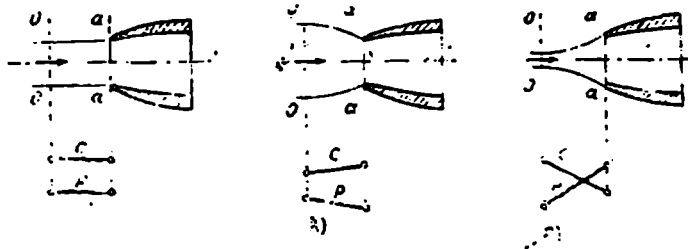
ბგერამდელი შესასვლელი მოწყობილობები

ბგერამდელი შესასვლელი მოწყობილობები განკუთვნილია ბგერამდელ და მცირე ზებგერულ სიჩქარეებით ფრენაზე მუშაობისათვის.

ჰაერის დინების ხასიათი შესასვლელი მოწყობილობის წინ დამოკიდებულია დიფუზორის შესასვლელის F_a ფართობისა და ჰაერის წატაცებული კავლის F_0 ფართობის შეფარდებაზე. ეს ფართობი ფრენის მოცემული სიჩქარისათვის განისაზღვრება ჰაერის ხარჯის პილიტით:

$$F_0 = \frac{m_{\text{ჰა}}}{c_{\text{ჰა}} \rho_0}$$

ბგერამდელი შესასვლელი მოწყობილობის წინ შესაძლოა ჰაერის დინების სამი მახასიათებელი შემთხვევა (ნახ. 3.7):



ნახ. 3. 7. ჰაერის დინების შემთხვევები შესასვლელი მოწყობილობის წინ.

1) თუ $F_0 = F_a$ კავალს აქვს ცილინდრული ფორმა. ამ შემთხვევაში არ იცვლება ჰაერის სიჩქარე და მისი სხვა პარამეტრები კავალში (იხ. ნახ. 3.7, ა);

2) $F_0 > F_a$: ამ შემთხვევას ადგილი აქვს მაშინ, როცა ხარჯი გადიდებულია ან შესასვლელის ფართობი შემცირებულია. დიფუზორში შესვლამდე ნაკადი ვიწროვდება. მისი სიჩქარე მატულობს. ხოლო წნევა კლებულობს (იხ. ნახ. 3.7. ბ):

3) თუ შესასვლელის ფართობი გადიდებულია ან ხარჯი შემცირებულია. მაშინ $F_0 < F_a$ -ზე. ქაელის კონფიგურაცია ამ შემთხვევისათვის გამოსახულია ნახ. 3.7, გ-ზე. ქაელი ღებულობს ფორმას. რომელიც მას ექნებოდა გაფართოებულ არხში. ამ შემთხვევაში ჰაერის სიჩქარე მცირდება. ხოლო წნევა იზრდება. ე. ი. ჰაერი იკუმშება.

ჰაერის ნაკადი ამ შემთხვევაში მუხრუჭდება ატმოსფეროში. ეს მუშაობის ყველაზე უფრო ხელსაყრელი რეჟიმი, რადგანაც დამუხრუჭება ნაკადში პრაქტიკულად უდანაკარგოდ ხდება. გარდა ამისა, მცირდება პირდაპლიკური დანაკარგები თვით დიფუზორში იმის გამო, რომ მასში ჰაერი მიედინება ნაკლები სიჩქარით.

საკიროა მხედველობაში მივიღოთ ის, რომ შესასვლელთან კვეთის ფართობის გადიდება ზრდის ძრავას გარეგან წინაღობასაც.

ყველაზე უფრო ეფექტური იქნება შეკუმშვა იმ შემთხვევაში, თუ $F_0 \approx 0,5 F_a$.

ატმოსფეროში შეკუმშვას თან სდევს წნევისა და ტემპერატურის გაზრდა და სიჩქარის შემცირება. ვიწროვდება შესასვლელ მოწყობილობაში ჰაერის სიჩქარე რამდენადმე დიდდება, ხოლო წნევა და ტემპერატურა მცირდება. ვიწროვდება შესასვლელი მოწყობილობის გამოყენება ნაკარნახევია დიფუზორში შესასვლელთან სიჩქარეთა და წნევათა თანაბარი ველის მიღების სურვილით.

თუ ძრავა მუშაობს სტენდზე, კომპრესორი შეიწოვს ჰაერს გარემოდან (არ არის ჰაერის მსწრაფობი ნაკადი). 0—0 კვეთში (ძრავას წინ, მოშორებით) ნაკადი არ არის შეუშფოთებელი, მისი სიჩქარე ნულის ტოლია (ნახ. 3.8). ძრავათან მიახლოებისთანავე ჰაერის სიჩქარე დიდდება, ხოლო წნევა და ტემპერატურა მცირდება (კვეთი $a-a$). თუ დიფუზორი ვიწროვდება არხია (რაც ყველაზე უფრო ხშირად), მაშინ მასში გრძელდება ჰაერის სიჩქარის გადიდება და მისი წნევისა და ტემპერატურის შემცირება. ამრიგად, შესასვლელ მოწყობილობაში ძრავას მუშაობის დროს სტენდზე ჰაერი კი არ იკუმშება. არამედ ფართოვდება. ამიტომ ჰაერის წნევა შესასვლელთან კომპრესორში (კვ. 1—1) ნაკლებია, ვიდრე წნევა ატმოსფეროში.

ზებგერული შესასვლელი მოწყობილობები

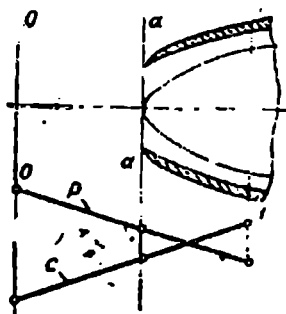
ზებგერული სიჩქარეებით ფრენის დროს შესასვლელი მოწყობილობის წინ წარმოიქმნება შემკიდროების პირდაპირი ნახტომი, ე. ი. ნახ-

ტომი. რომლის ფრონტიც ჰაერის ნაკადის მიჰართულების პერპენ-
დიკულარულია. პირდაპირ ნახტომში, როგორც ცნობილია. მკვეთრად
მაცლულობს წნევა და ტემპერატურა, ხოლო ჰაერის სიჩქარე მცირდება
და იქცევა ბგერამდელად.

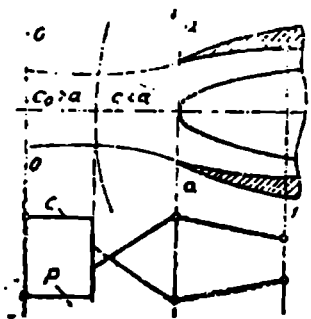
ამ შემთხვევაში ჰაერის პარამეტრების შეცვლის ხასიათი ნაჩვენებია 3.9 ნახაზზე. რადგანაც ნახტომის შემდეგ ნაკადი გახდა ბგერამ-
დელი. ამიტომ ჰაერის პარამეტრების შეცვლა ნახტომის შემდეგ ხდება
აგრეთვე ისე. როგორც ეს ნაჩვენებია 3.7
გ ნახაზზე.

პირდაპირი ნახტომის არსებობის დროს
ჰაერი იკუმშება დიდი დანაკარგებით (ნა-
კადის კინეტიკური ენერჯიის მნიშვნელო-
ვანი ნაწილი გადადის მოლეკულათა ქაო-
სური მოძრაობის ენერჯიად. ე. ი. სითბოდ.
რაც იწვევს ჰაერის გათბობას). დანაკარგე-
ბის გამო დიფუზორის ბოლოში წნევა
მიიღებს მნიშვნელოვნად უფრო ნაკლები
იმ წნევაზე, რომელიც იქნებოდა ნახტო-
მის უქონლობის დროს. ე. ი. ჰაერის ადია-
ბატური დამუხრუჭების დროს.

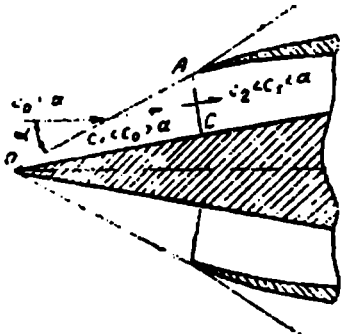
სიჩქარეებზე, რომლებიც მნიშვნელოვნად აღემატებიან ბგერის
სიჩქარეს (რიცხვი $M > 1.5 \div 1.7$). ჩვეულებრივი ზებგერული დიფუ-
ზორი მიუღებელია და ფრენა ამ შემთხვევაში მოითხოვს სპეციალურ



ნახ. 3. 8. ჰაერის პარამეტრების შეცვლა შესასვლელ მოწყობილობაში ძრავის მუშაობის დროს სტენდზე



ნახ. 3. 9. ჰაერის პარამეტრების შეცვლა ჩვეულებრივ შესასვლელ მოწყობილობაში ფრენის ზებგერული სიჩქარის დროს.



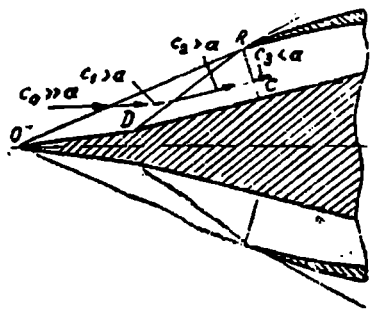
ნახ. 3. 10. ორნახტომიანი დიფუზორის სქემა.

შესასვლელი მოწყობილობების გამოყენებას. ფრენის ზებგერული სიჩქარეებისათვის განკუთვნილი დიფუზორის უმარტივესი ტყემა ნაჩვენებია 3.10 ნახაზზე. ასეთი დიფუზორი შედგება ნაკადის შემხვედრად გამოწვეული ცენტრალური სხეულისაგან (კონუსისაგან) და გარსმდენისაგან, რომელსაც აქვს მახვილი წინა ნაწიბური. კონუსი აპირობებს შემჭიდროების ირიბი ნახტომის გაჩენას, რომელიც მოდის მწვერვალიდან, ე. ი. ისეთი ნახტომისა, რომლის ფრონტიც იმყოფება α კუთხით (90° -ზე ნაკლები) ფრენის მიმართულებისადმი.

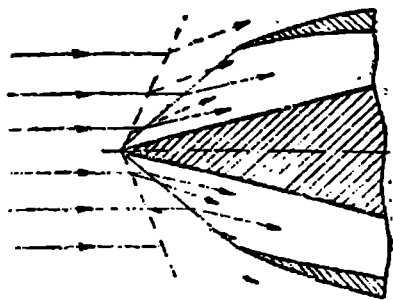
ირიბ ნახტომს აქვს მთელი რიგი თავისებურებანი: ჯერ ერთი, ის ნაკლებად ინტენსიურია და თან სდევს უფრო ნაკლები დანაქარგები, ვიდრე სწორ ნახტომს; მეორეც, ირიბი ნახტომის იქით სიჩქარე შეიძლება დარჩეს ზებგერული.

3.10 ნახაზზე გამოსახული დიფუზორი მუშაობს შემდგენაირად. წარმოვიდგინოთ, რომ ჰაერის ნაკადის c_0 სიჩქარე მეტია ბვერის a სიჩქარეზე. AO ირიბი ნახტომის შემდეგ ჰაერის c_1 სიჩქარე გახდა c_0 -ზე ნაკლები, მაგრამ ის აღემატება ბვერის a სიჩქარეს, რომელიც შეესაბამება ჰაერის მდგომარეობას ნახტომის შემდეგ, ე. ი. ნაკადი დარჩა ზებგერული. ამის შედეგად AC სწორი ნახტომის შემდეგ ნაკადის სიჩქარე $c_2 < c_1 < a$, ე. ი. ნაკადი გახდა ბვერამდელი, და ნაკადის სიჩქარის შემდგომი შემცირება და წნევის გაღიღება მოხდება ისე, როგორც ჩვეულებრივ დიფუზორში.

მოყვანილი სქემის დიფუზორის გამოყენებას მიზანშეწონილობა იმაში მდგომარეობს, რომ ირიბ ნახტომზე ნაკადის გადასვლის დროს დანაქარგები შედარებით არაა დიდი, ხოლო ჩამკეტი პირდაპირი ნახტომი წარმოიქმნება ნაკადის მცირე სიჩქარეების დროს, რის შედეგადაც მისი ინტენსივობა მნიშვნელოვნად უფრო მცირე იქნება. მოყე-



ნახ. 3. 11. სამნახტომიანი დიფუზორის სქემა.



ნახ. 3. 12. დიფუზორის მუშაობისათვის გამოყვანგარისჯეულ რეჟიმზე.

მულ ორნახტომიან დიფუზორში ერთი სწორი ნახტომი შეცვლილია ირიბით და სუსტი—სწორით. წნევის დანაკარგები ნახტომთა ასეთ სისტემაში მიიღება უფრო მცირე, ვიდრე ერთი სწორი ნახტომის არსებობის დროს.

ფრენის დიდი სიჩქარეების დროს ($M > 2,5$) დანაკარგები ორნახტომიანი დიფუზორის არსებობის დროსაც კი ძალზე დიდია. ამ შემთხვევაში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სამნახტომიანი დიფუზორი (ნახ. 3.11). ასეთ დიფუზორში კონუსის „ტეხილობის“ ხარჯზე წარმოიქმნება მეორე AD ირიბი ნახტომი, რომელიც, როგორც წინათ, მთავრდება სუსტი AC სწორი ნახტომით.

ზებგერული დიფუზორის მუშაობა არსებითად დამოკიდებულია ზვეთმფრინავის ფრენის რეჟიმზე. გამოუანგარიშებელ რეჟიმზე (ფრენის სიჩქარის გადიდების ან შემცირების დროს) ირიბი ნახტომების დახრის კუთხე იცვლება. მაგალითად, ფრენის სიჩქარის შემცირების დროს იზრდება ირიბი ნახტომების დახრის კუთხე, ნახტომების ფრონტი უკვე არ გადის დიფუზორის გარსმდენის წინა ნაწიბურზე. თუ ამ დროს კონუსის მდებარეობა რჩება წინანდელი, მაშინ, როგორც ეს ჩანს 3.12 ნახაზიდან, რომელზედაც ნახტომების ფრონტის ახალი მდებარეობაა გამოსახული პუნქტირხაზებით. ნახტომში გადახრილი ნაკადის ნაწილი გაივლის დიფუზორის გვერდით. რასაც მოჰყვება ჰერის ხარჯის შემცირება. ამასთან, გაიზრდება აგრეთვე ძრავას გარე წინალობა.

ჰერის ხარჯის შემცირებისა და დანაკარგების გადიდების აცილება შეიძლება დიფუზორის გეომეტრიული პარამეტრების რეგულირების მეშვეობით. კერძოდ, რეგულირება შეიძლება განხორციელდეს კონუსის გადაადგილებით. ფრენის M რიცხვის გადიდებასთან ერთად კონუსი უნდა გადაადგილდეს წინ. რეგულირების მიზნისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე სპეციალური ნახვრეტები (გადასაშვებო სარკმლები) დიფუზორის გარსმდენზე (რკალზე).

წნევის გადიდების ჩქარული ხარისხი

ჰერის კუმშვის ეფექტურობა (ნაკადის კინეტიკური ენერჯიის გარდაქმნა კუმშვის მუშაობად) შესასვლელ მოწყობილობაში შეიძლება შეფასდეს წნევის გადიდების ჩქარული ხარისხით.

წნევის გადიდების ჩქარული ხარისხი ეწოდება კომპრესორის შესასვლელთან ჰერის წნევის ფარდობას გარემოს წნევასთან:

$$\pi_{ჩ} = \frac{P_1}{P_0}$$

სადაც p_1 არის ჰაერის წნევა კომპრესორის შესასვლელთან (1—1 კვეთი 3.1 ნახაზზე);

p_0 — ჰაერის წნევა გარემოში (შეუშფოთებელ ნაკადში).

წნევის გადიდების ჩქარული ხარისხი დამოკიდებულია თვითმფრინავის სიჩქარეზე და ფრენის სიმაღლეზე.

განსაზღვრულ სიმაღლეზე ფრენის დროს სიჩქარის გადიდებასთან ერთად წნევის გადიდების ჩქარული ხარისხი იზრდება, რადგან უფრო

მეტი ხდება კინეტიკური ენერგიის $\frac{c_1^2 - c_2^2}{2}$ -ის, ჰიდიდე. რომელიც

გაოლაქმნება კუმშვის მუშაობად.

განსაზღვრული სიჩქარით ფრენის დროს ჰიმაღლის ზრდასთან ერთად 11 კმ-მდე წნევის გადიდების ჩქარული ხარისხი იზრდება. რადგან რაც უფრო ცივია ჰაერი, მით უფრო მეტად დიდდება მისი წნევა კინეტიკური ენერგიის გარდაქმნის დროს კუმშვის მუშაობად. ფრენის სიმაღლის შემდგომ გადიდებასთან ერთად 11 კმ ზევით ჰაერის ტემპერატურა პრაქტიკულად მუდმივია და წნევის გადიდების ხარისხი არ იცვლება.

§ 6. კომპრესორები

იმ ჰაერის წნევის ძირითადი გადიდება, რომელიც ტრძ-ში წარმოადგენს მუშა სხეულს, ხდება კომპრესორში. ჰაერი იკუმშება კომპრესორის როტორთან აირტურბინიდან მიწოდებული მექანიკური ენერგიის ჰაერის წნევის ენერგიად გარდაქმნის შედეგად. მოქმედების პრინციპის მიხედვით კომპრესორები ეკუთვნის ნიჩბოვანი მანქანების კლასს, რომლებშიც ჰაერზე მექანიკურ ზემოქმედებას მუშა ნიჩბები ახდენს.

თვითმფრინავის ფრენის სიჩქარის გადიდებასთან ერთად მცირდება კომპრესორის როლი ჰაერის კუმშვის პროცესში, რადგანაც უფრო მეტად და მეტად ხდება ჰაერის კუმშვა შესასვლელ მოწყობილობასთან და $M > 2,5$ რიცხვებზე კომპრესორი საჭიროებას აღარ წარმოადგენს. უნდა აღინიშნოს, რომ იმ თვითმფრინავების ძრავებისათვის, რომლებიც გაანგარიშებულია ფრენის მაქსიმალურ სიჩქარეებზე, კომპრესორი მაინც საჭიროა. კომპრესორის გამოყენება ამ შემთხვევაში უზრუნველყოფს წევის მიღებას სტარტზე და ფრენის მცირე სიჩქარეებზე და აუმჯობესებს ძრავას მახასიათებლებს ფრენის მნიშვნელოვან სიჩქარეებამდე.

ტრძ-ში ყველაზე უფრო ხშირად გამოიყენება ორი ტიპის კომპრესორი: ცენტრიდანული და ღერძული. ცენტრიდანულ კომპრესორში პერი ძირითადად მოძრაობს რადიალური მიმართულებით. ღერძულ კომპრესორში — ღერძული მიმართულებით. გარდა აღნიშნული კომპრესორებისა, ზოგჯერ იყენებენ კომბინირებულ (ღერძცენტრიდანულ) კომპრესორებს, რომლებსაც აქვთ რამდენიმე ღერძული საფეხური და ერთი ან რამდენიმე ცენტრიდანული საფეხური.

თანამედროვე საავიაციო ტექნიკა კომპრესორებს, როგორც ძრავს ერთ-ერთ ძირითად ელემენტს, უყენებს მაღალ მოთხოვნებს:

ა) კომპრესორმა უხდა უზრუნველყო პერის წნევის გადიდების საჭირო ხარისხი მაღალი მარგი ქმედების კოეფიციენტის დროს;

ბ) კომპრესორის სიმძიმის ძალა (წონა) და გაბარიტები უნდა იყოს მინიმალური (წნევის გადიდების საჭირო ხარისხისა და პერის საჭირო ხარჯის ერთდროულად უზრუნველყოფასთან ერთად);

გ) კომპრესორმა უნდა მიაწოდოს წევის კამერას პერის მდგრადი ნაკადი;

დ) კომპრესორი უნდა იყოს საიმედო ექსპლოატაციაში და მარტივი წარმოებაში.

ცენტრიდანული კომპრესორი

3.13 ნახაზზე ნაჩვენებია ცენტრიდანული კომპრესორის სქემა. ცენტრიდანული კომპრესორი შედგება შესასვლელი მოწყობილობისა (ა), მუშა თვლის (ბ), დიფუზორისა (გ) და გამოსასვლელი მილულებიდან (დ).

შემოვიღოთ კომპრესორის კვეთებისათვის შემდეგი აღნიშვნები:

1—1 — კვეთი მუშა თვლის შესასვლელთან;

2—2 — კვეთი მუშა თვლის გამოსასვლელთან;

3—3 — კვეთი დიფუზორის გამოსასვლელთან;

4—4 — კვეთი კომპრესორის გამოსასვლელთან;

0—0 — კვეთი შეუშვითებელ ატმოსფეროში კომპრესორიდან წინ.

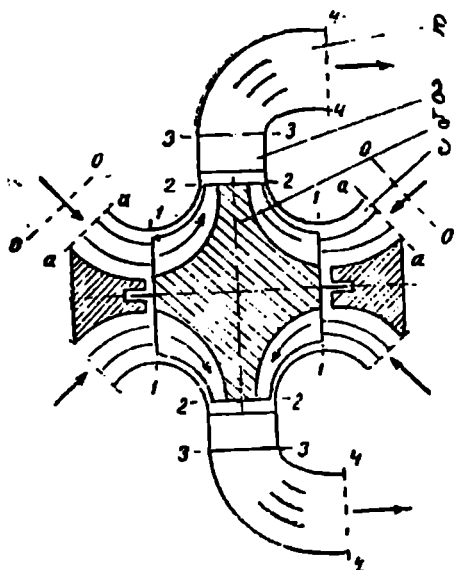
კომპრესორის ძირითადი ნაწილია თვალი, რომელიც აღჭურვილია ნიჩბებით და წამოგებულაა ლილვზე; ამ ლილვიდან იგი ღებულობს ბრუნვას.

შესასვლელ მოწყობილობაში არის უძრავი მიმმართველი აპარატი (უშა), თვლის შესასვლელთან—მბრუნავი მიმმართველი აპარატი (მშა).

თვლის შემდეგ პერი შედის დიფუზორში, რომელიც წარმოადგენს დიფუზორის ნიჩბების მიერ წარმოქმნილ მთელ რიგ გაფართოებულ არხებს. თვლისა და დიფუზორის ერთობლიობა ატარებს ცენტრიდა-

ნული კომპრესორის საფეხურის სახელწოდებას. დიფუზორის შემდეგ ჰაერი შედის გამოსასვლელ მილულებში და შემდეგ მიემართება მომხმარებლისაკენ — წვის კამერებისაკენ.

ასეთი კომპრესორის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში.



ნახ. 3. 13. ცენტრიდანული კომპრესორის სქემა.

აგრეთვე გამოსასვლელ მოწყობილობაში ხდება თვალში შექმნილი ჰაერის კინეტიკური ენერჯის გარდაქმნა წნევის ენერჯად.

განვიხილოთ უფრო დაწვრილებით ჰაერის: ღინების პირობები ცენტრიდანულ კომპრესორში.

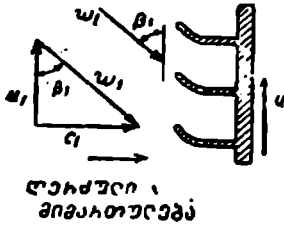
ჰაერის შესვლა თვალში

კომპრესორის თვლის შესასვლელთან იმყოფება შესასვლელი მოწყობილობა, რომელმაც მინიმალური ჰიდრავლიკური დანაკარგებით უნდა უზრუნველყოს ჰაერის თანაბარი ნაკადის შესვლა თვალზე. კომპრესორის თვალზე ჰაერის შესვლის პირობების განსახილველად გავკეთოთ თვალი რომელიღაც ცილინდრული ზედაპირით, რომლის ღერძიც დაემთხვევა თვლის ღერძს, და ეს კვეთი გავშალოთ ნახაზის სიბრტყეზე (ნახ. 3.14). გაკვეთა მოვახდინოთ რომელიღაც r რადიუსზე.

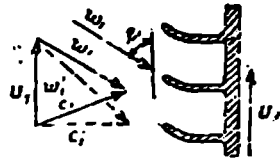
ვთქვათ. თვალზე ჰაერი შედის ღერძული მიმართულებით. თვალში

ჰაერი, რომელიც შედის მბრუნავ თვალში, გაივლია რა თვლის არხებში, იწყებს ბრუნვას თვალთან ერთად და ამ დროს წარმოქმნილი ცენტრიდანული ძალებით იკუმშება. ჰაერი ამ ძალების ზეგავლენით გადაადგილდება თვალში რადიალური მიმართულებით, ამასთან, ჰაერის ქვედა შრეები შეკუმშვენ ზედას. წნევა აგრეთვე გადიდდება თვლის ნიჩბების მიერ წარმოქმნილ გაფართოებად არხებში ფარდობით ძრაობაში მყოფი ჰაერის დამუხრუჭების გამო. ერთდროულად თვალში იზრდება ჰაერის აბსოლუტური სიჩქარეც. დიფუზორში და

გავლის დროს ჰაერის ნაწილაკები ასრულებენ რთულ მოძრაობას: მოძრაობენ თვლის ნიჩბების მიმართ და ბრუნავენ თვალთან ერთად. პირველი მოძრაობა — ფარდობითია, მეორე — წარმტანი. აღვნიშნოთ c_1 -ით ჰაერის აბსოლუტური სიჩქარე (ჰაერის ნაწილაკების სიჩქარე ნაკადის მოცემულ წერტილში უძრავ კოორდინატთა სისტემის მიმართ). რთული მოძრაობის კასიის თანახმად აბსოლუტური სიჩქარე არის წარმტანისა და ფარდობითი სიჩქარეების გეომეტრიული ჯამი. აბსო-



ნახ. 3. 14. ჰაერის სიჩქარეთა სამკუთხედი კომპარსორის თვლის შესასვლელთან.



ნახ. 3. 15. ჰაერის სიჩქარეთა სამკუთხედი კომპარსორის თვლის შესასვლელთან უძრავი მომართული აპარატის არსებობის დროს.

ლუტურ სიჩქარეს გამოვავლოთ გეომეტრიულად თვლის ბრუნვის u_1 , წრითული სიჩქარე, რომელიც წარმტანი მოძრაობის სიჩქარეა:

$$u_1 = \frac{\pi D_1 n}{3j}$$

გეომეტრიული გამრცლების შედეგად ვლბებულობთ w_1 ფარდობითი სიჩქარის ვექტორს — ჰაერის იმ ნაწილაკების სიჩქარის ვექტორს, რომელიც აღებულება ნაკადის განხილულ წერტილში კოორდინატთა მოძრავი სისტემის მიმართ (მბრუნავი თვლის მიმართ). მიღებული სამკუთხედი, წარმოქმნილი c_1 , w_1 და u_1 ვექტორებით, ატარებს თვლის შესასვლელთან ჰაერის სიჩქარეთა სამკუთხედის სახელწოდებას.

სიჩქარეთა სამკუთხედიდან გამომდინარეობს შემდეგი: ჰაერის ნაკადი რომ შევიდეს თვალზე დაურტყმელად, ნაკადის მოუწყვეტლად. საჭიროა თვლის ნიჩბების ნაწიბურების იმგვარად აღუნვა, რომ ისინი დაემთხვენ თვლის შესასვლელთან ჰაერის ფარდობითი სიჩქარის ვექტორის მიმართულებას. ნიჩბების აღუნული ნაწიბურები ქმნიან ე. წ. მბრუნავ მამმართველ აპარატს (მშა), რომელსაც ზოგჯერ ჰაერამღებს უწოდებენ.

სიჩქარეთა სამკუთხედი გამოსახულია გარკვეულ რადიუსზე. სხვა რადიუსზე სამკუთხედს აქვს სხვა სახე. ϵ_1 აბსოლუტური სიჩქარე მუდმივია შესასვლელი კვეთის მიხედვით. მაგრამ წრიული სიჩქარე არაა მუდმივი: ის დამოკიდებულია რადიუსზე. ამიტომ ნიჩბების აღუნ-
ვას კუთხეებიც იცვლება რადიუსის მიხედვით. ნიჩბების აღუნვა იზრ-
დება მილისადაც თვის პერიფერიისაკენ. (მშა) ნიჩბები წარმოქმნიან
მოძრაობის მიმართულებით გაფართოებად არხება.

თვის წრიული სიჩქარე ძალზე დიდია—პერიფერიაზე ის აღწევს
460—480 მ/წმ სიდიდეს. მასთან ω_1 ფარდობითი სიჩქარე აღემატება
ბგერის სიჩქარეს, რასაც თან აქვს ტალღური წინაღობებს გაჩენა.
ტალღური წინაღობების თავიდან ასაცილებლად ფარდობითი სიჩქარე
არ უნდა აღემატებოდეს ბგერის სიჩქარეს—0,85—0,95.

ჰაერის ფარდობითი სიჩქარის შესამცირებლად თვის შესასვლელ-
თან დაყენებულია (უშა) უძრავი მიმმართველი აპარატი. რომე-
ლიც ქმნის ჰაერის წინასწარ ნაგრებს თვის ბრუნვის მიმართულებით.
უშა ნიჩბების უძრავი რიგია; ისინი დაყენებულია კომპრესორის შესას-
ვლელ მოწყობილობაში. ნიჩბების გარე ნაწიბურები რადიალურია,
ზოლო შიგა აღუნულია თვის ბრუნვის მიმართულებით, რითაც აღწე-
ვენ ჰაერის დაგრეხას. უშა-ში ჰაერის ნაგრეხის წარმოქმნა ხდება
18—20 გრადუსით.

გამოვსახოთ ჰაერის სიჩქარეთა სამკუთხედი თვის შესასვლელ-
თან უძრავი მიმმართველი აპარატის არსებობის შემთხვევისათვის (ნახ.
3.15). იქვე პუნქტირხაზებით გამოსახულია სიჩქარეთა სამკუთხედი
წინასწარი ნაგრეხის გარეშე.

სიჩქარეთა სამკუთხედების შედარებიდან ჩანს, რომ წინასწარი ნა-
გრეხის არსებობის დროს ჰაერის ω_1 ფარდობითი სიჩქარე თვის შე-
სასვლელთან შემცირდა ($\omega_1 < \omega_1'$).

ჰაერის დინება თვალში

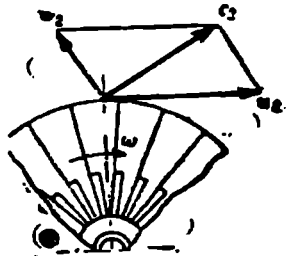
თვალი ტურბინიდან ღებულობს ენერჯიას და გადასცემს მას ჰაერს,
რის შედეგადაც იზრდება მისი წნევა და ტემპერატურა.

ჰაერი, რომელიც თვის ნიჩბებით წარმოქმნილ არხებში მოხვედ-
ბა, წაიტაცება მათგან და ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით გადაის-
როლება პერიფერიისაკენ, სხვაწარად, მიედინება არხის გასწვრივ. ამ
დროს ცენტრიდანული ძალებით ჰაერის შეკუმშვის გამო მისი წნევა
იზრდება. არხებს, რომლებიც წარმოიქმნება თვის ნიჩბებით, აქვთ
მცირე დიფუზორობა (ისინი რამდენადმე ფართოვდებიან), რის შე-
დეგადაც იზრდება აგრეთვე ჰაერის წნევა. მაღალწნევიან საფეხუ-
რებში ამ არხებს უფრო ხშირად აკეთებენ შევიწროვებადს.

გამოვსახოთ თელის გასასვლელთან ჰაერის სიჩქარეთა სამკუთხედი. u_2 წრიული სიჩქარე მიმართულია თელის წრეხაზის მხები მიმართულ-
ბით. ამ სიჩქარის სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით:

$$u_2 = \frac{\pi D_2 v}{3}$$

თელის გასასვლელთან ჰაერის ფარდობითი სიჩქარე მიმართულია არა რადიუსის მიმართულებით, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო რადიალური ნიჩბების დროს, არამედ რადიკუთხით რადიუსისადმი (ნახ. 3.16). ეს აისახება იმით, რომ ჰაერი, მოხვედბა რამბრუნავი თელის არხში, მისთვის დამახასიათებელი ინერციის გამო მიისწრაფვის პირველსაწყისი მდგომარეობის შესანარჩუნებლად. ე. ი. იმ მდგომარეობისა, როცა ის არ ბრუნავდა. ნიჩბის მსწრაფობმხარეზე წარმოიქმნება გადიდებული წნევა, მის მოპირდაპირეზე — შემცირებული. წნევის ვარდნილით გამოწვეული ჰაერის ნაწილაკების განივ გადაადგილებას მოჰყვება u_2 ვექტორის გადახრა რადიკუთხით თელის ბრუნვის მიმართულების საწინააღმდეგო მიმართულებით.



ნახ. 3. 16. ჰაერის სიჩქარეთა სამკუთხედი კომპრესორის თელის გასასვლელთან.

u_2 და u_3 სიჩქარეების გეომეტრიული შეჯამებით ვპოულობთ u_3 აბსოლუტური სიჩქარის სიდიდეს თელის გასასვლელთან. ეს სიჩქარე თურმე უფრო მეტია, ვიდრე ჰაერის ასეთივე აბსოლუტური სიჩქარე თელის შესასვლელთან. ჰაერის სიჩქარის გადიდება მოხდა თელისათვის გარედან — ტურბინიდან ენერჯიის მიწოდების გამო.

ჰაერის დინება დიფუზორში

დიფუზორში წნევა დიდდება ჰაერის დინების სიჩქარის შემცირების შედეგად. ტრამში გამოიყენება ორი ტიპის დიფუზორი: უნიჩბო და ფრთიანი.

უნიჩბო (ჭკრიტული) დიფუზორი წარმოადგენს ჭკრიტეს, რომელიც წარმოქმნილია კომპრესორის პარალელური ან რამდენიმედ შევიწროვებადი კედლებით.

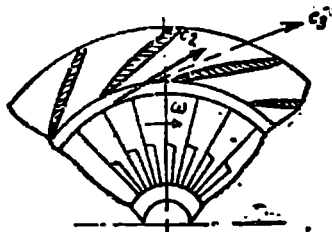
დიფუზორში ჰაერის დინების დროს მისი სიჩქარე მცირდება. ხოლო წნევა დიდდება. ჭკრიტული დიფუზორი. მიუხედავად მისი კონსტრუქციული სიმარტივისა, საავიაციო კომპრესორებში არ გამო-

ოყენება. ეს აიხსნება დიდი დანაკარგებით ჰაერის ხახუნის გამო კედლებთან (ჰაერის ნაწილაკებზე მოძრაობის ტრავექტორიის დიდი სივრცის გამო) და დიდი დიამეტრული ზომებით, რომელიც უნდა ჰქონდეს ასეთ დიფუზორს ჰაერის სიჩქარის საჭირო შემცირებისა და წნევის გადიდებისათვის.

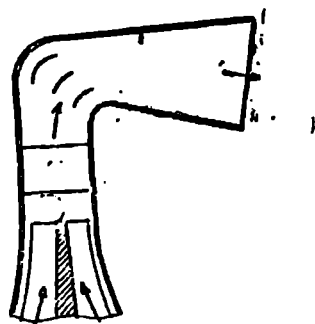
ფრთიანი დიფუზორი წარმოადგენს იმ ნიჩბების რიგს, რომლებიც დაყენებული არიან წრიულად, ერთმანეთისაგან ტოლ მანძილზე (ნახ. 3.17). ნიჩბები ქმნის არხებს, რომლებიც ფართოდებიან ჰაერის მოძრაობის მიმართულებით. დიფუზორის არხებში ჰაერის კინეტიკური ენერჯია გარდაიქმნება წნევის ენერჯიად.

რადგან დიფუზორის ნიჩბები გადახრიან ჰაერის ნაწილაკებს რადიალური მიმართულებით, ამიტომ ნაწილაკების ტრავექტორია მიიღება უფრო ციცაბო, ვიდრე ჰერიტულ დიფუზორში, ამიტომ დანაკარგები ფრთიან დიფუზორში უფრო ნაკლებია, ვიდრე ჰერიტულში. ასეთი დიფუზორის ზომებიც აგრეთვე მცირეა.

ტრამ-კომპრესორებში ფრთიანი დიფუზორის წინ იდგმება პატარა (20—30 მმ) ჰერიტული დიფუზორი. ჰერიტული დიფუზორის დაყენებას მიზნად აქვს დანაკარგების შემცირება ფრთიან დიფუზორში, რადგან ჰერიტულ დიფუზორში ზებგერული ნაკადი გარდაიქმნება ბგერამდელად ნახტომების გარეშე.



ნახ. 3. 17. ფრთიანი დიფუზორის სქემა.



ნახ. 3. 18. გამოსასვლელი მილუელის სქემა.

დიფუზორიდან ჰაერი მიდის გამოსასვლელ მილუელებში, რომლებიც მას მიმართავენ წვის კამერებში (ნახ. 3.18). მილუელებში ჰაერის სიჩქარე მცირდება 100—120 მ/წმ-მდე, რის გამოც წნევა რამდენადმე იზრდება.

დერძული კომპრესორი

დერძული კომპრესორი (ნახ. 3.19, ა) შედგება მბრუნავი ნაწილისა [(3) როტორი] და უძრავი ნაწილისაგან [(2) სტატორი]. როტორი შექმ-

ნილია ნიჩბების რამდენიმე რიგით, რომლებსაც ეწოდება მუშა ნიჩბები (4). ნიჩბები უმეტეს შემთხვევაში მოთავსებულია დისკობის რიგზე, რომლებსაც აქვთ საერთო ლილეი. მუშა ნიჩბები დისკოსთან ერთად ქმნიან ე. წ. მუშა თვალს. როტორს ამოძრავებს აირტურბინა.

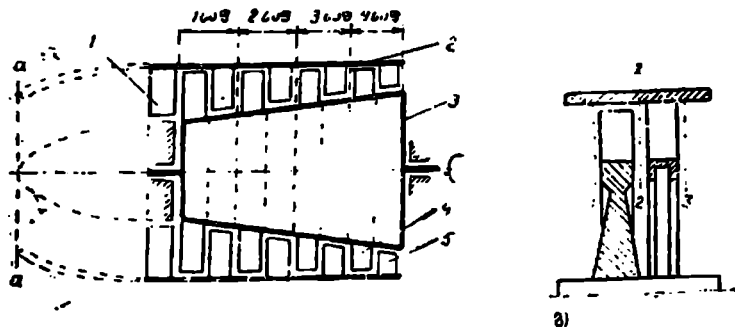
სტატორი შექმნილია უძრავი ნიჩბების (5) რამდენიმე რიგით, რომლებიც ჩამაგრებულია კომპრესორის კორპუსში. ნიჩბების ასეთი რიგი ქმნის გამაწვრებელ აპარატს. უძრავი ნიჩბების პირველი რიგი ატარებს მიმმართველი აპარატის (1) სახელწოდებას.

მუშა თვლისა და მისი მომდევნო გამაწვრებელი აპარატის შეუღლება ატარებს ღერძული კომპრესორის საფეხურის სახელწოდებას. ღერძული კომპრესორის საფეხურების რიცხვი იცვლება 5-დან 17-მდე.

3.19, ბ ნახაზზე გამოსახულია ღერძული კომპრესორის საფეხურის სქემა. ამ სქემაზე ნაჩვენებია საფეხურის კვეთები:

- 1—1—კვეთი კომპრესორის ფელის შესასვლელთან;
- 2—2—კვეთი კომპრესორის თვლის გამოსასვლელთან;
- 3—3—კვეთი საფეხურის გამოსასვლელთან (გამაწვრებელი აპარატის გამოსასვლელთან).

ამ კომპრესორის მოქმედების პრინციპი შეიძლება გაგებულ იქნეს ერთ-ერთი რომელიმე საფეხურის მოქმედების პრინციპის განხილვიდან.



ნახ. 3.19. ღერძული კომპრესორის საფეხურის სქემა.

კომპრესორის საფეხურის მოქმედების პრინციპი

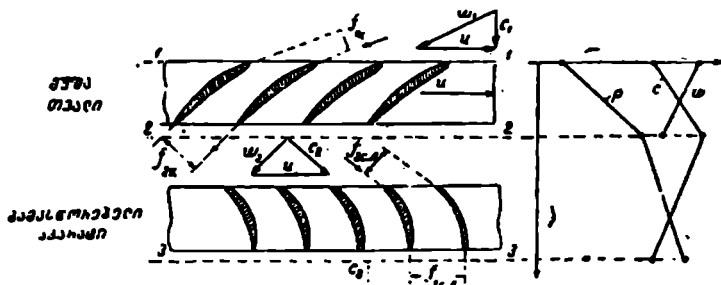
განვიხილოთ, თუ როგორ მოძრაობს ჰაერი ღერძული კომპრესორის საფეხურში. ამისათვის, გავკვეთოთ საფეხური ცილინდრული ზედაპირით, რომლის ღერძიც ემთხვევა როტორის ღერძს და გავშალოთ ეს კვეთი სობრტყეზე (ნახ. 3.20). კვეთი გავატაროთ ნიჩბების საშუ-

აღო რადიუზზე. u_1 წრიული სიჩქარით მოძრავი კომპრესორის თვალზე ჰაერი შედის c_1 აბსოლუტური სიჩქარით. ეიზოვით ჰაერის u_1 ფარდობითი სიჩქარე. ე. ი. ჰაერის სიჩქარე ნიჩბების მიმართ. ეს სიჩქარე გეომეტრიული სხვაობაა c_1 აბსოლუტურ და u წრიულ (წარმტან) სიჩქარეებს შორის. ნახაზზე გამოსახულ სამკუთხედს, შედგენილს u , c_1 და u_1 ვექტორებიანაგან, ეწოდება ჰაერის სიჩქარეთა სამკუთხედი თვლის შესასვლელთან.

მუშა თვლის ნიჩბები დაპროფილებულია იმგვარად, რომ მათ მიერ შექმნილი არხის განივი კვეთის ფართობი f_2 , გამოსასვლელზე მეტია, ვიდრე f_1 , შესასვლელზე. ამრიგად, ეს არხები მუშაობენ როგორც დიფუზორები. ნიჩბებში არხებში ჰაერის კინეტიკური ენერგია გარდაიქმნება ფარდობით ძრაობაში პოტენციურ ენერგიად (ენტალპიად). რის შედეგად ჰაერის ფარდობითი სიჩქარე მცირდება და მისი წნევა და ტემპერატურა დიდდება. 3.20 ნახაზიდან ჩანს, რომ ჰაერის ფარდობითი სიჩქარე თვლის გამოსასვლელთან ნაკლებია, ვიდრე შესასვლელთან.

გამოსასვლელზე ფარდობითი და წარმტანი სიჩქარეების ვექტორებს თუ შევკრებთ გეომეტრიულად, მივიღებთ გამოსასვლელთან ჰაერის c_2 აბსოლუტური სიჩქარის ვექტორს. სამკუთხედს, შედგენილს u , c_1 და u_2 ვექტორებისაგან, ეწოდება ჰაერის სიჩქარე თვლის გამოსასვლელთან.

ჰაერის c_2 აბსოლუტური სიჩქარე თვლის გამოსასვლელთან მეტია, ვიდრე c_1 სიჩქარე შესასვლელთან, რადგან ჰაერს თვლის მხრიდან გადაეცა გარე ენერგია. ნახაზიდან აგრეთვე ჩანს, რომ ვექტორი აღმოჩნდა გადახრილი თვლის ბრუნვის მიმართულებით, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ჰაერი თვალში დაიგრიხა.



ნახ. 3. 20. დერბული კომპრესორის საფეხურის კვეთის განფენა.

თვლის შემდეგ c_2 სიჩქარით ჰაერი შედის მომდევნო გამასწორებელ აპარატში. ამ აპარატის დანიშნულებაა ჰაერის ნაკადს მიაცეს ისეთი მიმართულება, რომელიც საჭიროა შემდეგ საფეხურში შესას-

ვლელად. გარდა ამისა, გამასწორებელი აპარატის არხებში (მათ აგრეთვე აქვთ დიფუზორის ფორმა) ჰაერის კინეტიკური ენერგია გარდაიქმნება აბსოლუტურ მოძრაობაში პოტენციურ ენერგიად, რასაც თან სდევს ჰაერის წნევისა და ტემპერატურის გადიდება და აბსოლუტური სიჩქარის შემცირება.

ჰაერის ეს სიჩქარე გამასწორებელ აპარატს გამოასახელებლათ თათქმის არ განსხვავდება ეს სიჩქარისაგან საფეხურის შეასახელებლათ. აქედან შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ თვლიანათვია მოწოდებული გარე ენერგია იხარჯება მხოლოდ ჰაერის შეკუმშვაზე (თუ, რა თქმა უნდა, მხედველობაში არ მივიღებთ დანაკარგებს საფეხურზე).

3.20 ნახაზზე ნაჩვენებია ჰაერის პარამეტრების შეცვლა კომპრესორის საფეხურზე.

კომპრესორის საფეხური ჰაერის წინასწარი დაგრებით

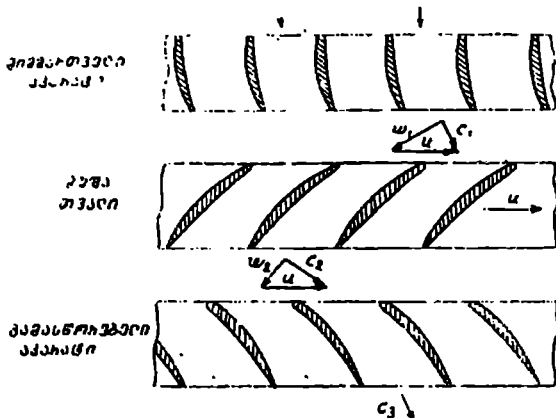
3.20 ნახაზზე გამოასახულ სიჩქარეთა სამკუთხედიდან ჩანს, რომ დიდი წრიული სიჩქარეების დროს ჰაერს ფარდობითა სიჩქარეში თვლის შესასვლელთან შეიძლება ჰაერს დიდ მნიშვნელობებს. ბგერის სიჩქარესთან ფარდობითი სიჩქარის მახლობლობის ძალზე იხარჯება ჰიდრაულიკური დანაკარგები. მაგალითად მოვლენა აღნიშნული იყო კენტრიდანულ კომპრესორში, სადაც შესასვლელთან ფარდობითი სიჩქარის შესამცირებლად იდგებოდა უძრავი მიმართული აპარატი. მსგავსად იქცევიან ღერძული კომპრესორის შემთხვევაშიც. პირველი თვლის წინ იდგება მიმართული აპარატი, რომლის ნიჩბებიც ქმნიან წინასწარ ნაგრებს.

შემდგომი თვლების წინა მიმართული აპარატის როლს ასრულებენ გამასწორებელი აპარატის ნიჩბები, რომლებიც აგრეთვე ჰაერს ნაკადს ღერძული მიმართულებიდან გადახრიან.

3.21 ნახაზზე გამოასახულია კვეთის განფენა და იმ საფეხურის ჰაერის სიჩქარის სამკუთხედები, რომელშიც მიმართული აპარატი ქმნის ნაგრებს კომპრესორის თვლის ბრუნვის მიმართულებით (დაგრება მსვლელობის დროს).

თუ შევადარებთ ჰაერის სიჩქარეთა სამკუთხედებს თვლის შესასვლელთან ღერძული შესვლისა და წინასწარი ნაგრების არსებობის შემთხვევებისათვის დაერწმუნდებით, რომ მსვლელობის დროს ჰაერის წინასწარი ნაგრების შემოღება იმავე წრიული სიჩქარის სიდიდის შემთხვევაში ამცირებს ფარდობითი სიჩქარის სიდიდეს და ჰიდრაულიკურ დანაკარგებს. წინასწარი ნაგრები იძლევა თვლის ა წრიული სიჩქარის

გადიდების საშუალებას Δp_1 ფარდობითი სიჩქარის სიდიდის შეუცვლელად.



ნახ. 3. 21. მიმართველაპარტიანი ღერძული კომპარტი. სორის საფეხურის კვეთის განფენა.

ჰაერის წნევის გადიდება საფეხურში

საფეხურში ჰაერის $\Delta p_{საფ}$ წნევის გადიდება შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს განტოლებით:

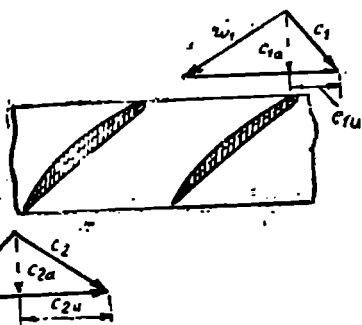
$$\Delta p_{საფ} = f u \Delta c_u \quad (3.16)$$

სადა f არის ჰაერის სიმკვრივე;

u — მუშა თვლის წრიული სიჩქარე;

Δc_u — ჰაერის ნაგრები მუშა თვალში.

გავშალოთ სიჩქარის ვექტორი თვლის შესასვლელთან ორი მიმარ-



ნახ. 3. 22. საფეხურში ჰაერის ნაგრების სქემა.

თულებით: თვლის ბრუნვის მიმართულებით და კომპარტი-სორის ღერძის მიმართულებით (ნახ. 3. 22). ღერძის მიმართულების მქონე c_1 შემდგენს ვეწოდოთ ღერძული, ხოლო თვლის მოძრაობის მიმართულების მქონე c_{1a} შემდგენს — წრიული. აბსოლუტური სიჩქარის წრიული შემდგენის სიდიდე განსაზღვრავს ჰაერის წინასწარ ნაგრებს.

ანალოგიურად. ჰაერის აბსოლუტური სიჩქარე თვლის გამოსასვლელთან შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ღერძული c_{2u} შემდგენით და წრიული c_{2u} შემდგენით წარმოქმნილი.

აბსოლუტური სიჩქარეების წრიული შემდგენების სხვაობა განსაზღვრავს ჰაერის ნაგრებს მუშა თვალში:

$$\Delta c_u = c_{2u} - c_{1u}$$

(3.16). განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ ჰაერის წნევის გადიდება საფეხურში მით უფრო მეტია, რაც მეტია თვლის წრიული სიჩქარე და ნაკადის ნაგრები (მასთან, მხედველობაში არ ვლდებულობთ ჰაერის სიმკვრივის შეცვლას საფეხურის ფარგლებში).

წნევის გადიდების ხარისხი საფეხურში

საფეხურში ჰაერის კუმშვის პროცესის ეფექტურობა ხაზით განიხილეთ გადიდების ხარისხით საფეხურში.

წნევის გადიდების ხარისხი საფეხურში ეწოდება საფეხურის გამოსასვლელთან ჰაერის წნევის ფარდობა საფეხურის შესასვლელთან არსებულ წნევასთან:

$$\pi_{საფ} = \frac{p_2}{p_1}$$

$\pi_{საფ}$ გვიჩვენებს, თუ რამდენად იზრდება ჰაერის წნევა ღერძული კომპრესორის საფეხურში. წნევის გადიდების ხარისხის სიდიდე საფეხურში:

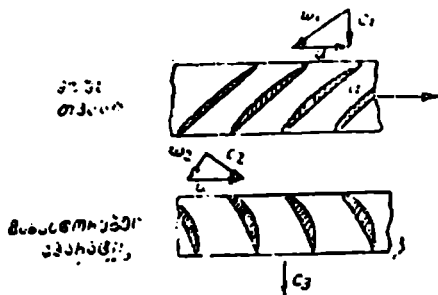
$$\pi_{საფ} = 1.35 - 1.4.$$

ცნება ზებგერულ კომპრესორზე

კომპრესორის გაბარიტებისა და სიმძიმის ძალის (წონის) გაუდიდებლად ჰაერის ხარჯის გადიდება შესაძლოა პირველი საფეხურის მუშა თვლის შესასვლელთან ჰაერის სიჩქარის გადიდებით (უფრო ზუსტად: ამ სიჩქარის c_{1u} ღერძული შემდგენის გადიდებით გზით). მაგრამ c_{1u} სიჩქარის გადიდების დროს იზრდება w_1 ფარდობითი სიჩქარეც. და აგრეთვე იზრდება პიდრავლიკური დანაკარგებიც.

როგორც 3.22 ნახაზიდან ჩანს დანაკარგების შეამკობრებლად კიდევ საჭირო იქნებოდა u წრიული სიჩქარის სიდიდის შემცირებაც. მაგრამ ეს ზომა, როგორც (3.16) განტოლებიდან გამომდინარეობს, გამოიწვევს საფეხურში წნევის დაკლებას. ამ შემთხვევაში წნევის გადიდების წინანდელი ხარისხის შესანარჩუნებლად კომპრესორში საჭიროა საფეხურების რაოდენობის გაზრდა, და, მაშასადამე, საჭიროა კომპრესორის სიმძიმის ძალისა (წონის) და გაბარიტის გადიდება.

ორი მოთხოვნის — კომპრესორით ჰაერის დიდი ხარჯისა (C_{12} -ის დიდი მნიშვნელობის) და დიდი დაწნეულობის (u წრიული სიჩქარის დიდი მნიშვნელობის) მიღება-შეთავსებას აღწევენ კომპრესორის ზებგერული საფეხურების გამოყენებით.



ნახ. 3. 23 ზებგერული საფეხურის სქემა.

კომპრესორის ზებგერული საფეხური ეწოდება საფეხურს, რომელშიც მუშათვის ან გამასწორებელი აპარატის შესასვლელთან ჰაერის სიჩქარე (აბსოლუტური ან ფარდობითი) მეტია ზებგერის ადგილობრივი სიჩქარეზე.

3.23 ნახაზზე გამოსახულია ზებგერული საფეხურის ერთ-ერთი შექაძლო სქემა. ანეთ საფეხურში ზებგერულია ჰაერის ფარდობითი სიჩქარე მუშათვის შესასვლელთან. ჰაერის დამუხრუჭება, მისი სიჩქარის შემცირება ზებგერულიდან ბერამდეამდე მუშათვის ნიჩბებით წარმოქმნილ არხში ხდება შემკიდროების ნახტომებში. კინეტიკური ენერჯის ასეთი გარდაქმნა წნევის ენერჯიად ხდება დანაკარგებით. მაგრამ თუ M რიცხვი თვის შესასვლელთან არ არის ძალზე დიდი, მაშინ დანაკარგებიც არ იქნება დიდი.

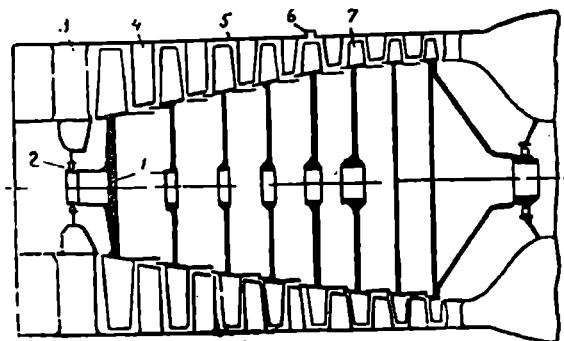
იმ დანაკარგების შესამცირებლად, რომლებიც დაკავშირებულია კედლისაგან მოსაზღვრე შრის მოწყვეტასთან, ახდენენ ზებგერული საფეხურის ნიჩბების შესაბამისად დაპროფილებას: ნიჩბების წინა ნაწიბურებს აკეთებენ მახვილს, ნიჩბებშიორისი არხები გამოირჩევიან მღოვრე გაფართოებით და ნაკადის სკირე შემობრუნებით.

ზებგერული საფეხურების გამოყენება ნებას იძლევა მნიშვნელოვნად გავზარდოთ დაწნევა და საფეხურების მწარმოებლობა. მაგალითად, ერთ-ერთ ზებგერულ საფეხურში, $M=1,7$ შემთხვევაში, მიღწეულია $\pi_{საფ} = 1,8$ წნევის ამალლების ხარისხი. ხოლო $\eta_c = 0,8$ დროს, ჰაერის ხარჯი გადიდებულია 10—12%-ით. ამ შემთხვევაში მცირდება კომპრესორის სიმძიმის ძალა (წონა) და გაბარიტები.

მრავალსაფეხურიანი კომპრესორი

არსებულ კომპრესორებში წნევის გადიდების ხარისხი საფეხურში შედარებით მცირეა და არ აღემატება $\pi_{საფ} = 1,35 \div 1,4$. ამიტომ წნე-

ვის გადიდების დიდი ხარისხის მისაღებად ღერძულ კომპრესორებს, როგორც წესი, აკეთებენ მრავალსაფეხურიანს. კომპრესორის საფეხურებს რიცხვი იცვლება 5—17 ზღვრებში. საფეხურები კომპრესო-



3. 24. მრავალსაფეხურიანი ღერძული კომპრესორი (სქემატიზებული კრილი).

1—როტორის დისკოები, 2—როტორის საყისრები, 3—2-ი მართვლი აპარატის ნიჩბები, 4—გამასწორებელი აპარატის ნიჩბები, 5—კომპრესორის კორპუსი, 6—ნახევრეტი ჰაერის გადასაშვებად, 7—კომპრესორის მუშა ნიჩბები.

ში იზგვარადაა ერთმანეთთან შეთანხმებული, რომ რომელიმე საფეხურიდან გამოსულმა ჰაერმა შიილოს ისეთი მიმართულება, რომელიც უზრუნველყოფს მომდევნო საფეხურის ნიჩბების გარბდენის ყველაზე უფრო ხელსაყრელ შეტევის კუთხეს.

მრავალსაფეხურიანი კომპრესორის სქემა გამოსახულია 3.24 ნახაზზე. კომპრესორის როტორი წარმოადგენს დოლს, რომელიც შედგება რვა დისკოაგან. როტორი ექრდნობა ორ საყისარს: წინასა და უკანას. მუშა ნიჩბების სიმაღლე შესასვლილიდან გამოსასვლელისაკენ მცირდება. ეს აიხსნება ყოველ საფეხურში ჰაერის კუმშვის დროს სიმკვრივის გადიდებით. I საფეხურის თვლის წინ დაყენებულია მიმართვლი აპარატი.

მრავალსაფეხურიანი კომპრესორის წნევის გადიდების ხარისხი, რომელიც წარმოადგენს კომპრესორის გამოსავალთან არსებული ჰაერის წნევის ფარდობას კომპრესორის შესავალთან არსებულ წნევასთან $\pi_3 = \frac{P_2}{P_1}$, დაკავშირებულია ცალკეული საფეხურების წნევის გადიდების ხარისხებთან შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$\pi_3 = \pi_{საფ I} \cdot \pi_{საფ II} \cdot \dots \cdot \pi_{საფ n}$$

ე. ი. კომპრესორის წნევის გადიდების ხარისხი ტოლია ყველა მისი ს-ფეხურის წნევის გადიდების ხარისხების ნამრავლისა.

ჰაერის კუმშვის მუშაობა კომპრესორში

1 კილოგრამი ჰაერის კუმშვის მუშაობა იდეალურ კომპრესორში (იდეალურ კომპრესორში ადგილი არა აქვს თბოგაცვლას გარემოსთან და ჰიდრავლიკურ დანაკარგებს; აქ ჰაერია სიჩქარეები შესავალთან და გამოსავალთან ტოლია) შეიძლება განისაზღვროს განტოლებიდან:

$$l_{\text{ად}} = \frac{k}{k-1} RT_1 \left(\pi_3^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right), \quad (3.17)$$

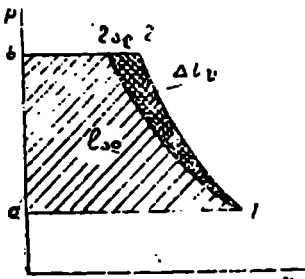
სადაც k არის ადიაბატის მაჩვენებელი;

R — აირის მუდმივა;

T_1 — ჰაერის ტემპერატურა კომპრესორის შესასვლელთან;

π_3 — წნევის გადიდების ხარისხი კომპრესორში.

მოყვანილი განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ კუმშვის მუშაობა (მას ეწოდება ადიაბატური მუშაობა) დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე კომპრესორის შესასვლელთან და π_3 წნევის გადიდების ხარისხზე. რაც უფრო მეტად უნდა შეიკუმშოს ჰაერი, ე. რაც უფრო მეტია π_3 , მით მეტია ადიაბატური მუშაობა. რაც უფრო მეტია ჰაერის T_1 ტემპერატურა კომპრესორის შესასვლელთან, მით უფრო მეტი მუშაობაა საჭირო ჰაერის შესაკუმშავად, რადგან, რაც უფრო მეტადაა გამთბარი ჰაერი, მით უფრო ძნელია მისი შეკუმშვა.



ნახ. 3. 25. შეკუმშვის მუშაობის გრაფიკული გამოსახვა.

ადიაბატური მუშაობა შეიძლება გამოვსახოთ $v-p$ დიაგრამაში (ნახ. 3.25). თუ ამ დიაგრამაზე 1—2 მრუდი ჰაერის შეკუმშვის ადიაბატა კომპრესორში, მაშინ ფართობი $ab2_1a$ რომელიც მასშტაბში წარმოადგენს $l_{\text{ად}}$ ადიაბატურ მუშაობას.

რეალურ კომპრესორში ჰაერის კუმშვის პროცესი $v-p$ დიაგრამაზე გამოისახება 1—2 პოლიტროპით. მაშინ 1 კილოგრამი ჰაერის კუმშვის მუშაობა (მას ეწოდება l_3 პოლიტროპული მუშაობა) წარმოიღვენება $ab2_1a$ ფართობით.

ნახაზიდან ჩანს, რომ პოლიტროპული მუშაობა მეტია ადიაბატურ

მუშაობაზე რომელიდაც სიდიდით. ის მასშტაბში გამოსახულია
ზ. 122 - ფართობით.

ფიზიკურად ეს იმით აიხსნება, რომ გამთბარი ჰაერის მოლეკულებს
აქვთ მეტი კინეტიკური ენერჯია. ამიტომ მოლეკულების დასაბლობ-
ლად, რასაც მოჰყვება ხოლმე წნევის გადიდება მოლეკულთა დარ-
ტემების გასშირების გამო. საჭიროა მეტი მუშაობის დახარჯვა.

ჰიდრავლიკურ წინაღობათა არსებობის შედეგად ჰაერი თბება, რის
გამოც მის შესაქუმშავად საჭირო ხდება უფრო მეტი მუშაობის დახარ-
ჯვა. ამრიგად, 2-ის 12-ის ფართობით გამოსახული დამატებითი მუშა-
ობა (ეს მუშაობა აღენიშნოთ ΔI_p) წარმოშობილია ჰიდრავლიკური
წინაღობების არსებობით. მაგრამ ეს დამატებითი მუშაობა არ არის
ჰიდრავლიკურ წინაღობათა დასაძლვეი მუშაობის ეკვივალენტური.
ესეთ ჰიდრავლიკური წინაღობები მოითხოვენ მუშაობის უმუშალო
დახარჯვას მათ შესაძლევად. I_p -ით აღენიშნოთ მუშაობა, რომელიც
საჭიროა ჰიდრავლიკური წინაღობების დასაძლევად.

მუშაობა, რომელიც ტოლია I_p პოლიტროპული მუშაობისა და
ჰიდრავლიკურ წინაღობათა დასაძლევად საჭირო I_p მუშაობის ჯამისა.
მაინც არ არის საკმარისი 1 კილოგრამი ჰაერის შესაქუმშავად. ამ
დროს საჭიროა იმის გათვალისწინებაც, რომ რაღაც მუშაობა აუცილებ-
ლად უნდა დაიხარჯოს ჰაერის კინეტიკური ენერჯიის გააღრუბლად
კომპრესორში (ეს მუშაობა აღენიშნოთ $I_{სიჩქ}$). გარდა ამისა, რომე-
ლიდაც მუშაობა უნდა დაიხარჯოს მექანიკური დანაკარგების დაძლე-
ვაზე (დანაკარგები ხახუნზე საკისრებსა და გადამცემ მექანიზმებში
ტურბინიდან კომპრესორისაკენ, თუ ისინი არსებობენ). ეს მუშაობა
აღენიშნოთ I_g -ით. კომპრესორში ჰაერის შესაქუმშავად დახარჯული
მუშაობა, აღნიშნული დანაკარგების გათვალისწინებით, შეიძლება
შემდეგნაირად განვსაზღვროთ:

$$I_g = I_{სიჩქ} + \Delta I_p + I_p + I_{სიჩქ} + I_g$$

ამ მუშაობას ეწოდება ეფექტური მუშაობა კომპრესორის ლაღვზე.

კომპრესორის მარგი ქმედების კოეფიციენტი

კომპრესორის სრულყოფა, დანაკარგების სიდიდე მანში აჯანდება
იმ მარგი ქმედების კოეფიციენტით (შქკ), რომელიც შეიძლება მივი-
ლოთ კომპრესორის ლაღვზე ეფექტური მუშაობის შედარებით (ჰაერის
კუმშვის მუშაობის რეალურ კომპრესორში) ადრებატურ მუშაობას-
თან (ჰაერის კუმშვის მუშაობასთან იდეალურ გაუცოვებად კომპრე-
სორში).

ამრიგად, კომპრესორის მარგი ქმედების კოეფი-

ცენტრი ეწოდება ადიაბატურა მუშაობის ფარ-
ლობას ეფექტურ მუშაობასთან კომპრესორის
ლილვზე:

$$\eta^* = \frac{l_{ად}}{l_3} \quad (3.18)$$

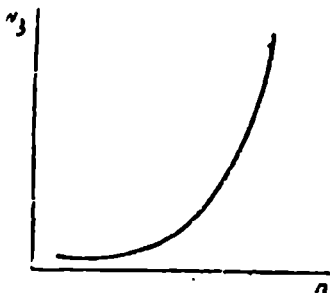
ეს მჭკ გვიჩვენებს. კომპრესორის ბრუნვაზე დახარჯული მუშაობის
რა ნაწილი გარდაიქმნება კუმშვის სასარგებლო მუშაობად.

რაც უფრო მეტია კომპრესორის მჭკ, მით ნაკლებია მუშაობა.
რომელიც საჭიროა ჰაერის შესაკუმშავად მოცემულ წნევამდე. ტრძ-
ში სასარგებლო მუშაობა გაფართოებისა და შეკუმშვის მუშაობების
სხვაობის ტოლია. თუ გავითვალისწინებთ. რომ კუმშვის მუშაობა
გაფართოების მუშაობის 70—80%-ია. მაშინ ძნელი არ არის მივიღეთ
იმ დაკენამდე. რომ რაც უფრო დიდია კომპრესორის მჭკ, ძრავა მით
უფრო მეტ წევას შექმნის სათბობის იმავე ხარჯი დროს. ე. ი. მით
უფრო დიდი იქნება მისი ეკონომიურობა.

ცენტრიდანულ კომპრესორებს აქვთ $\eta_3 = 0.75-0.8$, ღერძულს —
 $\eta_3 = 0.8-0.85$.

სიმძლავრე კომპრესორის ლილვზე

ჰაერის კუმშვისათვის საჭირო მუშაობის სიდიდის ცოდნა, ნებას
გვაძლევს განვსაზღვროთ სიმძლავრე კომპრესორის ლილვზე. ე.
სიმძლავრე. რომელიც იხარჯება კომპრესორის ბრუნვაზე. ჰაერის $m_{წა}$
წამობრივი ხარჯის ნამრავლი l_3 მუშაობაზე იძლევა წამობრივი მუ-
შაობის (სიმძლავრის) სიდიდეს, რომელიც იხარჯება კომპრესორის
ბრუნვაზე:



$$N_3 = m_{წა} l_3$$

თუ გამოვიყენებთ (3.18) თანაფარდობ-
ას, მივიღებთ:

$$N_3 = \frac{m_{წა} l_{ად}}{\gamma_3} \quad (3.19)$$

ნახ. 3. 26 კომპრესორის ლილვზე
-სიმძლავრის დამოკიდებულება
ბრუნვის რიცხვზე.

(3.19) განტოლებიდან გამომდინარე-
ობს, რომ კომპრესორის ბრუნვაზე და-
ხარჯული სიმძლავრე დამოკიდებულია
ჰაერის ხარჯზე, კომპრესორის მჭკ.

სა და ადიაბატური მუშაობის სიდიდეზე, რომელიც, თავის

მხრივ. როგორც ეს გამოდინარეობს (3.17) განტოლებიდან, დამოკიდებულია წნევის გადიდების ხარისხზე და ჰაერის T_1 ტემპერატურაზე კომპრესორის შესასვლელთან. რაც უფრო დიდია ჰაერის $m_{ფა}$ ხარჯი, π_1 წნევის გადიდების ხარისხი, ჰაერის T_1 ტემპერატურა შესასვლელთან და რაც უფრო მცირეა კომპრესორის შქა, მით უფრო დიდი სიმძლავრე უნდა იქნეს მიყვანილი კომპრესორთან ჰაერის შესაყუმშავად მოცემულ წნევამდე.

სიმძლავრე. რომელიც საჭიროა ჰაერის შესაყუმშავად თახამედროვე ტრძ- შო. შეაღგენა 7300—51000 კვტ-ს [10000—70000 კვ].

კომპრესორის ბრუნვაზე დახარჯული სიმძლავრის დამოკიდებულება ბრუნთა რიცხვზე წარმოდგენილია 3.26 ნახაზზე.

სიმძლავრე კომპრესორის ლილვზე დაკავშირებულია ბრუნთა რიცხვთან შემდეგი (შიახლოებით) დამოკიდებულებით:

$$N_y = cn^3,$$

სადა c კომპრესორის კონსტრუქციაზე დამოკიდებული კოეფიციენტი.

კომპრესორების მახასიათებლები

ტურბორეაქტიული ძრავის კომპრესორის მუშაობის დროს ფართო ზღვრებში იცვლება როტორის ბრუნთა რიცხვი და ჰაერის ხარჯი კომპრესორში. კომპრესორის მუშაობის პირობების შეცვლას თან სდევს მისი მუშაობის მთელი რიგი მაჩვენებლების შეცვლა, უმთავრესად წნევის გადიდების ხარისხისა და მარჯი ქმედების კოეფიციენტისა. სხვადასხვაგვარი ფაქტორების გავლენა კომპრესორის მუშაობის მახასიათებლებზე შეიძლება შეთქმულად კომპრესორის მახასიათებლებით.

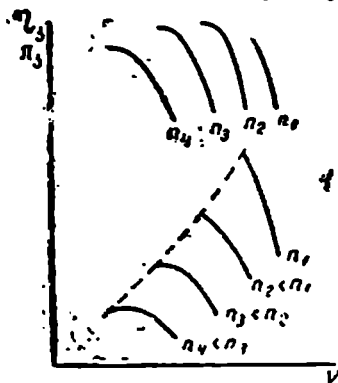
კომპრესორის მახასიათებლები ეწოდება წნევის გადიდების ხარისხისა და კომპრესორის შქის დამოკიდებულებას ჰაერის ხარჯზე და კომპრესორის როტორის ბრუნთა რიცხვზე.

კომპრესორის მახასიათებლებს, ჩვეულებრივ, ლებულობენ ცდებით, რისთვისაც კომპრესორს გამოცდიან ხოლმე სპეციალურ დანადგარზე.

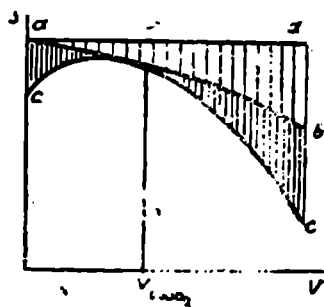
ცენტრიდანული კომპრესორის ტიპური მახასიათებელი გამოსახულია 3.27 ნახაზზე. როგორც ჩანს, წნევის გადიდების უდიდეს ხარისხსა და შქა-ს (მოცემული ბრუნთა რიცხვისათვის) მიაღწევენ ხოლმე ჰაერის განსაზღვრული V ხარჯის დროს კომპრესორში; ამ ხარჯს ეწოდება საანგარიშო ხარჯი. ჰაერის ხარჯის შემცირება ან გადიდება მის

საანგარიშო მნიშვნელობათან შედარებით იწვევს წნევის გადიდების ხარისხსა და კომპრესორის შტკ-ის შემცირებას.

შახსიათებლის ზომდინარეობის ამგვარი ხასიათი შეიძლება აიხსნას შედეგნაირად. მუდმივი ბრუნთა რიცხვის დროს მუდმივი იქნება მუშაობაც, რომელსაც გადასცემს თვალი კილოგრამ ჰაერს. ეს მუშაობა კომპრესორში იხარჯება ჰაერის კუმშვისა და დანაკარგების დაძლევაზე.



ნახ. 3. 27. ცენტრალული კომპრესორის შახსიათებელი.



ნახ. 3. 28. P -ის დამოკიდებულება ჰაერის ხარჯზე (და ნაკარგებზე კომპრესორში).

ლუ კომპრესორი იდეალურია. მასში არ არის დანაკარგები, ჰაერიათვის მთელი მიწოდებული მუშაობა იხარჯება ჰაერის კუმშვაზე. წნევის გადიდების ხარისხი ამ დროს იქნება მუდმივი სიდიდე, დამოუკიდებელი ჰაერის ხარჯისაგან. ამ შემთხვევაში კომპრესორის შახსიათებელი გამოისახება სწორი ხაზით (3.28 ნახაზზე $a-a$ ხაზი).

ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ჰიდრავლიკური დანაკარგები რეალურ კომპრესორში — ეაა: დანაკარგები ხახუნზე და გრიგალთწარმოქმნაზე ჰაერის მოძრაობის დროს კომპრესორის თვლის არხებში და ავრუთვე დანაკარგები „დარტყმაზე“ ჰაერის შესვლის დროს თვალზე.

რაც უფრო დიდია ჰაერის ხარჯი კომპრესორში. მით მეტია ჰაერის სიჩქარე თვლის შესასვლელთან. მეტია ჰიდრავლიკური დანაკარგები ხახუნსა და გრიგალთწარმოქმნაზე და, მაშასადამე, ჰაერთან მიყვანილი მუშაობის მით უფრო მეტი ნაწილი მიდის დანაკარგების დაფარვაზე, ხახუნზე. და წნევის გადიდების ხარისხი მცირდება ($a-b$ მრუდი). დაშტრინული ფართობის ორდინატები გვიჩვენებენ. თუ რამდენად მცირდება წნევის გადიდების ხარისხი ხახუნზე და გრიგალთწარმოქმნაზე დანაკარგების არსებობის გამო

გარდა ამისა, თუ შეიცვლება ჰაერის ხარჯი კომპრესორში, მაშინ შეიცვლება ჰაერის ფარდობითი სიჩქარის სიდიდეც კომპრესორის თელის შესასვლელთან. თუ ჰაერის საანგარიშო ხარჯის დროს მბრუნავი მიმმართველი აპარატის ნიჩბების გადაღუნვის კუთხეები შეესაბამება w_1 ფარდობითი სიჩქარის მამართულებას, მაშინ საანგარიშო მნიშვნელობიდან ჰაერის ხარჯის სიდიდეს გადახრის შემთხვევაში წარმოიქმნება ჰაერის „დარტყმა“ ნიჩბებზე. მიწოდებული მუშაობის ნაწილი ამ დროს დაიხარჯება „დარტყმაზე“ დანაკარგების დასაძლევად და წნევის გადიდების ხარისხი შემცირდება ($c-c$ მრუდი). დაშტრიხული ფართობის ორდინატები გვიჩვენებენ, თუ რამდენად მცირდება წნევის გადიდების ხარისხი „დარტყმაზე“ დანაკარგების გამო.

ამრიგად, წნევის გადიდების ხარისხის მაქსიმუმი ჰაერის საანგარიშო ხარჯზე აიხანება ამ რეჟიმზე პილრაელიკური დანაკარგების მინიმუმით. საანგარიშოდან მუშაობის რეჟიმის გადახრის დროს ეს დანაკარგები იზრდება და წნევის გადიდების ხარისხი მცირდება.

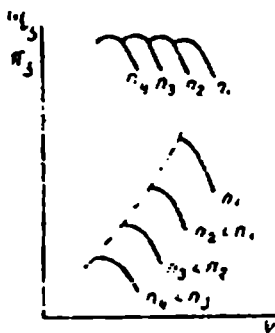
საკირთა აღენიშნოთ, რომ ჰაერის ხარჯის შემცირებას კომპრესორში მუდმივი ბრუნთა რიცხვის დროს თან სდევს არა მხოლოდ წნევის გადიდების ხარისხის შემცირება, არამედ კომპრესორის არამდგრადი მუშაობის წარმოშობაც ჰაერის რომელიმე ხარჯის დროს. თუ ჰაერის ხარჯი ხდება განსაზღვრულ სიდიდეზე ნაკლები, მაშინ ჰაერის ნაკადი ხდება მპულსავე, წარმოიქმნება კომპრესორისა და მთელი ძრავას ვიბრაცია, წნევის გადიდების ხარისხი ეცემა ნახტომისებურად. მუშაობას ასეთ რეჟიმზე მოჰყვება ძრავას წნევის დაცემა, ალის მოწყვეტა წვის კამერაში და ძრავას გაჩერება.

ბრუნთა რიცხვის ყოველ მნიშვნელობას შეესაბამება ჰაერის ხარჯის განსაზღვრული მნიშვნელობა, რომლის დროსაც ჩნდება კომპრესორის არამდგრადი მუშაობა. რაც უფრო ნაკლებია ბრუნთა რიცხვი, მით უფრო ადრე (ე. ი. ჰაერის უფრო მცირე ხარჯის დროს) იწყება არამდგრადი მუშაობა. კომპრესორის არამდგრადი მუშაობა შეიძლება დამთავრდეს პომპაჟით, რაზედაც ქვემოთ იქნება ლაპარაკი.

თუ შევავრთებთ კომპრესორის არამდგრადი მუშაობის გაჩენის წერტილებს სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვზე, მივიღებთ მრუდს, რომელსაც უწოდებენ კომპრესორის არამდგრადი მუშაობის საზღვარს, ან პომპაჟის საზღვარს.

დგრძელი კომპრესორის ტიპური მახასიათებელი მოყვანილია 3.29 ნახაზზე. წნევის გადიდების ხარისხის ხასიათი ჰაერის ხარჯის შეცვლის დროს იგივეა, რაც ცენტრიდანულ კომპრესორში. ჰაერის ხარჯის შემცირებას და გადიდებას საანგარიშო მნიშვნელობასთან შედარებით მივყავართ წნევის გადიდების ხარისხის შემცირებისაკენ. ამავე დროს

ეს მახასიათებელი განირჩევა ცენტრიდანული კომპრესორის მახასიათებლებთანააგან შეტი დახრილობით. ჰაერის ხარჯის მცირე გადიდება ბრუნთა დიდ რიცხვებზე მიეყვარა წნევის გადიდების ხარისხის მკვეთრი შემცირებისაყენ. ამის გამო, ლერძულ კომპრესორს მუდმივ ბრუნთა რიცხვზე შეუძლია იმუშაოს მხოლოდ ჰაერის ხარჯის შეცვლის ვიწრო დიაპაზონში.



ნახ. 3. 29. ლერძული კომპრესორის მახასიათებელი.

მახასიათებლის დიდი დახრილობა აიხსნება ლერძული კომპრესორის საფეხურის მაღალი მგრინობიერობით შეტევის იმ კუთხის შეცვლისადმი, რომლითაც ხდება ნიჩბების გარს შემოდინება. ჰაერის ხარჯის მცირე შეცვლა (ან, სხვანაირად, ლერძული სიჩქარის) ცვლის შეტევის კუთხეს, რასაც მიეყვარა დანაკარგთა ზრდისაყენ და კომპრესორის მქც-ისა და წნევის გადიდების ხარისხის შემცირებისაყენ.

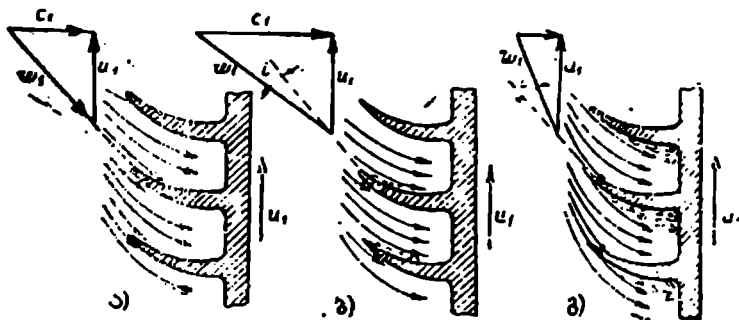
კომპრესორის $\eta_c \frac{I_{ad}}{I_0}$ მქც შეცვლის ხასიათი ჰაერის ხარჯის მიხედვით დახლოებით ისეთიყეა, როგორც წნევის გადიდების ხარისხისა. მართლაც, $n = \text{const}$ დროს ეფექტური მუშაობა აგრეთვე მუდმივიყა. რაც შეეხება ადიაბატურ მუშაობას, აქ კომპრესორის შესასვლელთან ჰაერის მუდმივი ტემპერატურის დროს ის იცვლება დაახლოებით ისე, როგორც წნევის გადიდების ხარისხი (იხ. 3.17 განტოლება).

კომპრესორის არამდგრადი მუშაობა

ზემოთ, ნათქვამი იყო, რომ ჰაერის შედარებით მცირე ხარჯის დროს კომპრესორი მუშაობს არამდგრადად. გამოვარკვეით კომპრესორის არამდგრადი მუშაობის წარმოქმნის მიზეზები. პირველად განვიხილოთ ცენტრიდანული კომპრესორის არამდგრადი მუშაობის წარმოქმნა.

3.30 ნახაზზე გამოსახულია ცენტრიდანული კომპრესორის თვლის შესასვლელი კვეთი. საანგარიშო რეჟიმზე მუშაობის დროს ჰაერის ნაკადი შედის თვალზე მდოვრედ, დარტყმის გარეშე (ა₁ ფარდობითი სიჩქარის ვექტორი ნიჩბების შესასვლელი ნაწიბურების პარალელურია). თუ იმავე ბრუნთა რიცხვის დროს, და მამასადამე, ნიჩბების იმავე წრიული სიჩქარეების დროს ($u = \text{const}$) გაიზრდება ჰაერის ხარჯი. ე. ი. გაიზრდება ჰაერის c_1 აბსოლუტური სიჩქარის სიდიდე. მაშინ შეიცვლება ჰაერის ნაკადის მიმართულება (იხ. ნახ. 3.30. ბ). ნაკადის მიმართულების მახასიათებელი ა₁ ფარდობითი სიჩქარის ვექტორი

აღმოჩნდება მიმართული i კუთხით ნიჩბების წინა ნაწიბურებისადმი. მაშასადამე, ჰაერი ამ დროს დაეჭახება ნიჩბების ამოზნექილ მხარეს („ზურგს“). ხოლო ზაზნექილ მხარეზე („ვარკლზე“) წარმოიქმნება ნაკადის მოწყვეტა და გრიგალი. ეს მოწყვეტები გამოიწვევენ ჰიდრავლიკური დანაკარგების გადიდებას და კომპრესორის მქც-ის შემცირებას. მაგრამ წარმოქმნილ გრიგალს არ შეუძლია გავრცელდეს თვალზე. რადგან ის ჰაერის ძლიერი ნაკადით მიეკვრება ნიჩბებს (წნევა ნიჩბის ჩაზნექილ მხარეს ყოველთვის მეტია, ვიდრე ამოზნექილზე).



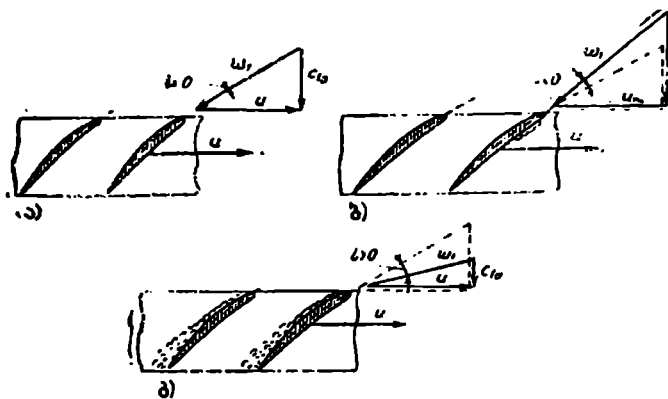
ნახ. 3. 30. ცენტრიდანული კომპრესორის მუშა თვის ნიჩბების გარსდენის სქემა.

სწვა სურათი აღინიშნება ჰაერის მცირე ხარჯის დროს (იხ. ნახ. 3.30. გ). ამ შემთხვევაში ჰაერის ნაკადი შედის თვალზე ნიჩბის ჩაზნექილ მხარეზე („ვარკლზე“) დაჩტყპით. ნიჩბების პროფილია შეტევრს კუთხე იზრდება. და, როცა ხდება კრიტიკულზე მეტი, იწვევს ნაკადის მოწყვეტას ნიჩბების ამოზნექილი მხარეებიდან (ზურგიდან). წარმოქმნილი გრიგალი ეკვრის ნიჩბებს ნაკადის ზეგავლენით და შესაძლებლობა ეძლევა მას გავრცელდეს მთელს თვალზე და მაღლიანად შეავსოს ნიჩბთშორისი არხები.

მსგავსი სურათი შეიძლება აღინიშნოს ცენტრიდანული კომპრესორის დიფუზორშიც. მცირე ხარჯებზე მუშაობის დროს დიფუზორის ნიჩბებზე აგრეთვე წარმოიქმნება ჰაერის განვითარებული მოწყვეტა.

განვიხილოთ ღერძული კომპრესორის ნიჩბების გარსდენის სურათი. ჰაერის საანგარიშო რეჟიმზე მუშაობის დროს ჰაერი, მუშა თვალზე შედის მიმართულებით, რომელიც პარალელურია ნიჩბების წინა ნაწიბურებისა (ნახ. 3.31, ა). ჰაერის ხარჯის (და, მაშასადამე, C_{12} ვექტორის) გადიდების დროს იცვლება ნაკადის მიმართულება (იცვლება ψ_1 ფარდობითი სიჩქარის ვექტორის მიმართულება, რადგან C_1 აბსოლუტური სიჩქარე გაიზრდება u წრიული სიჩქარის უცვლელობის

დროს). პაერის ნაკადი ერთეულის ნიხბის „ზურგს“, „ეარკლზე“ წარმოიქმნება ნაკადის მოწყვეტა და გრიგალი (იხ. ნახ. 3.31, ბ). იმის გამო, რომ „ეარკლთან“ წნევა მეტია, ვიდრე „ზურგთან“, წარმოქმნილ გრიგალს არ შეუძლია გავრცელდეს მთელს თვალზე. დაბოლოს, პაერის ხარჯის შეპკირების დროს საანგარიშოსთან შედარებით (იხ. ნახ. 3.31, გ) პაერის ნაკადი შედის თვალზე დარტყმით „ეარკლზე“, ხოლო „ზურგთან“ წარმოიქმნება ნაკადის მოწყვეტა და გრიგალი. ამ გრიგალს შეუძლია შეუფერხებლად გავრცელდეს კომპრესორის მუშა თვალზე.



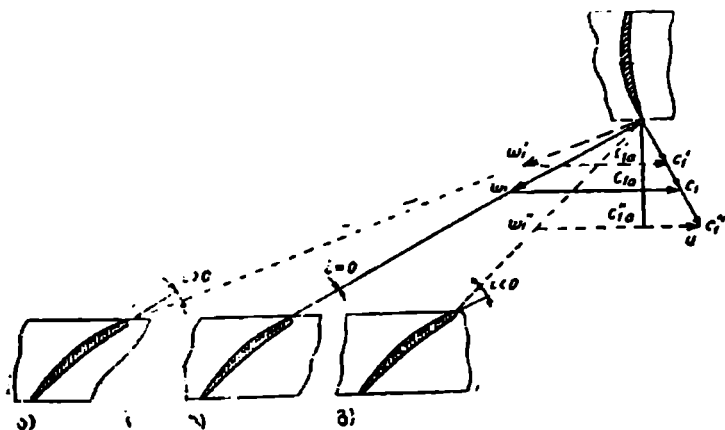
ნახ. 3. 31. ღერძული კომპრესორის თვლის ნიხბების გარსდენის სქემა.

მსგავსი სურათი აღინიშნება აგრეთვე გამასწორებელ აპარატშიც, როცა კომპრესორი მუშაობს შედარებით მცირე პაერის ხარჯით.

ნაკადის მოწყვეტის წარმოქმნას, ე. ი. პიდრავლიკური წინაღობის წარმოქმნას, მოჰყვება კომპრესორის მყისი დაცობა, რაც იწვევს წნევის დაცემას კომპრესორის იქით. რადგან აირების მოძრაობა წვის კამერაში, ტურბინასა და საქშენში არ წყდება (ის მიმდინარეობს ინერციით), წნევა კომპრესორის იქით მცირდება და ხდება უფრო მცირე, ვიდრე წნევა წვის კამერაში, რის შედეგად იწყება აირების გადაღინება წვის კამერიდან კომპრესორის მიმართულებით. პირველ მომენტში ეს დინება კომპრესორში ზრდის წნევას და ამცირებს გრიგალწარმოქმნას. მაგრამ შემდეგ პაერი კვლავ მიემართება კომპრესორიდან წვის კამერაში, კვლავ წარმოიქმნება კამერაში ნაკადის მოწყვეტა და სურათი განმეორდება. მსგავს არამდგრად მუშაობას, რომელსაც თან სდევს პაერის ნაკადის ცვალებადობა, ეწოდება პომპაჟი.

რადგან პომპაჟის დროს წვის კამერაში შესული პაერის რაოდენო-

ბა მცირდება ნახტომისებრ. ხოლო სათბობის მიწოდება რჩება მუდმივი, ამიტომ ნარევი მეტად მდიდრდება, მისი დაწვის სიჩქარე მცირდება და ალის ფრონტი გადაადგილდება ტურბინისაკენ, რის გამო აირების ტემპერატურა გადიდდება. აირების ტემპერატურის გადიდება იწვევს ნაპრალების გაჩენას, ნიჩბების დაბრეცვას, ხელს უწყობს ღრეჩოების შემცირებას ნიჩბებსა და ტურბინის გარსაცმს შორის და, საბოლოოდ, მიყვავართ ძრავას მომსახურების ვადის შემცირებისაკენ.



ნახ. 3. 32. ლერძული კომპრესორის საფეხურების მუშაობის „შეუთანხმებლობის“ სქემა.

ჰაერის წნევისა და ხარჯის ცვალებადობამ შეიძლება გამოიწვიოს ნიჩბების ვიბრაცია და დაშლა. შესაძლოა აგრეთვე ალის მოწყვეტა წვის კამერაში და ძარვას თვითამორთვა.

დაბოლოს, ნაკადის მოწყვეტის წარმოქმნას მოსდევს კომპრესორის მკვ-ის შემცირება, რის გამოც ირღვევა ძრავაში პროცესის ნორმალური მიმდინარეობა. ამ დროს შესაძლოა აგრეთვე საკისრების, მილსადენებისა და თვითმფრინავთან ძრავას დამაკრების კვანძების დაზიანება.

მაღალწნევიანი ლერძული კომპრესორის არამდგრადი მუშაობა გამოირჩევა თავისებურებით: ასეთი კომპრესორის მუშაობის დროს არასაანგარიშო რეჟიმზე ხდება ხოლმე მისი პირველი და ბოლო საფეხურების „შეუთანხმებლობა“. შეუთანხმებლობა, მაგალითად, იმაში მდგომარეობს, რომ, თუ საანგარიშო რეჟიმზე ყველა საფეხური ნორმალურად მუშაობს, მაშინ ბრუნთა რიცხვის შეცვლის დროს დაირღვევა კიდური საფეხურების მუშაობა: ბრუნთა რიცხვის შემცირების

დროს იწეება პომპაჟი პირველ საფეხურებში, ხოლო ბრუნთა რი-
ცხის გადიდებას — ბოლო საფეხურებში.

3. 32 ნახაზზე ილუსტრირებულია საფეხურთა მუშაობის „შეუთან-
ხმებლობის“ შემთხვევა.

საანგარიშოსთან შედარებით ბრუნთა რიცხვის შემცირების დროს
პირველ საფეხურზე (ა შემთხვევა) მნიშვნელოვნად მცირდება ჰაერის
ღერძული სიჩქარეები ($C'_a < C_{1a}$), შეტევის i კუთხეები იზრდება (ხდე-
ბა ნულზე მეტი), რასაც თან სდევს ნაკადის მოწყვეტა და პომპაჟი ამ
საფეხურებზე. ბოლო საფეხურებზე (გ შემთხვევა) იზრდება ჰაერის
ღერძული სიჩქარეები ($C''_{1a} > C_{1a}$). შეტევის i კუთხეები მცირდება
და ხდება ნულზე ნაკლები. ამ საფეხურებზე პომპაჟს არა აქვს ადგი-
ლი. მაგრამ შეტევის ძალზე მცირე კუთხეების დროს (უარყოფითი)
ბოლო საფეხურებზე მყარდება „ტურბინული“ რეჟიმი, რომელსაც
თან სდევს წნევის შემცირება (ამ საფეხურებში ჰაერი კი არ შეიკუმ-
შება, არამედ გაფართოვდება). კომპრესორის საშუალო საფეხურები
მუშაობენ ყველაზე უფრო ხელსაყრელ პირობებში (ბ შემთხვევა).

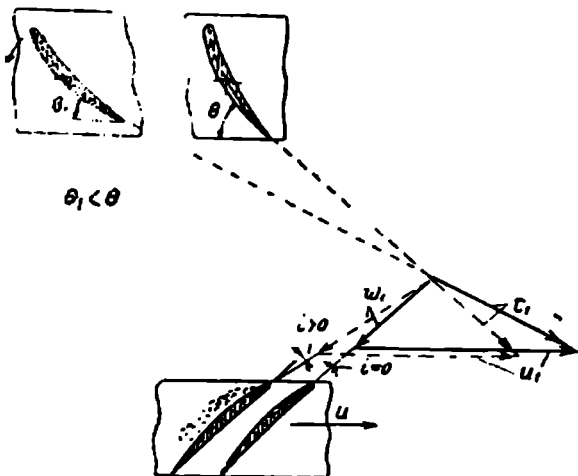
საჭიროა აღინიშნოს, რომ მოვლენები, რომლებიც ხდება პირველ
და ბოლო საფეხურებზე, დაკავშირებულია ერთმანეთთან. ასე, მაგა-
ლითად, პომპაჟი პირველ საფეხურებზე იწვევს ბოლო საფეხურებში
გამავალი ჰაერის სიმკვრივის შემცირებას და ამ საფეხურებზე ღერძუ-
ლი სიჩქარეების ზრდას. ამავე დროს „ტურბინულ“ რეჟიმზე მო-
მუშავე ბოლო საფეხურების დაწნევის შემცირებას თან სდევს წნევის
დაცემა საქმენი აპარატის წინ, აგრეთვე ჰაერის ხარჯის შემცირება და,
მასასადამე, პირველ საფეხურებზე ღერძული სიჩქარეების კიდევ უფ-
რო მეტად შემცირება.

თანამედროვე აირტურბინულ ძრავებში არამდგრადი მუშაობის ჩა-
მიანაშორებლად და მის ასაცილებლად, თუკი ის წარმოიქმნა, ღებულო-
ბენ სპეციალურ ზომებს. ზოგი ამ ღონისძიებათაგანი გამოიყენება კომ-
პრესორისა და ძრავას დაყვანის პროცესში, ზოგიც — ძრავას ექს-
პლოატაციის პროცესში.

კომპრესორის რეგულირებისა და არამდგრადი მუშაობის აცილების
ერთ-ერთ მეთოდი მიმართველ აპარატში საბრუნავი ნიჩბების გამო-
ყენებაა. მათი მოქმედების არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ყველა
მიმართველი აპარატის ნიჩბების შემობრუნებით შეიძლება ყოველი
საფეხურის შეგუება გარსდენის ახალ პირობებთან და მისი მუშაობის
მიახლოება საანგარიშო რეჟიმთან.

ნათქვამი განმარტოთ 3.33 ნახაზის საშუალებით, სადაც პუნქტირ-
ხაზებით ნაჩვენებია სიჩქარეთა სამკუთხედი პირველ საფეხურებისა-
თვის მცირე ბრუნთა რიცხვზე, რაც შეესაბამება პომპაჟურ მუშაობას

(მიმართველი აპარატის ნიჩბების შემობრუნებამდე). შემოვებრუნოთ მიმართველი აპარატის ნიჩბები უფრო მცირე θ_1 კუთხეზე მუშა თელის ბრუნვის მიმართულებით (სათის ისრის საწინააღმდეგოდ). ამ დროს შეიცვლება ω_1 ფარდობითი სიჩქარის მიმართულება. შეტევის i კუთხე შემცირდება (სიჩქარეთა სამკუთხედი ამ შემთხვევისათვის ნაჩვენებია მთლიანი ხაზებით), ე. ი. გახდება ისეთი, როგორც ის იყო საანგარიშო რეჟიმზე, რითაც უზრუნველყოფილ იქნება ჰაერის უდარტყმო შესვლა თვალზე. ანალოგიურად, მიმართველი (გამასწორებელი) აპარატის ნიჩბების შემობრუნებით უფრო დიდ



ნახ. 3. 33 ლერძული კომპრესორის მიმართველი აპარატის საბრუნო ნიჩბების მოქმედების პრინციპი.

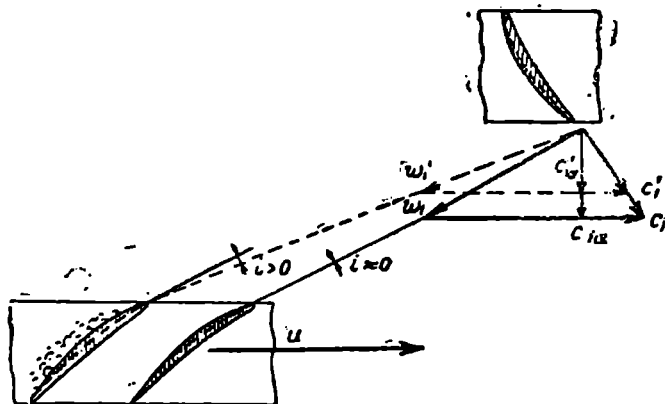
კუთხეზე შეიძლება კომპრესორის ბოლო საფეხურების გამოყვანა ტურბინული რეჟიმიდან. აქედან გამომდინარეობს, რომ ყველა მიმართველი (გამასწორებელი) აპარატების ნიჩბების დაყენების კუთხეების შეცვლით შეიძლება ყოველი საფეხურის შეგუება ახალი პირობებთან და მისი მუშაობის მიახლოება საანგარიშო რეჟიმთან.

რადგანაც საშუალო საფეხურების მუშაობის რეჟიმები ნაკლებად განსხვავდებიან საანგარიშო რეჟიმისაგან, ამიტომ საკმარისია დავეყვანოთ პირველი და ბოლო საფეხურების შემობრუნებით. ნიჩბების დაყენების კუთხის რეგულირება ართულებს კომპრესორის კონსტრუქციას. ამიტომ უმეტეს შემთხვევაში იყენებენ ნიჩბების შემობრუნებას მხოლოდ შემავალი მიმართველი აპარატისათვის. ეს ღონისძიება, უწინარეს ყოვლისა, გავლენას ახდენს უახლოესი საფეხურების

მუშაობაზე. ხოლო მათი საშუალებით მთელი კომპრესორის მუშაობაზეც. ნიჩბების შემობრუნების მართვა ხორციელდება ავტომატურად.

არამდგრად სამუშაოსთან ბრძოლის მეორე მეთოდი მდგომარეობს შეკუმშული ჰაერის გადაშვებაში კომპრესორიდან ატმოსფეროში.

3. 34 ნახაზზე პუნქტირით გამოსახულია ღერძული კომპრესორის საფეხურების სიჩქარეთა სამკუთხედი მისი მუშაობის დროს პომპაჟურ რეჟიმზე ჰაერის გადაშვების ჩართვანდე. ჰაერის ნაწილის გამოშვე-



ნახ. 3. 34. პომპაჟის აცილების სქემა კომპრესორიდან ჰაერის გადაშვებით.

ბის დროს სპეციალური (6) ნახერეტებით (სარკმლებით) კომპრესორის კორპუსში (იხ. ნახ. 3. 24) ჰაერის მოცულობითი ხარჯი გადაშვების სარკმლიდან განლაგებულ საფეხურებში გადიდდება, რადგან ამ დროს მცირდება ჰაერის გასვლის წინაღობა. ამ საფეხურებში გამავალი ჰაერის სიჩქარეები გაიზრდება, მაშასადამე, შეტევის i კუთხეები პირველ საფეხურებზე შემცირდება (3. 34 ნახაზზე სიჩქარეთა სამკუთხედი ამ შემთხვევისათვის ნაჩვენებია მთლიანი ხაზებით). ამრიგად, ეს საფეხურები გამოყვანილ იქნებიან პომპაჟიდან.

რადგან ჰაერის ნაწილი გაიღვენება გადაშვებ სარკმლებში, ჰაერის ხარჯი, გადამშვებ სარკმლებს იქით განლაგებულ საფეხურებში შემცირდება. ამ საფეხურებში შემცირდება ჰაერის სიჩქარე, შეტევის i კუთხეები გაიზრდება და საფეხურები გამოვა „ტურბინული“ რეჟიმიდან. ექსპლოატაციაში რეგულირების ეს ხერხი მარტივია და საიმედო.

როგორც ნაჩვენებია იყო, ბრუნთა რიცხვის შემცირების დროს (საანგარიშო ბრუნთა რიცხვთან შედარებით) პირველი საფეხურები შეიძლება მოპყვნენ პომპაჟის რეჟიმში ჰაერის ღერძული სიჩქარეების

შემცირებისა და შეტევის *i* კუთხეების გაზრდის გამო, ხოლო ბოლო საფეხურები — „ტურბინულ“ რეჟიმში ღერძული სიჩქარეების გადი-
ლებისა და შეტევის კუთხეების შემცირების გამო. იმისათვის რომ
შენიშნული ბრუნთა რიცხვის დროს შეტევის *i* კუთხეები არ
გადაიხარონ საანგარიშო მნიშვნელობისაგან, ჰაერის ღერძული სიჩქა-
რის შეცვლასთან ერთად ერთდროულად უნდა შეიცვალოს შესაბამი-
სად კომპრესორის მუშა თვლის წრიული სიჩქარეც. სხვანაირად, თუ
პირველ საფეხურებზე ჰაერის ღერძული სიჩქარეები მეტია, ვიდრე
ბოლო საფეხურებზე, მაშინ პირველ საფეხურებს ნაკლები წრიული
სიჩქარეები უნდა ჰქონდეთ. ამით შენარჩუნებული იქნება ნიჩბის შე-
ტევის კუთხე, რომელიც საანგარიშო რეჟიმს შეესაბამება.

ამრიგად, კომპრესორის მუშა თვლებმა სხვადასხვა ბრუნთა რიცხ-
ვით უნდა იბრუნონ. ძრავას გაქანების დროს პირველ საფეხურებს
ნაკლები ბრუნთა რიცხვი უნდა ჰქონდეთ, ვიდრე ბოლოებს და, პი-
რიქით, გადიდებულ რეჟიმებზე პირველ საფეხურებს უნდა ჰქონდეთ
მეტი ბრუნთა რიცხვი, ვიდრე ბოლოებს.

უფრო ხელსაყრელ იქნებოდა ყველა საფეხურს რომ ჰქონოდა
სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვი, მაგრამ ამ მოთხოვნის შესრულება კონს-
ტრუქციულად ძნელად შესასრულებელია.

პომპაჟის აცილება შეიძლება, თუ კომპრესორს დაეყოფთ ორ კას-
კადად.

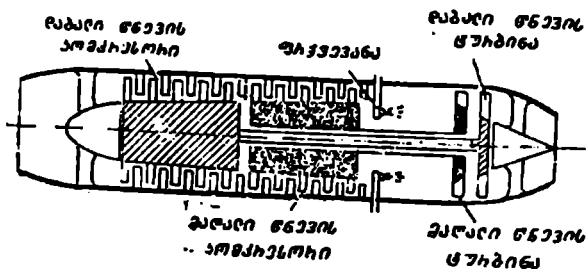
ასეთ კომპრესორიანი ტრძ-ს სქემა გამოსახულია 3. 35 ნახაზზე.
როგორც ნახაზიდან ჩანს, წინა კასკადი (დაბალი წნევის კომპრესორი)
შეერთებულია უკანა ტურბინასთან (დაბალი წნევის ტურბინასთან),
ხოლო უკანა (მაღალი წნევის კასკადი) — წინა ტურბინასთან (მაღა-
ლი წნევის ტურბინასთან). ძრავას გაქანების დროს მაღალი წნევის
ტურბინა ავითარებს დიდ სიმძლავრეს, ვიდრე უკანა, დაბალი წნე-
ვის კასკადს ბრუნთა რიცხვი აღმოჩნდება უფრო ნაკლები, ვიდრე მა-
ღალი წნევის კასკადისა, მაგრამ ღერძული სიჩქარეები და ჰაერის ხარ-
ჯი ამ საფეხურებში აღმოჩნდება შედარებით დიდი, რითაც აიცილება
პომპაჟის წარმოქმნის პირობები პირველ საფეხურებზე.

თანამედროვე ტურბოროექტიულ ძრავებში პომპაჟის თავიდან ასა-
ცილებლად უფრო ხშირად იყენებენ ჰაერის გადაშვების სისტემის შე-
თავსებას საბრუნავ ნიჩბებთან კომპრესორის შესასვლელთან ან კომ-
პრესორს გამოყოფენ ორ კასკადად.

გადაშვების სისტემის გამოყენება თითქმის არ აღიღებს ძრავას
სიმძიმის ძალას (წონას), მაგრამ რამდენადმე ამცირებს მის ეკონო-
მიურობას (სიმძლავრის დახარჯვის გამო გადასაშვები ჰაერის შეკუმ-
შვაზე). ამიტომ ჰაერის გადაშვებას იყენებენ ძრავას უპომპაჟო მუშა-

ობის უზრუნველსაყოფად ისეთ რეჟიმებზე, რომლებზეც, არ არიან საექსპლოატაციო.

ორლივნიანი კომპრესორები აუმჯობესებენ ძრავას ეკონომიურობას და მის საექსპლოატაციო თვისებებს, მაგრამ ამ დროს იზრდება ჯრავას სიმძიმის ძალა (წონა) და მისი კონსტრუქცია რთულდება.



ნახ. 3. 35. ორკასქადიანი კომპრესორის მქონე ტრამპრინციპული სქემა.

ღერძული და ცენტრიდანული კომპრესორების შედარება

ჩვენატაროთ ორი ტიპის კომპრესორის შედარება თითოეული ტიპისათვის დამახასიათებელი უპირატესობებისა და ნაკლოვანებების გამოვლინების მიზნით.

ღერძული კომპრესორის დიდი უპირატესობაა მაღალი შქყ. ეს იმით აიხსნება, რომ ღერძულ კომპრესორში არ იცვლება ჰაერის ძირითადი მიმართულება, ცენტრიდანულში კი ჰაერის ნაკადი რამდენჯერმე მკვეთრად იცვლის მიმართულებას, რასაც მოსდევს დიდი ჰიდრავლიკური დანაკარგები. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ცენტრიდანული კომპრესორის შქყ $\eta_s = 0,75-0,8$, ხოლო ღერძულის $\eta_s = 0,8-0,85$.

ჰაერის ერთნაირი ხარჯის დროს ღერძული კომპრესორის დიამეტრული ზომები დაახლოებით 4-ჯერ უფრო ნაკლებია. ეს იმით აიხსნება, რომ ღერძულ კომპრესორში გაბარიტული კვეთის 70—80% ჰაერის ასაღებად გამოიყენება, მაშინ როდესაც ცენტრიდანულ კომპრესორში უხელსაყრელეს შემთხვევაშიაც (ორმხრივი შესასვლელის დროსაც) კი გამოიყენება მხოლოდ 20—30%. მცირე დიამეტრული ზომა, აეროდინამიკური თვალსაზრისით, ძალზე დიდი ღირებება იმ ღერძული კომპრესორისა, რომელიც განკუთვნილია დიდჩქარული თვითმფრინავებსა და ლურჯი დანადგარებისათვის.

ღერძულთან შედარებით ცენტრიდანულ კომპრესორს აქვს უფრო დაქანებული მახასიათებელი, ე. ი. შეუძლია იმუშაოს მუდმივი ბრუნ-

თა რიცხვის დროს ჰაერის ხარჯის შეცვლის ფართო დიაპაზონში. საკმაოდ აღნიშნათ, რომ აირტურბინული ძრავებისათვის ამ უპირატესობას არა აქვს დიდი მნიშვნელობა, რადგან ამ ძრავებში $n = \text{const}$ დროს ჰაერის ხარჯი მცირე ზღვრებში იცვლება.

ცენტრიდანული კომპრესორის არსებითი ღირებება მოწყობილობის სანარტივე და საიმედო მუშაობა. კომპრესორის მუშაობის დიდი საექსპლუატაციო საიმედოება აიხსნება იმით, რომ მისი ნიჩბები ღერძული კომპრესორის ნიჩბებზე უფრო ხისტია.

ღერძული კომპრესორის ნაკლოვანებათა რიცხვს მიეკუთვნება მისი დიდი სიგრძე. სხვა ერთნაირი პირობების დროს ღერძული კომპრესორის სიგრძე 2—2,5-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე ცენტრიდანულისა (საფეხურის მცირე დაწნევის გამო იძულებული ვართ გამოვიყენოთ სფეხურების მეტი რიცხვი). მართალია, ამას არა აქვს არსებითი მნიშვნელობა, რადგან თვითმფრინავის საფრენ მონაცემებზე დიდ გავლენას ახდენენ დამატებული ზომები, ხოლო ესენი ამ კომპრესორში ცოტაა.

ღერძული კომპრესორის ნაკლოვანებათა რიცხვს უნდა მიეკუთვნოს მაღალი ღირებულება და წარმოების შრომატევადობა. და აგრეთვე დიდ კონსტრუქციული სირთულე. ეს კომპრესორები გამოირჩევიან აგრეთვე არასაკმაო მაღალი საექსპლუატაციო საიმედოობით: ისინი უფრო მგრძობიერი არიან გარეშე საგნების (ყინულის ნატეხების, მტვრის) მოხვედრის დროს.

ამყამად, როცა საავიაციო ძრავებში ცენტრიდანული კომპრესორები გამოყენება შეზღუდულია, უფრო მეტად გავრცელებულია ღერძული კომპრესორები.

რაც შეეხება კომპინირებულ (ღერძცენტრიდანულ) კომპრესორებს, ისინი გამოიყენება მცირეზომებიან აირტურბინულ ძრავებში. ამ კომპრესორებში მთელი რიგი ღერძული საფეხურების შემდეგ ათავსებენ ცენტრიდანულ საფეხურს. ცენტრიდანული საფეხურის შუბლური ფართობი მიიღება ამ შემთხვევაში მცირე, რადგან საფეხურში შედის დიდი სიმკვრივის ჰაერი, რომელიც წინააწარაა შეკუმშული ღერძულ საფეხურებში.

§ 7. წვის კამერები

წვის კამერებისადმი წაყენებული მოთხოვნები

ყოველი თბოძრავას ძირითადი პროცესი ეს არის პროცესი სითბოს მიწოდებისა მუშა სხეულისადმი. ტრძ-ში თბოძრავული ნარევის წარმოქმნა და მისი ეფექტურად დაწვა წვის კამერებში ხდება.

წვის კამერა ძრავას ერთ-ერთი ყველაზე საპასუხისმგებლო ელემენტთაგანია: წვეა. განვითარებული ძრავას მიერ, ძრავას ეკონომიურობა და მუშაობის საიმედოობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული წვის კამერის წეაიერ მუშაობაზე.

წვის კამერებს უყენებენ მთელ რიგ მოთხოვნებს, რომლებიც გამომდინარეობენ ძრავას ექსპლოატაციის პირობებიდან. ძირითად მოთხოვნებია შემდეგია:

1. წვის კამერამ ძრავას მუშაობისა და თვითმფრინავის ფრენის ყველა რეჟიმზე უნდა უზრუნველყოს წვის მდგრადი პროცესი. ამ მოთხოვნის შესრულება, რომელიც ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანია და სავალდებულო, გულისხმობს პულსაციის უქონლობას, რომელსაც თან სდევს ტურბინისაკენ ალის ამოვარდნა ან ალის ჩაქრობა. ამ მოთხოვნის შესრულება უზრუნველყოფს ძრავას მუშაობის მუშაობას ექსპლოატაციის პროცესში.

2. ძრავას ეკონომიურობის უზრუნველსაყოფად კამერაში უნდა ხდებოდეს რაც შეიძლება სრული დაწვა, რომელსაც თან უნდა სდევდეს სითბოს რაც შეიძლება მცირე დანაკარგები. სითბოს დანაკარგები თანამედროვე წვის კამერებში აღწვენ 2—4% (დედამიწასთან და 11—12 კმ-მდე სიმაღლეებზე მუშაობის დროს).

3. წნევის დანაკარგები კამერაში უნდა იყოს მინიმალური. კამერაში სხვადასხვაგვარი წინაღობების არსებობა, ნაკადის აჩქარება და მისი გაფართოება შეთბობის გამო არის წნევის დაცემის მიზეზი. წნევის დაცემით მცირდება აირის ენერგია და საბოლოოდ მიჰყავს წნევის შემცირებისა და სათბობის კუთრი ხარჯის გადიდებისაკენ. თანამედროვე წვის კამერებში წნევის დანაკარგები შეადგენენ 3—5%.

4. კამერის გამოსასვლელ კვეთში (ტურბინის საქშენი აპარატის შესასვლელთან) უზრუნველყოფილ უნდა იქნეს აირის ტემპერატურის ოპტიმალური განაწილება. ეს მნიშვნელოვანი მოთხოვნა გამოწვეულია შემდეგი გარემოებით. ტურბინის მუშა ნიჩბები, რომლებზეც შედის აირის ნაკადი, მუშაობენ განსაკუთრებით მძიმე პირობებში: ისინი გაკუმული არიან ძლიერ დიდი ცენტრიდანული ძალებით, განიცდიან ღუნვასა და რხევებს მაშინ, როდესაც მათი სიმტკიცე დაწეულია, რადგანაც განიცდიან ცხელი აირების ზემოქმედებას. ტურბინის წინ არების ტემპერატურის შემცირება არასასურველია (ეს გამოიწვევს კუთრი წნევის შემცირებას), ამიტომ საქშენი აპარატის წინ უნდა შეიქმნას აირის ტემპერატურის ისეთი განაწილება. რომ ნიჩბების ეფრო დატვირთულ ნაწილებთან მიდიოდეს ნაკლებად გახურებული პირები, ხოლო საშუალო ტემპერატურა იყოს რაც შეიძლება მაღალი.

5. წვის კამერის ყველაზე უფრო გახურებული ნაწილები უნდა ცივდებოდეს საიმედოდ, რათა არ იქნეს დაშვებული საშიში გადახურება და კამერის მწყობრიდან გამოყვანა.

6. წვის კამერებმა უნდა უზრუნველყონ ძრავას სწრაფი და შეუფერხებელი ამუშავება დედამიწაზე და ჰაერში. ფრენის ნებისმიერ პირობებში. კამერაში შესაბამისი სათბობი უნდა ააღდეს დაუყოვნებლივ, წინააღმდეგ შემთხვევაში ძრავა სათბობით მოიფინება და აალებს გახდება შეუძლებელი.

7. წვის კამერას უნდა ჰქონდეს მცირე მოცულობა, და, მაშასადამე, მცირე გაბარიტები და სიმძიმის ძალა (წონა) და ამავე დროს მასში უნდა ხდებოდეს რაც შეიძლება მეტი სითბოს გამოყოფა. ეს მოთხოვნა გულისხმობს კამერის მაღალ თბოდაცხადებულობას.

წვის კამერაში 1 საათის განმავლობაში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის ფარდობას წვის კამერის მოცულობისა და მასში არსებული წნევის ნამრავლზე წვის კამერის თბოდაცხადებულობა ეწოდება:

$$q_{\Sigma} = \frac{Q_{\Sigma}}{V_{\Sigma} F_2}$$

სადაც Q_{Σ} არის სითბოს რაოდენობა, გამოყოფილი კამერაში 1 საათის განმავლობაში;

V_{Σ} — წვის კამერის მოცულობა;

F_2 — წვის კამერაში შემაველი ჰაერის წნევა.

თბოდაცხადებულობა აფასებს სათბობის დასაწვავად წვის კამერის მოცულობის გამოყენების სრულყოფას. რაც უფრო მეტია თბომოცულობა სათბობის მოცემული ხარჯის დროს (გამოყოფილი სითბოს ზოცულ რაოდენობის დროს), მით უფრო მცირეა წვის კამერის მოცულობა და გაბარიტები. მინიმალური გაბარიტების მოთხოვნა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან ძრავას მიღელი ხშირად განისაზღვრება ხოლმე წვის კამერის გაბარიტებით.

თბოდაცხადებულობის მიკუთვნება წნევის ერთეულისადმი იმითაა გამოწვეული, რომ ჰაერის მეტი წნევის (სიმკვრივის) დროს იმავე მოცულობაში შეიძლება დაიწვას სათბობის მეტი რაოდენობა (გამოიყოს სითბოს მეტი რაოდენობა).

ტრძ-ის წვის კამერების თბოდაცხადებულობა მნიშვნელოვნად აღემატება სამრეწველო დანადგარების საცეცხლეების თბოდაცხადებულობას.

დაწვის პროცესის ორგანიზაცია წვის კამერაში

განვიხილოთ, თუ როგორ ხორციელდება დაწვის პროცესი აირტურ-ბინული ძრავას კამერაში. წვის კამერის სქემა გამოსახულია 3. 36 ნახაზზე. გარსაცმის (1) შიგნით მოთავსებულია საცეცხლე მილი (2). მას აქვს ნახვრეტების რიგი. საცეცხლე მილში ჰაერი მთლიანად აირევა სათბობთან, რომელიც ფრქვევანათი (3) საცეცხლე მილში შემხაზუნდება. ძრავას რამდენიმე კამერა აქვს და მათი საცეცხლე მილები ერთმანეთთან მილაკებიანად შეერთებული. მათი საშუალებით კამერებში წნევა თანაბრდება და აგრეთვე უზრუნველყოფა ალს გავრცელება ერთი კამერიდან მეორეში აალების საწყისი წერტილიდან.

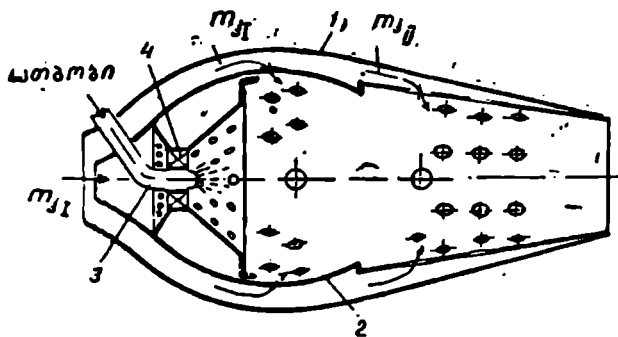
ტრძ-ში სათბობის ყოველ კილოგრამზე მოდის ჰაერის დიდი რაოდენობა (50—70 კგ). კამერაში ჰაერი შედის კომპრესორიდან 0,4—1 მნ/წ [4—10 კგ/სმ²] და მეტი წნევით. სათბობის დაწვა მოძრავი ჰაერის ასეთ დიდ რაოდენობაში განუხორციელებელია. რადგან ღარიბი ნარევის დაწვის სიჩქარე (ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი იყოფება 3.5—4.5 ზღვრებში) ძალიან მცირეა და მოხდება კამერაში წარმოქმნილი ალს გადაბერვა და წატაცება ნაკადის მიერ.

მდგრადი და სწრაფი წვა მაშინაა შესაძლებელი, თუ სათბობს დავწვავთ ჰაერის არა მთელ მოცულობაში, არამედ მოცულობის ნაწილში, რომელიც უზრუნველყოფს ჰაერის სიჭარბის ერთთან მიახლოებულ კოეფიციენტის მქონე ნარევის მიღებას. ასეთ შემთხვევაში დაწვის ძირითად პროცესში მონაწილეობას მიიღებს არა მთელი ჰაერი, არამედ მხოლოდ მისი ნაწილი, რომელიც საჭიროა წვისათვის.

აღნიშნული მოსაზრებებიდან გამომდინარე, ყველა წვის კამერის მოცულობა იყოფა წვის ზონად და შერევის ზონად. კომპრესორიდან შესული ჰაერი წვის კამერის შესასვლელთან დაიყოფა ორ ნაწილად: ერთი ნაწილი, რომელიც ჰაერის მთელი რაოდენობის დაახლოებით 25—30%-ია, მიდის უშუალოდ სათბობის დასაწვავად, მეორე ნაწილი, გაძოყენებული კამერის ყველაზე უფრო გახურებული ნაწილებში გასაცივებლად, თანდათან აირევა აირებთან და დაწვეს ტემპერატურას. კამერის დაყოფა ორ ნაწილად პირობითია, რადგან ზონებს შორის არაა მკვეთრი საზღვარი. ამასთან, არევის ზონაში შეიძლება მოხდეს სათბობის ბოლომდე დაწვა.

მდგრადი წვის უზრუნველსაყოფად საჭიროა დაწვის სიჩქარე იყოს იმ ჰაერის სიჩქარეზე მეტი, რომელიც შედის წვის კამერაში. თუ ტრძ-ს კამერებში წვის სიჩქარე ტოლია 25—35 მ/წმ-ისა, მაშინ შესული ჰაერის სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 15—20 მ/წმ-ს. ჰაერის სიჩქარის შემცირებას 100—150 მ/წმ-დან (ასეთია ჰაერის სიჩქარე გამოასახვლეზე კომპრესორიდან) 15—21 მ/წმ-მდე აღწევენ კამერაში შესას-

ვლელის შესაბამისი დაპროფილებით. წვის მდგომარეობას აღწევენ აგრეთვე სპეციალური მოწყობილობებით, რომლებიც თავსდებათ კამერის შესასვლელთან და ეწოდებათ ალის სტაბილიზატორები ან საფრონტო მოწყობილობები.



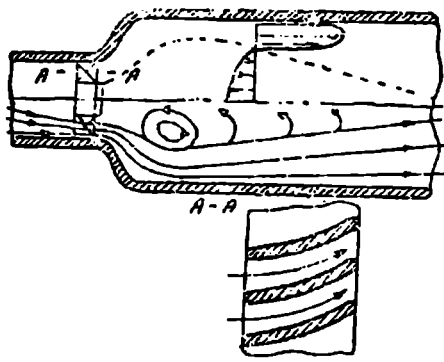
ნახ. 3. 36. მილოვანი წვის კამერის სქემა.
1—გარს-ცმი, 2—საცეცხლე მილი. 3—ფრქვევანა, 4—საგრივლი.

3. 36 ნახაზზე გამოსახულ კამერაში საფრონტო მოწყობილობის ძირითადი ელემენტია საგრივლი (4), რომელშიც ნაკადი იგრიბება. ჰაერის ბრუნვის დროს წარმოქმნილი ცენტრიდანული ძალების შემწეობით ჰაერის წნევა საცეცხლე მილების კედლებთან აღმოჩნდება მეთი, ვიდრე მის ღერძზე (ნახ. 3. 37). წნევათა წარმოქმნილი ვარდნის გამო ჩნდება უკუღინების ზონა. ამასთან, მაღალი ტემპერატურის მქონე პროდუქტების ნაწილი წინაღდგენით მიემართება ახალ სათბობ-ჰაერული ნარევისაკენ, გაათბობს ნარევს, დააჩქარებს სათბობის აორთქლებას და ამით უზრუნველყოფს სათბობ-ჰაერის ნარევის საიმედო და მდგრად აალებას.

საფრონტო მოწყობილობაში და საცეცხლე მილის რამდენიმე რიგ ნახვრეტებში, მიდის m_{II} ჰაერის ნაწილი (იხ. ნახ. 3.36), რომელიც შეადგენს ჰაერის საერთო ხარჯის 25—30%-ს. ამ ჰაერს ვუწოდოთ პირველადი. პირველადი ჰაერი ფრქვევანით შესაპუნებულ სათბობთან შეირევა და წარმოქმნის ნარევს, რომელიც ხასიათდება ჰაერის $\alpha=0,8-0,9$ სიჭარბის კოეფიციენტით. ასეთი შემადგენლობის ნარევი გამოირჩევა დაწვის უდიდესი სიჩქარით.

პირველად ჰაერი შედის წვის ზონაში. შერევის ზონაში ხდება ე. წ. m_{II} მეორეული ჰაერის მიწოდება. ეს ჰაერი შედის ჰაერის საერთო ხარჯის 70—75%-ის რაოდენობით, გაივლის საცეცხლე მილის გარემომცველ არხს, გააცივებს მილს და შეაღწევს მასში ნახვრეტების გაე-

ლით. ამ დროს ჰაერი შეირევა დაწვის პროდუქტებთან და გააცივებინათ. წვის ზონაში აირის ტემპერატურა აღწევს 2400°K -ს. მეორეული ჰაერის მიწოდების დროს აირის ტემპერატურა დაიწვეს წვის კამერის გამოსასვლელთან და ტურბინის ნიჩბების წინ უზრუნველყოფილი იქნება აირის საჭირო 1200 — 1300°K ტემპერატურა. წვის კამერა ცივდება იმ მეორეული ჰაერის ნაწილის საშუალებით, რომელიც შედის საცეცხლე მილში კედლისადმი კუთხით განლაგებული მთელი რიგი ნახვრეტებით. ჰაერის ამ შრიტ კამერის კედელი იზოლირდება ცხელი აირის ნაკადისაგან.



ნახ. 3. 37. საგრეგლის მოქმედების სქემა.

წვის კამერის მუშაობის ძირითადი მაჩვენებლები—დაწვის სისრულე და მდგრადობა დიდადაა დამოკიდებული კამერის მუშაობის რეჟიმზე. დაწვის უდიდესი სისრულე უზრუნველყოფილია ჰაერის სიჭარბის შეჯამებული კოეფიციენტის α_{Σ} რომელიც ოპტიმალური მნიშვნელობის დროს, რომლის დროსაც დაწვის რეაქციის სიჩქარე მაქსიმალურია. ნარევის გამდიდრება და გაღარიბება ამ α_{Σ} შედარებით იწვევს დაწვის სისრულის შემცირებას. ნარევის გამდიდრების დროს ზონაში, სადაც იწეება წვა, თავს იჩენს უანგბადის ნაკლოვანება სრული დაწვინათვის; ალის ჩირაღდან იწეებს წაგრძელებას და დაწვა მიმდინარეობს საცეცხლე მილის მთელ მოცულობაში. ნარევის გამდიდრება იწვევს აირების ტემპერატურის დაწვეას, სათბობის მსხვილი წვეთები ვერ ასწრებენ აორთქლებას და დაწვას. მათ არ შეუძლიათ დაიწვან შერევის ზონაშიც, სადაც ტემპერატურა კიდევ უფრო დაბალია და სადაც დაწვა პრაქტიკულად შეიძლება შეწყდეს კიდევ. ალის ჩირაღდან ამ შემთხვევაში გალის ტურბინაში.

მდგრადი წვა კამერაში ირღვევა მუშაობის რეჟიმის მკვეთრად შეცვლისას („აირის მიცემის“ და „აირის აღების“ დროს). სათბობის მიწოდების მკვეთრმა გადიდებამ ძრავას მიერ განვითარებული წვის გადიდების მიზნით შეიძლება გამოიწვიოს ნარევის მკვეთრი გადამდიდრება და კამერაში ალის მოწყვეტა. აირის ტემპერატურა ამ დროს

ძალზე იზრდება. და შეიძლება გადაამეტოს მის ზღვრულად დასაშვებ მნიშვნელობას ტურბინის ნიჩბებისათვის.

სათბობის მიწოდების მკვეთრი შეპიკირება წვეის შემცირების მიზნით იწვევს ნარევის მკვეთრ გაღარიბებას (ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი ხანმოკლედ იზრდება $\alpha=20-30$ -მდე და მეტად) და შეუძლია გამოიწვიოს ალის მოწყვეტა წვის კამერაში.

წვის კამერის მუშაობა ძალიანაა დამოკიდებული ფრენის სიმაღლეზე. ფრენის სიმაღლის გადიდებასთან ერთად კამერაში ჰაერის ხარჯის შემცირების გამო უნდა შემცირდეს მისაწოდებელი სათბობის რაოდენობა, რისთვისაც საჭიროა შეშხაუნების წნევის დაწვევა. მაგრამ შეშხაუნების ეს წნევა იმდენად მკვეთრად ეცემა, რომ მას მოსდევს ფრქვევანებას მიერ სათბობის გაფრქვევის ძლიერი გაუარესება. იმისათვის, რომ არ იქნეს დაშვებული სათბობის გაფრქვევის გაუარესება, სათბობის ფრქვევანას აკეთებენ მრავალარხიანს. ეს ფრქვევანა არსებითად წარმოადგენს ორ ფრქვევანას, გაერთიანებულს საერთო კორპუსით. ანუ ფრქვევანაში სათბობის მცირე ხარჯის დროს მიწოდება ხდება მცირე დიამეტრის არხით (მცირე აირის არხი), რომელიც უზრუნველყოფს ძრავას მუშაობას ამუშაების დროს და დიდ სიმაღლეებზე. დიდი ხარჯის დროს სათბობი მიეწოდება მცირე აირის არხითა და ძირითადი არხით.

თვითმფრინავის მაღლა ასვლის დროს წვის კამერაში შემავალი ჰაერის წნევის დაწვეას მოჰყვება ხოლმე დაწვის გაუარესება. ეს გამოწვეულია დაწვის რეაქტიის სიჩქარის დაწვეით და ჰაერის ნაკადის ტურბულენტურობით.

ტრმ-ს ამუშაების დროს სათბობი ააღდება ჰაეციალური ასამუშავებელი მოწყობილობით, რომელიც შედგება ასამუშავებელი ფრქვევანასა და ელექტრული ასანთი სანთლისაგან. ასამუშავებელი ფრქვევანით მიწოდებული სათბობი ააღდება ელექტრული ნაპერწკლით და წარმოიქმნება ასამუშავებელი ალის ჩირაღდანი. ეს ჩირაღდანი, თავის მხრივ, ძირითადი ფრქვევანებით მიწოდებულ სათბობს ააღებს.

ასამუშავებელი მოწყობილობის საშუალებით გამოართული ძრავას განმეორებითი ამუშაების უზრუნველყოფა ფრენის დიდ სიჩქარეებზე და სიმაღლეებზე გაიწელებულია. კამერები ამ დროს გაიჭრება ჰაერით, რომელსაც აქვს დიდი სიჩქარე, დაბალი წნევა და ტემპერატურა, დაწვის სიჩქარე კი დაწეულია, ხოლო ნარევის ააღების პირობები გაუარესებული. ამ შემთხვევაში ძრავას ასამუშავებლად საჭიროა ნარევისათვის ცეცხლის წაქიდების უფრო მძლავრი საშუალებანი, ვიდრე დედამიწაზე. რიგ შემთხვევებში ჟანგბადის მიწოდება ნებას იძლევა

გავადიდოთ ამუშაების მაღლივობა. ზოგჯერ ძრავას ანაქუშავებლად საკიროა ზოლმე სიმალლისა და ფრენის სიჩქარის წინასწარი შემცირება.

§ 8. აირული ტურბინები

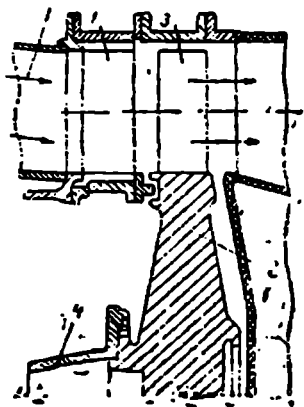
აირული ტურბინის მუშაობის პრინციპი

აირული ტურბინა ეწოდება მანქანას, რომელიც მოძრავი აირის ენერგიას ლილვზე გარდაქმნის მექანიკურ ენერგიად.

აირული ტურბინა აირტურბინული ძრავების ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია. ტურბორეაქტიულ ძრავებში ტურბინა განკუთვნილია ძრავას კომპრესორისა და აგრეგატების ასამოძრავებლად. ტურბოხრახნულეებში — აგრეთვე საჰაერო ხრახნის ასაბრუნებლადაც.

აირული ტურბინის შექმნამ ხელი შეუწყო აირტურბინული ძრავების განვითარებას.

წარს. ანუხიჩიკაძე



ნახ. 3. 38. ერთსაფეხურიანი ტურბინის პრინციპული სქემა.

1—საქმუნის ნიჩაბი. 2—ტურბინის დისკო. 3—ნიჩაბი. 4—ტურბინის ლილვა.

აირული ტურბინის დადგმის დროს ტრძ-სა და ტხძ-ზე განსაკუთრებით ძლიერად იჩინა თავი ტურბინის ღირსებებმა: დიდმა სიმძლავრემ, რომელსაც ავითარებს ტურბინა მცირე გაბარიტებისა და სიმძიმის ძალის (წონის) დროს, სიმარტივემ და კონსტრუქციის საიმედოობამ, მაღალმა ეკონომიურობამ და სხვ.

ტურბორეაქტიული ძრავას აირის ტურბინაში შედის აირი, რომელიც წინასწარაა შეკუმშული კომპრესორში და გამთბარია წვის კამერაში. ასეთ აირს ტურბინასთან მისვლის დროს, აქვს პოტენციური ენერგიის განსაზღვრული მარაგი, რომელიც ტურბინაში გარდაიქმნება კინეტიკურად და შემდეგ მუშა ნიჩბებზე გადაიქცევა მექანიკურ მუშაობად.

3. 38 ნახაზზე წარმოდგენილია ტურბინის უმარტივესი სქემა. აირის ერთ-

საფეხურიანი ტურბინა შედგება ორი ძირითადი ელემენტისაგან:

უძრავი საქშენი ნიჩბების (1) როგით წარმოქმნილი უძრავი საქშენი აპარატისაგან და მბრუნავი მუშა თვლისაგან, რომელიც წარმოადგენს ტურბინის ლილვთან (4) შეერთებულ მუშა ნიჩბებთან (3) დისკოს (2). საქშენი აპარატისა და მისი მომდევნო მუშა ნიჩბების რიგის ერთო ლიობას ტურბინის საფეხური ეწოდება. შემდგომ ტურბინის მუშაობის განხილვის დროს აირის პარამეტრების აღნიშვნებს ექნებათ მ¹—დეგი ჩნდექსები: 3—აირის პარამეტრებისათვის საქშენი აპარატის წინ. 3'—საქშენ აპარატისა და მუშა თვალს შორის და 4—თვლის შემდეგ. ტურბინის მუშაობის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობა:

აირი შედის საქშენ აპარატში და p_a წნევიდან ფართოვდება p' წნევამდე. ამავე დროს აირს პოტენციური ენერჯია გარდაქმნება კინეტიკურად, რის შედეგადაც აირის სიჩქარე გაიზრდება. შემოღვ აირის ჰაული გადადის მუშა ნიჩბებზე, სადაც ჰაულის შემობრუნების შედეგად წარმოიქმნება თვალს მბრუნავი ძალა.

აირის ტურბინების ორი ტიპი არსებობს. ერთ-ერთი ტიპის ტურბინში აირის გაფართოება, ე. ი. პოტენციური ენერჯიის გარდაქმნა კინეტიკურად ხდება მხოლოდ საქშენ აპარატში. ასეთი ტურბინის თვლის არხებში აირი იცვლის მხოლოდ მიმართულებას. ასეთ ტურბინებს ეწოდება აქტიური. მეორე ტიპის ტურბინებში აირის გაფართოება და პოტენციური ენერჯიის გარდაქმნა კინეტიკურად ხდება არა მარტო საქშენ აპარატში, არამედ მუშა ნიჩბებზეც. ასეთი სახის ტურბინებს რეაქტიული ეწოდება. ასეთი ტიპის ტურბინებში მუშა ნიჩბების მიმართ იზრდება აირის სიჩქარე, რის შედეგადაც გამოდინების დროს წარმოიქმნება ნიჩბებისადმი მიყენებული რეაქტიული ძალა. ამრიგად, რეაქტიული ტურბინის თვალი ბრუნავს ნიჩბებზე აირის როგორც აქტიური მოქმედების შედეგად (როგორც აქტიურ ტურბინებში), ისე რეაქტიული ძალის მოქმედებითაც.

აქტიური ტურბინები

3. 39 ნახაზზე ნაჩვენებია აქტიური ტურბინის საქშენი აპარატისა და მუშა თვლის კვეთის განფენა.

განვიხილოთ, თუ როგორ წარმოიქმნება აირის მუშაობა ასეთი ტურბინის ნიჩბებზე. ამასათვის გავკვეთოთ საქშენი აპარატისა და მუშა თვლის ნიჩბები ცილინდრული ზედაპირით, რომლის ღერძიც დაემთხვევა თვით ტურბინის ღერძს. მიღებული კვეთი გაფინოთ სიბრტყეზე.

საქშენი აპარატის ნიჩბები ქმნიან ვიწროვლებად მრუდხაზოვან არხებს; მუშა ნიჩბებს აქვთ სიმეტრიული პროფილი და ქმნიან მუდმივ კვეთის არხებს. აირი შედის საქშენ აპარატში $T_1 = 1200—1300^\circ K$

ტემპერატურით. აირის სიჩქარე შესასვლელთან აღწევს 200 მ/წმ-ს. აირის წნევა განისაზღვრება წნევის გადიდების ხარისხის სიდიდით ძრავაში.

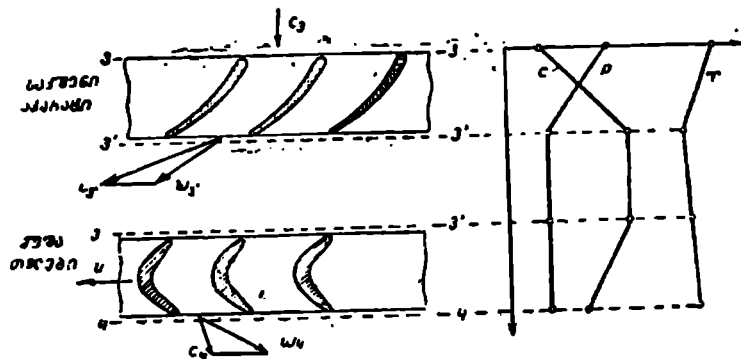
საქშენი აპარატის არხებში პოტენციური ენერგია (სითბოშემცველობა) ნაწილობრივად გარდაიქმნება კინეტიკურ ენერგიადად. ამ დროს აირის სიჩქარე გადიდება 500—650 მ/წმ-მდე. ხოლო აირის ტემპერატურა და წნევა შემცირდება. ნაკადა აჩქარდება იმის გამო, რომ საქშენი აპარატის ნიჩბებით წარმოქმნილი არხები მოპროფილებულია. იმ განსაზღვრული კანონის მიხედვით, რომელიც უზრუნველყოფს აირების გაფართოებას მოცემულ წნევამდე.

რადგან საქშენი ნიჩბების გამოსასვლელი ნაწიბურები განლაგებულია კუთხით ტურბინის ღერძისადმი, ამიტომ აირი საქშენი აპარატიდან გამოსასვლელზე დაიგრიხება მუშა თვლის ბრუნვის მიმართულებით.

გამოდის რა საქშენი აპარატიდან რომელიღაც კუთხით ტურბინის ბრუნვის ზიბრტყისადმი, აირი შედის მუშა თვალში აბსოლუტური მოძრაობით, c_x სიჩქარით (ამ სიჩქარეს ეწოდება აბსოლუტური).

თუ ვიცით აბსოლუტური სიჩქარის სიდიდე და მიმართულება და თუ მას გამოვაცლებთ წარმტანს (წარმტანი სიჩქარე ამ შემთხვევაში არის თვლის წრიული სიჩქარე), მივიღებთ აირის w_1 , ფარდობით სიჩქარეს თვლის შესასვლელთან (ფარდობითად მოძრავი თვლის სიჩქარე). სამკუთხედი მიღებული ამგვარად, ატარებს აირის სიჩქარეთა სამკუთხედის სახელწოდებას ტურბინის მუშა თვლის შესასვლელთან.

აირის გაღინების დროს თვლის მრუდხაზოვან არხებში, ნიჩბების ჩაზნექილ ზედაპირზე (ვარცლზე) წნევა აღმოჩნდება მეტი, ვიდრე ამოზნექილზე (ზურგი). ნიჩაბზე მიყენებული აეროდინამიკური ძალა წარმოადგენს ამ წნევათა სხვაობას. აეროდინამიკური ძალები, რომლებსაც ამ შემთხვევაში უწოდებენ აქტიურ ძალებს და რომლებიც მიღე-



ნახ. 3. 39. აქტიური ტურბინის საქშენი აპარატისა და მუშა თვლის კვეთის განფენა.

ბული არიან რადიუსზე, ქმნიან ჰკრეხავ მომენტს, რომელიც აბრუნებს თვალს.

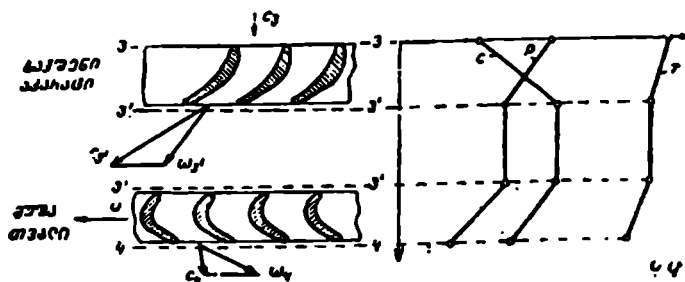
ტურბინის გამოსასვლელთან აირი აღმოჩნდება შემობრუნებული რაღაც კუთხით. აირის აბსოლუტური სიჩქარე გამოსასვლელზე შეიძლება ვიპოვოთ თვლის გამოსასვლელთან აირის w_4 ფარდობითა სიჩქარის (იგი დარჩა უცვლელი აირის დინების დროს მუდმივი კვეთის არხებში) გეომეტრიული შეკრებით u წარმტან (წრიულ) სიჩქარესთან. c_4 აბსოლუტური სიჩქარე თვლის გამოსასვლელთან აღმოჩნდება ნაკლები, ვიდრე c_3 — კინეტიკური ენერჯიის ნაწილის გარდაქმნის გამო ტურბინის თვლის ბრუნვის მექანიკურ მუშაობად. სამკუთხედს, შედგენილს w_4 , u და c_4 სიჩქარეთა ვექტორებით, ეწოდება სიჩქარეთა სამკუთხედი ტურბინის მუშა თვლის გამოსასვლელთან.

3.37 ნახაზზე ნაჩვენებია აირის პარამეტრების შეცვლა აქტიურ ტურბინაში. რადგან აირი მხოლოდ საქშენ აპარატში ფართოვდება, ამიტომ აირის წნევა თვლის შესასვლელთან და გამოსასვლელთან ერთნაირია. ტემპერატურა საქშენ აპარატში მცირდება, ხოლო მუშა თვალზე რანდენადმე იზრდება (ჰიდრავლიკური წინაღობების არსებობის გამო). საქშენ აპარატში აირის აბსოლუტური სიჩქარე იზრდება იმის გამო, რომ პოტენციური ენერჯია გარდაიქმნება კინეტიკურად. მუშა თვალში აბსოლუტური სიჩქარე მცირდება, რადგან აირის კინეტიკური ენერჯიის ნაწილი გარდაიქმნება თვლის ბრუნვის მექანიკურ მუშაობად.

რეაქტიული ტურბინები

რეაქტიულ ტურბინაში აირი ფართოვდება როგორც საქშენი აპარატის არხებში, ასევე არხებშიც, რომლებიც მუშა თვლის ნიჩბებისაგანაა წარმოქმნილი.

3.40 ნახაზზე ნაჩვენებია რეაქტიული ტურბინის საქშენი აპარატისა



ნახ. 3. 40. რეაქტიული ტურბინის საქშენი აპარატის და მუშა თვლის კვეთის განფენა.

და მუშა თვლის კვეთის განფენა. ნახაზიდან ჩანს, რომ ასეთ ტურბინაში ვ-წროვლებადია არა მხოლოდ საქშენი აპარატის არხები. არამედ მუშა თვლის ნიჩბებით წარმოქმნილი არხებიც.

წვის კამერიდან ტურბინის საქშენ აპარატში აირი შედის c_2 სიჩქარით, p_2 წნევითა და T_2 ტემპერატურით. საქშენი აპარატის არხებში, ისე როგორც აქტიურ ტურბინაში, პოტენციური ენერგია (სითბოშემცველობა) გარდაიქმნება კინეტიკურად, რასაც თან სდევს აირის წნევისა და ტემპერატურის შემცირება და მისი სიჩქარის შესაბამისი გადიდება. საქშენი აპარატიდან აირი გამოდის c_3 სიჩქარით, რომელიც მ-მართულია რომელიღაც კუთხით მუშა თვლის ბრუნვის სიბრტყისადმი. რაც უფრო ძლიერად ფართოვდება აირი საქშენ აპარატში, მით უფრო მაღალია აირის ტემპერატურა და სიჩქარე საქშენ აპარატის შესასვლელთან.

მუშა თვლის არხებში ხდება აირის შემდგომი გაფართოება, პოტენციური ენერგიის (სითბოშემცველობა) კინეტიკურ ენერგიად გარდაქმნა, რას შედეგადაც იზრდება აირის ფარდობითი სიჩქარე ამრიგად, აირის ნაკადი ჩქარდება თვლის არხებში მოძრაობის დროს (არხებს ნიჩბებს შორის აქვთ კონფუზორული ფორმა).

აირის ნაკადის აჩქარების გამო წარმოიქმნება რეაქციის ძალა, რომელიც მიმართულია აირის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით.

მუშა თვლის მრუდხაზოვან არხებში მოძრაობისას აირი აქტიურად მოქმედებს ნიჩბებზეც, მასასადამე, აირის აბსოლუტური სიჩქარე თავალში უნდა შემცირდეს c_3 მნიშვნელობიდან c_4 -მდე.

გამოსასვლელი სიჩქარის c_4 სიდიდე შეიძლება ვიპოვოთ სიჩქარეთა სამკუთხედიდან თვლის გამოსასვლელთან. ამისათვის საჭიროა w_4 ფარდობითი სიჩქარე თვლის გამოსასვლელთან გეომეტრიულად შეკერიბოთ u წრაულ (წარმტან) სიჩქარესთან. რაც უფრო დიდია c_4 სიჩქარე, მით უფრო მცირეა კინეტიკური ენერგიის ის ნაწილი, რომელიც გამოიყენება ტურბინაში, მით მეტია დანაკარგები ტურბინაში.

3. 40 ნახაზზე ნაჩვენებია აირის პარამეტრების შეცვლა რეაქტიულ ტურბინაში. როგორც ნახაზიდან ჩანს, აირის წნევა და ტემპერატურა მცირდება როგორც საქშენ აპარატში, ისე მუშა თვალში. სითბოშემცველობის შემცირების გამო საქშენ აპარატში იზრდება აბსოლუტური სიჩქარე, ხოლო მუშა თვალში დიდდება ფარდობითი სიჩქარე.

რადგან ჰავლის რეაქციის ძალა არის კედლებზე ასრულებს თვლის ბრუნვის მუშაობას, ამიტომ აირის კინეტიკური ენერგია ამ დროს მცირდება (მისი ნაწილი იხარჯება ბრუნვაზე) და აირის c_4 აბსოლუტური სიჩქარე თვლის გამოსასვლელთან აღმოჩნდება უფრო ნაკლები

ვიდრე c_p აქტიურ ტურბინაში წნევის მთელი ვარდნის გამოიყენება საქშენ აპარატში. თუ წნევითა ვარდნილი ერთი და იგივეა, მაშინ აირის ერთნაირი ტემპერატურის დროს ტურბინის წინ აირის აბსოლუტური სიჩქარე აქტიური ტურბინის თვლის შესასვლელთან აღმოჩნდება მეტი, ვიდრე რეაქტიულ ტურბინაში, რომლის საქშენ აპარატშიც წნევის ვარდნის მხოლოდ ნაწილი გამოიყენება. ამიტომ რეაქტიულ ტურბინაში უფრო ნაკლები აღმოჩნდება ენერჯის დანაკარგები აირის ხაზუნასა კედლებზე, გრიგალია და ნაკადში წნევის ნახტომების წარმოქმნაზე.

აირის გაფართოების მუშაობა ტურბინაში

რეაქტიული ტურბინის ნიჩბოვან აპარატში (საქშენ აპარატში და მუშა თვალზე) აირის პოტენციური ენერჯია გარდაიქმნება კინეტიკურად, რომლის ნაწილიც შემდეგ გარდაიქმნება თვლის ბრუნვის მექანიკურ მუშაობად.

1 კლასში აირის გაფართოების შედეგად მიღებული მუშაობა იდეალურ ტურბინაში (იდეალურ ტურბინაში გაფართოების პროცესი მიმდინარეობს ადიაბატურად ენერჯის დაკარგვის გარეშე და აირის სიჩქარე ტურბინის შესასვლელთან და მის გამოსასვლელთან ერთნაირია), შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი განტოლებით:

$$l_{\text{ად}} = \frac{k}{k-1} RT_3 \left[1 - \left(\frac{p_4}{p_3} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]. \quad (3.2)$$

როგორც განტოლებიდან გამომდინარეობს, ადიაბატური მუშაობა დამოკიდებულია აირის T_3 ტემპერატურაზე საქშენი აპარატის წინ და

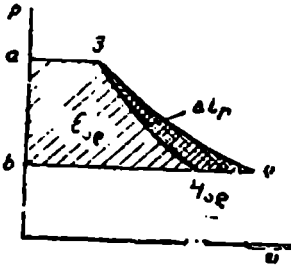
$\frac{p_4}{p_3}$ წნევითა ფარდობაზე. რაც უფრო მეტია T_3 ტემპერატურა, რაც უფრო. მაშასადამე, მეტი ენერჯია აქვს აირს ტურბინის წინ, მით უფრო მეტ მუშაობას შეასრულებს ეს აირი ტურბინაში. რაც უფრო ნაკ-

ლებია $\frac{p_4}{p_3}$ წნევითა ფარდობა. რაც უფრო ძლიერად გაფართოვდება აირი ტურბინაში, მით უფრო მეტ მუშაობას შეასრულებს ის. გაფართოების ადიაბატური მუშაობა დამოკიდებულია, რა თქმა უნდა, გაფართოებული აირის ბუნებაზეც.

ადიაბატური მუშაობა შეიძლება გამოისახოს p - v დიაგრამაში (ნახ. 3.41).

თუ 34_{ად} მრუდი დიაგრამაში გამოისახავს აირის გაფართოების ადიაბატას ტურბინაში, მაშინ მრუდხაზოვანი $a34_{\text{ად}}$ bA ტრაპეციის ფართობი რომელიც მასშტაბში იძლევა აირის მუშაობის სიდიდეს იდე-

ალურ ტურბინაში (გარემოსთან სითბოგადაცემისა და ხახუნზე დანაკარგების უქონლობის დროს).



ნახ. 3. 41. ტურბინაში აირის ვაფართოების შედეგად შესრულებული მუშაობის გრაფიკული გამოსახვა.

რეალურ ტურბინაში მომხდარ პროცესებს თან სდევს ხახუნი. დავეშვათ რომ აირის საწყისი მდგომარეობა როგორც იდეალური, ისე რეალური გაფართოების პროცესებში ერთნაირია. და ის აღენიშნოთ წერტილით (3). აირის საბოლოო მნიშვნელობა გამოისახება წერტილით (4), რომელიც მდებარეობს იმავე იზობარზე, რომელზედაც წერტილი (4_{აგ}).

გაფართოების ნამდვილი პროცესის 3—4 ხაზი (პოლიტროპა) მდებარეობს

უფრო დამრეკად, ვიდრე აღიბატა. ეს აიხსნება იმით, რომ ხახუნის მუშაობა გარდაიქმნება სიბოლოდ, აირი შეთბება და მისი კუთრი მოცულობა გადიდდება.

პოლიტროპული მუშაობა, აღიბატურის მსგავსად, გამოისახება p — V დიაგრამაში მრუდხაზოვანი $a34ba$ ტრაპეციის ფართობით. როგორც ნახაზიდან ჩანს L_3 პოლიტროპული მუშაობა მეტია $L_{აგ}$ აღიბატურ მუშაობაზე. ეს იმით აიხსნება, რომ აირის შეთბობისას ხახუნის გამო გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე, აირის სითბოშემცველობა იზრდება და აირი ხდება უფრო შრომისუნარიანი. შეთბობის დროს აირს შეუძლია შეასრულოს რაღაც დამატებითი ΔL_r მუშაობა, ამიტომ პოლიტროპული მუშაობა

$$L_3 = L_{აგ} + L_r,$$

ჰიდრაულიკური დანაკარგების დასაძლევად საჭიროა მუშაობის ნაწილის დახარჯვა, ამასთან, მუშაობის ეს ხარჯი აღემატება იმ დამატებით მუშაობას, რომელიც შეიძლება შესრულებულ იქნეს ხახუნის დროს წარმოშობილი შეთბობის ხარჯზე. ამიტომ სასარგებლო მუშაობა გაფართოების ნამდვილ პროცესში თურმე უფრო ნაკლებია, ვიდრე აღიბატურ პროცესში. ეს სასარგებლო მუშაობა, ცხადია, ტოლია $L_3 = L_{აგ} + \Delta L_r$ პოლიტროპული მუშაობისა და ხახუნის დაძლევაზე დახარჯული L_r მუშაობის სხვაობისა:

$$L_0 = L_{აგ} + \Delta L_r - L_r = L_3 - L_r.$$

ტურბინის რეაქტიულობის ხარისხი

სითბოვარდნილობის განაწილება, რომელიც გადამუშავდა ტურბინაში საქშენ აპარატსა და მუშა თვალს შორის, ხასიათდება ე. წ. რეაქტიულობის ხარისხით, რომელშიც გულისხმობენ მუშა თვალში გადამუშავებულ ადიაბატურ სითბოვარდნილობის ფარდობას ტურბინაში გადამუშავებულ მთელ ადიაბატურ სითბოვარდნილობასთან.

ამრიგად, რეაქტიულობის ხარისხი

$$\rho = \frac{h_{20}}{h_0}$$

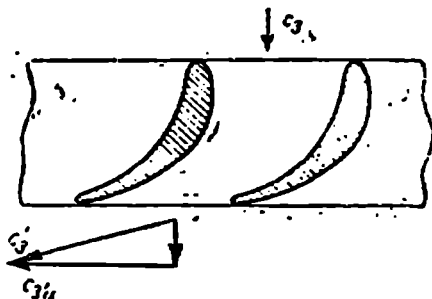
სადაც h_{20} ადიაბატური სითბოვარდნილობაა, გადამუშავებული მუშა თვალში $[h_{20} = c_p (T_3' - T_4)]$:

h_0 — ადიაბატური სითბოვარდნილობაა, გადამუშავებული ტურბინაში: $[h_0 = c_p (T_3 - T_4)]$.

აქტიურ ტურბინებში მთელ სითბოვარდნილობა გადამუშავდება საქშენ აპარატში ($h_{20} = 0$), ამიტომ აქტიური ტურბინისათვის $\rho = 0$. რეაქტიულ ტურბინებში რეაქტიული ხარისხი $\rho > 0$. თანამედროვე ტრძ-სა და ტბ-ს ტურბინებში რეაქტიულობის ხარისხი თვლის შუა რადიუსებზე იცვლება 0,30—0,45 ზღვრებში. სხვა რადიუსებზე რეაქტიულობის ხარისხს აქვს სხვა მნიშვნელობა. ნიჩბების ფესვთან რეაქტიულობის ხარისხი ნაკლებია (ჩვეულებრივ, ის ახლოსაა ნულთან), ხოლო წვეროსთან ის უფრო მეტია. გამოვარკვეოთ რეაქტიულობის ხარისხის ასეთი შეცვლის მიზეზები, რისთვისაც განვიხილოთ, თუ როგორ იცვლება აირის პარამეტრები საქშენი აპარატისა და მუშა თვლის ნიჩბების სიმაღლის მიხედვით.

საქშენი აპარატის შესასვლელთან აირი მოძრაობა ღერძული მიმართულებითა. აირის პარამეტრები სიმაღლის მიხედვით ერთნაირია.

გაივლის რა საქშენ აპარატს, აირი იცვლის მიმართულებას (დაიგრძობა), c_3' აბსოლუტურ სიჩქარეს ემატება c_3'' წრიული შემდგენი (ნახ. 3. 42). ამ შემდგენის არსებობისას,

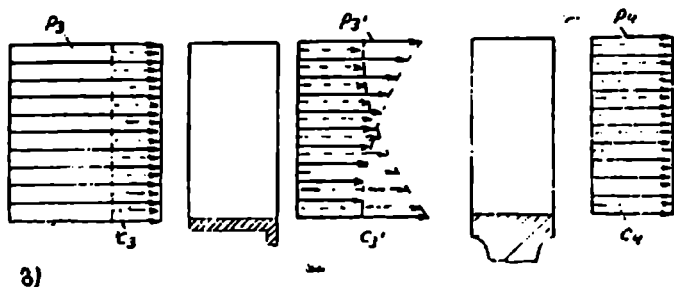


ნახ. 3. 42. საქშენ აპარატში ნაკლის დაგრება.

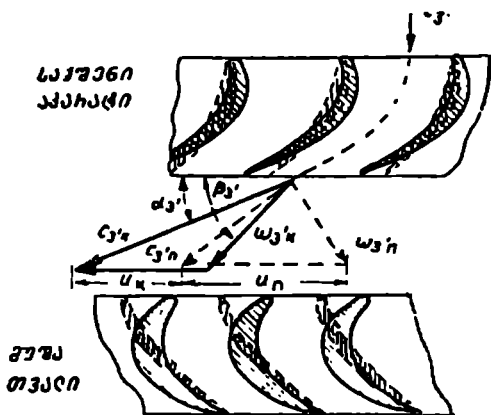
ისე როგორც ყოველი მოძრაობის დროს წრეხაზზე, აირის იმ ნაწი-

ლაკზე, რომელიც იმყოფება ღერძულ ღრეჩოში საქშენ აპარატსა და მუშა თვალს შორის. იმოქმედებს ინერციის ცენტრიდანული ძალა.

რადგან ცენტრიდანული ძალა იზრდება რადიუსის გადიდებასთან ერთად, ამიტომ წნევის ძალა ღერძულ ღრეჩოში უნდა გაიზარდოს ნიჩბის ფესვიდან პერაფერიისაკენ, ხოლო ჰაერის გამოდინების აბსოლუტური სიჩქარე საქშენი აპარატიდან უნდა შემცირდეს. შესაბამისად უნდა გადიდდეს გასასვლელი კვეთები აირისათვის (რათა უფრო ნაკლები სიჩქარის დროს გაატარონ აირის მეტი რაოდენობა) და აირის გამოსვლის კუთხეები საქშენი აპარატიდან.



ბ)



ა)

ნახ. 3. 43. მუშა თვლის ნიჩბებისა და საქშენი აპარატის (ა) დაგრეხისადმი და ტურბინის (ბ) საფეხურის რეაქტიულობის ხარისხისადმი.

3. 43, ა ნახაზზე გამოაჩვენია აირის სიჩქარეთა საქუთხედები ტურბინის სამუშაო თვლის შესასვლელთან. მთლიანი ხაზებით ნაჩვენებია

ნიჩბების კვებები ფუძესთან და სიჩქარეთა სამკუთხედები ამ კვებებისათვის. პუნქტირხაზებით—პერიფერიის კვებები და მათი შესაბამისი სიჩქარეთა სამკუთხედები. სიჩქარეთა ვექტორებს კვებებში ფესვთან აქვთ ინდექსი „ფ“, პერიფერიასთან „პ“.

როგორც ჩანს, აკ კუთხეების ზრდას და ერთდროულად ნიჩბის რადიუსის მიხედვით წრიული სიჩქარის (u_1 მეტია u_2) გადიდება მოჰყვება მუშა ნიჩბებზე ნაკადის შესვლის მკ კუთხეების გადიდებაც.

საქმენი აპარატის წინ აირის ყველა პარამეტრი (მათ შორის წნევეც) მუდმივია ნიჩბების სიმაღლის მიხედვით. საქმენი აპარატის იქით, როგორც ეს ნაჩვენებია (ბ) ნახაზზე, წნევა იზრდება ფესვიდან პერიფერიისაკენ მუშასადამე, ამ მიმართულებით საქმენ აპარატში ხდება სითბოვარდნილობის სულ უფრო და უფრო მკიარე ნაწილის გადამუშავება. რადგან იმ სითბოვარდნილობის სიდიდე, რომელიც გადამუშავდება ტურბინაში, ნიჩბების სიგრძის მიხედვით მუდმივია, ამიტომ რეაქტიულობის ხარისხი ტურბინის ნიჩბების სიგრძის მიხედვით მატულობს ფესვიდან პერიფერიისაკენ.

(ა) ნახაზიდან აგრეთვე ჩანს, რომ ტურბინაში გამოყენებულია გრეხილა ნიჩბები. რომელთა კვებები გადაწეულია ერთმანეთის მიმართ რაღაც კუთხით.

რადგან ტურბინის რეაქტიულობის ხარისხი იცვლება ნიჩბების სიგრძის მიხედვით, ამიტომ ყველა ტურბინა მეტად თუ ნაკლებად რეაქტიულად უნდა ჩაითვალოს. ამიტომ „წმინდა აქტიური“ ტურბინა არ არსებობს. ტურბინას უწოდებენ აქტიურს, თუ რეაქტიულობის ხარისხი ნიჩბის შუა რადიუსზე ნულის ტოლია.

აირული ტურბინის მარგი ქმედების კოეფიციენტი

აირული ტურბინის მუშაობის დროს ადგილი აქვს შემდეგ დანაკარგებს:

- 1) ჰიდრავლიკურ დანაკარგებს საქმენი აპარატისა და მუშა თვლის არხებში;
- 2) დანაკარგებს რადიალურ ნიჩბოვან ღრეჩოში;
- 3) სავენტილაციო დანაკარგებს (დანაკარგები თვლის დისკოს ხახუნზე აირთან);
- 4) დანაკარგებს გამოაავალ სიჩქარესთან;
- 5) მექანიკურ დანაკარგებს საკისრებში.

ჰიდრავლიკური დანაკარგები

ჰიდრავლიკური დანაკარგები დაკავშირებულია ჰიდრავლიკურ წინალობებთან აირის მოძრაობის დროს საქმენი აპარატის და მუშა თელის არხებში. ამ დანაკარგებს მიეკუთვნება დანაკარგები აირის ხახუნზე ნიჩბების კედლებთან, დანაკარგები გრიგალთწარმოქმნაზე, ჰავლის მოწყვეტაზე არხების კედლებიდან, ტალღური დანაკარგები ზებგერულ სიჩქარეებზე აირის მოძრაობის დროს.

დანაკარგები რადიალურ ნიჩბოვან ღრეჩოში

ეს დანაკარგები შეპირობებულია ნიჩბების ბოლოებსა და ტურბინის კორპუსს შორის ღრეჩოს არსებობით. ღრეჩო საქიროა, რადგან ის ტურბინის ნიჩბების შეხების აცილებას ახდენს კორპუსთან. ნიჩბები კორპუსს შეიძლება მოედონ ან კორპუსის დაბრეცვის ან ნიჩბების წაგრძელების დროს მასალის ცოცვადობის გამო.

დამზადებულ ტრძ-ში რადიალური ნიჩბოვანი ღრეჩო აღწევს 1.5—2 მმ გვერდზე. ექსპლოატაციის პროცესში ეს ღრეჩო სისტემატურად მოწმდება ხოლმე.

რადიალურ ღრეჩოში გადინდება აირის ნაწილი. აირის ენერჯიის ეს ნაწილი ტურბინის თვალზე არ გარდაიქმნება მუშაობად. ამიტომ ტურბინისათვის იგი დაკარგული ენერჯიაა. გარდა ამისა, წნევათა სხვაობის შედეგად ნიჩბების ამოზნექილ და ჩაზნექილ მხარეებზე აირი გადადინდება მაღალი წნევის არიდან დაბალი წნევის არეში; გადადინებაზე არამაწარმოებლად იხარჯება აგრეთვე აირის ენერჯიის რაღაც ნაწილი.

სავენტილაციო და მექანიკური დანაკარგები

ტურბინის დისკოს ბრუნვის დროს გვერდითი ზედაპირების იმ აირთან ხახუნის დასაძლევად, რომლის გარემოშიც ბრუნავს დისკო, იხარჯება ტურბინის მიერ შესრულებული მუშაობის ნაწილი. დანაკარგები, გამოწვეული დისკოს ხახუნით აირთან, ატარებენ სავენტილაციო დანაკარგების სახელწოდებას. საქიროა აღინიშნოს, რომ ტრძ-ს ტურბინისათვის ეს დანაკარგები იმდენად მცირეა, რომ შეიძლება მათი უგულვებლყოფა.

მექანიკური დანაკარგები (დანაკარგები ხახუნზე საკისრებში) გორვის საკისრების გამოყენების გამო აგრეთვე მეტად მცირეა.

გამოსავალი სიჩქარის დანაკარგები

გამოსავალი სიჩქარის დანაკარგებში იგულისხმება კინეტიკური ენერგიის დანაკარგები, რომლებიც შეესაბამებიან c_4 გამოსავალ სიჩქარეს. აირს ტურბინიდან გამოსვლის დროს აქვს რაღაც $\frac{c_4^2}{2}$ კინეტიკური ენერგია. ეს ენერგია არ შეიძლება გარდაიქმნას მუშაობად ტურბინაში და ტურბინისათვის ის დაკარგულია. რაც უფრო მეტია c_4 გამოსავალი სიჩქარე, მით მეტია ეს დანაკარგები.

უნდა აღინიშნოს, რომ ენერგიის ამ ნაწილის ჩათვლა დანაკარგებად შეიძლება მხოლოდ წმინდა პირობითად იმის გამო, რომ იგი გამოიყენება წვევის ძალის შესაქმნელად.

აირის ტურბინის შქკ

ზემოთ აღნიშნული ენერგიის დანაკარგები ტურბინაში ფასდება მარტივი ქმედების კოეფიციენტის საშუალებით.

იდეალურ ტურბინაში, რომელსაც არა აქვს რაიმე დანაკარგები, 1 კგ აირი ასრულებს $l_{\text{აღ}}$ ადიაბატურ მუშაობას (ეს მუშაობა შეესაბამება ადიაბატურ სითბოვარდნილობას). ჰიდრავლიკური დანაკარგების გამო აირი ასრულებს ნაკლებ $l_{\text{მ}}$ მუშაობას (მას ეწოდება მუშაობა თვლის წრეხაზზე). მაგრამ მუშაობა, აღებული ტურბინის ლილვიდან და გამოყენებული ძრავას კომპრესორისა და აგრეგატების ბრუნვისათვის, იქნება კიდევ უფრო ნაკლები. იმისათვის, რომ ვიპოვოთ ეს მუშაობა (მას ეწოდება ტურბინის ეფექტური მუშაობა), საჭიროა თვლის წრეხაზზე $l_{\text{მ}}$ მუშაობას გამოვაკლოთ: $l_{\text{აღ}}$ მუშაობა, დახარჯული დისკოს ხახუნზე აირთან, $l_{\text{დ}}$ მუშაობა შესრულებული დანაკარგებზე რადიალურ ნიჩბოვან ღრეჩოში და $l_{\text{გ}}$ მუშაობა შესრულებული მექანიკურ დანაკარგებზე:

$$l_{\text{ტ}} = l_{\text{მ}} - l_{\text{დ}} - l_{\text{გ}} - l_{\text{გ}}.$$

მაშინ ტურბინის შქკ-ის განსაზღვრა შეიძლება ჩაიწეროს ასე:

ტურბინის ლილვზე წარმოშობილი ეფექტური მუშაობის ფარდობას ადიაბატურ მუშაობასთან ტურბინის ეფექტური შქკ ეწოდება:

$$\eta_{\text{ტ}} = \frac{l_{\text{მ}}}{l_{\text{აღ}}} \quad (3.21)$$

ენერგიის ყველა დანაკარგი ტურბინში ამ შქკ-ით ფასდება. თანამედროვე ტრპ-ის ტურბინისათვის $\eta_{\text{ტ}} = 0,65 - 0,85$.

ტურბინის შქკ-ის სიდიდე დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე. მის სიდიდეზე განსაკუთრებით დიდ გავლენას ახდენს როტორის წრიული საჩქარის ფარდობა აირის აბსოლუტურ საჩქარესთან თვის შესასვლელთან: $\frac{u}{c_3}$. ამ ფარდობის სიდიდეზეა დამოკიდებული დანაკარგები ტურბინაში და, მაშასადამე, მისი შქკ.

$\frac{u}{c_3}$ ფარდობის სიდიდე, რომლის დროსაც შქკ მაქსიმალურია, დამოკიდებულია ტურბინის რეაქტიულობის ხარისხზე. რაც უფრო მეტა რეაქტიულობის ხარისხის სიდიდე, მით მეტა $\left(\frac{u}{c_3}\right)$ ოპტიმალური ფარდობის სიდიდე. თანამედროვე ტრძ-ს ტურბინებისათვის, რომელთაც აქვთ რეაქტიულობის ხარისხი $p=0,3-0,45$, ფარდობა:

$$\frac{u}{c_3} = 0,45 - 0,55, \text{ (ამ დროს } u=300-350 \text{ მ/მწ, ხოლო } c_3=650-700 \text{ მ/მწ.)}$$

ტურბინის სიმძლავრე

ტურბინის მიერ განვითარებული სიმძლავრე შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს შემდეგი მოსაზრებებიდან. თუ l_0 1 კგ აირის ეფექტური მუშაობაა რეალურ ტურბინაში, მაშინ l_0 -ს ნამრავლი $m_{\text{გ}}$ აირის წაჰობრივ ხარჯზე არის წამობრივი მუშაობა (სიმძლავრე) წარმოქმნილი ტურბინის ლილვზე:

$$N_0 = m_{\text{გ}} l_0$$

(3. 21) ფორმულიდან გამოდის, რომ $l_0 = l_{0,\text{კ}}$ η_0 , მაშინ ტურბინის სიმძლავრე:

$$N_0 = m_{\text{გ}} l_{0,\text{კ}} \eta_0 \quad (3.22)$$

ტრძ-ში ტურბინის მიერ განვითარებული სიმძლავრე იხარჯება არა მხოლოდ კომპრესორის ამოძრავებაზე, არამედ აგრეთვე აგრეგატების ამოძრავებაზე და ძრავას გაცივებაზე, ე. ი. იმ ენტილატორის ამოძრავებზე (თუ კი არსებობს ძრავაზე), რომელიც გაცივებისათვის აწვდის ჰაერს. ამიტომ ტურბინის სიმძლავრე იმ N_0 სიმძლავრეზე მეტი უნდა იყოს, რომელიც საჭიროა კომპრესორის ასაშოძრავებლად. საშუალოდ

$$N_0 = (1,15 \div 1,2) N_0$$

როგორც (3. 22) ფორმულიდან გამომდინარეობს, ტურბინის მიერ გან-

ვითარგზული სიმძლავრე დამოკიდებულია აირის $m_{\text{სა}}$ წამობრივ ხარჯზე ტურბინაში. ტურბინის ეფექტურ მქვ-ზე და $I_{\text{ა}}$ ადიაბატური მუშაობის სიდიდეზე. რაც უფრო მეტი აირი გაივლის წამში ტურბინის საშუალებით, მით უფრო დიდ სიმძლავრეს განავითარებს ის. რაც უფრო მცირეა დანაჯარგება ტურბინაში და, მაშასადამე, რაც უფრო დიდია მქვ, მით უფრო მეტია ტურბინის სიმძლავრე.

$I_{\text{ა}}$ ადიაბატური მუშაობა დამოკიდებულია აირის T_3 ტემპერატურაზე ტურბინის წინ და წნევათა $\frac{P_1}{P_2}$ ფარდობაზე. რაც უფრო მეტია

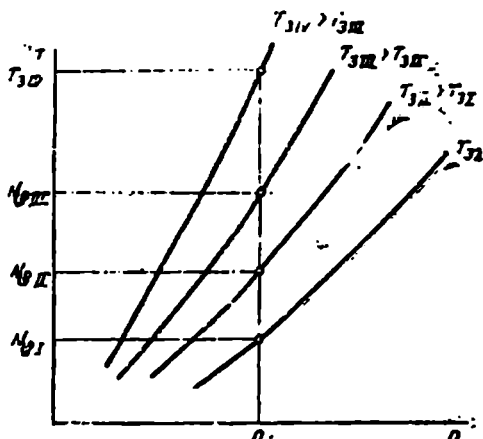
აირის T_3 ტემპერატურა, რაც უფრო ნაკლებია წნევათა ეს ფარდობა (ე. ი. რაც უფრო მეტად გაფართოვდება აირი ტურბინაში), მით მეტია ადიაბატური მუშაობა

და ტურბინის სიმძლავრე. თუ მანვე ელოდებით მივლინებთ იმას, რომ როგორც

წნევათა $\frac{P_1}{P_2}$ ფარდობა ისე აირის $m_{\text{სა}}$ წამობრივი ხარჯი და დამოკიდებულია ბრუნთა რიცხვზე (ბრუნთა რიცხვის გადიდების დროს $m_{\text{სა}}$ მატულობს, ხოლო წნევათა ფარდობა მცირდება). მაშინ შეგვიძლია გავაქეთოთ დასკვნა. რომ

ტურბინის სიმძლავრე პროპორციულია როტორის ბრუნთა რიცხვისა და აირის ტემპერატურისა ტურბინის წინ.

ტურბინის სიმძლავრის დამოკიდებულება როტორის ბრუნთა რიცხვზე და აირის ტემპერატურაზე ტურბინის წინ ნაჩვენებია 3. 44 ნახაზზე. აქედან ჩანს, რომ რაც უფრო დიდია ბრუნთა რიცხვი (როცა $T_3 = \text{const}$), მით უფრო მეტია ტურბინის სიმძლავრე. ბრუნთა ერთნაირი რიცხვის დროს ტურბინის სიმძლავრე მით უფრო დიდია, რაც უფრო დიდია T_3 ტემპერატურა. მქსიმალურ სიმძლავრეს ტურბინა ვითარებს. ცხადია, ზღვრულად დასაშვებ ბრუნთა რიცხვისა და ტურბინის წინ აირის T_3 ტემპერატურის დროს.



ნახ. 3. 44. ტურბინის სიმძლავრის დამოკიდებულება ბრუნთა რიცხვზე და აირის ტემპერატურაზე.

მრავალსაფეხურიანი ტურბინები

ზევით იყო ნაჩვენები, რომ ტურბინის მქა-ის უდიდესი სიდიდე შეიძლება მიღწეულ იქნეს განსაზღვრულ უხელსაყრელ ფარდობაშიაა მუშა თვლის წრიული სიჩქარისა აირის აბსოლუტურ სიჩქარესთან თვლის შესასვლელთან. აღნიშნულ სიჩქარეთა ფარდობის მიღება ერთი საფეხურის არსებობის დროს ზოგიერთ პირობებში გაძნელებულია.

$\pi_3 = 4-5$ წნევის გადიდების ხარისხის მქონე ტრმ-ში სითბოვარდნილობა, გადამუშავებული ტურბინაზე, შედარებით არაა დიდი და აბსოლუტური სიჩქარე თვლის შესასვლელთან არ აღემატება 600—700 მ/წმ-ს.

წნევის გადიდების დიდი ხარისხების დროს თანამედროვე ტრმ-ში სითბოვარდნილობა, რომელიც უნდა გადამუშავდეს ტურბინაში, აღწევს დიდ ზიდიდეებს, რასაც თან სდევს c_p აბსოლუტური სიჩქარის გადიდება თვლის შესასვლელთან. მაგალითად, $h = 540$ კჯ/კგ [130 კკალ/კგ] სითბოვარდნილობის დროს აირის აბსოლუტური სიჩქარე აღწევს 1000 მ/წმ-ს; თუ ამ დროს უხელსაყრელსა ფარდობა $\frac{u}{c_a} = 0,45$, მაშინ საჭირო გახდებოდა, რომ ტურბინის თვალს ჰქონოდა 450 მ/წმ წრიული სიჩქარე. ასეთი წრიული სიჩქარის მიღება შეუძლებელია (არ არის უზრუნველყოფილი თვლის საჭირო სიმტკიცე).

ერთ საფეხურზე ამჟამად მოხერხდა 290—335 კჯ/კგ [70—80 კკალ/კგ] ტოლი სითბოვარდნილობის გადამუშავება. უფრო დიდი სითბოვარდნილობის გადამუშავებისათვის საჭიროა ტურბინები მზადდებოდეს საფეხურების ორი ან მეტი რიცხვით.

მრავალსაფეხურიანი ტურბინები მზადდება ან სიჩქარეთა საფეხურებით ან წნევის საფეხურებით.

სიჩქარის საფეხურიანი ტურბინა

სიჩქარის საფეხურებიან ტურბინაში (მაგალითად, ორსაფეხურანი) აირი გაივლის რა საქშენ აპარატს, ფართოვდება მასში საწყისი წნევიდან საბოლოო წნევამდე და დიდი სიჩქარით ნიჩბების პირველი რიგისაკენ მიემართება (ნახ. 3. 45).

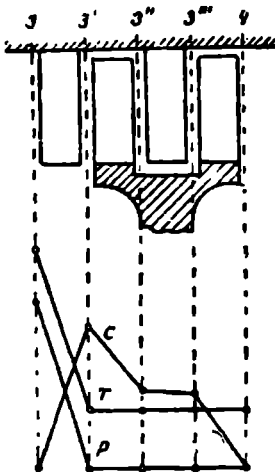
მიუხედავად ამისა, რომ აბსოლუტური სიჩქარე ამ დროს აღწევს ძალზე დიდ სიდიდეს, თვლის წრიული სიჩქარე შეიძლება არ იყოს დიდი. ამავ დროს, მართალია, იზრდება დანაკარგები გამოსავალ სიჩქარესთან, მაგრამ ამ დანაკარგების შემცირება შესაძლოა, თუ აირს ნიჩბების პირველი რიგის შემდეგ მიმმართველი აპარატით მიემართავი, ნიჩბების მეორე რიგისაკენ. მიმმართველი აპარატი საჭიროა აირის

ნაკადის მიმართულების შესაცვლელად და აირის მისაწოდებლად განსახლებული კუთხით მუშა ნიჩბების მეორე რიგისადმი.

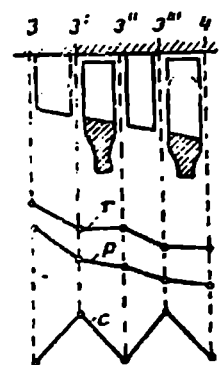
მუშა ნიჩბების მეორე რიგზე, ისე როგორც პირველზე, აირის კონტრიკურა ენერგიის ნაწილი გარდაიქმნება მექანიკურ მუშაობად. რის შემდეგ აირი ტოვებს ტურბინას (ან მიემართება შემდგომი მიმართველი აპარატისაკენ, თუ ტურბინას აქვს ორ საფეხურზე მეტი).

ამრიგად, ტურბინაში მეორე და შემდგომი საფეხურების შემწეობით შეიძლება დამატებითი მუშაობის მიღება აირის იმ კონტრიკური ენერგიის გამოყენების ხარჯზე, რომელიც გამოდის პირველი საფეხურიდან.

სიჩქარის საფეხურებიანი ტურბინები გამოიყენება ზოგიერთ ტრანსპორტში, სადაც ისინი სათბობის ტუმბოებს ამოძრავებენ.



ნახ. 3. 45. აირის პარამეტრების შესვლა ორი საფეხურის მქონე სიჩქარის საფეხურებიან ტურბინაში.



ნახ. 3. 46. აირის პარამეტრების შევლა ორი საფეხურის მქონე წნევის საფეხურებიან ტურბინაში.

წნევის საფეხურებიანი ტურბინები

წნევის საფეხურებიანი ტურბინები შედგება რამდენიმე საქშენი აპარატისა და რამდენიმე მუშა ნიჩბების რიგისაგან. საქშენისა და მუშა ნიჩბების ყოველი რიგი წარმოქმნის წნევის საფეხურს (ნახ. 3.46).

წნევის საფეხურებიან ტურბინაში მთელი სითბოვარდნილობა ნაწილდება საფეხურებს შორის. ყოველ საფეხურში საერთო სითბოვარდნილობის ნაწილი გარდაიქმნება მექანიკურ მუშაობად.

რადგან ყოველ საფეხურში მთელი სითბოვარდნილობა კი არ გადამუშავდება, არამედ მხოლოდ მისი ნაწილი, ამიტომ აბსოლუტურა სიჩქარე გვექნება შედარებით მცირე და შეიძლება მივიღოთ ყველაზე უფრო ხელსაყრელი ფარდობა $\frac{1}{2}$, შედარებით მცირე წრიული სიჩქარის დროს.

აიონის პარამეტრების შეცვლა სიჩქარის საფეხურიანი და წნევის საფეხურიანი ტურბინის ტრაქტით შეიძლება ვიხილოთ 3.45 და 3.46 ნახაზებზე. რადგან მთელი სითბოვარდნილობა სიჩქარის საფეხურთან ტურბინაში გადამუშავდება პირველი საფეხურის საქშენ აპარატში, ამიტომ აირის წნევა მასში ჯერ მცირდება, შემდეგ კი რჩება პულმივი როგორც მუშა თვალში, ისე მიმპართველ აპარატში. აირის აბსოლუტური სიჩქარე ძლიერ იზრდება საქშენ აპარატში, სადაც ენტალპია (სითბოშემცველობა) ჯერ გარდაიქმნება კინეტიკურ ენერჯიად. შემდეგ თანმიმდევრობით დაეცემა მუშა თვლებში.

რაც შეეხება წნევის საფეხურებიან ტურბინას, იქ აირი ფართოვდება ყოველ საფეხურში. ამიტომ ასეთ ტურბინაში წნევა ეცემა ყოველ საქშენ აპარატში და ყოველ თვალში, ხოლო აირის აბსოლუტური სიჩქარე შესაბამისად დიდდება საქშენ აპარატებში და მცირდება მუშა თვლებში.

სიჩქარის საფეხურებიან ტურბინებს აქვთ დიდი ნაკლი: მათი შქა უფრო დაბალია. ვიდრე წნევის საფეხურიანი ტურბინის შქა. ეს აიხსნება იმით, რომ ასეთ ტურბინებში აირის სიჩქარე ძალზე დიდია (მათელი სითბოვარდნილობა გადამუშავებულია პირველი საფეხურის საქშენ აპარატში) და, მაშასადამე, ძალზე დიდია დანაკარგებიც. ასეთი ტურბინები გამოიყენება თრძ-ს ტურბოსატუმბო აგრეგატებში და სრულიად გამოუსადეგარია ატმ-თვის.

წნევის საფეხურებიან ტურბინაში სითბოვარდნილობა გადამუშავდება არა უცბად, როგორც წნევის საფეხურებიან ტურბინაში, არამედ ნაწილ-ნაწილ, ყოველ საფეხურში, ამიტომაც აირის სიჩქარეები ასეთ ტურბინაში უფრო მცირეა, ვიდრე სიჩქარის საფეხურებიან ტურბინაში, დანაკარგები მიიღება უფრო ნაკლები და ასეთ ტურბინების შქა უფრო დიდია.

კონსტრუქციულად მრავალსაფეხურიანი ტურბინები შეიძლება იყოს ერთლილვიანი ან ორლილვიანი. ორლილვიანი კონსტრუქციის შემთხვევაში ტურბინის მუშა ელემენტები მოთავსებულია ორ თანადერძა ლილვზე. ორლილვიანი სქემის ტურბინები გამოიყენება ორლილვიან ტრძ-სა და ტხშ-ში.

ტურბინის საფეხურთა რიცხვია არჩევის დროს ხელმძღვანელო-

ბე: შემდეგი მოსაზრებებით. ტურბინის მაღალი მკვ შეიძლება მიღებული იქნეს მხოლოდ მრავალსაფეხურიანი კონსტრუქციის შემთხვევაში. ამავე დროს მრავალსაფეხურიანი ტურბინა მძიმეა და აქვს დიდი გაბარიტები. ტრძ-ს ტურბინა, რომელიც განკუთვნილია გამანადგურებლებისათვის, უნდა იყოს რაც შეიძლება მსუბუქი, ამიტომ მას უნდა ჰქონდეს რაც შეიძლება ნაკლები საფეხურები, მკვ საზიანოდაც კ.

მრავალსაფეხურის, რომელიც განკუთვნილია სახალხო თვითმფრინავზე ან შორეულ ბომბდამშენზე დაადგმელად, სიმძიმის ძალის (წონის) და გაბარიტების გადიდებას, დაკავშირებულს მრავალსაფეხურიან ტურბინის დადგმასთან, არა აქვს არაერთი მნიშვნელობა. ამ შემთხვევაში გადამწყვეტია მკვ-ის გადიდება საფეხურების რიცხვის გაზრდის გზით და, როგორც შედეგი, სათბობის ხარჯის შემცირება. სათბობის იმავე მარჯვის დროს სათბობის ხარჯის შემცირება ნებას მოგვცემს გავადიდოთ ფრენის მანძილი ან მანძილის უცვლელობის შემთხვევაში გავზარდოთ თვითმფრინავის სასარგებლო დატვირთვა.

საფეხურების უდიდესი რიცხვი უნდა ჰქონდეს ტურბინას ტმძ-თვის. ეს ტურბინა აბრუნებს კომპრესორს და საჰაერო ხრახნს, ამიტომ მან უნდა განავითაროს დიდი სიმძლავრე, და მაშასადამე, უნდა ჰქონდეს მეტი საფეხურები. ვიდრე ტრძ-ს ტურბინას.

თანამედროვე ტრძ-ში გამოიყენება ორი ან სამი საფეხურის მქონე წნევის საფეხურებიანი ტურბინები, ხოლო ტურბოხრახნულ ძრავებში — ტურბინები ექვსამდე საფეხურების რიცხვით.

§ II. რეაქტიული საქმენი

რეაქტიული საქმენი ტურბორეაქტიული ძრავას ელემენტია, რომელშიც აირი საბოლოოდ ფართოვდება ტურბინის გამოსასვლელთან არსებული P_4 წნევიდან გარემოში არსებულ P_3 წნევამდე. რეაქტიულ საქმენში ხდება სითბოშეშეცვლადობის (ენტალპიის), რომელიც აქვს აირს ტურბინის გამოსასვლელთან. გარდაქმნა აირის მიმართული მოძრაობის კინეტიკურ ენერჯიად.

საქმენში აირების სრული გაფართოება საჭირო აირის იმ მიმართული მოძრაობის შესაქმნელად ძრავას გამოსასვლელთან, რომელიც უახლოვდება ლერძულს, უზრუნველყოფილია შესაბამისი ფორმის საქმენის გამოყენებით. თუ P_4 წნევითა ფარდობა საქმენში კრიტიკულამდე ან კრიტიკულია, მაშინ საქმენა აქვს ვიწროვდებადი არხის ფორმა

(ნახ. 3.47). უმეტეს ძრავებში ტურბინასა და საქშენს შორის მოთავსებულია გამომბოლქვი მილი. ამ მილის დაყენების შემწვობით შესაძლო ხდება აირების ცხელი ნაკადის გაყვანა შორს თვითმფრინავის ძირითადი კვანძებისაგან. თუ გამომბოლქვი მილის სიგრძე კონსტრუქციული მოსაზრებებით არ არის საკმარისი, მაშინ იდგმება წაგრძელებული მილი. ჰიდრაულიკური დანაკარგების შემცირებისა და ნაკადის სტაბილიზაციის მიზნით გამომბოლქვი მილი კეთდება ფართოვლებადი და აირი მასში რამდენადმე მუხრუჭდება.

აირის პარამეტრების შეცვლა გამომბოლქვ მილსა და ვიწროვლებად რეაქტიულ საქშენში ნაჩვენებია ნახაზზე.

გამომბოლქვ მილში აირი მუხრუჭდება (მისი კინეტიკური ენერგია მცირდება) და ამის ხარჯზე იზრდება აირის წნევა და ტემპერატურა. ვიწროვლებად საქშენში სითბოშემცველობა (ენტალპია) გარდაიქმნება კინეტიკურ ენერგიად, რის შედეგადაც აირის ნაკადუ აჩქარდება. საქშენის გამოსასვლელთან აირების სიჩქარე აღწევს 550—650 მ/წმ-ს. ხოლო ტემპერატურა 500—600°C-ს და რაც უფრო დაშორდებიან საქშენს, მით უფრო შემცირდება აირების სიჩქარე და ტემპერატურა, თუმცა ძრავიდან დიდ მანძილზე ისინი კიდევ ინარჩუნებენ საკმაო სიდიდეს.

აირების მაქსიმალური სიჩქარე, რომელიც შეიძლება მიღებულ იქნეს ვიწროვლებადი საქშენის გამოსასვლელთან, ბგერის ადგილობრივი სიჩქარის ტოლია (საქშენში აირის კრიტიკული და ზეკრიტიკული წნევების ფართობების შემთხვევაში). თუ წნევათა ფარდობა კრიტიკულზე ნაკლებია, მაშინ საქშენის გამოსასვლელთან მყარდება აირის ბგერამდელი სიჩქარე. ამ დროს ძრავას წევა იქნება ნაკლები, ხოლო ეკონომიურობა უფრო უარესი, ვიდრე აირის გაფართოების დროს ატმოსფერულ წნევაზე.

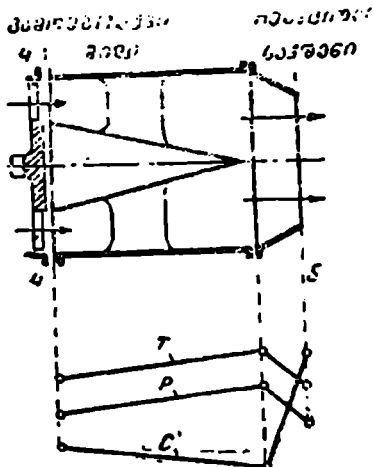
ვიწროვლებადი რეაქტიული საქშენები გამოიყენება ისეთ ძრავებში, რომლებიც განკუთვნილია ბგერამდელი და მცირე ($M-1,5$ -მდე) ზებგერული სიჩქარეებით ფრენისათვის. ფრენის დიდი ზებგერული სიჩქარეების დროს, საქშენში წნევათა ზეკრიტიკული ფარდობების შემთხვევაში, გადაუმუშავებელი რჩება არსებული ვარდნილის უმეტესი ნაწილი და წაგება წევასა და ეკონომიურობაში თვალსაჩინო ხდება.

სრული გაფართოება საქშენში ამ შემთხვევაში შეიძლება უზრუნველყოფილ იქნეს ლავალის იმ ზებგერული საქშენის დაყენებით, რომელსაც აქვს ვიწროვლებადი (ბგერამდელი) და ფართოვლებადი (ზებგერული) ნაწილები (ნახ. 3.48).

ლავალის საქშენი მგრძობიერია მუშაობის რეჟიმის შეცვლისადმი. მუშაობას არასრული გაფართოების რეჟიმებზე, როცა წნევა საქშენის

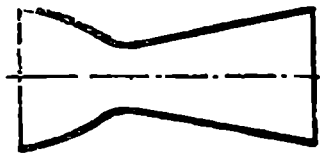
გამოსასვლელ კვეთში მეტია ატმოსფერულზე ან გადამეტგაფართოების რეჟიმებზე, როცა წნევა გამოსასვლელ კვეთში ნაკლებია ატმოსფერულზე, თან სდევს წვეის დანაკარგები. მუშაობის ყველა რეჟიმზე აირის სრული გაფართოების უზრუნველსაყოფად საჭიროა საქშენი დამზადდეს სარეგულირებელი. მაგალითად, ფრენის სიჩქარის გაზღობის დროს საჭიროა საქშენში გადამუშავდეს წნევათა უფრო მეტი ვარდნილი. რისთვისაც საჭიროა ზებგერული საქშენის გაგანიერებას გადიდება (გაგანიერება ეს არის საქშენის გამოსასვლელი ფართობის შეფარდება მისი კრიტიკული კვეთის ფართობთან).

ლაჟალის სარეგულირებელი საქშენის შექმნა დაკავშირებულია დიდ კონსტრუქციულ სიძნელებებთან, ამიტომ ცალკეულ შემთხვევაში მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ლაჟალის დამოკლებული საქშენი (საქშენის დამოკლებული ზებგერული ნაწილით). ასეთი საქშენი მუშაობს მცირე არასრულგაფართოებით, რის შედეგადაც ძრავას წევა რამდენაღმე აუმჯობესდება. ამავე დროს საქშენი მიიღება უფრო მსუბუქი და მოკლე (გამოსასვლელი კვეთის უფრო მცირე დიამეტრით). ასეთი



ნახ. 3. 47. აირის პარამეტრების შეცვლა გამოშობლქვ მილში და ვიწროვდება რეაქტიულ საქშენში.

დამოკლებული საქშენის გამოყენება განსაკუთრებით სასარგებლოა იმ შემთხვევაში, თუ ძრავას გაბარიტები განისაზღვრება საქშენის გამოსასვლელი კვეთით. დამოკლებული საქშენი ნებას იძლევა შევამციროთ ძრავას გაბარიტები და მათსადამე, მისი შუბლური წინაღობა.



ნახ. 3. 48. ლაჟალის საქშენის სქემა.

§ 10. ტრძ-ს წევის ფორსირება

ფორსირება ეწოდება ძრავას წვეის გადიდებას მის მნიშვნელობასთან შედარებით მაქსიმალურად.

ლურ რეჟიმზე. ე. ი. მაქსიმალურად დასაშვებ ბრუნთა n_{max} რიცხვებზე და ტურბინის წინ აპარატის T_{max} ტემპერატურაზე.

წვეის ფორსირება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შემდეგ შემთხვევებში:

- 1) აფრენისას გასარბენი სიგრძის შესამცირებლად (თვითმფრინავის უფრო სწრაფი მოწყვეტისათვის ასაფრენ-დასაჯდომი ზოლიაგან);
- 2) ფრენის ჰორიზონტალური საჩქარის გააღიღებლად;
- 3) თვითმფრინავის ჩქარი ასელისა და ჰერის გასაღიღებლად.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ წვეის ფორსირება არა მხოლოდ აუმჯობესებს თვითმფრინავის საფრენ-ტექნიკურ მონაცემებს, არამედ არსებითად აფართოებს ტრძ-ს, როგორც საფრენი აპარატის ძალური დანადგარის შესაძლო გამოყენების დიაპაზონს.

განვიხილოთ ტრძ-ს ფორსირების განხორციელების ხერხები.

ფორსირება წვის ძირითად კამერაში სათბობის მიწოდების გადიდების გზით

დასახელებული სახის ფორსირების არსია წვის კამერაში სათბობის მიწოდების გადიდებით აირის ტემპერატურის აწვევა ტურბინის წინ. რის შედეგადაც როგორც ეს ნაჩვენებია იყო § 4-ში, იზრდება კუთრა წვეა. და, მაშასადამე, აბსოლუტური წვეაც. ბრუნთა რიცხვი ამ დროს შეიძლება გაიზარდოს ან დარჩეს მუდმივი. უკანასკნელ შემთხვევას ადგილი აქვს მაშინ, როცა ძრავა მომარაგებულია სარეგულირებელი რეაქტიული საქმენით.

ფორსირების დროს, თუ იზრდება ბრუნთა რიცხვი, მაშინ ძრავაში ჰაერის ხარჯის გადიდების გამო წვეაც იზრდება.

ფორსირების აღნიშნული ხერხი არ მოითხოვს თავის განსახორციელებლად ძრავას კონსტრუქციის შეცვლას, ამიტომაც იგი ფართოდ გამოიყენება. ამ შემთხვევაში სათბობის კუთრი ხარჯი უმნიშვნელოდ დიდდება. ამავე დროს ფორსირების ასეთ ხერხს აქვს არსებითი ნაკლაც. ტურბინის შეზღუდული სიმტკიცის გამო შეუძლებელია წვეის ნამატის მიღწევა. ამავე მიზეზის გამო ძრავას წვეა მაქსიმალურ რეჟიმზე (ფორსაჟზე) 10—12%-ით აღემატება წვეას ნომინალურ რეჟიმზე.

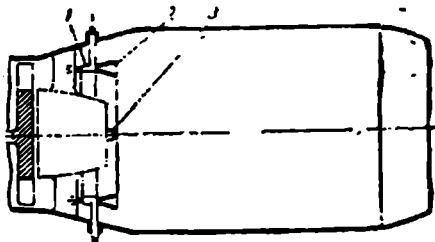
ფორსირება ტურბინის იქით დამატებითი სათბობის დაწვით

ფორსირების აღნიშნული ხერხის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ტურბინის იქით სათბობის დაწვის ხარჯზე აღწევენ აირის ტემპერატურ-

რის გაღივებას რეაქტიული საქმენს წინ. ხოლო ამის შედეგად კუთრი წვევისა და ძრავას წვეის გაღივებას.

სათბობის დაწვის შესაძლებლობა ტურბინის იქით აიხსნება იმით, რომ აირებში არის გამოუყენებლად დარჩენილი ენგბადის დიდი რაოდენობა (ძირითად წვის კამერებში იხარჯება ჰაერში არსებული ენგბადის მხოლოდ 20—25%). გარდა ამისა, ტურბინის იქით ამაღლებული წნევის არსებობა უზრუნველყოფს მიწოდებული სათბოს გარდაქმნას აირის კინეტიკურ ენერჯიად.

ფორსაჟულ კამერაში სათბობის დამატებითა წვით მიღებული წვეის ნამატის სიდიდე განიანზღვრება აირების ტემპერატურით, რომელიც არ აღემატება 2000°K-ს. მასთან წვეა შეიძლება გადიდდეს 30—50%-ით (სასტარტო პირობებში). რაც უფრო დიდია ფრენის სიჩქარე. მით მეტია წვეის ნამატი ფორსირების დროს.



ნახ. 3. 49. ფორსაჟული კამერის პრინციპული სქემა.

1 — ფრქვევანები, 2 — ალის სტაბილიზატორი, 3 — ელექტრული სანთელი, 4 — საქმენი.

ფორსირების მოცემული ხერხი მოითხოვს ტურბინასა და რეაქტიულ საქმენს შორის სპეციალური ფორსაჟული კამერის დაყენებას.

ფორსაჟული კამერის პრინციპული სქემა გამოსახულია 3. 49 ნახაზზე. აირტურბინის იქით მოთავსებულია ფრქვევანები (1). რომლებიც სათბობს აირების ნაკადის საწინააღმდეგოდ აწვდიან და, ალის სტაბილიზატორი (2), რომელიც ქმნის შექცეული დინების რგოლურ ზონას. სათბობს ფორსაჟულ კამერაში ცეცხლი ეკიდება უმთავრესად თვითააღებადი აირებიდან. რომლებსაც აქვთ მაღალი ტემპერატურა. ამუშავეებისათვის შეიძლება საჭირო გახდეს ელექტრული სანთელიც (3), რომელიც მოთავსებულია შიგა კონუსზე.

ფორსაჟულ კამერაში დაწვის პროცესი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ძირითად კამერებში დაწვის პროცესებისაგან. ჭერ ერთი, ფორსაჟულ კამერაში შედის ცხელი აირები. რომლებიც შეიცავენ წვის პროდუქტების დიდ რაოდენობას: მეორეც, აირის სიჩქარე ფორსაჟულ კამერებში მნიშვნელოვნად უფრო დიდია ვიდრე ძირითად კამერებში.

ფორსირების ამ ხერხის ნაკლოვანებებს უნდა მიეკუთვნოს კონსტრუქციის რაღაც სიმძიმე და სიჩქარე. კამერის ელემენტების ნაწილი ქმნის დამატებით წინააღობებს, რის შედეგადაც ძრავას წვეა არა-

ზომუშავე ფორსაყული კამერით აღმოჩნდება უფორსაყო კამერაში იმავე ძრავას წვევაზე ნაკლები.

საჭიროა აგრეთვე მოთხოვნილება ისეთ ნაკლებზე, როგორცაა სათბობის კუთრი ხარჯის გადიდება ფორსირების დროს. სათბობის კუთრი ხარჯის გაზრდა (ეკონომიურობის გაუარესება) აიხსნება სათბობის არასრული დაწვით, რაც დკავშირებულია იმასთან, რომ წვე ფორსაყულ კამერაში მიმდინარეობს შედარებით დაბალ წნევაზე. მართალია, ეკონომიურობა იზრდება ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს.

ფორსაყული კამერის არსებობა მოითხოვს აგრეთვე ძრავაზე რეაქტიული საქმენის (4) დაყენებას ცვალებადი გამოსასვლელი კვეთის მქონე ფართობით (სარეგულირებელი რეაქტიული საქმენის). მართლაც, თუ ფორსაყული კამერის ჩართვის დროს საქმენის გამოსასვლელი კვეთის ფართობს დავტოვებთ უცვლელად, მაშინ აქვს მოჰყვება წნევის გადიდება ტურბინის იქით, ტურბინაზე გადაამუშავებულს წნევათა ვარდნილის შემცირება და, როგორც შედეგი, ცურბინის სიმძლავრისა და ბრუნთა რიცხვის შემცირება. საჭირო ბრუნთა რიცხვის შესანარჩუნებლად სათბობის სისტემის აპარატი გააძლიერებს სათბობის მიწოდებას წვის ძირითად კამერებში, აირების T_3 ტემპერატურა ტურბინის წინ მკვეთრად იზრდება და გადაამეტებს ნიჩბებისათვის დასაშვებ სიდიდეს. ამიტომ ფორსაყული კამერის ჩართვას თან სდევს საქმენის კვეთის გამოსასვლელი ფართობის გადიდება.

ფორსირება სითხის შემხაპუნებით

ფორსირების ამ ხერხის განხორციელების დროს კომპრესორის შესასვლელთან დაყენებული სპეციალური ფრქვევანებით ჰაერის ნაკადში შემხაპუნდება რაიმე სითხე (წყალი, სპირტი), რომელსაც აქვს მაღალი ორთქლწარმოქმნის სითბო. სითხის ასაორთქლებლად დახარჯული სითბოს შედეგად ხდება კომპრესორის მიერ შეკუმშული ჰაერის გაცივება. ჰაერისათვის კუმშვის ერთი და იმავე მუშაობის გადაცემის დროს ჰაერის გაცივებას მოჰყვება წნევის გადიდების ხარისხის, გამოდინების სიჩქარისა, და მაშასადამე, წვეის ზრდის გადიდებაც. გარდა ამისა, წნევის ზრდა ტურბინის წინ აირის T_3 ტემპერატურის მუდმივობის შესანარჩუნების დროს გამოიწვევს აირის სიმკვრივისა და m_6 ხარჯის გადიდებას. მაშასადამე, ფორსირების ამ ხერხის დროს წვეა იზრდება აირის გამოდინების სიჩქარისა და ხარჯის გადიდების გამო.

ფორსირების ამ ხერხის ნაკლია სითხის მეტად დიდი რაოდენობის ხარჯი. მაგალითად, წვეის გასაძლიერებლად 30%-ით საჭიროა კომპრესორში მივაწოდოთ სითხე (წყალი) იმ რაოდენობით, რომელიც 2-ჯერ აღემატება სათბობის ხარჯს.

§ 11. ტურბორეაქტიული ძრავების მახასიათებლები

თვითმფრინავზე დაყენებული ტურბორეაქტიული ძრავას მუშაობის პროცესში იცვლება ფრენის სიჩქარე და სიმაღლე და აგრეთვე ძრავას როტორის ბრუნთა რიცხვი. ამ დროს, საბოლოო ანგარიშში იცვლება ძრავას წევა და სათბობის კუთრი ხარჯი. ძრავას შესაფასებლად უნდა ვიცოდეთ მისი მონაცემები მუშაობის სხვადასხვა პირობების დროს. ამ მონაცემების მიღება შეიძლება, თუ ვიცით ძრავას მახასიათებლები.

ტურბორეაქტიული ძრავას მახასიათებლები ეწოდება წევისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას ძრავას მუშაობისა და თვითმფრინავის ფრენის პირობებზე.

მახასიათებლების ცოდნა ექსპლოატაციის სხვადასხვა პირობებში იძლევა ძრავას ხარისხის სწორად შეფასების შესაძლებლობას და, მასა-საღამე, ფრენის პირობებში სხვადასხვა ირავას ერთმანეთთან შედარების შესაძლებლობას.

ძრავას მახასიათებლები საჭიროა თვითმფრინავის საფრენ-ტექნიკური მონაცემების, აფრენა-დაჯდომისა და სამანევრო თვისებების განსაზღვრისათვის, აგრეთვე მთელი რიგი სხვა ამოცანების გადასაწყვეტად.

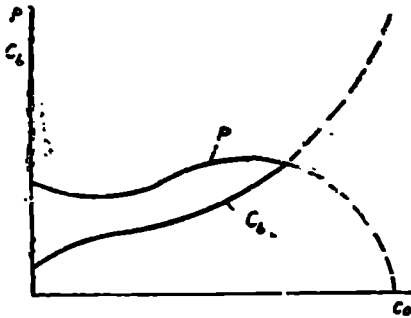
ძრავას მუშაობის რეჟიმი განისაზღვრება როტორის ბრუნთა რიცხვით. თვითმფრინავის ფრენის რეჟიმზე -- ფრენის სიჩქარი და სიმაღლით. ამ ფაქტორის მიხედვით, რომლის გავლენასაც იხილავენ ხოლმე, არჩევენ შემდეგ მახასიათებლებს: ჩქარულს, მალლივს და სტენდურს (დროსელურს).

სტენდურ მახასიათებლებს ღებულობენ ძრავების გამოცდის დროს სტენდზე. ჩქარული და მალლივი მახასიათებლები, რომლებსაც უწოდებენ აგრეთვე ფრენათ მახასიათებლებს, შეიძლება მიღებულ იქნეს გაანგარიშებით ან გამოცდებით სპეციალურ თვითმფრინავ-მფრინავ ლაბორატორიაში ან მალღვ პირობებში (ბაროკამერებში).

ყველა აღნიშნულ მეთოდს აქვს თავისი ღირსება და ნაკლოვანება. საანგარიშო მეთოდი საშუალებას იძლევა მივიღოთ საპროექტბელც ძრავას მახასიათებლები, მაგრამ გაანგარიშების შედეგები ყოველთვის არ მართლდება ხოლმე პრაქტიკულად. უფრო ზუსტ მონაცემებს იძლევა ექსპერიმენტული მეთოდი, მაგრამ ექსპერიმენტის ჩატარება მოითხოვს რაჟულსა და ძვირადღირებულ მოწყობილობას და ამიტომ დაკავშირებულია დიდ ხარჯებთან.

ჩქარული მახასიათებლები

ტრძ-ს ჩქარული მახასიათებლები ეწოდება წევრისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას ფრენის სიჩქარეზე, როცა ფრენის სიმაღლე, ბრუნთა რიცხვი და ტურბინის წინ აირის ტემპერატურა უცვლელია.



ნახ. 3 50. ტრძ-ს ჩქარული მახასიათებლები.

ჩქარული მახასიათებლები, რომლიდანაც ჩანს, რომ c_0 ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს ძრავას წევა დასაწყისში რამდენადმე მცირდება. ხოლო შემდეგ მაქსიმუმამდე დიდდება. ნაჩვენებია 3.50 ნახაზზე. სიჩქარის შემდგომი გადიდებით წევა კვლავ მცირდება და ფრენის

რადიკ ძალზე დიდი ზებგერული სიჩქარის დროს ხდება ნულის ტოლი. ფრენის სიჩქარის გადიდებისას სათბობის კუთრი ხარჯი განუწყვეტლივ იზრდება.

წევის შეცვლა

წევის შეცვლის ხასიათის ასახსნელად ვისარგებლოთ (3.3) განტოლებიდან:

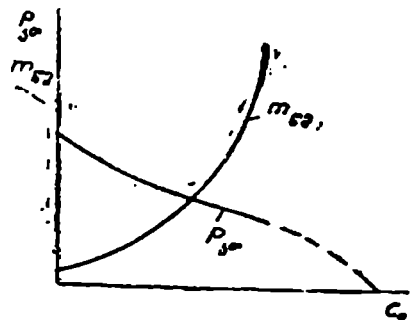
$$P = m_{\text{სა}}(c_2 - c_1) = m_{\text{სა}} P_{\text{კო}}$$

როგორც განტოლებიდან ჩანს, წევის შეცვლის ანალიზისათვის ფრენის სიჩქარის მახედვით საჭიროა განვიხილოთ, თუ როგორ იცვლება $m_{\text{სა}}$ ჰაერის ხარჯი ძრავაში და $P_{\text{კო}}$ კუთრი წნევა ფრენის სიჩქარის შეცვლის დროს.

$m_{\text{სა}}$ ჰაერის ხარჯი ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს განუწყვეტლივ იზრდება ჩქარული დაწნევის გადიდების გამო. ფრენის მცირე სიჩქარეებზე (დაახლოებით 600—700 კმ/სთ) ჰაერის ნარჯის გადიდება უმნიშვნელოდ იჩენს თავს, რადგანაც ჩქარული დაწნევა. ფრენის სიჩქარის კვადრატის პროპორციულია და არაა დიდი. ფრენის სიჩქარას შემდგომი გადიდების დროს ჩქარული დაწნევა ინტენსიურად იზრდება

და ჰაერის ხარჯი მნიშვნელოვნად დიდდება. ფრენის სიჩქარეზე ჰაერის ხარჯის დამოკიდებულების ხასიათი ნაჩვენებია 3.51 ნახაზზე.

ძრავას კუთრი წევა ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს განუწყვეტლივ მცირდება. ეს შემდეგი მიზეზებით აიხსნება. ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს დადდება ჰაერის ჩქარული დაწნევა, იზრდება ჩქარული წნევის გადიდება ხარისხი. რასაც მოჰყვება ხოლმე წნევის გადიდება ძრავას ყველა ელემენტში. წნევის გადიდება, ტურბინის იქით მოჰყვება რეაქტიული საქმენიდან აირის c_2 გამოდინების სიჩქარის გადიდება. მაგრამ გამოდინების სიჩქარის ზრდა ნაკლებად ინტენსიურია, ვიდრე ფრენის სიჩქარის ზრდა. ამიტომ როგორც ეს გამოდინარეობს (3. 5 ა) განტოლებიდან კუთრი წევა მცირდება.



ნახ. 3. 51. ჰაერის ხარჯისა და კუთრი წევის დამოკიდებულება ფრენის სიჩქარეზე.

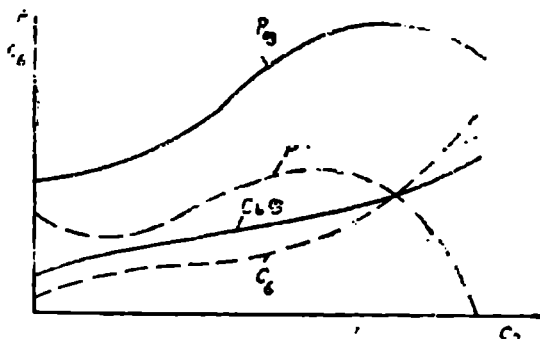
ამრიგად, ფრენის მცირე სიჩქარეების არეში $m_{გვ}$ ჰაერის ხარჯის უმნიშვნელო ზრდისა და $P_{კო}$ კუთრი წევის დაცემის დროს ძრავას წევა მცირდება და ფრენის 600—700 კმ/სთ სიჩქარისას (როცა $H=0$) შეადგენს დედამიწაზე ძრავას მუშაობის დროს მიღებული წევის სიდიდის 80—85%-ს. ფრენის სიჩქარის შემდგომი გადიდების დროს ჰაერის ხარჯის ზრდა იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ მიუხედავად კუთრი წევის შეუჩერებელი შემცირებისა, ძრავას აბსოლუტური წევა იზრდება. მიაღწევს რა მაქსიმუმს $M=2.0 \div 2.5$ რიცხვის დროს ტრამს-აბსოლუტური წევა იწყებს სწრაფ შემცირებას და ფრენის ძალზე დიდი ზეგერული სიჩქარის ($M=3,5 \div 4,0$) დროს გადაიქცევა ნულად. ეს იმით აიხსნება, რომ ჰაერის შეთბობას ჩქარული დაწნევის ხარჯზე მოჰყვება ხოლმე წვის კამერაში შემავალი ჰაერის T_2 ტემპერატურის გადიდება, იმ დროს როცა აირის მუდმივი T_3 ტემპერატურის შენარჩუნება ტურბინის წინ მოითხოვს იმ სითბოს რაოდენობის შემცირებას, რომელსაც ვაწვდით კილოგრამ ჰაერს წვის კამერაში. ამიტომ ეფექტური მუშაობა და გამოდინების სიჩქარე მცირდება. ფრენის რომელიღაც საკმაოდ დიდი სიჩქარის დროს ჰაერის T_2 ტემპერატურა იმდენად უახლოვდება აირის T_3 ტემპერატურას, რომ ჰაერისათვის მიწოდებული სითბო საკმარისია მხოლოდ ძრავაში მიღებული დანაკარგების დასაფარავად. ხოლო ეფექტური მუშაობა, კუთრი წევა და ძრავას აბსოლუ-

ტური წევა გადაიქცევა ნულად. ამრიგად, ტურბორეაქტიული ძრავების გამოყენება ფრენის ძალზე დიდ ზებგერულ სიჩქარეებზე შეუძლებელია.

სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლა

სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლის ხასიათი ფრენის სიჩქარის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს (3.7) განტოლებით.

როგორც დადგენილია, ფრენის სიჩქარის გადიდებას მოსდევს კუთრი წევისა და ჰაერის ყოველი კილოგრამისათვის მიწოდებული სითბოს რაოდენობის შემცირება. რამდენადაც კუთრი წევის შეცვლა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე სითბოს მიწოდების შეცვლა, ამდენად



ნახ. 3. 52. ფორსაჟიანი ტრძ-ს ჩქარული მახასიათებელი.

სათბობის კუთრი ხარჯი ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს განუწყვეტლივ იზრდება. როცა კუთრი წევა და წევა შემცირდება ნულამდე, მაშინ სათბობის კუთრი ხარჯი მიიწვრათვის უსასრულობისაკენ.

ამრიგად, რაც უფრო დიდია თვითმფრინავის ფრენის სიჩქარე.

მით უფრო მეტ სათბობის ხარჯს მოითხოვს წევის ყოველი კილოგრამის შექმნა.

წევის ფორსირება ფორსაჟულ კამერაში სათბობის დამატებითი რაოდენობის დაწვის გზით არსებით გავლენას ახდენს ძრავას ჩქარული მახასიათებლების მიმდინარეობაზე. ფორსაჟულ რეჟიმზე მომუშავე ტრძ-ს ჩქარული მახასიათებლები ნაჩვენებია 3.52 ნახაზზე. იქვე პუნქტარხაზებით გამოსახულია იმავე ძრავას მახასიათებელი არაფორსაჟულ რეჟიმზე. როგორც ჩანს, რაც უფრო დიდია ფრენის სიჩქარე, მით უფრო მეტია წევის ნამატი ფორსირების ხარჯზე. განსაკუთრებით ეს შესამჩნევია ფრენის იმ სიჩქარეებზე, სადაც არაფორსირებული ძრავას წევა მნიშვნელოვნად მცირდება. ამავე დროს სათბობის C_{p0} კუთრი ხარჯი ამ სიჩქარეებზე აღმოჩნდება უფრო მცირე, ვიდრე არაფორსაჟულ რეჟიმზე მუშაობის დროს.

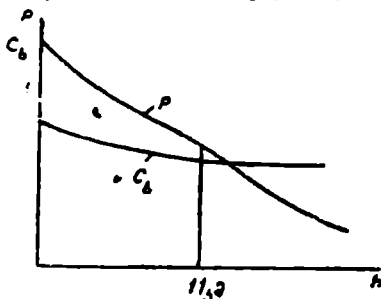
აღნიშნული გარემოება სებას გვაძლევს ჩაკეთალოთ, რომ ფორსაჟ-

ეს გამოყენებას მოიპოვებს არა მხოლოდ აფრენის დროს ან ჟრენის სიჩქარის ხანმოკლე გადიდების დროს, არამედ იგი იქცევა ტურბორეაქტიული ძრავას ნუშაობის ერთ-ერთ ძირითად რეჟიმად.

მალღივი მახასიათებლები

მალღივი მახასიათებლები ეწოდება წვევისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებებს ჟრენის სიმაღლეზე, როცა აფრენის სიჩქარე, ბრუნთარიცხვი და ტურბინის წინ აირის ტემპერატურა უცვლელი რჩება.

3. 53 ხაზზე გამოსახულია მალღივი მახასიათებელი. ნახაზიდან ჩანს, რომ თვითმფრინავის ასვლისას ტრძ-ს წევა ინტენსიურად მცირდება (ამასთან, 11 კმ-მდე ასვლისას წევა მცირდება უფრო ნელა, ვიდრე 11 კმ-ის შემდეგ). სათბობის კუთრი ხარჯი 11 კმ სიმაღლემდე კლებულობს. ხოლო შემდგომი ასვლის დროს რჩება უცვლელი.



ნახ. 3. 53. ტრძ-ს მალღივი მახასიათებელი.

წვევის შეცვლა

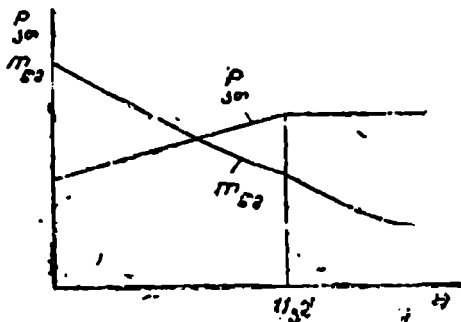
$P = m_{წთ} P_{კუ}$ წვევის შეცვლის ანალიზისათვის უნდა განვიხილოთ ჰაერის ხარჯისა და სიმაღლის მიხედვით კუთრი წვევის შეცვლის ხასიათი.

ჰაერის ხარჯი ძრავაში თვითმფრინავის ასვლის დროს მცირდება ჰაერის სიმკვრივის შემცირების გამო. ჰაერის ტემპერატურის დაწვეას თვითმფრინავის ასვლისას 11 კმ-მდე მოსდევს წნევის გადიდება ხარისხის გადიდება. ამიტომ 11 კმ-მდე ასვლის დროს ჰაერის ხარჯი შემცირდება არა სიმკვრივის შემცირების პროპორციულად. არამედ უფრო ნელა. 11 კმ-ზე მეტ სიმაღლეებზე (გარემომცველი ჰაერის მუდმივი ტემპერატურის მქონე სიმაღლეთა დიაპაზონში) ჰაერის ხარჯი ძრავაში მცირდება უფრო მკვეთრად, ჰაერის სიმკვრივის შემცირების პროპორციულად (ნახ. 3. 54).

კუთრი წევა 11 კმ-მდე ასვლის დროს იზრდება, რაც აიხსნება წნევის გადიდების ხარისხის გადიდებით ჰაერის ტემპერატურის შემცირებისა და გამოდინების სიჩქარის შენაბამისი გადიდების გამო. 11 კმ-ზე

მეტ სიმაღლეებზე. ჰაერის ტემპერატურა პრაქტიკულად მუდმივია, ამიტომ წნევის გადიდების ხარისხი არ იცვლება და კუთრი წვეა რჩება უცვლელი.

ამრიგად, ტრძ-ს აბსოლუტური წვეა 11 კმ-მდე ასვლას დროს მცირდება ჰაერის ხარჯის შემცირების გამო.



მაგრამ ეს შემცირება ხდება უფრო ნელა, ვიდრე ჰაერის სიმკვრივის დაცემა.

11 კმ-ზე მეტ სიმაღლეებზე, ტრძ-ს წვეა იმავე მიზეზების გამო მცირდება და, ამასთან, უფრო მნიშვნელოვნად. რადგან ამ სიმაღლეებზე ჰაერის ხარჯი ძრავაში იცვლება უფრო მკვეთრად. ჰაერის სიმკვრივის შეცვლის პროპორციულად.

რადგან წვეა თეიამფრანგის ასვლის დროს მცირდება, ამიტომ ცხადია, ტრძ

ნახ. 3. 54. ჰაერის ხარჯისა და კუთრი წვეის დამოკიდებულება ფრენის სიმაღლეზე.

შეიძლება ჩაითვალოს არამდლევ ძრავად.

სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლა

როგორც (3.7) განტოლებიდან გამომდინარეობს, სათბობის კუთრი ხარჯი დამოკიდებულია კუთრ წვეაზე და 1 კილოგრამი ჰაერისათვის მიწოდებულ სითბოს რაოდენობაზე. ფრენის სიმაღლის გადიდებასთან ერთად, როგორც დადგენილია, კუთრი წვეაც იზრდება 11 კმ სიმაღლემდე, რის შემდეგაც რჩება მუდმივი. რაც შეეხება სითბომიწოდების სიდიდეს, გარეშე ჰაერის ტემპერატურას შემცირების გამო წვის კამერაში 11 კმ-მდე ასვლის დროს შედის უფრო ცივი ჰაერი, რომლის გასათბობადაც უცვლელ ტემპერატურამდე საჭიროა სითბოს დიდი რაოდენობის მიწოდება. მაშასადამე, სითბომიწოდების სიდიდე 11 კმ სიმაღლემდე დიდდება. რადგან კუთრი წვეის ზრდა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე სითბომიწოდების ზრდა, ამიტომ სათბობის კუთრი ხარჯი 11 კმ-მდე ასვლის დროს რამდენადმე მცირდება.

11 კმ-ზე მეტი ფრენის სიმაღლეზე, წვის კამერაში შესული ჰაერის ტემპერატურა, პრაქტიკულად მუდმივია და, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ დიდ სიმაღლეებზე ნარევის წარმოქმნის გაუარესებას, ყოველ კილოგრამ ჰაერზე საჭირო იქნება სითბოს ერთი და იმავე რაოდენობის მიწოდება. რადგან კუთრი წვეა და სითბომიწოდება არ იცვ-

ლებს; ამიტომ სათბობის კუთრი ხარჯი 11 კმ-ზე მეტ სიმაღლეებზე, რჩება მუდმივი.

სტენდური მახასიათებლები

ტრძ-ს სტენდურ (დროსელურ) მაქსიმალურებს უწოდებენ წვევისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას როტორის ბრუნთარიცხზე.

ასეთ მახასიათებლებს იღებენ ძრავას გამოცდის დროს სტენდზე (ფრენის სიმაღლე $H=0$, ფრენის სიჩქარე $c_0=0$).

დრონელირებისას ტურბორეაქტიული ძრავების მუშაობის მახასიათებელი რეჟიმებია:

ფორსაჟული რეჟიმი (მიღებული ფორსაჟული კამერის წართვის დროს) ხასიათდება ძრავას მიერ განვითარებულა წვევის მაქსიმალური სიღრმით. ბრუნთარიცხვი ამ რეჟიმზე აგრეთვე მაქსიმალურია. ეს რეჟიმი გამოიყენება შეზღუდულ აფრენ-დაჯდომის ზოლიდან აფრენის დროს. და აგრეთვე მაქსიმალურად შესაძლო ჰორიზონტალური სიჩქარის ან სწრაფვლის საპირობების შემთხვევაში.

რეჟიმი ხასიათდება სათბობის ამალეებული კუთრი ხარჯით. ფორსაჟულ რეჟიმზე მუშაობის დრო შეზღუდულია.

მაქსიმალური რეჟიმი გამოიყენება იმავე შემთხვევებში. როგორც ფორსაჟული; ბრუნთარიცხვი ამ რეჟიმზე, იან როგორც ფორსაჟულზე, მაქსიმალურია. მაგრამ ძრავას მიერ განვითარებული წვევა ნაკლებია. რადგან ფორსაჟული კამერა გამოართულია. ამ რეჟიმით მუშაობის დრო აგრეთვე შეზღუდულია ძრავას დეტალებზე დადი დატვირთვების გამო.

ნომინალური რეჟიმი ძრავას საანგარიშო რეჟიმი და გამოიყენება სიმაღლის ხანგრძლივი ალებისათვის, და აგრეთვე ფრენის მაქსიმალურთან მიახლოებული სიჩქარეების მისაღებად. ბრუნთარიცხვი ამ რეჟიმზე რამდენადმე (3—4%-ით) ნაკლებია მაქსიმალურთან შედარებით. მთელი რიგი ძრავების მუშაობა ნომინალური რეჟიმზე არ არის შეზღუდული.

კრეისერული რეჟიმები უზრუნველყოფენ რა ძრავას უდიდეს ეკონომიურობას. გამოიყენებიან დიდ მანძილზე და ხანგრძლივი ფრენის დროს. ძრავას მუშაობა ამ რეჟიმებზე ნებადართულია მისთვის დადგენილი სამსახურის ვადის (რესურსის) მთელ მანძილზე.

კრეისერულ რეჟიმებზე ძრავა ავითარებს 0,8 P_{max} -მდე წვევას. მცირე აირის რეჟიმი გამოიყენება ძრავას მუშაობის შემთხვევაში დედამწაზე ან ცორვის დროს. ამ რეჟიმზე ძრავას აქვს მინიმალურად დასაშვები ბრუნთარიცხვი, რომელზეც მას შეუძლია

მდგრადი მუშაობა. ძრავას წვევა მცირე აირზე არ აღემატება ნომინალური წვევის 3—5%-ს (მცირე აირის წვევის საღიდეზეა დამოკიდებული თვითმფრინავის გარბენის სიგრძე დაჯდომის დროს).

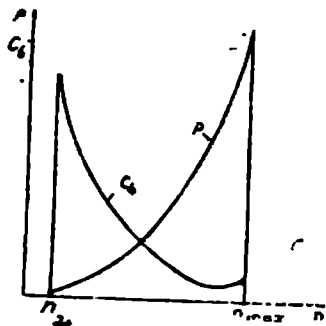
მცირე აირზე მუშაობის დრო შეზღუდულია ტურბინის წინ აირის მაღალი ტემპერატურის გამო.

ტრძ-ს სტენდური მახასიათებელი უცვლელი გეომეტრიით

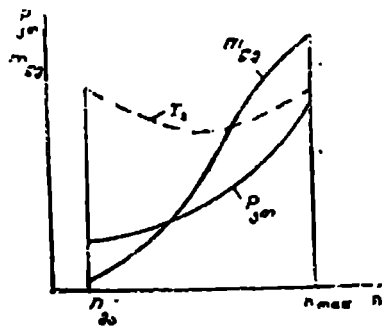
ტრძ უცვლელი გეომეტრიით გამოირჩევა იმით, რომ ასეთი ძრავა ელემენტები არ რეგულირდება. უცვლელი გეომეტრიის მქონე ძრავას მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ $BK-1A$ ძრავა.

ასეთი ტრძ-ს სტენდური მახასიათებელი ნაჩვენებია 3.55 ნახაზზე. როტორის ბრუნთა რიცხვის გადიდებასთან ერთად ტრძ-ს წვევა განუწყვეტლივ მატულობს; სათბობის კუთრი ხარჯი ამ დროს მცირდება, მაქსიმალურთან მიახლოებული ბრუნთა რიცხვია დროს აღწევს მინიმუმს, ბრუნთა რიცხვის შემდგომი გადიდების დროს კი იგი უმნიშვნელოდ იზრდება.

მოვახდინოთ წვევისა და სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლის ხასიათის ანალიზი მახასიათებლის მიხედვით.



ნახ. 3. 55. ტრძ-ს სტენდური მახასიათებელი უცვლელი გეომეტრიით



ნახ. 3. 56. ჰაერის ხარის და კუთრი წვევის დამოკიდებულება ბრუნთა რიცხვზე.

წვევის შეცვლა

წვევის შეცვლას ანალიზისათვის მიემართოთ (3.3 ა) განტოლებას. რომელიც დაწერილია ტრძ-ს მუშაობის შემთხვევისათვის სტენდზე:

$$P = mC_s = m_{\text{გთ}} P_{\text{კო}}$$

დავადგინოთ, თუ როგორ იცვლება ჰაერის ხარჯი ძრავაში და კუთრი წვევა.

ჰაერის ხარჯი განუწყვეტლივ იზრდება ბრუნთა რიცხვს გადიდების დროს. ბრუნთა მცირე რიცხვენა დასა დასა ჰაერის ხარჯი დაახლოებით ბრუნთა რიცხვის პროპორციულად იცვლება. ბრუნთა იმ რიცხვებზე, რომლებიც უახლოვდებიან მასქიმაღურს, ის იცვლება უფრო მეტა ხარისხით (ნახ. 3. 56).

$P_{კო} = c_5$ კუთრი წვეა სტენდზე მუშაობის დროს დამოკიდებულია მხოლოდ გამოდინების სიჩქარეზე, რომელიც, თავის მხრივ, განისაზღვრება წნევის გადიდების ხარისხით. რაც უფრო დიდია ბრუნთა რიცხვი, მით მეტია კილოგრამ ჰაერის შეკუმშვაზე დახარჯული მუშაობა, და მეტია წნევის გადიდების ხარისხი. ეს მუშაობა იზრდება დაახლოებით ბრუნთა რიცხვის კვადრატის პროპორციულად. მაშასადამე, კუთრი წვეა იზრდება დაახლოებით ბრუნთა რიცხვის კვადრატის პროპორციულად.

ამრიგად, შეიძლება გვაკეთოთ დასკვნა, რომ ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად ძრავას წვეა დიდდება. ამასთან, წვეის გადიდების ინტენსიურობა იზრდება ბრუნთა რიცხვის გადიდებასთან ერთად. ბრუნთა დიდი რიცხვების დროს ტრძ-ს წვეა იცვლება დაახლოებით ბრუნთა რიცხვს 3—4 ხარისხის პროპორციულად.

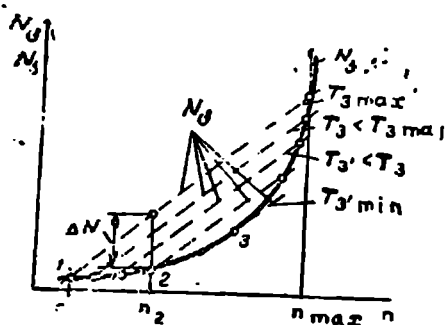
სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლა

სათბობის კუთრი ხარჯის სიდიდე, როგორც ეს გამომდინარეობს სტენდზე ტრძ-ს მუშაობის შემთხვევისათვის დაწერილი (3. 7) გასტოლებიდან, დამოკიდებულია კუთრი წვეის სიდიდესა და ყოველი კილოგრამი ჰაერისათვის მიწოდებული სითბოს რაოდენობაზე, რომელიც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ტურბინის წინ აირის T_3 ტემპერატურაზე. რადგან კუთრი წვეის შეცვლის ხასიათი ბრუნთა რიცხვის მიხედვით განსაზღვრულია ზემოთ. საჭიროა ვიპოვოთ აირის T_3 ტემპერატურის დამოკიდებულება ბრუნთა რიცხვზე. ეს დამოკიდებულება შეიძლება ვიპოვოთ ტურბინისა და კომპრესორის ერთად მუშაობის პირობების ანალიზიდან.

3. 57 ნახაზე გამოსახული მრუდი გვიჩვენებს კომპრესორის მიერ მოხმარებული $N_კ$ სიმძლავრის დამოკიდებულებას ბრუნთა რიცხვზე, ხაზები კი გვიჩვენებს საქმენი აპარატის წინ აირის სხვადასხვა ტემპერატურის დროს ტურბინის მიერ განვითარებული სიმძლავრის დამოკიდებულებას ბრუნთა რიცხვზე; რაც უფრო დიდია ეს ტემპერატურა, მით უფრო მეტია ტურბინის სიმძლავრე, მით უფრო ზევით განლაგდება $N_კ$ მრუდები.

ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად იზრდება $N_კ$ კომპრესორის და $N_ტ$ ტურბინის სიმძლავრე. კომპრესორის მიერ მოხმარებული სიმ-

ძლავრე იზრდება ბრუნთა რიცხვის კუბის პროპორციულად. ხოლო ტურბინის სიმძლავრე იზრდება მნიშვნელოვნად უფრო მცირე ხარისხით.



ნახ. 3. 57. ტურბინისა და კომპრესორის ერთად მუშაობის გრაფიკი.

კომპრესორისათვის საჭირო სიმძლავრისა და ტურბინის სიმძლავრის მრუდების გადაკვეთის წერტილები გვიჩვენებს აირის ტემპერატურას, რომელიც შეესაბამება ძრავას მუშაობის ამ დამყარებულ რეჟიმს. დამყარებული რეჟიმი ხასიათდება კომპრესორისა და ტურბინის სიმძლავრეთა ტოლობით: $N_1 = N_2$ ამ რეჟიმზე ბრუნთა რიცხვი და ჰაერის ხარჯი უცვლელია.

დავუშვათ, რომ ძრავა მდგრადად მუშაობს რეჟიმზე, რომელიც აღწინშეულია (2) წერტილით. ძრავას როტორის ბრუნთა რიცხვის გასაღიდეებლად საჭიროა, რომ ტურბინის მიერ განვითარებული სიმძლავრე გადადეს და გახდეს მეტი იმ სიმძლავრეზე, რომელიც საჭიროა კომპრესორის როტორის საბრუნებლად. ტურბინის სიმძლავრე შეიძლება გადიდდეს ტურბინის წინ აირის T_3 ტემპერატურის გაზრდით. რისთვისაც საჭიროა წვის კამერაში სათბობის მიწოდების გადიდება. მიღებული ΔN სიმძლავრის სიჭარბე მიდის ძრავას (კომპრესორის) „გაქანებაზე“. თუ ბრუნთა რიცხვის გადიდების დროს სათბობის მიწოდება აღარ მატულობს, მაშინ აირების ტემპერატურა მცირედება, რადგან ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად იზრდება ჰაერის ხარჯიც ძრავაში. ბრუნთა რომელიც რიცხვის დროს მიღწეულ იქნება სიმძლავრეთა ტოლობა და ძრავა კვლავ დაიწყებს მდგრადად მუშაობას სხვა რეჟიმზე, რომელიც ხასიათდება წერტილით (3), მაგრამ აირის ტემპერატურა ტურბინის წინ ამ შემთხვევაში იქნება უფრო ნაკლები, ვიდრე n_2 ბრუნთა რიცხვის დროს. ძნელი არ არის იმის დანახვა, რომ ბრუნთა გადიდების დროს აირის ტემპერატურა ტურბინის წინ პირველად უნდა შემცირდეს T_{min} -მდე, ხოლო შემდეგ გაიზარდოს. მინიმალურ და მაქსიმალურ ბრუნთა რიცხვის დროს მუშაობა დამყარებულ რეჟიმზე მოითხოვს ტურბინის წინ აირის T_3 მაქსიმალური ტემპერატურის შენარჩუნებას. აირის ტემპერატურის ასეთი შეცვლა ხდება თავისთავად სათბობისა და ჰაერის ხარჯის არაპროპორციული

შეცვლის გამო. T_3 ტემპერატურის დამოკიდებულება ბრუნთა რიცხვზე 3. 56 ნახაზზე ნაჩვენებია პუნქტით.

3. 57 ნახაზიდან ჩანს, რომ ტრძ-ს აქვს ისეთი n_{min} მინიმალური ბრუნთა რიცხვები, რომელთა დროსაც წონასწორული რეჟიმის მიღება შეიძლება ნხოლოდ აირის T_{3max} მაქსიმალური ტემპერატურის დროს. n_{min} -ზე ნაკლები ბრუნთა რიცხვებისათვის ტურბინის სიმძლავრე T_{max} -ის დროს იქნება უფრო ნაკლები, ვიდრე კომპრესორისათვის საჭირო სიმძლავრე. რადგან ტრძ-ს დამოუკიდებელი მუშაობა $n < n_{min}$ ბრუნთა რიცხვზე შეუძლებელია ტურბინის წინ მაქსიმალურად დასაშვებრი T_{3max} ტემპერატურის გადატეგების გარეშე. ამიტომ ძრავას ასაბნელებლად გამოყენებული უნდა იქნეს სიმძლავრის დამატებითი წყარო (სტარტერი). სტარტერი მიანიჭებს ბრუნვას ძრავას როტორს ისეთ ბრუნთა რიცხვამდე. რომელზეც უკვე შესაძლებელია ძრავას დამოუკიდებელი მუშაობა $P_3 < T_{3max}$ დროს. ამ ბრუნთა რიცხვებს ეწოდება მცირე აირის n_{g_3} ბრუნთა რიცხვი. ისინი, ჩვეულებრივ, აღემატებიან მინიმალურ ბრუნთა რიცხვს 1000—1500 ბრ/წთ-ით.

აირის ტემპერატურის მონახული დამოკიდებულება ბრუნთა რიცხვზე ნების გვაძლევს ავხსნათ სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლის ხასიათი მახასიათებლის მიხედვით. მინიმალურ ბრუნთა რიცხვებზე ჰაერის შეკუმშვა კომპრესორში არაა დიდი და კომპრესორში შეყულ ჰაერს აქვს მცირე ტემპერატურა, ამიტომ ამ ბრუნთა რიცხვზე აირების საჭირო მაქსიმალური ტემპერატურის შესანარჩუნებლად საჭიროა სითბოს დიდი რაოდენობის მიწოდება წვის კამერაში.

ბრუნთა რიცხვის ზრდას მოჰყვება სათბობის კუთრი ხარჯის შემცირება. რადგან მას თან სდევს კუთრი წვეის ზრდა და აირების ტემპერატურის შემცირება ტურბინის წინ. ე. ი. ჰაერის ყოველ კილოგრამზე მიწოდებული სითბოს რაოდენობის შემცირება. სათბობის კუთრი ხარჯი მიაღწევს რა მინიმალურ მნიშვნელობას ბრუნთა რაღაც რიცხვის დროს, რომელიც უახლოვდება n_{max} -ს. შემდეგ რამდენადმე დიდდება, რადგან აირების ტემპერატურის გადიდება თავს იჩენს უფრო მეტად. ვიდრე კუთრი წვეის ზრდა.

ტრძ-ს ხტენდური მახასიათებლები ცვალებადი გეომეტრიით

ძრავას სტენდურ მახასიათებელს, რომელსაც აქვს კომპრესორიდან ჰაერის გადასაშვები მოწყობილობა, გააჩნია ზოგიერთი თავისებურება ზემოთ განხილულ მახასიათებელთან შედარებით. რადგან ჰაერის ნაწილი, ღია გადამშვები ლენტის დროს (ის ფარავს სარკმელს კომპრესორის კორპუსში) გამოიშვება ატმოსფეროში, ამიტომ ძრავას წევა.

როვირც ეს გამომდინარეობს (3.3 ა) განტოლებიდან, აღმოჩნდება უფრო ნაკლები, ვიდრე გადაშვების უქონლობისას. ჰაერის ხარჯის შემცირებას მოსდევს ტურბინის სიმძლავრის ვარდნა და მის შესანარჩუნებლად საჭიროა აირის T_3 ტემპერატურის გადიდება. აირის ტემპერატურის ზრდას მივყავართ იქითკენ, რომ სათბობის კუთრი ხარჯი გადაშვების ჩართვის დროს აღმოჩნდება მეტი, ვიდრე გადაშვების გამორთვისას.

გადაშვების გამორთვის დროს ჰაერის ხარჯის ზრდის გამო ძრავას წვევა გადიდება ნახტომით (ნახ. 3.58), ხოლო სათბობის კუთრი ხარჯი ამ დროს ნახტომითვე შემცირდება. ეს იმით აიხსნება, რომ ჰაერის ხარჯის გადღების დროს ტურბინის სიმძლავრეს შესანარჩუნებლად საჭიროა ტურბინის წინ აარების ტემპერატურის 'შე'ქცობა. ე. ი. ამ სათბობს რაოდენობის შემცირება, რომელიც გადაეცემა ჰაერის ყოველ კილოგრამს.

ძრავაზე სარეგულირებელი საქშენის არსებობა აგრეთვე გავლენა ახდენს მანასიათებელზე. იმ ტრძ-ს სტენდური მახასიათებელი, რომელსაც აქვს კომპრესორიდან ჰაერის გადაშვების სისტემა და სარეგულირებელი რეაქტიული საქშენი, გამოსახულია 3.59 ნახაზზე.

მცირე აირის ბრუნთა რიცხვიდან ნომინალურამდე არსებულ დიაპაზონში წნევისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულება განხილულია ზემოთ.

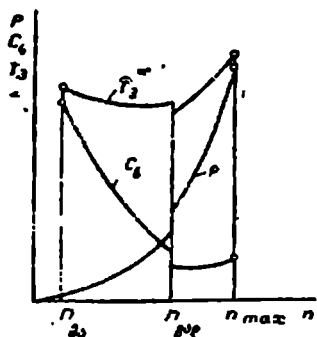
მაქსიმალური რეჟიმის მისაღებად საქშენი გადაჰყავთ ისეთ მდგომარეობაში, რომელიც ხასიათდება გამოსასვლელი კვეთის მინიმალური ფართობით. ამას მოჰყვება აირის გაფართოების ხარისხის შემცირება ტურბინაზე. ტურბინისა და კომპრესორის სიმძლავრეთა ტოლობის შესანარჩუნებლად საჭიროა აირის T_3 ტემპერატურის გადიდება ტურბინის წინ. თავის მხრივ, აირის ტემპერატურის გადიდება მოსდევს საქშენიდან აირის გამოდინების სიჩქარის გადიდება და კუთრი წევის ზრდა. მიუხედავად იმისა, რომ ამ დროს ძრავაში რამდენადმე მცირდება აირის ხარჯი, ძრავას წვევა მაქსიმალურ რეჟიმზე დიდდება.

ფორსაჟული კამერის ჩართვას და ამ დროს საქშენის კვეთის ფართობის გადიდებას მაქსიმალურამდე მოსდევს წევის ზრდა, როგორც ეს იყო ზემოთ (§ 10).

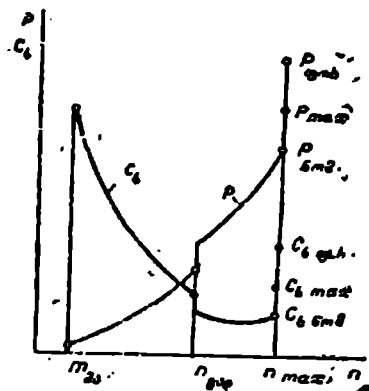
მაქსიმალურ რეჟიმზე სათბობის კუთრი ხარჯის ზრდა აიხსნება სათბობიწოდების ინტენსიური გადიდებით, რომელიც უფრო ინტენსიურია, ვიდრე წევის გაზრდა. სათბობის ხარჯის გადიდება ფორსაჟულ რეჟიმზე განხილულა აგრეთვე § 10-ში.

გამოახული მახასიათებელი შეესაბამება ძრავას რეგულირების

გარკვეულ პროგრამას. თუ შეიცვლება რეგულირების პროგრამა, მაშინ სხვა ხასიათისა იქნება წვეისა და სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლა.



ნახ. 3. 58. ტრძ-ს სტენდური მახასიათებელი ჰაერის გადაშვებით კომპრესორიდან.



ნახ. 3. 59. ტრძ-ს სტენდური მახასიათებელი სარეგულირებელი რეაქტიული საქშენითა და ჰაერ-ს გადაშვებით კომპრესორიდან.

§ 12. ორკონტურიანი ტურბორეაქტიული ძრავები

ჩვეულებრივი სქემის ტურბორეაქტიულ ძრავებს, რომლებიც განსილული იყო ზემოთ, ფრენის ბგერამდელ სიჩქარეებზე აქვთ დაბალი წვეია შქვ. წვეის შქვ გაღიდების მისწრაფებამ მიგვიყვანა ორკონტურიანი ტრძ-ს შექმნამდე. იგი ყველაზე უფრო მისაღები ძრავაა თვითმფრინავების მაღალი ბგერამდელი კრეისერული სიჩქარეებით ფრენისათვის.

ორკონტურიანი ტურბორეაქტიული ძრავა (შემოკლებით ოტრძ) ეწოდება ისეთ საავიაციო აირტურბინულ ძრავას, რომელშიც ტურბინის ჰარბი სიმძლავრე გამოიყენება მეორე კონტურის ვენტოლატორის ბრუნვისათვის.

ორკონტურიან ძრავებს შეიძლება ჰქონდეთ სხვადასხვა კონსტრუქციული სქემა. ასეთი ძრავების დამახასიათებელი ნიშანია — მეორე კონტურის არსებობა. ამ კონტურით მიედინება ჰაერის რაღაცა ნაწილი უშუალოდ გამონაბოლქვზე, წვის კამერისა და ტურბინის შემოვლით.

მე-15 ნახაზზე ნაჩვენებია ორკონტურიანი ძრავას სქემა, რომელსაც ჩვეულებრივ ტურბოვენტილატორულ ძრავას უწოდებენ ხოლმე. ეს

ძრავა ორლილვიანია, აქვს ორი კონტური: შიგა (პირველი) და გარე (მეორე). პირველი კონტურის ელემენტები იპთივია, როგორც აქვს ტრძ-ს. პირველი კონტურის ელემენტებში მიმდინარე პროცესები, აგრეთვე ახალოგიურია ტრძ-ს ელემენტებში შიშდინარე პროცესებისა. ერთადერთი განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ პირველი კონტურის ტურბინის სიმძლავრე იმ სიმძლავრეზე მეტია, რომელიც საჭიროა ამ კონტურის კომპრესორის ბრუნვინათვის. ტურბინის სიმძლავრის სიჭარბე იხარჯება მეორე კონტურის ვენტილატორის ასამოძრავებლად. ვენტილატორი მოთავსებულია რგოლურ კაბოტში. იგი წარმოადგენს მეორე კონტურს. ამ კონტურიდან შედარებით მცირე სიჩქარეებით გამოდინებული ჰაერის დიდი მასები ქმნიან რეაქტულ წევას. ამრიგად, ოტრძ-ს წევა ტოლია პირველი და მეორე კონტურების წევების ჯამისა.

ჩვეულებრივ ტრძ-სთან შედარებით ოტრძ-ს არსებითი უპირატესობაა მეტი ეკონომიურობა ფრენის მცირე და საშუალო სიჩქარეებზე. ეს აიხსნება შემდეგით. ჩვეულებრივ, ტრძ-ს ფრენის მცირე სიჩქარეებზე

აქვს დაბალი წევის მჭკ, რადგანაც ამ დროს ძალზე დიდია $m_{\text{ფ}} \frac{(c_5 - c_0)^2}{2}$ კინეტიკური ენერგიის გამოუყენებელი ნაწილი. კინეტიკური ენერგიის დანაკარგების შესამცირებლად საჭიროა საქშენიდან აირის c_5 გამოდინების სიჩქარის სიდიდის შემცირება. ამას აღწევენ სწორედ ოტრძ-ში, სადაც მეორე კონტურის ვენტილატორისათვის ენერგიის ნაწილის გადაცემის ხარჯზე მცირდება გამოდინების სიჩქარე. რადგან $P_{\text{კო}} = c_5$ კუთრი წევა ამ დროს მცირდება, ამიტომ საჭირო წევის მისაღებად უნდა მოხდეს ძრავაში ჰაერის ხარჯის გადიდება, რასაც სწორედ აღწევენ მეორე კონტურის შემოღებით.

ამრიგად, ოტრძ-ში წევის მჭკ აღმოჩნდება უფრო მაღალი, ვიდრე ტრძ-ში, რის შედეგადაც მისი ეკონომიურობაც იქნება უფრო დიდი. ამავე დროს, წევის საჭირო სიდიდე უზრუნველყოფილია მეორე კონტურში ჰაერის დიდი მასების გადინების გამო. ორკონტურიანი ძრავა გამოირჩევა აგრეთვე შედარებითი უხმაურობით, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სამგზავრო თვითმფრინავებისათვის.

მაგრამ, საჭიროა აღინიშნოს, რომ ოტრძ გაცილებით მძიმეა, აქვს დიდი მიღელი და გამოირჩევა მეტი სირთულით, ვიდრე ტრძ.

რაც უფრო დიდია თვითმფრინავის სიჩქარე, მით უფრო ნაკლებად იჩენს თავს აღწერილი სქემის ოტრძ-ს უპირატესობა ტრძ-ს მიმართ. რომელიც ბგერამდელ სიჩქარეზე ეს უპირატესობა სავსებით ქრება. ამიტომ ასეთი ოტრძ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ ბგერამდელ თვითმფრინავებზე. ოტრძ-ს გამოყენება ზებგერულ თვითმფრინავებზე შეიძლება განხორციელდეს იმ შემთხვევაში, თუ მეორე კონ-

ტურში იქნება წვის კამერა სათბობის დასაწვავად. წვის კამერა თავსდება მეორე კონტურის ვენტილატორის იქით. ამ კამერის მოწყობილობა ანალოგიურია ძირითადი ან წვის ფორსაჟული კამერებისა. მხოლოდ ძირითადი წვის კამერებისაგან განსხვავებით, აირების ტემპერატურა ამ კამერაში, ისე როგორც ფორსაჟულშიც, აღწევს დიდ სიდიდეს. რაც უზრუნველყოფს მეტი წვეის მიღებას.

სათბობის დაწვას მეორე კონტურში თან სდევს სათბობის კუთრი ხარჯის მნიშვნელოვანი გადიდება. ამის მიზეზს ისევე, როგორც ფორსაჟულ კამერაში, წარმოადგენს მცირე სიჩქარეებზე სითბოს გამოყენების არასაკმარისი ეფექტურობა წნევის გადიდების დაბალი ხარისხის გამო. ფრენის სიჩქარის ზრდასთან ერთად, მატულობს ჩქარული წნევის ვადიდების ხარისხი. უმჯობესდება სათბოს გამოყენება, რის შედეგადაც სათბობის კუთრი ხარჯი მცირდება.

VII ტაპი

ტურბომხრახნული ძრავები

§ 1. ტბ-ს მოწყობილობა და მუშაობის პრინციპი

მძიმე თვითმფრინავები, რომლებიც განკუთვნილია დიდ მანძილებზე საფრენად ბგერამდელი სიჩქარით. საჭიროებენ ისეთი ძრავის დაყენებას, რომელიც განაუთარებს დიდ წევას და ექნება დიდი ეკონომიურობა. ასეთი ძრავაა ტურბომხრახნული ძრავა (შემოკლებულად ტბმ).

ტურბომხრახნული ძრავა ეწოდება ისეთ საავიაციო აირტურბინულ ძრავას. რომელშიც ტურბინის კარბი სიმძლავრე გამოიყენება საჰაერო ხრახნის საბრუნებლად.

ტბმ-სთან შედარებით ტბმ-ს აქვს უდიდესი უპირატეობა ამ რეჟიმებზე ხრახნის მაღალი მკვ გამო აფრენის დროსა და აგრეთვე მცირე და საშუალო ფრენის შემთხვევებში. ტბმ ასევე უზრუნველყოფს თვითმფრინავის დაჯდომის დროს მცირე გარბენას ხრახნით წარმოქმნილი დამუხრუჭების ხარჯზე.

ტბმ-ს სქემა მოცემულია მე-13 ნახაზზე. ძრავა შედგება შესასვლელი მოწყობილობის, კომპრესორის, წვის კამერის, აიტურბინისა და რეაქტიული საქშენისაგან, ე. ი. ისეთივე ელემენტებისაგან, რომლებისგანაც შედგება ტრმ. ამავე დროს, მას აქვს მთელი რიგი კონსტრუქციული თავისებურებანი. ძრავა აღჭურვილია საჰაერო ხრახნით. იგაბრუნავს ან ცალკეული ტურბინით, ან იმავე ტურბინით, რომელიც

კომპრესორს აბრუნებს. ზოგიერთ ძრავაში ერთი ტურბინა განკუთვნილია კომპრესორის საფეხურების ნაწილის ასამოძრავებლად, მეორე ხრახნისა და კომპრესორის დანარჩენი საფეხურების ასამოძრავებლად.

ტრძ-ს ტურბინები აბრუნებენ კომპრესორს და საპაერო ხრახნს, ამიტომ მათ უნდა განავითარონ დიდი სიმძლავრე და ტრძ-ს ტურბინებთან შედარებით უნდა ჰქონდეთ უფრო მეტი საფეხურები. ამის გამო ტურბოხრახნული ძრავების ტურბინები, როგორც წესი, მრავალსაფეხურიანია, საფეხურთა რიცხვით 6-მდე.

ტურბინის ბრუნთა რიცხვი, რომელთა შერჩევაც ხდება მაქსიმალური სიმძლავრის მიღების პირობიდან ძრავას მინიმალური გაბარიტებისა და სიმძიმის ძალის (წონის) დროს, ძალზე დიდია (7000 — 30000 ბრ/წთ). ამავე დროს, თვითმფრინავის ფრენის გაანგარიშებულ რეჟიმზე ხრახნის შქა-ის უდიდესი მნიშვნელობის მისაღებად ხრახნის ბრუნთა რიცხვი ტურბინის ბრუნთა რიცხვზე მნიშვნელოვნად ნაკლები უნდა იყოს (750—1500 ბრ/წთ.). ხრახნის ბრუნთა რიცხვს ამცირებენ შესაბამისი გადაცემის რიცხვის მქონე რედუქტორით.

ტრძ-ს რედუქტორი, როგორც მნიშვნელოვანი სიმძლავრეების გადამცემი, ყველაზე ხშირად მრავალსაფეხურიანია და გამოირჩევა დიდი სირთულით. რედუქტორებს შეუძლიათ ამოძრავონ ერთი ან ორი ხრახნი, რომლებიც ბრუნავენ სხვადასხვა მიმართულებით. ორხრახნიანი რედუქტორები გამოიყენება დიდი სიმძლავრის ძრავებზე. თანაღრძა ხრახნების გამოყენება ხელს უწყობს თვითმფრინავის განივი მდგრადობის გაუმჯობესებას და თავიდან გვაცილებს თვითმფრინავის მისწრაფებას — შემობრუნდეს აფრენის დროს. ამავე დროს უმჯობესდება აგრეთვე თვითმფრინავის გრძივი მდგრადობა და მანევრირება. თანაღრძა ხრახნების გამოყენებას მივყავართ ხრახნების შქა-ის გადიდებისაკენ, რადგანაც აქ ხდება ხრახნის მიერ წარმოშობილი ჰაერის ნაგრებთან დაკავშირებული დანაკარგების შემცირება.

ტრძ-ს ძირითადი ელემენტების დანიშნულება და მუშაობა არაფრით არ გამოირჩევა ტრძ-ს ასეთივე ელემენტების დანიშნულებისა და მუშაობისაგან. ისევე, როგორც ტრძ-ში, ამ ძრავში ჰაერი იკუმშება კომპრესორში და თბება წვის კამერებში. აირები ფართოვდება აირტურბინასა და რეაქტიულ საქშენში. აირების გაფართოება შეიძლება დამთავრდეს აგრეთვე ტურბინაში. თუ საბოლოო გაფართოება ხდება ტურბინაში, რომელს იქით წნევა იქნება ატმოსფერული, მაშინ რეაქტიული საქშენი იქნება ცილინდრული მილი, რომელშიც აირის პარამეტრები არ შეიცვლება. შესაძლოა ისეთი შემთხვევაც, როცა ტურბინაში აირის გაფართოება მოხდება ატმოსფერულ წნევაზე ნაკლებ წნევაამდე. ასეთ შემთხვევაში რეაქტიული საქშენი კეთდება ფართოვდებად (მასში წნევა იზრდება ატმოსფერულამდე).

ტბმ-ს ეფექტური მუშაობა, ტრმ-საგან განსხვავებით, იხარჯება არა მხოლოდ აირის ნაკადის კინეტიკური ენერგიის გადიდებაზე, არამედ უმთავრესად, ხრახნის ბრუნვაზე. თანაფარლობა ამ ნაწილებს შორის, ფრენის სიჩქარის მიხედვით, შეიძლება იყოს სხვადასხვა. აკად. ბ. ს. სტეჩკინის მიერ შემოთავაზებული ფორმულა იძლევა ტბმ-ში ეფექტური მუშაობის უხელსაყრელესი განაწილების საშუალებას:

$$c_8 = \frac{c_0}{\gamma_b}$$

სადაც c_0 არის ფრენის სიჩქარე;

η , — ხრახნის შკკ.

როგორც ფორმულიდან გამომდინარეობს, რეაქტიული საქშენიდან c_8 უხელსაყრელესი გამოდინების სიჩქარე, რომლის დროსაც ძრავა ავითარებს მაქსიმალურ კუთრ წნევას, უნდა იყოს მით უფრო მცირე, რაც უფრო დიდია ფრენის სიჩქარე და რაც უფრო მცირეა ხრახნის შკკ. სევენაირად, ფრენის სიჩქარის გადიდებისა და ხრახნის შკკ-ის შემცირების დროს ენერგიის ნაწილი, რომელიც მიდის ნაკადის კინეტიკურა ენერგიის გადიდებაზე (რეაქტიული წევის შექმნაზე), უნდა გადიდდეს.

ეფექტური მუშაობის სასურველი განაწილება შეიძლება განხორციელდეს ტურბინის იქით აირის წნევის შეცვლის გზით. მაგალითად, იმ შემთხვევაში, როცა აუცილებელია ხრახნზე გადასაცემი სიმძლავრის გადიდება, საჭიროა ტურბინის იქით აირის წნევის შემცირება, რითვე შესაძლებელია უნდა მოხდეს საქშენის კვეთის გადიდება გამოსასვლელთან; ამის შედეგად გადიდება წნევათა ვარდნილი — ტურბინაში და ტურბინის მიერ განვითარებული სიმძლავრე. იმ მიზნით, რომ შენარჩუნებულ იქნეს უცვლელად როტორის ბრუნთა რიცხვი და კომპრესორის მიერ მოსახმარებელი სიმძლავრე, საჭიროა ხრახნის გადამძიმება. ამის შედეგად ხრახნზე გადაცემული სიმძლავრე გადიდდება.

ეფექტური მუშაობის წილი, რომელიც მიდის ფრენის რომელიმე სიჩქარეზე ხრახნის ბრუნვაზე (ეს სიჩქარე დამოკიდებულია ხრახნის მახასიათებლებზე), მიიღება იმდენად მცირე, რომ ტბმ-ს გამოყენება არახელსაყრელი ხდება. ამ შემთხვევაში ძრავა ავითარებს მხოლოდ რეაქტიულ წევას და ტბმ გადაიქცევა ტრმ-დ. ეს სიჩქარე ტოლია 1200--1400 კმ/სთ-ის.

§ 2. ტბმ-ს წევა და სიმძლავრე

ფრენისას ხრახნის მიერ განვითარებული წევა გამოიანგარიშება შემდეგი განტოლებით:

$$P_b = \frac{N_b \gamma_b}{c_0}$$

სადაც N_b ხრახნზე გადაკემული ეფექტური სიმძლავრეა.
რეაქტიული წევა განისაზღვრება (3.3) განტოლებით:

$$P_R = m_{\text{გა}}(c_3 - c_0)$$

მაშინ ტბმ-ს შეჭამებული წევა ტოლი იქნება:

$$P = \Gamma_b + P_R = \frac{N_b \gamma_b}{c_0} + m_{\text{გა}}(c_3 - c_0) \quad (3.23)$$

ამ განტოლებით სარგებლობა შეიძლება მხოლოდ მაშინ, თუ საჭიროა წევის განსაზღვრა ფრენის დროს. ძრავას მუშაობის დროს სტენდზე სრულდება პირობები: $c_0 = 0$ და $\eta_b = 0$. რასაც მიეყვართ (3.23) განტოლების განუსაზღვრელობამდე.

ძრავას მუშაობის დროს სტენდზე ხრახნის წევა შეიძლება შეფასდეს შემდეგი ფორმულით: $P_b = \beta N_b$. β კოეფიციენტს საშუალოდ 15-ის ტოლად ღებულობენ. ეს ნიშნავს, რომ ძრავას, მუშაობისას სტენდზე ხრახნისადმი მიწოდებული 1 კვტ სიმძლავრე დაახლოებით ქმნის 15 ნ წევას. ამრიგად, სტენდზე მუშაობის დროს ტბმ-ს შემაჯამებელი წევა შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი განტოლებით:

$$P = 15 N_b + m_{\text{გა}} c_3 \quad (3.23 \text{ ა})$$

ეკვივალენტური სიმძლავრე. ტურბოხრახნული ძრავების შეფასება შეიძლება არა მხოლოდ წევით, რაამედ ე. წ. ეკვივალენტური სიმძლავრითაც.

ეკვივალენტური სიმძლავრე ეწოდება იმ სიმძლავრეს, რომელიც საჭიროა ხრახნის ასამონტრავებლად. ამასთან, ხრახნის წევა ტოლია ტბმ-ს შემაჯამებელი წევისა. ეს სიმძლავრე ტოლია ხრახნისადმი მიწოდებული N_b სიმძლავრისა და რეაქტიული წევის ეკვივალენტური N_R სიმძლავრის ჯამისა:

$$N_{\text{კვ}} = N_b + N_R \text{ ან } N_{\text{კვ}} = N_b + \frac{P_R c_0}{\gamma_b} \quad (3.24)$$

მიღებული განტოლება საშუალებას იძლევა ფრენის ნებისმიერი სიჩქარის დროს განესაზღვროთ ტბმ-ს ეკვივალენტური სიმძლავრე. ძრავას მუშაობის დროს სტენდზე განტოლების მეორე წევრი გადაიკევა განუსაზღვრელობად. ამ შემთხვევაში, თუ გამოვიყენებთ ადგილზე ხრახნის წევის განსაზღვრელ β კოეფიციენტს (მიკუთვნებულს

ზრახვისადმი მიწოდებული სიმძლავრისადმი), მაშინ ეკვივალენტური სიმძლავრე შეიძლება განვსაზღვროთ შემდეგნაირად:

$$N_{\text{ა}} = N_{\text{ბ}} + \frac{P_{\text{რ}}}{3} = N_{\text{ბ}} + 1,6P_{\text{რ}} \quad (3.21, \text{ა})$$

თანამედროვე ტმ-ს ეკვივალენტური სიმძლავრის სიდიდე იცვლება 150—8000 კვტ [200—10000 ცძ] ზღვრებში და უფრო ზევით.

სათბობის კუთრი ხარჯი. ტურბოხრახნული ძრავები გამოირჩევიან მაღალი ეკონომიურობით, რომელიც ფასდება სათბობის კუთრი ხარჯის სიდიდით.

ტმ-ს სათბობის კუთრი ხარჯი ეწოდება სათბობის საათობრივი ხარჯის ფარდობას შეჯამებულ წვევასთან ან ძრავას ეკვივალენტურ სიმძლავრესთან. ამის შესაბამისად არჩევენ სათბობის კუთრი ხარჯს სიმძლავრის მიხედვით — სათბობის საათობრივი ხარჯის ფარდობას ეკვივალენტურ სიმძლავრესთან:

$$C_c = \frac{C_h}{N_{\text{ა}}} \quad (3.25)$$

და სათბობის კუთრი ხარჯს წვევის მიხედვით — სათბობის საათობრივი ხარჯის ფარდობას ძრავას მიერ განვითარებულ შემაჯამებელ წვევასთან:

$$C_p = \frac{C_h}{P}. \quad (3.26)$$

SI ერთეულთა სისტემაში სათბობის კუთრი ხარჯი სიმძლავრის მიხედვით იზომება კვ/(კვტ·სთ)-ობით. ხოლო სათბობის კუთრი ხარჯი წვევის მიხედვით — კვ/(წ. სთ)-ობით; წინანდელი განზომილების ერთეული სათბობის კუთრი ხარჯისათვის სიმძლავრის მიხედვით არის კვ/ცძ-სთ, ხოლო წვევის მიხედვით — კვ/კვ სთ.

თუ ვისარგებლებთ C_p სათბობის კუთრი ხარჯით წვევის მიხედვით, შესაძლო გახდება ტმ-ს ეკონომიურობის შედარება ტრმ-ს ეკონომიურობასთან, ხოლო, თუ ვისარგებლებთ C_c სათბობის კუთრი ხარჯით სიმძლავრის მიხედვით შესაძლებელი გახდება ტმ-ს ეკონომიურობის შედარება დეჟუშინი ძრავას ეკონომიურობასთან.

ნორმალურ სტენდურ პირობებში ტმ-ს $C_p = 0.02—0.024$ კვ/(წ. სთ) [0.2—0.24 კვ/(კვ. სთ)]. იმ დროს, როცა ტრმ-ს ის აქვს არანაკლები 0.27 კვ/(წ.სთ)-ისა [0,7 კვ/კვ.სთ]. ფრენის სიჩქარის ზრდასთან ერთად C_p სიდიდე გადიდება და ფრენის რომელიმე სიჩქარის დროს (და-

ახლოებით 400 მ/წმ-ის ტოლია) ტმ ხდება უფრო ნაკლებად ეკონომიური, ვიდრე ტრმ.

სათბობის კუთრი ხარჯი სიმძლავრის მიხედვით ტმ-სათვის ტოლია. $C_e = 0.3—0.4$ კვ/(კვტ. სთ) [0,22—0,3 კვ/ცდ. სთ], რაც შეესაბამება სათბობის ნარჯს დგუშიან ძრავაში. ფრენის სიჩქარის ზრდასთან ერთად C_e სცირდება და ტმ ხდება დგუშიან ძრავაზე უფრო ეკონომიური.

ტმ-ს კუთრი მასა (კუთრი წონა) იცვლება 0,3 — 0,6 კვ/კვტ [0,22—0,45 კვ/ცდ] ზღვრებში.

ტრმ-თან შედარებით ტმ-ს მაღალმა ეკონომიურობამ და სრახნზე დიდი სიმძლავრის არსებობამ უზრუნველყო ამ ტიპის ძრავების გამოყენება დიდ ტვირთამწევ თვითმფრინავებზე (შვეულმფრენებზე) დიდ მანძილზე ფრენის დროს. საბჭოთა კავშირში გამოშვებული ტურბორახნული ძრავები დადგმულია შემდეგ თვითმფრინავებზე: $T_y - 114$, $M_2 - 18$, $A_{11} - 10$, $A_{11} - 24$, აგრეთვე — $M_{11} - 6$ შვეულმფრენზე და სხვ.

§ 8. ტმ-ს მახასიათებლები

ტმ-ს მახასიათებლები ეწოდება ეკვივალენტური სიმძლავრის ან შეჯამებული წევვისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას როტორის ბრუნთა რიცხვზე, ფრენის სიჩქარესა და სიმაღლეზე.

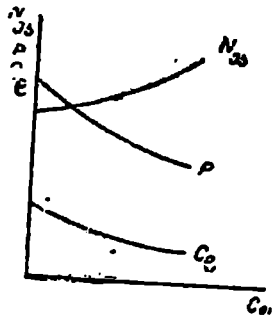
ტმ-ში და ტრმ-ში არჩევენ შემდეგ მახასიათებლებს: ჩქარულს, მალეის და სტენდურს (დროსელურს).

ჩქარული მახასიათებლები

ტმ-ს ჩქარული მახასიათებლები ეწოდება ეკვივალენტური სიმძლავრის ან შეჯამებული წევვისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებებს ფრენის სიჩქარეზე, როცა მოცემულ სიმაღლეზე ბრუნთა რიცხვი და ტურბინის წინ აირის ტემპერატურა მუდმივი სიდიდეებია.

ტმ-ს ჩქარული მახასიათებელი გამოსახულია 3.60 ნახაზზე. აქედან ჩანს, რომ ფრენის სიჩქარის გადიდებასთან ერთად ეკვივალენტური სიმძლავრე დიდდება, ხოლო შეჯამებული წევა და სათბობის კუთრი ხარჯი მცირდება.

ეკვივალენტური სიმძლავრის ზრდა აიხსნება შემდეგი მიზეზებით. რაც უფრო დიდია ფრენის სიჩქარე, მით უფრო მეტია N_{Σ} შეჯამებული წნევის გადიდების ხარისხი და ძრავაში m_{Σ} ჰაერის ხარჯი. წნევის გადიდების ხარისხის მატება ტურბინაში იწვევს წნევით ვარდნილის ზრდას, იმის გამო, რომ p წნევა ტურბინის წინ იზრდება, ხოლო p_4 წნევა ტურბინის იქით უცვლელი რჩება (შეგახსენებთ, რომ ტბმ-ს ტურბინაში აირი, ჩვეულებრივ, ფართოვდება, ხოლო ტურბინიდან გამოსასვლელთან აირის წნევა ატმოსფერული წნევის ტოლია). ამრიგად, ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს იზრდება: მუშაობა, რომელსაც ტურბინაში ავითარებს ყოველი კილოგრამი აირი; ამასთან, თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ მუდმივი ბრუნთა რიცხვის დროს სიმძლავრე, რომელიც საჭიროა კომპრესორისათვის ერთი კილოგრამი ჰაერის შესაკუმშავად, არ იცვლება, მაშინ აღმოჩნდება, რომ ზრახნზე გადასაცემი სიმძლავრე იზრდება ფრენის სიჩქარის გადიდებასთან ერთად.



ნახ. 3. 60. ტბმ-ს ჩქარული მახასიათებელი.

ჰაერის ხარჯის ზრდის მიუხედავად, ფრენის სიჩქარის გადიდებასთან ერთად ($c_5 - c_0$) სიჩქარეთა სხვაობის შემცირების გამო P_4 რეაქტიული წნევა მცირდება.

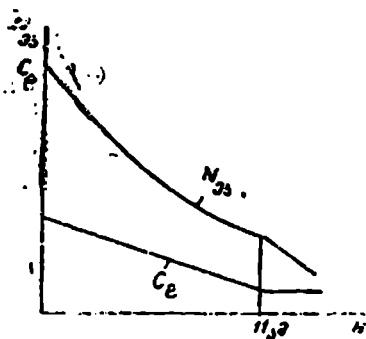
თუ მივმართავთ (3.24) განტოლებას, შეგვიძლია გავაკეთოთ დასკვნა, რომ N_{Σ} ეკვივალენტური სიმძლავრე იზრდება ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს ძირითადად ზრახნზე გადაცემული სიმძლავრის ზრდის ხარჯზე.

ფრენის სიჩქარის გადიდების დროს სათბობის კუთრი ხარჯის შემცირება აიხსნება წნევის გადიდების ხარისხის ზრდით, და ამის გამო, ძრავაში სითბოს უკეთესად გამოყენებით.

მალლივი მახასიათებლები

ტბმ-ს მალლივი მახასიათებლები ეწოდება ეკვივალენტური სიმძლავრის ან შემაჯამებელი წნევისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებებს ფრენის სიმაღლეზე, როცა მოცემულ სიჩქარეზე ბრუნთა რიცხვი და ტურბინის წინ აირის ტემპერატურა მუდმივი სიდიდეებია.

მალლივი მახასიათებელი გამოსახულია 3.61 ნახაზზე, როგორც ჩანს. ფრენის სიმაღლის ზრდასთან ერთად ძრავას ეკვივალენტური სიმძლავრე მცირდება, ასევე მცირდება სათბობის კუთრი ხარჯი 11 კმ სიმაღლემდე, შემდეგ კი რჩება უცვლელი.



ნახ. 3. 61. ტბმ-ს მალლივი მახასიათებელი.

ფრენის სიმაღლის გადიდების დროს ეკვივალენტური სიმძლავრის შეცვლის ხასიათი აიხსნება შემდეგი მიზეზებით. 11 კმ სიმაღლემდე ასვლისას გარემომცველა ჰაერის ტემპერატურის დაწევის გამო ძრავაში იზრდება წნევის გადიდების ხარისხი და, მაშასადამე, ტურბინაში, აირის ყოველი კილოგრამის მიერ განვითარებული სიმძლავრეც და მუშაობაც. ამავე დროს, ძრავაში გამაველს ჰაერის რაოდენობა მისი სიმკვრივის

დაცემის გამო სწრაფად მცირდება. შედეგად ხრახნზე გადაცემული სიმძლავრე განუწყვეტლივ მცირდება. მცირდება აგრეთვე რეაქტიული წევა აფრენის დროს ჰაერის ხარჯის შემცირების გამო. ამრიგად, 11 კმ-მდე ასვლისას ძრავას ეკვივალენტური სიმძლავრე მცირდება, მასთან უფრო ნელა, ვიდრე ჰაერის სიმკვრივე.

შემდგომი ზევით ასვლის დროს ჰაერის სიმკვრივე მცირდება, ხოლო ტემპერატურა პრაქტიკულად რჩება მუდმივი, ამიტომ ეკვივალენტური სიმძლავრე უფრო მკვეთრად ეცემა (ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივის დაცემის პროპორციულად).

11 კმ სიმაღლემდე ასვლის დროს სათბობის კუთრი ხარჯის ერთგვარი შემცირება აიხსნება სითბოს უკეთესი გამოყენებით წნევის გადიდების ხარისხის ზრდის გამო. 11 კმ ზევით ასვლის დროს სათბობის კუთრი ხარჯი რჩება უცვლელი.

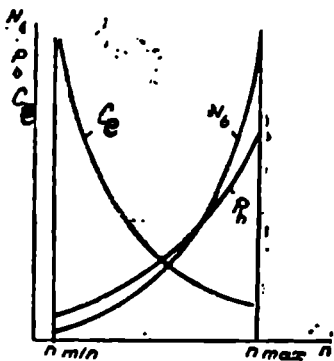
სტენდური მახასიათებლები

ტბმ-ს სტენდური (დროსელური) მახასიათებლები ეწოდება ეკვივალენტური სიმძლავრისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებებს ბრუნთარიცხვზე, როცა სიჩქარე და ფრენის სიმაღლე მუდმივი სიდიდეებია.

3.62 ნახაზზე გამოსახულია სტენდური მახასიათებელი. როგორც

ჩანს ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად, ხრახნზე გადაცემული სიმძლავრე და რეაქტიული წევა დიდდება, ხოლო სათბობის კუთრი ხარჯი მცირდება.

ძრავას ეკვივალენტური სიმძლავრის (იგი ტოლია $N_b + P_g$ -ის), ზრდა ბრუნთა რიცხვის გადიდებასთან ერთად შემდეგით აიხსნება. ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად იზრდება წნევის გადიდების ხარისხიც და, მაშასადამე, აირის უოველი კილოგრამის მიერ ტურბინაზე განვითარებული სიმძლავრეც. ამ დროს ძრავაში იზრდება აგრეთვე ჰაერის ხარჯიც, რის შედეგადაც დიდდება ხრახნზე გადასაცემი სიმძლავრეც. რეაქტიული წევა ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად იცვლება დაახლოებით ისევე. როგორც ტრძ-ში, ძრავაში ჰაერის ხარჯისა და საქმენიდას აირის გამოღინების სიჩქარის გადიდების გამო. c_0 ფრენის სიჩქარის მუდმივობის დროს დაიწყებს ზრდას N_g სიმძლავრეც, რომელიც P_g რეაქტიული წევის ეკვივალენტურია.



ნახ. 3. 62. ტრძ-ს სტენდურა მახასიათებელი.

VIII თავი

წინდენითი ჰაერ-რეაქტიული ძრავები

§ 1. წინდენითი ჰაერ-რეაქტიული ძრავების სქემა და მუშაობის პრინციპი

წინდენითი ჰაერ-რეაქტიული ძრავები (შემოკლებით წჰრძ) ეკუთვნიან უკომპრესორო ჰაერ-რეაქტიულ ძრავების კატეგორიას. ამ ტიპის ძრავებში (მათ ეკუთვნის აგრეთვე მპულსაეი ჰაერ-რეაქტიული ძრავაც) ჰაერის შეეუმშვა, რომელიც საჭიროა მუშა პროცესის მიმდინარეობისათვის. ზორციელდება მსწრაფობი ნაკადის ჩქარული დაწნევის გამოყენების ხარჯზე. დიდი სიჩქარეების დროს ჰაერის წნევის გადიდება იმდენად მნიშვნელოვანია. რომ ასეთ ძრავებში ტურბოკომპრესორები აღარ არის საჭირო.

წინდენითი ჰრძ-ები შეიძლება დაიყოს ბგერამდელ და ზებგერულად. პირველნი განკუთვნილია სპეციალური დანიშნულების საფრენ აპარატებზე ბგერამდელ სიჩქარეებზე სამუშაოდ, მეორენი კი — ფრენის დიდ ზებგერულ სიჩქარეებზე სამუშაოდ.

განვიხილოთ ბგერამდელი წჰრძ-ს სქემა და მუშაობის პრინციპი (იხ. ნახ. 7). ძრავა შედგება ფართოვდებადი დიფუზორის (შესასვლელი მოწყობილობის), წვის კამერისა და ეიწროვდებადი საქშენისაგან.

ჰაერის შეკუმშვა დიფუზორში ხდება ნაკადის კინეტიკური ენერჯიის გამოყენების ხარჯზე. ფართოვდებადი დიფუზორში აირის სიჩქარე ნაწილობრივ მცირდება, იმ დროს, როცა მისი წნევა, ტემპერატურა და სიმკვრივე იზრდება. დიფუზორში შეკუმშული ჰაერა შედის წვის კამერაში. აქ კამერაში მიწოდებულ სათბობთან აირევა ფრქვევანებით. წვა კამერაში პრაქტიკულად ხდება უცვლელა წნევის დროს (წნევა რამდენადმე მცირდება). დაწვის დროს იზრდება აირის ენტალპია, რომელიც საქშენში შემდეგ ნაწილობრივ გარდაიქმნება კინეტიკურ ენერჯიად. აირის სიჩქარე საქშენის გამოსასვლელთან მნიშვნელოვნად უფრო დიდია ნაკადის სიჩქარეზე ძრავას შესასვლელთან.

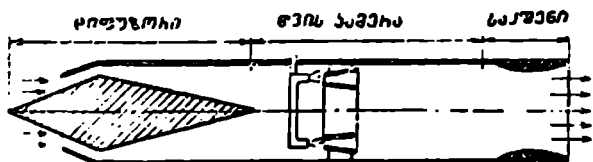
წინდენითი ჰრძ-ს წვევის ძალა, ისევე როგორც ყველა რეაქტიული ძრავას ძალა, წარმოადგენს ძრავას გარე და შიგა ზედაპირზე მოქმედ წნევათა ტოლქმედ ძალას. გადიდებული წნევა დიფუზორში წარმოქმნის ძალას, რომელიც მიმართულია საფრენი აპარატის მოძრაობის მიმართულებით. წნევის ძალები, რომლებიც მოქმედებენ კამერის გვერდების კედლებზე. შიგნიდან, ურთიერთწონასწორდებიან. დაბოლოს, წნევის ძალები საქშენის შიგა კედელზე მიმართულია ფრენის საწინააღმდეგოდ. ყველა ამ ძალის ტოლქმედი—წჰრძ-ს წევა, მიმართულია ფრენის მიმართულებით და მიყენებულია დიფუზორზე. წევა განისაზღვრება შემდეგი ზოგადი ფორმულით:

$$P = m_{\text{გა}} (c_5 - c_0).$$

ამ განტოლებით განსაზღვრული წევა, მეტია იმ წევაზე, რომელსაც ავითარებს ძრავა ფრენის რეალურ პირობებში. ეს თვით დიფუზორის წინაღობის არსებობით აიხსნება. ამასთან, დიფუზორის წინაღობის ძალა მიმართულია ფრენის საწინააღმდეგოდ. ძრავას წევას რომელიც განსაზღვრულია ამ წინაღობის მხედველობაში მიღებით, ეწოდება ეფექტური წევა, განსხვავებით იმ შიგა წვევისაგან, რომელიც გაანგარიშებულია ზემოთ დაწერილი განტოლების მიხედვით.

ბგერამდელი წჰრძ ნაკლებად ეფექტურია და არ შეუძლია გაუწიოს კონკურენცია სხვა ძრავების დანადგარებს. ეს იმით აიხსნება, რომ მცირე ფრენის სიჩქარეებზე ჰაერის შეკუმშვა ჩქარული დაწნევის

გამოყენების ხარჯზე უმწინესადაა: ამის გამო აირის გაფართოება საქშენში შემცირებულია, გამოდინების სიჩქარე შენელებული და მაშასადამე. შემცირებულია ძრავას წვევა, ხოლო სათბობის კუთრი ხარჯა გადიდებულია. ამიტომ ფრენის მკირე სიჩქარეებზე ($M < 0,5$) ეს ძრავები სრულიად არ გამოიყენება.



ნახ. 3. 63. ზებგერული წარმ-ის პრინციპული სქემა.

როგორც ბგერამდელ, ისე ზებგერულ წარმ-ის ნაკლოვანებათა რიცხვს უნდა მიეკუთვნოს დამოუკიდებელი სტარტის შეუძლებლობა. ძრავას ამუშავება და მისი მუშაობა შესაძლოა მხოლოდ ფრენის გარკვეული სიჩქარის მიღწევის დროს. ამიტომ წინდენითი ჰარმ-ები შეიძლება გამოყენებულ იქნენ კომბინაციაში სხვა რომელიმე ძრავასთან ან ჰქონდეთ ამჩქარებელი, რომელიც უზრუნველყოფს საფრენი აპარატის აფრენას და გაქანებას განსაზღვრულ სიჩქარემდე.

უფრო პერსპექტიული ძრავაა ზებგერული წინდენითი ჰარმ, რომლის სქემაც გამოსახულია 3.63 ნახაზზე. ზებგერული წარმ არ განსხვავდება ტარმ-ს ზებგერული დიფუზორის მუშაობისაგან. ასეთ დიფუზორში ჰაერი იკუმშება შემჭიდროების ნახტომთა სისტემაში, სადაც ჰაერის სიჩქარე მცირდება და იქცევა ბგერამდელად, ხოლო წნევა და ტემპერატურა იზრდება. ბგერამდელი ნაკადის წნევის შემდგომი გადიდება და სიჩქარის შემცირება ხდება დიფუზორის ფართოვებამდ ნაწილში. ჰაერის შეკუმშვა დიფუზორში განისაზღვრება ფრენის სიჩქარით. როცა $M = 3.0 - 4.0$. ჰაერის წნევა დიფუზორში იზრდება რამდენიმე ათეულჯერ.

სათბობი იწვის წვის კამერაში. სათბობი წვის კამერას მიეწოდება ფრქვევანებით (სპეციალური ტურბოტუმბური აგრეგატის საშუალებით). თუ წარმ დამატებითი ძრავაა საფრენ აპარატზე, მაშინ სათბობის ტუმბო ამოძრავდება ძირითადი ძრავას საშუალებით. ძრავას ამუშავების დროს ცეცხლის მოკიდება ხდება ელექტრული ნაპერწკლით, ხოლო დამყარებული მუშაობის დროს, ისე როგორც აირტურბინულ ძრავებში, ცეცხლის მოკიდება ნარევისათვის უზრუნველყოფილია ალის ჩირალდნით.

აირების გაფართოება, რომელსაც თან სდევს აირის წნევის დაცემა და სიჩქარის ზრდა, ხდება რეაქტიულ საქშენში. ზებგერული წარმ

მომარაგებულა ლავალის საქშენით, რომლის ფართოვდებად ნაწილში აირის სიჩქარე აღწევს ზებგერულ მნიშვნელობებს. აირის გამოდინება სიჩქარეებით, რომლებიც მნიშვნელოვნად აღემატებიან ჰაერის სიჩქარეს შესასვლელთან, წარმოადგენს სწორედ წვეის შექმნის მიზეზს.

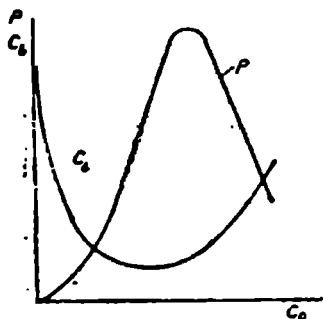
§ 2. წარმ-ს მახასიათებლები

წარმ-ს მახასიათებლები ეწოდება წვეისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებებს ფრენის სიჩქარესა და სიმაღლეზე და აგრეთვე წვეის კამერაში აირის ტემპერატურაზე.

არჩევნ ჩქარულ, მაღლივ და დროსელურ მახასიათებლებს.

ჩქარული მახასიათებლები

წარმ-ს ჩქარული მახასიათებელი ეწოდება წვეისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას ფრენის სიჩქარეზე ფრენის სიმაღლის უცვლელობის დროს.



ნახ. 3.64. წარმ-ს ჩქარული მახასიათებელი.

ჩქარული მახასიათებლის სახე, ისე როგორც მაღლივისა, დამოკიდებულია ძრავას რეგულირების ხერხზე. ძრავას რეგულირების ხერხი განისაზღვრება წვეის კამერაში აირის ტემპერატურისა შეცვლის ხასიათით (ამ შემთხვევაში ამ ტემპერატურას ვთვლით მუდმივად) და ძრავას გეომეტრიული პარამეტრების შეცვლით. ძრავას გეომეტრიულ პარამეტრებს, რომლებიც იცვლებიან რეგულირების პროცესში, წარმოადგენენ:

კონუსის მდებარეობა, დიფუზორის შესასვლელის ფართობისა და ვიწრო კვეთის ფართობის სიდიდეები, საქშენის კრიტიკული და გამოსასვლელი კვეთების სიდიდეები.

ჩქარული მახასიათებელი გამოსახულია 3.64 ნახაზზე. წვეის შეცვლის ხასიათი ფრენის სიჩქარის მიხედვით აიხსნება შემდეგით: ძრავას კუთრი წვეა, რომელიც განისაზღვრება ყველა ჰაერ-რეაქტიული ძრა-

ვასათვის საერთო (3.5 ა) განტოლებით. ფრენის სიჩქარის ზრდასთან ერთად დიდდება. ეს აიხსნება საქშენიდან აირის გამოდინების სიჩქარის გაზრდით წნევის, გადიდების ხარისხის ძლიერი გადიდების გამო. რადვანაც, გარდა ამისა, იზრდება ჰაერის ხარჯი ძრავაში, ამიტომ წარმ-ს წვეა მკვეთრად დიდდება და ფრენის რომელიღაც სიჩქარეზე (რომელიც სხვადასხვა აირის სხვადასხვა ტემპერატურისათვის წვის კამერაში) აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

წვეის შემცირება მაქსიმუმის მიღწევის შემდეგ აიხსნება ჰაერის ტემპერატურის ძლიერი გაზრდით შეკუმშვის დროს და მისი მიახლოებით წვის კამერაში არსებული აირის ტემპერატურასთან. სხვანაირად. ფრენის ამ სიჩქარეებზე ძალიან ეცემა სითბომიწოდება ყოველი კოლოგრაში! ჰაერისათვის, და, მაშასადამე, მცირდება კუთრი წვეა და ძრავაც წვეა.

სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლა მახასიათებლის მიხედვით შეიძლება ახსნოს იქნეს (3.7) განტოლებით:

$$C_b = \frac{36 \cdot Q_1}{H_u P_{კო}}$$

ფრენის შედარებით მცირე სიჩქარეებზე სათბობის კუთრი ხარჯი დიდია და ძრავა ხდება არაეკონომიური. ფრენის სიჩქარის ზრდასთან ერთად სათბობის კუთრი ხარჯი მცირდება. სათბობის კუთრი ხარჯის შემცირება ფრენის სიჩქარის ზრდასთან ერთად გამოწვეულია ერთდროულად ძრავას კუთრი წვეის გადიდებით და Q_1 სითბომიწოდების შემცირებით.

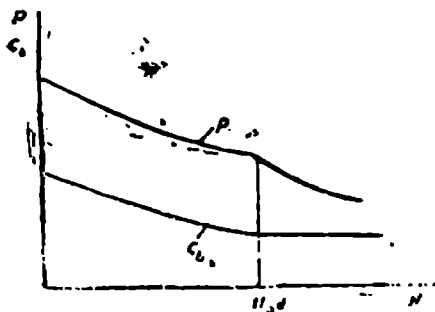
მინიმუმის მიღწევის შემდეგ. ფრენის რომელიღაც საკმარად დიდ სიჩქარეზე სათბობის კუთრი ხარჯი გადიდდება. მისი გაზრდა აიხსნება ფრენის ამ სიჩქარეებზე ჰიდრაულიკური და ტალღური წინააღობებისა და ამ წინააღობების დაქვევებაზე დახარჯული სითბოს ნაწილის გადიდებით.

მაღლივი მახასიათებლები

წარმ-ს მაღლივი მახასიათებლები ეწოდება წვეისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებებს ფრენის სიმძლავრეზე, როცა ფრენის სიჩქარე უცვლელია.

წარმ-ს მაღლივი მახასიათებელი გამოსახულია 3.65 ნახაზზე. მისი შედარება 3.53 ნახაზზე გამოსახულ ტრმ-ს მაღლივობის მახასიათებელთან გვიჩვენებს, რომ მახასიათებლებს შორის არ არსებობს პრინციპული განსხვავება, ისევე როგორც ტრმ-ში. აქაც წვეის შემცირება ფრე-

ნის სიმაღლის ზრდასთან ერთად აიხსნება ძრავაში ჰაერის ხარჯის შემცირებით.



ნახ. 3. 65. წარმ-ს მალღვი მახასიათებელი.

ზე მეტ სიმაღლეებზე სათბობის კუთრი ხარჯი, აქაც როგორც ტრძ-ში, არ იცვლება.

იმავე მიზეზებით, როგორც იყო ტრძ-ში, აიხსნება წვეის შემცირების სხვადასხვა ტემპი 11 კმ-ზე ნაკლები და მეტი სიმაღლეებისათვის.

სათბობის კუთრი ხარჯი წარმ-ში, ისევე, როგორც ტრძ-ში მცირდება 11 კმ-მდე. ეს აიხსნება სითბომწოდების ზრდასთან შედარებით კუთრი წვეის უფრო ინტენსიური ზრდით. 11 კმ-

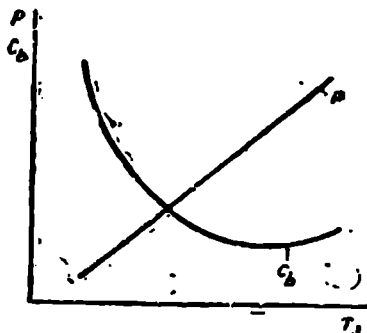
დროსელური მახასიათებლები

წარმ-ს დროსელური მახასიათებლები ეწოდება წვეისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებებს წვეის კამერაში არსებული აირის ტემპერატურაზე, როცა ფრენის სიჩქარე და სიმაღლე მუდმივი სიდიდეებია.

დროსელური მახასიათებელი გამოსახულია 3.66 ნახაზზე.

წვეის გადიდებასა და წვეის კამერაში არსებულ აირის ტემპერატურას შორის თითქმის წრფივი დამოკიდებულება არსებობს. ფრენის მუდმივი სიჩქარის დროს წვეის ზრდა აირის ტემპერატურის გადიდებასთან ერთად აიხსნება გამოდინების სიჩქარის და, მაშასადამე, კუთრი წვეის გადიდებით.

სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლის ხასიათი შეიძლება აიხსნას შემდეგი მიზეზებით.



ნახ. 3. 66. წარმ-ს დროსელური მახასიათებელი.

რადგან მახასიათებლის ალება ხდება ფრენის მუდმი-

ვი სიჩქარისა და ძრავაში შემავალი ჰაერის მუდმივი ტემპერატურის დროს, ამიტომ წვის კამერაში აირის T_3 ტემპერატურის გადიდება, ძრავაში მიწოდებული სითბოს (სათბობის) რაოდენობის გადიდების შედეგად, იწვევს იმ სითბოს ნაწილის შემცირებას, რომელიც მიდის ძრავაში წინაღობების (დანაკარგების) დაძლევაზე. უკანასკნელი ფაქტორი თავს იჩენს იმ ტემპერატურათა დიაპაზონის უმეტეს ნაწილზე, რომლისთვისაც აგებულია მახასიათებელი, ამიტომ სათბობის კუთრი ხარჯი მცირდება.

მაღალ T_3 ტემპერატურის არეში სათბობის კუთრი ხარჯი იზრდება:

ეს აიხსნება აირის ნაკადის $\frac{C_p^0 - C_p^1}{2}$ კინეტიკური ენერჯის გამოყენების გაუარესებით. რადგან ფრენის მუდმივი სიჩქარის დროს T_3 ტემპერატურის ზრდასთან ერთად დიდდება აირის c_s გამოდინების სიჩქარე.

IX თავი

თხევადი რაკეტული ძრავები

§ 1. მუშა პროცესი თხევად რაკეტულ ძრავებში

თრძ-ს პრინციპული სქემა გამოსახულია 3.67 ნახაზზე. ძრავა შედგება თავის (1), წვის კამერისა (2) და საქშენისაგან (3).

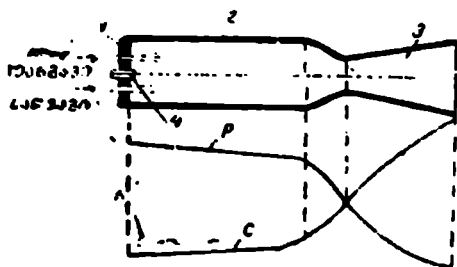
განვიხილოთ თრძ-ს მუშაობა. ძრავას თავში მოთავსებულია ფრქვევანების დიდი რიცხვი. ფრქვევანებით კამერაში შესხაპუნებული საწვავი და მქაზგავი წარმოქმნიან სათბობის ნარევეს. ნარევის აალება ხდება ელექტრული (4) სანთლის საშუალებით ან ცეცხლის წაკიდების სხვა რომელიმე ხერხით. თუ გამოყენებულია ისეთი საწვავი და მქაზგავები, რომლებიც თვითააღდებიან ხოლმე შეხებისას, მაშინ არ არის საჭირო სპეციალურად ცეცხლის მოკიდება ნარევისათვის. სხვა შემთხვევებში ცეცხლის მოკიდება საჭიროა მხოლოდ ძრავას ამუშავების დროს და შემდეგში ნარევეს ცეცხლი ეკიდება კამერაში არსებული ალის ჩირალდნისაგან.

სათბობის დაწვის დროს ტემპერატურა წვის კამერაში აღწევს 2500—3500°C, ხოლო წნევა, 3—5 მნ/მ²-ს [30—50 კბ/სმ²] და მეტს. კამერაში არსებული მაღალი ტემპერატურა მოითხოვს ძრავას კედლების ინტენსიური გაცივების ორგანიზაციას. გაცივების მიზნით სათბობის ერთი ან ორივე კომპონენტი მიემართება სპეციალურ პერანგში

13. ვ. ტიუტიუნოვი. ს. ლოვინსკი

და იძულებით მოძრაობს ღრეჩოში ძრავას კედელსა და პერანგს (6) შორის (იხ. ნახ. 3.69).

მაგაქის გაცივება არ არის ყოველთვის საიმედო, რადგან თრძ-ს კამერაში აირებიდან კედლებისაკენ მიმართული სითბოს ნაკადი გან-



ნახ. 3. 67. თრძ-ს პრინციპული სქემა.

- 1— წვის კამერის თავი, 2 — წვის კამერა, 3—
საქშენი, 4— ელექტრული სანთელი.

მოიყენება აგრეთვე საწვავის მიწოდება კამერისა და საქშენის კედლებზე. იგი აირებიდან კედლისაკენ სითბოს ნაკადს ამცირებს.

საქშენში ზდება აირების ენტალპიის (სითბოშემცველობის) ნაწილის გარდაქმნა კინეტიკურ ენერჯიად, რასაც თან სდევს აირის წნევისა და ტემპერატურის შემცირება და მისი სიჩქარის გადიდება. საქშენის გამოსასვლელთან აირის სიჩქარე აღწევს 2000—2500 მ/წმ-ს და მეტს. აირების ტემპერატურა ტოლია 1500—2000°C-ისა. ხოლო წნევა უახლოვდება ატმოსფერულს. კამერისა და საქშენის სიგარძის მიზიდვით აირების პარამეტრების შეცვლის ხასიათი ნაჩვენებია 3.67 ნახაზზე.

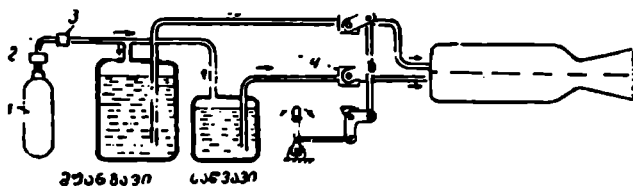
აირის გამოდინების სიჩქარე, რომელიც მნიშვნელოვნად მეტია ჯგერის სიჩქარეზე ($M=2,5-3,5$). უზრუნველყოფილია ლავალის ზებ-გერული საქშენის დაყენებით.

კამერისა და საქშენის შიგა მხარე წნევას ღებულობს აირების მხრიდან. კედლებზე მოქმედი აირის ღერძული შემდგენი ძალა წარმოადგენს ე. წ. წვეის შიგა ძალას. გარე კედლებზე მოქმედი ღერძული შემდგენი ძალა ატარებს გარე წვეის სახელწოდებას. ძრავას წვეის საერთო ძალაა ღერძული შემდგენების ჯამი, რომელიც მიმართულია ძრავადან აირების გამოდინების საწინააღმდეგო მიმართულებით.

სათბობის ავზებიდან წვის კამერაში სათბობის კომპონენტების მოწოდების სისტემები შეიძლება დაეანაწილოთ ორ ჯგუფად: 1) ბალონური ან გამოძევებული სისტემები, რომლებიც იმით გამოირჩევიან რომ მათში კომპონენტების მიწოდება ხდება ავზებიდან გამოძევებით.

2) ტუმბური სისტემები, რომლებშიც კომპონენტების მიწოდება ხდება ტუმბოების საშუალებით.

მიწოდების ბალონური სისტემის სქემა მოყვანილია 3.68 ნახაზზე. საწვავი და მეთანგავი მოთავსებულია ავზებში (ბალონებში). ბალონ-



ნახ. 3. 68. მიწოდების ბალონური სისტემის სქემა.
1—ბალონი, 2—სარქველი, 3—რელექტორი, 4—ონკანი.

ში (1), რომელიც წვეის აკუმულატორია. მოთავსებულია 15—30 მნ/მ² [150—300 კგ/სმ²]-მდე შეკუმშული ჰაერი ან ინერტული აირი (აზოტი). კამერაში სათბობის კომპონენტების მისაწოდებლად საჭიროა ბალონის (1) სარქელის (2) გაღება. ამ დროს შეკუმშული აირი გაივლის რელექტორს (3). სადაც მისი წნევა დაეცემა მოცემულ სიდიდემდე და ის ავზებიდან წვის კამერაში გამოაძევებს საწვავს და მეთანგავს. კომპონენტების მიწოდება წვის კამერაში რეგულირდება ონკანებით (4).

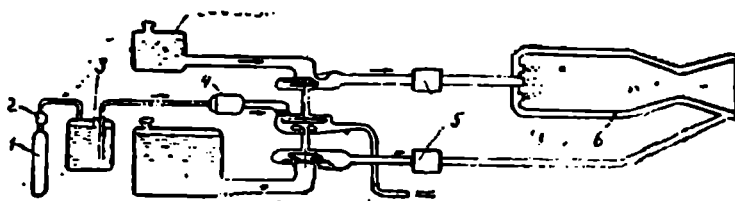
რადგან სათბობის ავზები გაანგარიშებულია დიდი წნევისათვის, ამიტომ ისინი მზადდება სქელკედლიანი. თუ ავზებში უნდა მოთავსდეს სათბობის დიდი რაოდენობა, მაშინ ისინი შეიძლება მივიღოთ დაუმუშებლად მძიმე. რაც შეეხება პატარა ძრავებს, რომელთა ავზების ტევადობა შედარებით არ არის დიდი, მათთვის ეს სისტემა მიიღება მსუბუქი და კომპაქტური.

მიწოდების ტუმბური სისტემის სქემა ნაჩვენებია 3.69 ნახაზზე. სათბობის კომპონენტების მიწოდება სათბობის ავზებიდან წვის კამერაში ხდება ტუმბოებით, რომელთაც ამოძრავებს აირული ტურბინა. აირული ტურბინა აირს ღებულობს სპეციალური ორთქლაირგენერატორიდან. აირული ტურბინა ტუმბოებთან ერთად ქმნის ტურბოტუმბურ აგრეგატს (ტტა).

ტუმბური სისტემის მუშაობა ხორციელდება შემდეგნაირად: სარქელის (2). რომელიც იმყოფება პატარა ბალონზე მასში მოთავსებული (1) შეკუმშული ჰაერით ან აზოტით, გაღების დროს ხდება სპეციალური სათბობის (ყველაზე ხშირად წყალბადის ზეჟანგის) გაძევება ბალონიდან (3) ორთქლაირგენერატორში (4). კატალიზატორის ზემოქმედებით წყალბადის ზეჟანგი იშლება და წარმოიქმნება ორთქლაირი (წყლის ორთქლისა და ჟანგბადის ნარევი), რომელსაც აქვს 500—

--700°C ტემპერატურა და 1,5—3 მგ/მ² [15—30 კგ/სმ²] წნევა. აბრუნებს. რა აირული ტურბინას ორთქლაირი, შემდეგ გამოდის ატმოსფეროში. ტუმბოებით მიწოდებული საწვავი და მქანგავი მოხვდება წვის კამერაში ჩამკეტი-სარქველების (5) გალების შემდეგ.

ტუმბური სისტემა დიდი რაოდენობის სათბობის მიწოდების უზ-



რუკა 3.69

ნახ. 3.69. მიწოდების ტუმბური სისტემის სქემა.

1—ბალონი, 2—სარქველი, 3—ბალონი, 4—ორთქლაირგენერატორი, 5—ჩამკეტი-
ონკანები, 6—პერანგი.

რუნველსაყოფად უფრო მოსახერხებელია, ვიდრე ბალონური სისტემა. ავზები, რომლებშიც მოთავსებულია სათბობის კომპონენტები, მიწოდების ტუმბური სისტემის დროს წნევას არ განიცდიან. ამის გამო არ არის საჭირო ავზების მაღალი სიმტკიცე და ამიტომაც მათ აკეთებენ უფრო მსუბუქს. სისტემის ნაკლის შედარებითი სირთულე.

მიწოდების ტუმბური სისტემის გამოყენება მიზანშეწონილია ჰრავებზე, რომლებიც ავითარებენ დიდ წევებს.

სათბობის კომპონენტების გამოყენება ბალონებიდან შეიძლება მოხდეს აგრეთვე აირით, რომელიც წარმოიქმნება ან წნევის თხევადურ აკუმულატორში (წთა), სადაც შედის თხევადი სათბობი, ან წნევის დენთის აკუმულატორში (წდა) — დენთის პატარა კამერაში.

§ 2. თრძ-ს ძირითადი პარამეტრები

თრძ-ს მახასიათებელი ძირითადი პარამეტრებია წევა და ეკონომიურობა, რომელიც ფასდება კუთრი წევის სიდიდით.

თრძ-ს წევა შეიძლება განისაზღვროს განტოლებით:

$$P = m_z c_s + F_g (p_g - p_n). \quad (3.27)$$

სადაც m_z სათბობის კომპონენტების წამობრივი ხარჯია (ის საწვავის და მქანგავის წამობრივი ხარჯების ჯამის ტოლია);

c_3 — არის აირის გამოდინების სიჩქარე:

F_δ — საქშენის კვეთის ფართობი გამოსასვლელზე:

p_δ — აირის წნევა საქშენის გამოსასვლელ კვეთში:

p_{II} — გარემოს წნევა.

(3,27) განტოლების $m_{\Sigma} c_3$ წევრს ეწოდება წვეის დინამიკური შემდგენი, ხოლო $F_\delta (p_\delta - p_{II})$ -ს — წვეის სტატიკური შემდგენი.

m_{Σ} სათბობის კომპონენტების მუდმივი ხარჯისა და ერთი და იმავე საქშენის დროს წვეის დინამიკური წევრი მუდმივია, ამიტომ წვეის შეცვლა (გადიდება) შეიძლება მხოლოდ p_{II} გარეგანი წნევის შეცვლის დროს, რადგან p_δ წნევა საქშენის გამოსასვლელ კვეთში მუდმივი სიდიდეა.

აირის სრული გაფართოების დროს საქშენში აირის p_δ წნევა საქშენის გამოსასვლელ კვეთში p_{II} გარემოს წნევის ტოლია, ამიტომ განტოლების მეორე წევრი გადაიქცევა ნულად. ამრიგად, გასაანგარიშებელ რეჟიმზე თრძ-ს წევა

$$P = m_{\Sigma} c_3. \quad (3.27 \text{ ა})$$

თრძ-ს დამზადებულ კონსტრუქციებში ერთი კამერის წევა მერყეობს რამდენიმე ასეულ ნიუტონიდან ასეულ კილონიუტონამდე (რამდენიმე ათეულ კილოგრამიდან ათეულ ტონამდე). თუ ძრავას აქვს რამდენიმე კამერა, მაშინ მისი წევა ყველა კამერის წვეის ჯამის ტოლია. თრძ-ს წევა შეიძლება განისაზღვროს გამოსაცდელ სტენდზე გარკვეულ პირობებში.

თრძ-ს კუთრი წევა ტოლია ძრავას წვეის ფარდობისა სათბობის კომპონენტების წამობრავ ხარჯთან:

$$P_{კთ} = \frac{P}{m_{\Sigma}} \quad (3.28)$$

ან თუ P წვეის მაგივრად ჩავსვამთ მის მნიშვნელობას (3.27 ა) განტოლებიდან. მივიღებთ:

$$P_{კთ} = c_3. \quad (3.28 \text{ ა})$$

კუთრი წევა დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე, მათ რიცხვში სათბობის გვარობაზე. მართლაც, (3.28 ა) განტოლების თანახმად, კუთრი წვეის სიდიდე განისაზღვრება გამოდინების სიჩქარის სიდიდით, ხოლო ეს დამოკიდებულია სათბობის თბოუნარიანობაზე. ამრიგად, კუთრი წევა შეიძლება განვიხილოთ როგორც სათბობის ერთგვარი მანისიათებელი.

თრძ-ში კუთრი წევა ტოლია 2000—2500 ნ. წმ/კგ [200—250 კგ წმ/კგ]-ისა.

სათბობის კუთრი ხარჯი ტოლია სათბობის საათობრივი ხარჯის ფარდობისა ძრავას წვევასთან:

$$C_0 = m_{\Sigma} \frac{3600}{P} \dots \frac{3600}{P_{\Sigma}} \quad (3.29)$$

(3.29) განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ რაც უფრო დიდია კუთრი წვევა, მით ნაკლებია სათბობის კუთრი ხარჯი. მაშასადამე, თრძ-ს კუთრი წვევის სიდიდე უშუალოდ ახასიათებს ძრავას ეკონომიურობას.

სათბობის დიდი ხარჯი ამ შემთხვევაში აიხსნება იმით, რომ კუთრი ხარჯი განისაზღვრება არა მხოლოდ მარტო საწვავის მიხედვით, როგორც თრძ-ში. არამედ მთელი სათბობის მიხედვით, მქანგავის ჩათვლით, რომლის მიწოდებაც კამერაში 3—5-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე საწვავისა. სათბობის ხარჯის სიდიდეზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ისიც, რომ ფრენის თანამედროვე სიჩქარეებზე კინეტიკური ენერჯის დანაკარგები გამოძავეალ აირებთან ერთად ძალზე დიდია. ფრენის სიჩქარეების ზრდასთან ერთად ეს დანაკარგები მცირდება, ხოლო თრძ-ს ეკონომიურობა — დიდდება.

თრძ-ში სათბობის კუთრი ხარჯი ტოლია 1,4—2 კვ/(ნ.სთ) [14—20 კვ/კვ. სთ]. პერსპექტიული საწვავისა და მქანგავების გამოყენებამ შეიძლება გაზარდოს კუთრი წვევის სიდიდე 3000—3500 ნ. წმ/კვ [300—350 კვ. წმ/კვ]-მდე და შესაბამისად შეამციროს სათბობის კუთრი ხარჯის სიდიდე 1,1—2 კვ/(ნ. სთ) [10—12 კვ/კვ. სთ]-მდე.

§ 3. თრძ-ს მახასიათებლები

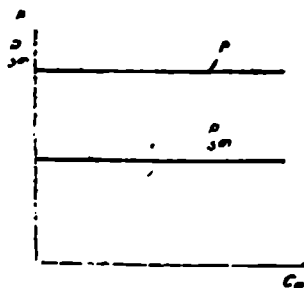
თრძ-ს მახასიათებლები ეწოდება წვევისა და კუთრი წვევის დამოკიდებულებებს სიჩქარის, ფრენის სიმაღლისა და ძრავას მუშაობის რეჟიმზე. ძრავას მუშაობის რეჟიმი ხასიათდება სათბობის ხარჯით ან წნევით წვის კამერაში.

მახასიათებლები ფრენის სიჩქარის მიხედვით

თრძ-ს მახასიათებლები ფრენის სიჩქარის მიხედვით ეწოდება წვევისა და კუთრი წვევის დამოკიდებულებებს ფრენის სიჩქარეზე სათბობის მუდმივი ხარჯის დროს ან მუდმივი წნევის დროს წვის კამერაში.

თრძ-ს წვის კამერისა და საქშენის მუშაობა არ არის დამოკიდებული ფრენის სიჩქარეზე, ამიტომ წვეა შეიქლება ჩვეუალოთ პრაქტიკულად დამოუკიდებელი ფრენის სიჩქარისაგან.

თრძ-ს ეკონომიურობა, როგორც ზემოთ იყო ნაჩვენები. შეიძლება შეფასდეს კუთრი წვეის სიდიდით. რადენადაც ფრენის სიჩქარის შეცვლის დროს უცვლელი რჩება როგორც წვეისე სათბობის ხარჯი, ამდენად (3.26; განტოლების თანახმად. კუთრი წვეაც ამ დროს აგრეთვე დარჩება უცვლელი. თრძ-ს წვეისა და კუთრი წვეის დამოკიდებულება ფრენის სიჩქარეზე გამოსახულია 3.70 ნახაზზე.



მახასიათებლის განხილვიდან გამომდინარეობს, რომ თრძ-ს. პერარეაქტიული ძრავებისაგან განსხვავებით. შეუძლია იმუშაოს ნებისმიერი ფრენის სიჩქარით.

ნახ. 3. 70. თრძ-ს მახასიათებელი ფრენის სიჩქარის მიხედვით.

მალღივი მახასიათებლები

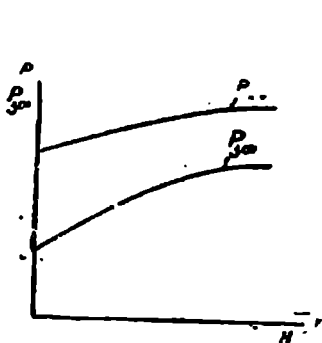
თრძ-ს მალღივი მახასიათებლები ეწოდება წვეისა და კუთრი წვეის დამოკიდებულებებს ფრენის სიმაღლეზე სათბობის მუდმივი ხარჯის დროს ან წვის კამერაში მუდმივი წნევის დროს.

თრძ-ს მალღივი მახასიათებელი წარმოდგენილია 3.71 ნახაზზე. როგორც ჩანს. ფრენის სიმაღლის გადიდების დროს იზრდება ძრავას წვეა და კუთრი წვეა. 30—35 კმ სიმაღლეებზე თრძ-ს წვეა აღემატება მის მნიშვნელობას დედამიწაზე 10—20%-ით. შემდეგ კი დიდდება უმნიშვნელოდ.

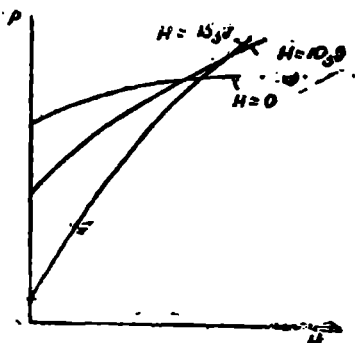
წვეისა და კუთრი წვეის შეცვლის ხასიათი ფრენის სიმაღლესთან დაკავშირებით აიხსნება შემდეგით. (3.27) განტოლებაში $p_{\text{წ}}$ ატმოსფერული წნევა ცვლადი სიდიდეა. ფრენის სიმაღლის გადიდების დროს წნევა გარემოში მცირდება 101325 ნ/მ^2 [10333 კგ/მ^2]-დან — ზღვის დონეზე 0-მდე.

ატმოსფერული წნევის შეცვლა გავლენას არ ახდენს აირის პარამეტრებზე წვის კამერასა და საქშენში. ეს იმით აიხსნება, რომ აირის ზებგერული გამოდინების დროს გარეგან ატმოსფერულ ცვლილებებს და შეშფოთებებს არ შეუძლიათ საქშენში შეღწევა საქშენიდან გამოდინებული აირის ნაკადის შესახვედრად. რადგან წვის კამერაში წნევა

არ იცვლება (ეს პირობა დათქმულია ზემოთ). ამიტომ ატმოსფერულ წნევის დაწვეას მოჰყვება აირის გაფართოების ხარისხის გადიდება საქშენში. გამოდინების სიჩქარის გაზრდა, წვევისა და კუთრი წვევის



ნახ. 3.71. თრძ-ს მაღლივი მახასიათებელი.



ნახ. 3.72. თრძ-ს მაღლივი ნახასიათებლისათვის.

გადიდება, და, მაშასადამე, სათბობის კუთრი ხარჯის შემცირება.

წვევისა და კუთრი წვევის შეცვლის ხასიათი დამოკიდებულია საქშენის გაანგარიშებულ სიმაღლეებზე, ე. ი. ფრენის იმ სიმაღლეზე, რომელზეც საქშენში ხდება აირის სრული გაფართოება. რაც უფრო მაღლაა საქშენის გაანგარიშებული სიმაღლე (ნახ. 3.72), მით ნაკლებია მისი წვევა დედამიწაზე და მცირე სიმაღლეებზე, მით ინტენსიურად იზრდება წვევა ფრენის სიმაღლის გადიდების დროს.

ძირითადად დიდ სიმაღლეებზე სამუშაოდ განკუთვნილი ძრავები (მაგალითად, შორს მოქმედი ბალისტიკური რაკეტებისა და საზენიტო რაკეტების ძრავები), რომლებიც ავითარებენ დიდ წვევას ატმოსფეროს მაღალ ფენებში, აღჭურვილი უნდა იყვნენ მაღლივი საქშენით. წნევა ასეთი საქშენის კრაზე აიღება უმცირესი, ხოლო ფართობი — უდიდესი. ასეთი ძრავას წვევა დედამიწაზე და მცირე სიმაღლეებზე ბევრად უფრო ნაკლებია. ვიდრე წვევა გაანგარიშებულ სიმაღლეებზე.

ძრავებს, განკუთვნილთ მცირე სიმაღლეებზე სამუშაოდ, იმავე ხარჯების, საქშენის კრიტიკული კვეთის იმავე ზომებისა და წვის კამერაში იმავე წნევის დროს აქვთ უფრო მეტი წვევა ატმოსფეროს ქვედა ფენებში.

ხარჯის (დროსელური) მახასიათებლები

თრძ-ს ხარჯის ან დროსელურ მახასიათებელს უწოდებენ წვევისა და კუთრი წვევის დამოკიდე-

ბულებას წვის კამერაში არსებულ წნევაზე ახსათბობის ხარჯზე, როცა ფრენის სიმაღლე და ნარევის შედგენილობა მუდმივი სიდიდეებია (სათბობის ხარჯი და წნევა წვის კამერაში ერთმანეთის პირდაპირპროპორციულია).

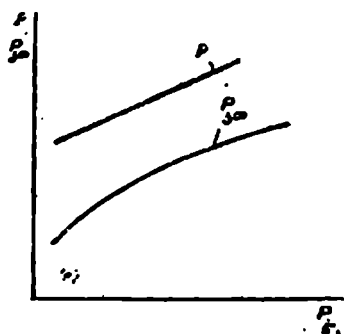
თრძ-ს ხარჯის მახასიათებელი ნაჩვენებია 3.73 ნახაზზე.

კამერაში წნევის (სათბობის ხარჯის) გაღილებასთან ერთად ძრავა: წევა და კუთრი წევა იზრდება. ეს შემდეგი მიზეზებით აიხსნება.

ფრენის სიმაღლის მუდმივობის დროს გარემოში უცვლელი რჩება ρ_{II} წნევის სიდიდე. წვის კამერაში p_{Σ} წნევის ზრდის გამო დიდდება გაფართოების ხარისხი და შესაბამისად აგრეთვე აირის გამოდინების სიჩქარე. გამოდინების სიჩქარის ზრდას მოსდევს კუთრი წევის გაღიდება, და, მაშასადამე, სათბობის კუთრი ხარჯის შემცირება. რაც შეეხება წევას, ის, როგორც ეს ჩანს $P = m \cdot P_{კო}$ განტოლებიდან, გაღიდება. საინტერესოა, რომ დროსელირების დროს (სათბობის ხარჯისა და წვის კამერაში წნევის შემცირებისას, რომელიც შეიძლება საჭირო გახდეს ფრენის სხვადასხვა პირობების შემთხვევაში) ძალიან დაბალ მცირდება კუთრი წევა, და, მაშასადამე, უარესდება ძრავის ეკონომიურობა. დაწვეულ რეჟიმებზე მომუშავე ძრავების ეკონომიურობის შეთანაჩუნებლად მათ ხშირად ამზადებენ მრავალკამერიანს (2-4 კამერისაგან). დროსელირებას (წევის შემცირებას) აღწევენ ამ შემთხვევაში.

(აღკვეული კამერების გამორთვა). დანარჩენ კამერებს კი შესაძლებლობა აქვთ იმუშაონ მათში არსებული მუდმივი ან ნაკლებ ცვალებადი წნევების დროს. მრავალკამერიანი თრძ-ს ნაკლია მისი რთული კონსტრუქცია.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ერთკამერიანმა თრძ-მ შეიძლება აგრეთვე შეინარჩუნოს ეკონომიურობა დროსელირების დროს. ამისათვის, სათბობის მიწოდების შეცვლის შესაბამისად (ცალკეულ ჯგუფ ფრქვევანების გამორთვის ხარჯზე) საჭიროა საქმენის კრიტიკული და გამოსასვლელი კვეთების რეგულირება. იმ მოძრავი კონუსის გაცხეების სიძნელე, რომლის საშუალებითაც შესაძლო იქნებოდა საქმენის კრიტიკული კვეთის ფართობის გაღიდება. ნებას არ გვაძლევს გამოვიყენოთ ამჟამად რეგულირების აღნიშნული ხერხი.

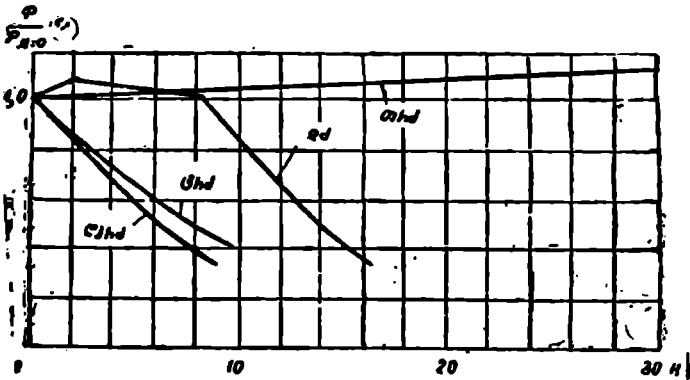


ნახ. 3.73. თრძ-ს ხარჯის მახასიათებელი.

§ 4. თრძ-ს ღირსებაები, ნაკლოვანებანი და გამოყენების არეები

თხევადი რაკეტული ძრავები შევადაროთ სხვა საავიაციო ძრავებს მისთვის დამახასიათებელი ღირსებებისა და ნაკლოვანებების გამოვლინების მიზნით. ტურბორეაქტიულ, ტურბოსპრანულ, წინდენით ჰაერ-რეაქტიულ და დგუშიან ძრავებთან შედარებით თრძ-ს აქვს შემდეგი ღირსებები:

1) თრძ-ებს, რომლებიც წვისათვის არ საჭიროებენ ჰაერის ყანგბადს, შეუძლიათ იმუშაონ ნებისმიერ სიმაღლეებზე. მაშინ როცა დანარჩენი საავიაციო ძრავების გამოყენება შეზღუდულია 30—35 კმ სიმაღლით. ეს იმით აიხსნება, რომ აღნიშნული არაკეები სარგებლობენ ატმოსფერული ჰაერით. ხოლო დიდ სიმაღლეებზე ჰაერი ძალზე გაუხშობებულია და ძრავების მიერ განვითარებული წევა ძლიერ მცირდება. რაც შეეხება თრძ-ს წევას, როგორც ზემოთ იკო ნაჩვენები. ის იზრდება ფრენის სიმაღლის გადიდებასთან ერთად. 3.74 და 3.75 ნახაზებზე ნაჩვენებია საავიაციო ძრავების რამდენიმე ტიპის ფარდობითი წვევის (მოცემულ სიჩქარესა და სიმაღლეზე აღებული წვევის ფარდობა $H=0$ და $M=0$ დროს აღებულ წვევასთან) შეცვლის ხასიათი ფრენის სიმაღლისა და სიჩქარის მიხედვით. როგორც ჩანს, თრძ ერთადერთი საავიაციო ძრავაა, რომლის წვევაც არ იცვლება ფრენის სიმაღლისა და



ნახ. 3. 74. სხვადასხვა ტიპის საავიაციო ძრავების მაღლივი მახასიათებლები.

სიჩქარის შეცვლის დროს. 2) თხევად რაკეტულ ძრავებს აქვთ დიდი წევები, საწვავი სიმძლავრეები და ძალიან სწორე კუთრი მასა (კუთრი წონა). თრძ განვითარებული წევის მიხედვით მკველრად განირჩევა

დანარჩენი საავიაციო ძრავებისაგან. თუ საუკეთესო საავიაციო ძრავები ავითარებენ 100—150 კნ [10—15 ტ] წვევას, თრძ-ს წვევა აღის ასეულ კნ-მდე (ათეულ ტონამდე).

სხვა საავიაციო ძრავებთან შედარებით თრძ-ს მნიშვნელოვანი უპირატესობა აქვს კუთრი მასის (კუთრი წონის) მიხედვითაც. თრძ-ს კუთრი მასა (კუთრი წონა) იცვლება 0,001—1,005 კგ/ნ [0,01—0,05 კგ/კმ] ზღვრებში.

თრძ-ს ნაკლოვანებათა რიცხვს მიეკუთვნება:

1) სათბობის ძალიან დიდი ხარჯი, რაც ნებას არ გვაძლევს გამოვიყენოთ ძრავა სამოქალაქო და ნიშნულების თვითმფრინავებზე.

იგივე ნაკლი აპირობებს ძრავა მოქმედების ხანმოკლეობას. მაგალითად, ძრავას მუშაობის ხანგრძლივობა ერთჯერადი მოქმედების რაყეტებში 5 წმ-დან 2—3 წმ-მდეა; საფრენ აპარატებზე თრძ-ები მუშაობენ უფრო ხანგრძლივად.

დროის განმელობაში უეჭველია, რომ შემდეგში თრძ-ს მუშაობის ხანგრძლივობა გადიდდება;

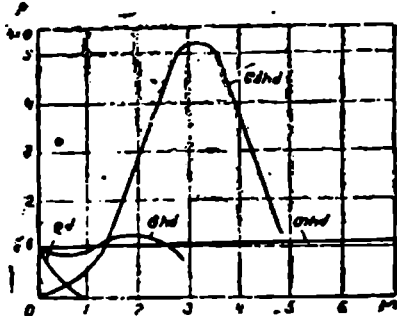
2) აირების ძალზე მაღალი ტემპერატურა თრძ-ს კამერაში (აღემატება 3000°C-ს). რაც ართულებს ძრავას გაცივებას და ამცირებს მისი მუშაობის რესურსს;

3) მომსახურების სირთულე.

ობიექტები, რომლებზეც იდგმება საწვეი რაყეტული ძრავები, ზირობითად იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად — სამარშოდ და საგაქანებოდ. სამარშოს ეკუთვნის თვითმფრინავები, საგაქანებოს — რაყეტები.

თვითმფრინავის დანადგარების რიცხვს უნდა მივაკუთვნოთ, უპირველეს ყოვლისა, აფრენის ამჩქარებლები — სასტარტო ძრავები, რომლებიც მოქმედებენ მხოლოდ გაქანების დროს. ამჩქარებლები უმთავრესად საჭიროა ისეთი მძიმე თვითმფრინავების ასაფრენად, რომლებიც დიდ სასტარტო გზას საჭიროებენ. ამჩქარებლების გამოყენება ნებას იძლევა შევამციროთ თვითმფრინავების გაქანება აფრენის დროს. გაქანების დამთავრების შემდეგ ამჩქარებლები ცილდებიან ხოლმე თვითმფრინავს. მსგავსი ამჩქარებლები აგრეთვე აუცილებლად საჭიროა წინდენითი ჰრძ-იანი საფრენი აპარატების ასამუშაებლად.

სასტარტო ამჩქარებლებად იყენებენ თრძ-ს ზოგიერთ ტიპებსა და



ნახ. 3. 75. სხვადასხვა ტიპის საავიაციო ძრავების ჩქარულ მახასიათებლები.

აგრეთვე დენტის რაკეტებს. ამჩქარებულთა წვევა იცვლება ხღვრებში რამდენიმე კილონუტონიდან (ასეული კილოგრამიდან) 200 კნ [20 ტ]-მდე, მოქმედების დრო — წამის ნაწილიდან 100 წმ-მდე.

ამჩქარებლების გარდა, რომლებიც გამოიყენებიან სტარტზე, არის საფრენი ამჩქარებლებიც, ისინი მუდმივადაა თვითმფრინავზე და შუაშაობის დროს ზრდიან ძალური დანადგარის წევას.

ავტონომიური ძრავები, რომლებიც თვითმფრინავებზე გამოიყენებიან როგორც ძირითადი ძრავები, განკუთვნილია საექსპერიმენტო თვითმფრინავებისათვის და მაღლივ თვითმფრინავდამკერებისათვის (ფრენის სიმაღლით 30 კმ-მდე).

თრძ განსაკუთრებულად ფართოდ გამოიყენება სამხედრო ტექნიკაში. ისინი უმთავრესად გამოიყენება თვითმფრინავ-ყუმბარებსა და რაკეტებზე. მთელი რიგი ქვეყნები შესაიარაღებლად იყენებს თრძ-ს მქონე მართვად ყუმბარებს; ისინი გამოიყენებიან მიწანში სასროლად, რომელიც შეიძლება მდებარეობდეს დედამიწაზე. წყალსა და ჰაერში.

თრძ-ს მქონე ბალისტიკურ რაკეტებს აქვთ მოქმედების მანძილი 13000 კმ და მეტი.

მეოთხე ბანყოფილება

რეაქციული ძრავების კონსტრუქცია

ამჟამად ყველაზე უფრო მეტად გავრცელებულია აირტუობინული ძრავები. ტურბორეაქტიული და ტურბოხრახნული ძრავები წარმოადგენენ ძირითად ძრავებს სხვადასხვა მიზანდანიშნულების თვითმფრინავებისათვის, რომლებსაც აქვთ ზებგერული ან დიდი ბეგრამდელი ფრენის სიჩქარეები. სხვადასხვა სქემის ტურბოხრახნული ძრავები გამოიყენება შვეულმფრენების მზიდი ხრახნების ასამოძრავებლად.

ღერძულკომპრესორებიან ტურბორეაქტიულ ძრავებს აქვთ ადვილგაოსშემოდენილობის ფორმა. შედარებით პატარა განივი კვეთების დროს მათ შეუძლიათ გაატარონ ჰაერის დიდი რაოდენობა. გამოირჩევიან ისინი მაღალი კუთრი პარამეტრებით.

4:01 ნახაზზე, რომელიც დართულია წიგნის ბოლოს. ნაჩვენებია სამამულო წარმოების ტხმ АИ-20А. მას აქვს პლანეტარული რედუქტორი. ღერძული ათსაფენურიანი კომპრესორი, რგოლური წვის ჰამერა,

სამსაფეხურიანი აირული ტურბინი და არასარეგულირებელი რეაქტიული საქშენი.

ძრავას რედუქტორი — დიფერენციალურია. შეოგება პლანეტარული მექანიზმისა და პარტივი გადაცემისაგან (მეტნაღებისაგან). რედუქტორის კონსტრუქციაში ჩართულია მგრეხავი მომენტის საზომი. ძრავას რედუქტორს აქვს გადამცემი რიცხვი 11,45.

კომპრესორის როტორი შედგება ათი დისკოსაგან. დისკოები აღქურვილია მუშა ნიჩბებით. ისინი შეერთებულია ერთმანეთთან ჰეჩით და გამაგრებულია რადიალური შტიფტებით. როტორის მუშა ნიჩბების რიგებს შორის მოთავსებულია გამასწორებელი აპარატები — შენადული კვანძები. რომლებიც ჩამაგრებულია კომპრესორის ფოლადის კორპუსში. პომპაის აცილების მიზნით ჰაერის გადაშვება კომპრესორიდან ხორკივლდება ოთხი სარქელით; ამათგან ორი დაყენებულია ქუსლს იქით, და ოოიცი — მერვე საფეხურებს შემდეგ.

წვის კამერა — მილარ-რგოლურია, შენადული კონსტრუქციისა. კამერაში არის ათი თავი საგრიგლებით, მათში მოთავსებულია ფრქვევანები.

სამსაფეხურიანი ტურბინის როტორი შედგება ტურბინის ლილვისა და სამი მუშა თვლისაგან. ისინი ერთმანეთთან შეერთებულია სარქებით. როტორის ყოველი საფეხურის წინ დაყენებულია საქშენი აპარატი.

ტურბოხრახნული ძრავა მთავრდება რეაქტიული არასარეგულირებელი საქშენით.

კომპრესორის როტორი შეერთებულია ტურბინის როტორთან ღარბებითა და კანჭიკური შეერთებით. ძრავას როტორი დადგმულია სამ საკისარზე: წინა და უკანა — გორგოლაჭოვანი საკისრებია, საშუალო — ბურთულა, რომელიც გარდა რადიალურისა, ითვისებს აგრეთვე ღერძულ დატვირთვასაც.

აფრენის დროსა და ფრენის მცირე და საშუალო სიჩქარეებზე ხრახნის მაღალი შქკ-ის გამო ტურბოხრახნულ ძრავებს აქვთ უპირატესობა ტურბორეაქტიულ ძრავებთან შედარებით. ასეთ ძრავებიანი თვითმფრინავები დაჯდომისას გაირბენენ მცირე მანძილს, რადგან ხრახნებით შესაძლებელია დასაჯდომი სიჩქარის შემცირება.

კ ო მ პ რ ა ე ს ო რ ე ბ ი

არტურბინული ძრავას ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია კომპრესორი. მისი მუშაობის სრულყოფაზეა დამოკიდებული ძრავას ძირითადი მონაცემები.

ამჟამად ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია ღერძული კომპრესორები. მათ აკეთებენ ერთლილვიან და ორლილვიანს. გამოიყენება აგრეთვე ცენტრიდანული, კომბინირებული და დიაგონალური კომპრესორები.

თანამედროვე ატმ-ს ღერძული კომპრესორის ტიპური კონსტრუქცია გამოსახულია 4.1 ნახაზზე.

§ 1. ღერძული კომპრესორები

შესასვლელი მოწყობილობა

ატმ-ს ღერძული კომპრესორის შესასვლელი მოწყობილობა (ნახ. 4.2 ა) შედგება კორპუსის (1) და გარსშემომდენლებისაგან [გარე (2) და შიგასაგან (3)].

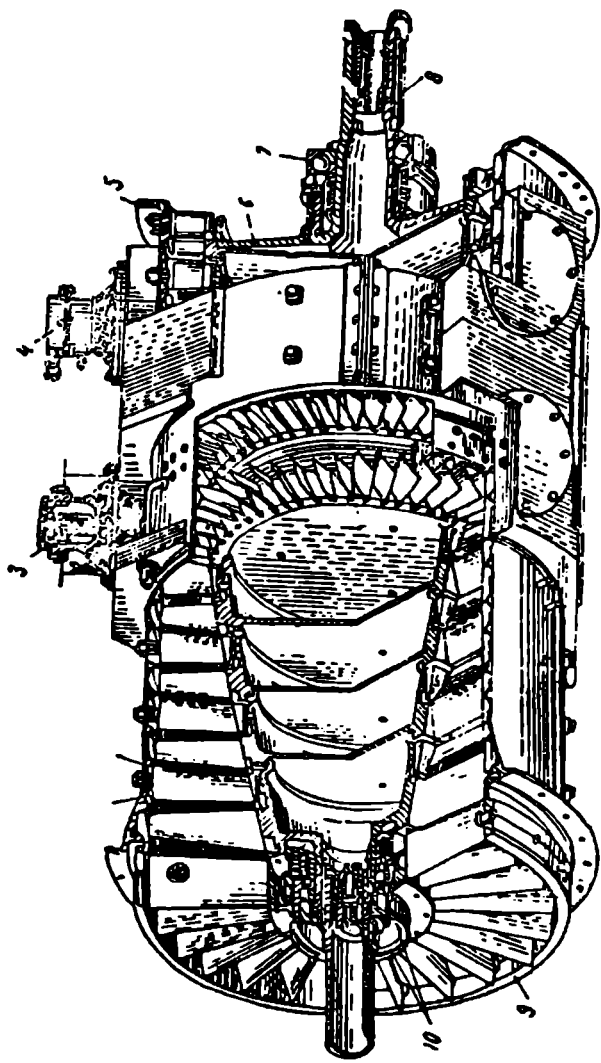
გარე გარსშემომდენელი თვითმფრინავის კონსტრუქციის კუთვნილებაა. ამ გარსშემომდენლის კონსტრუქცია დამოკიდებულია თვითმფრინავის ტიპსა და მასზე ძრავას დაყენების ადგილზე.

შიგა გარსშემომდენელი გარდაქმნის შესასვლელის წრიულ კვეთს რგოლურად. გარსშემომდენელს კორპუსზე ამაგობენ ან წინიდან ცენტრალური საჩქით, ან უკანიდან სპეციალური საკეტებით

ტურბოხრაბნულ ძრავებში გარე გარსშემომდენელი (1) (იხ. ნახ. 4.2, ბ) აგრეთვე ეკუთვნის თვითმფრინავს, ხოლო შიგა (2) წარმოქმნილია საპერო ხრაბნის გარსშემომდენლით და რედუქტორის კორპუსის გარსშემომდენლით (3).

ზოგიერთი კომპრესორების შესასვლელ მოწყობილობებში შესასვლელზე დაყენებულია დამცავი ბადეები. მისი დანიშნულებაა დაიცვას კომპრესორის ნიჩბები დაზიანებისაგან. ბადეების ხმარება გამოწვეულია იმით, რომ თვითმფრინავის აფრენის ან დაჯდომის დროს ძრავაში მიწის, ქვის ან ყინულის მსხვილი ნაწილაკები მოხვედრას შეიძლება მოჰყვეს ძრავას გამოსვლა მწყობრიდან.

დამცავ ბადეებს აკეთებენ მავთულის ან სპეციალური პროფილირე-



ნახ. 4. 1. ღერუელი აოსაფებზიანი კომპრესორი.

1 კომპრესორის კორპუსი. 2-კამაქლობელი. აპარტი. 3-V საფებზის ღებღებ ჰაერის გაცაშვებ. სარქველი. 4
 V III საფებზის ღებღებ ჰაერის გაცაშვებ სარქველი. 5-წეის კამერის დამაგრების ღებღებნი. 6-როტორის დსკო-
 ბუზა ნიშებით; 7-უქანა საყისარი. 8-უქანა ლილეუ. 9- შესავალი ღებღებთველი აპარტი. 10-წინა საყისარი.

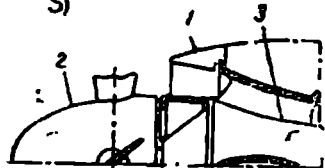
ბული ლენტეხისაგან. უკანასკნელი უფრო სასუოველია, რადგან ამ დროს მცირდება ბადის აეროდინამიკური წინააღმდეგობა (ბადეების დაყენების გამო წევა მცირდება 3—5%-ით).

ბადეები არ იკავენ ძრავას მტვრისა და სილისაგან, რაც აგრეთვე უარყოფითად მოქმედებს ძრავას შრომისუნარიანობაზე (იწვევენ კომპრესორის და ტურბინის ნიჩბების ნაადრევ გაცვეთას და ზოლიანობას, რასაც მოსდევს ჰიდრავლიკური წინააღმდეგობების ზრდა და წევის შემცირება).

ბადეებისა და შესასვლელი მოწყობილობების დეტალების შემოყინულობას ადგილი აქვს გარკვეული ატმოსფერული პირობების დროს და მისი თავიდან ასაცილებლად საჭიროა შემოყინულობის საწინააღმდეგო სპეციალური მოწყობილობები. სიტბოს წყაროდ, რომლითაც



ა)



ბ)

თავიდან იცილებენ შემოყინულობას, შეიძლება გამოიყენოთ: ცხელი ჰაერი. გამონაბოლქვი აირები, ელექტროშეთობობა. შემოყინულობას საწინააღმდეგო საშუალებად გამოიყენება სითხეებიც (მაგალითად, სპირტი).

ელექტროშეთობობას გამოიყენება მოითხოვს ელექტროენერგიის დიდ ხარჯს და შესაძლოა მხოლოდ თვითმფრინავებზე ელექტროკვეთის მძლავრი წყაროების არსებობის შემთხვევაში. სპირტის გამოყენება იძლევა დადებით ეფექტს, მაგრამ მოითხოვს მის დიდ ხარჯს. გამონაბოლქვი აირების გამოყენება გათბობისათვის შესაძლოა, მაგრამ, როგორც დაგვანახა პრაქტიკამ,

არამიზანშეწონილია ხანძრის შესაძლო

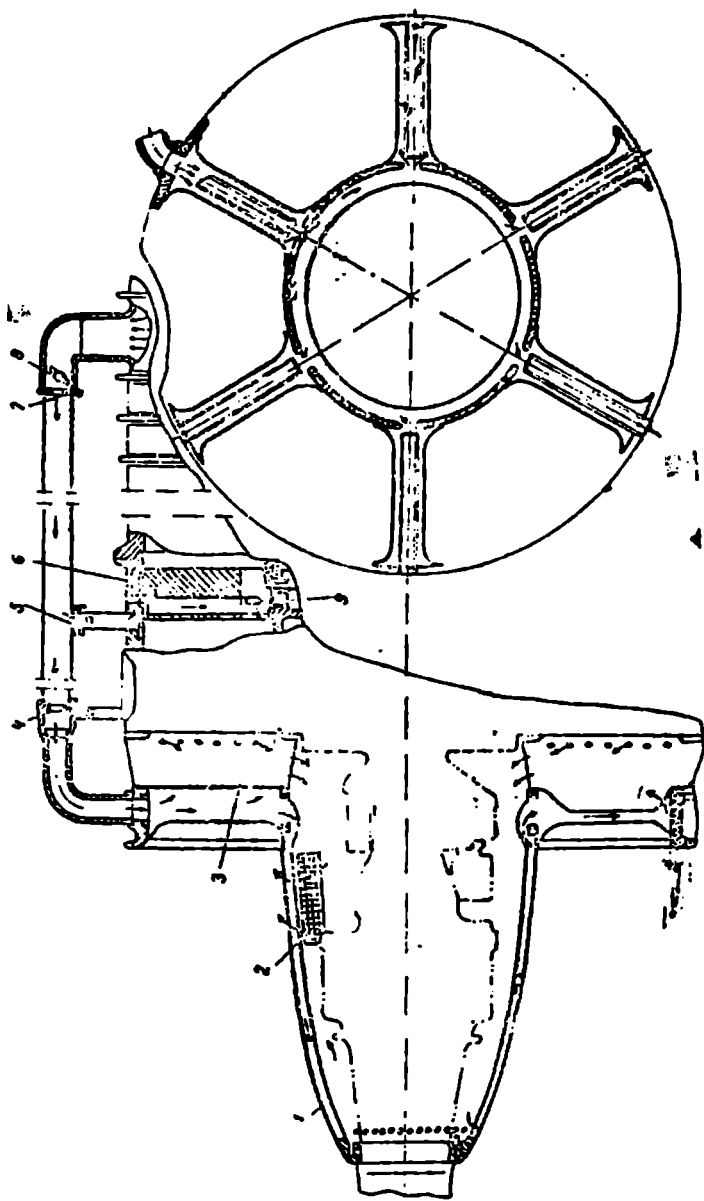
ნახ. 4.2. შესასვლელი მოწყობილობების სქემა.

- 1 — კორპუსი, 2 — ვარე ვარსშე მომდენელი, 3 — შიგა ვარსშე მომდენელი.

ლო გაჩენის გამო მილსადენების ჰერმეტიულობის დარღვევის შემთხვევაში. გარდა ამისა, გამონაბოლქვი აირები იწვევენ გასათბობი დეტალების კოროზიას.

ყველაზე დიდი გავრცელება მიიღო იმ სისტემაში, რომელშიც სიტბოს წყაროდ გამოიყენება ცხელი ჰაერი. ამ ჰაერს კომპრესორის ერთ-ერთ უკანასკნელ საფეხურს ვართმევთ. ასეთი სისტემის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია 4.3 ნახაზე.

კომპრესორის VII საფეხურის შემდეგ ცხელი ჰაერის გადაშვება ხდება საფარით (8). ბერკეტით საფარი შეერთებულია მართვის ბეჭ-



ნახ. 4, 3. უმოკინულობის საწინააღმდეგო სისტემის პრინციპული სქემა.

1.—ცხვირის გარსუმომდენელი, 2 —სარკმელი გამთბობი პიერის გასვლელად აღმოსვეროში, 3—დგარის გარსუმომდენელი, 4, 5, 7 —დაჯალიბრებებელი საეულერები, 6 —საბრუნი შიმპრაიველი აპარატის ნიჩაბი, 8 —საფარი, 9 —ნახერები ნიჩაგში.

ნიჰმის დგუშის კოკთან, რომელიც მოქმედებს შეკუმშული ჰაერით და ჩაირთვება მფრინავის კაბინიდან.

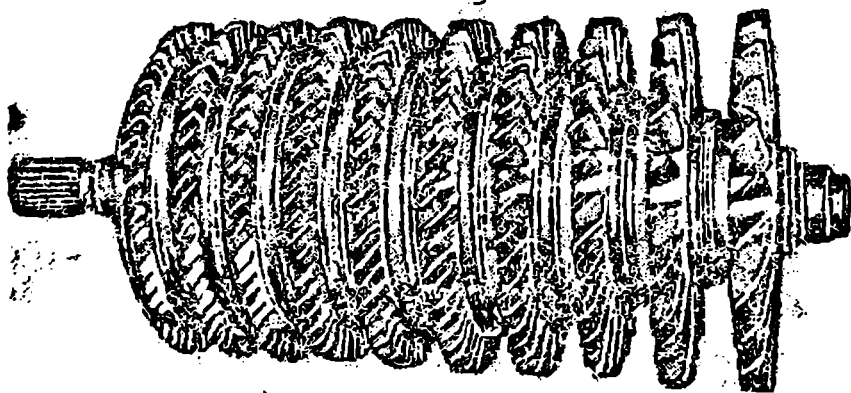
საფარის (8) შემდეგ ცხელი ჰაერი გარეგანი მილისა და მდოჯანახვრეტებიანი (4, 5, 7) დაკალიბრებული საყელურების გავლით მიემართება კომპრესორის I საფეხურის მიმმართველი აპარატის ნიჩბების (6) შესასვლელი ნაწიბურების სიღრუეებში და შესასვლელი მოწყობილობის ზედა მარცხენა დგარის (3) გარსშემომდენელში. ნიჩბების ნახვრეტებით (9) ჰაერი ვადის გამდინარე ნაწილში, ხოლო დგარის გარსშემომდენელიდან — რგოლურ კოლექტორში, რომლის შემდეგაც მიემართება დგარების დანარჩენ გარსშემომდენლებისაკენ და ცხვირის გარსშემომდენლისაკენ (1). დგარების გარსშემომდენლებისაკენ და ცხვირის გარსშემომდენლისაკენ ჰაერი ნაბურღებებით გამოდის ძრავას გამდინარე ნაწილში.

როტორები

ღერძული კომპრესორის როტორის ძირითადი დეტალებია მუშა ნიჩბები, დოლი ან დისკოები, პოკოჭიკები ან ლილვი, და აგრეთვე საკისრები. 4. 4 ნახაზზე წარმოდგენილია AI1-20A ტურბოხრაჩნული ძრავას ღერძული კომპრესორის როტორი.

ღერძული კომპრესორის როტორები კონსტრუქციული გაფორმების მიხედვით დაიყოფა სამ ტიპად: დოლურ, დისკურ და დოლურდისკურად.

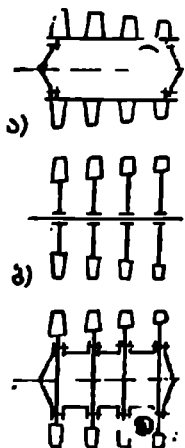
დოლური ტიპის როტორები. დოლური ტიპის როტორია დოლი. იგი ტორსებიდან დახურულია ბრტყელი ან კონუსური კედ-



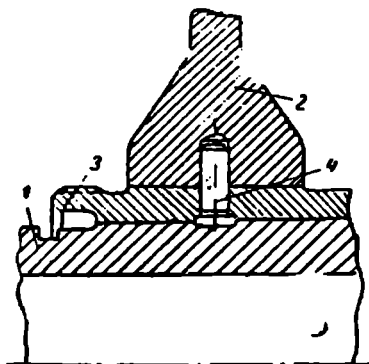
ნახ. 4. 4. ღერძული კომპრესორის როტორი.

ლებით. ამ კედლებზე მაგრდება საკისრებში მდებარე პოკოჭიკები. დო-
ლები რამდენიმე ნაწილისაგანაა შედგენილი. დოლის გარე ზედაპირზე
გაკეთებულია კილოები ნიჩბების დასამაგრებლად. ასეთი როტორის
სქემა გამოსახულია 4.5, ა ნახაზზე.

დოლური ტიპის როტორის ძირითად ნაკლოვანებას, რომელიც



ნახ. 4. 5. როტო-
რების ტიპები.



ნახ. 4. 6. დისკოს შეერთება ლილვთან
ჩაწნების გზით.

1 — ფოლადის ლილევი, 2 — დისკო, 3 —
ფოლადის მილისა, 4 — შტიფტი.

ხელს უშლის მის ფართო გამოყენებას თანამედროვე კონსტრუქციებში,
წარმოადგენს ის მნიშვნელოვანი ძაბვები, რომლებიც წარმოიქმნებიან
ბოლმე დოლის კედლებში დიდი წრეული სიჩქარეებით მუშაობის
დროს.

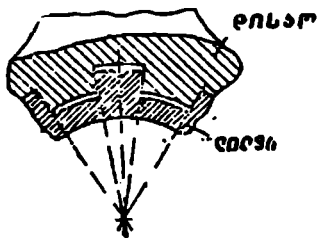
დისკური ტიპის როტორები. დისკური ტიპის როტორი
(იხ. ნახ. 4. 5, ბ) წარმოადგენს ლილვზე წამოგებული დისკოების რიგს.
როტორები განიჩქევიან ერთმანეთისაგან ლილვიდან დისკოებზე მგრე-
ნავი მომენტის გადაცემის ხერხებით. ქვემოთ მოყვანილია ლილვთან
დისკოს შეერთების რამდენიმე მაგალითი.

4.6 ნახაზზე-ნაჩვენებია ლილვთან დისკოების შეერთება ჩაწნების
გზით. ფოლადის (1) ლილვზე წამოგებულია დისკო (2). დისკოს მორ-
გვში ჩაწნებილია დიდი ჰექით ფოლადის მილისა (3), რომელიც ფიჭ-
სირებულია სამი რადიალური შტიფტით (4). ლილვს აქვს საფეხურო-
ვანი ფორმა. ჩასასმელ ზოლს. ლილვზე და მილისას (3) შიგა ზედა-

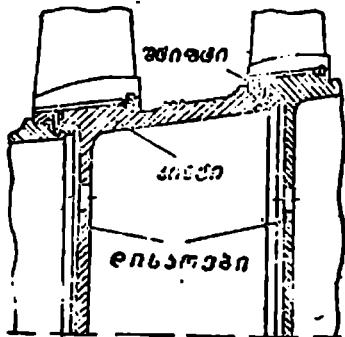
პირს აქვს კონუსურობა. დისკოები მონტაჟის დროს ჩაიწნეხებიან ლილვზე დიდი ძალით. მილისზე (3) გაკეთებულია დისკოს დემონტაჟისათვის განკუთვნილი ხრახნკუთხეილიანი ბოლოვანა. მგრეხავი მომენტის გადაცემა ამ კონსტრუქციაში ხდება კეჭის ხარჯზე, ხოლო მისი შესუსტების შემთხვევაში შტიფტების (4) სარჯზე.

დისკოების ლილვებთან შეერთება და მგრეხავი მომენტის გადაცემა შესაძლებელია აგრეთვე ღარობებით. ასეთ კონსტრუქციაში დისკოების მორგევაში ჩაჭრილი ღარობები მოედებიან ლილვზე გაკეთებულ ღარობებს. შეიძლება გამოყენებული იყოს ნებისმიერი პროფილის ღარობები, მაგრამ ალუმინის შენადნობისაგან დამზადებული დისკოების შეერთება ფოლადის ლილვთან უმჯობესია სპეციალური პროფილის მქონე ღარობებით. მათ ეწოდებათ „სითომედეგი“ და აქვთ რადიუსის მიხედვით განლაგებული წახნაგები (ნახ. 4.7). დისკოს გახურებით გამოწვეული გაფართოების დროს დისკოების დაცენტრება ლილვზე უცვლელი რჩება, რადგან ღარობების მუშა ზედაპირები გადაადგილდებიან რადიალური მიმართულებით.

დისკური ტიპის როტორების დიდი ღირებულება მათი დიდ წრიულ სიჩქარეებზე მუშაობა. ასეთი როტორების ნაკლია მცირე ღუნვითი სიხისტე და დიდი მგრეხავი მომენტების გადაცემის სიძნელე.



ნახ. 4.7. დისკოს ღარობიანი შეერთება ლილვთან.



ნახ. 4.8 დისკოების შეერთება რადიალური შტიფტების საშუალებით.

დოღურ-დისკური ტიპის როტორები. ამ ტიპის როტორები, რომელთაც აგრეთვე შერეული ტიპის როტორები ეწოდება (იხ. ნახ. 4.5, გ) შედგებიან ცალკეული დისკოებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებულია ან კინტებით, ან თხელკედლიანი რგოლებით. რგოლები გაკეთებულია დისკოსთან როგორც მთლიანი (ან დისკოებისაგან განცალკევებით ჩასადგმელების სახით მათ შორის) და

ქმნის დოლს. ამ როტორში საერთო ლილვი არ არის. ამჟამად ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია დოლურ-დისკური როტორები, რადგან მათში წარმატებითაა შეხამებული დისკური და დოლური როტორების ღირსებები.

დისკოების ერთმანეთთან შეერთება შეიძლება მოხდეს სხვადასხვა ხერხით. ყველაზე უფრო გავრცელებულია დისკოების შეერთება რადიალური შტიფტებით, ტორსული ღარობებისა და ცენტრალური დამკვიდრებელი კანკიკების საშუალებით, და აგრეთვე მილტუჩებისა და კანკიკების საშუალებითაც.

დისკოების შეერთება რადიალური შტიფტებით ნაჩვენებია 4.9 ნახაზზე.

კომპრესორის როტორი შედგება ცალკეული დისკოებისაგან, რომელთა ფერსოებს დისკოების ურთიერთშორის დაცენტრებისათვის აქვთ ზოლები (კინტები). დისკოები ერთმანეთთან და პოპოვიკებთან შეერთებულია ჰეჩით, რისთვისაც დისკოებს კინტებთან ერთად ახურებენ 80—150°C-მდე. რადიალური შტიფტები მოთავსებულია ნახურებებში, რომლებიც იმყოფებიან კილოებში ნიჩბების საკეტების ქვეშ. ამიტომ არ არის საჭირო შტიფტების ფიქსაცია ცენტრიდანული ძალების ზემოქმედებით გამოწვეული მათი გამოვარდნის თავიდან ასაცილებლად. შტიფტებით ხორციელდება აგრეთვე მგრეხავი მომენტის გადაცემაც. მაქსიმალური წრიული ძალა, რომელიც გადაეცემა ერთი შტიფტით, აღწევს 5500 ნ-ს (550 კგ).

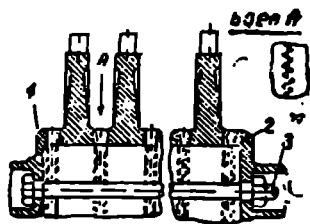
როტორის ასეთი კონსტრუქცია საკმაოდ მსუბუქია და, ამავე დროს, გამოირჩევა დიდი სიმტკიცითა და სიხისტით.

როტორის ნაკლია მონტაჟისა და დემონტაჟის სიძნელე. როტორი არსებითად დაუშლელია.

კომპრესორის დისკოების შეერთება შეიძლება ტორსული ღარობებით და მოსაკიმი კანკიკებით (ნახ. 4.9).

ტორსული სამკუთხა ღარობები გამოიყენება როგორც დისკოების შეერთებისათვის, ისე მგრეხავი მომენტის გადაცემისა და დისკოების ურთიერთ შორის დაცენტრებისათვის.

როტორის წინა (1) და უკანა პოპოვიკებს (2) აქვს აგრეთვე მილტუჩებზე ტორსული ღარობები. დისკოები და პოპოვიკები იჭიმება მონტაჟის დროს დიდი დიამეტრის მქონე ცენტრალური კანკიკით (3).



ნახ. 4.9. დისკოების შეერთება ტორსული ღარობებითა და მოსაკიმი კანკიკებით.
1 — წინა პოპოვიკი, 2 — უკანა პოპოვიკი, 3 — კანკიკი.

ლერძული კომპრესორების დისკოების დასამზადებელ მასალად გამოყენებულია ალუმინის შემდეგი შენაღობები — AK 2, AK 4, AK 6 და BD 17 და აგრეთვე ფოლადისა და ტიტანის შენაღობები. მასალის არჩევა დისკოებისათვის დამოკიდებულია მუშაობის დროს მიღებული დისკოს ტემპერატურაზე.

კომპრესორის ლილვებისა და მომჭიმავი ჰანკიებისათვის გამოყენება ფოლადები — 40XIIIA, 18HXBA და სხვ.

მუშა ნიჩბები

ნიჩბი შედგება პროფილიანი ნაწილისა (ფრთის, 1) და ჩამკეტი ნაწილისაგან (ბოლოვანასაგან, 2, ნახ. 4.10).

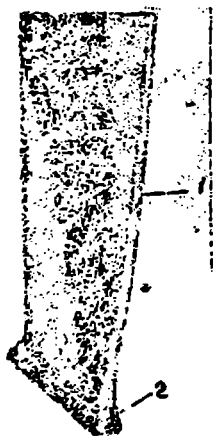
ნიჩბის ფრთა დატვირთულია ცენტრიდანული და აეროდინამიკური ძალებით. ეს ძალები ნიჩბებში იწვევენ გაჭიმვის, ლუნვისა და გრეხვის ძაბვებს. ნიჩბებზე მოქმედი ძალები და მომენტები გადაეცემა როტორების დისკოებს ან დოლებს.

ნიჩბებს ამზადებენ ტვიფრით, რის შემდეგაც ხდება ფრთის შემგომი დაყვანა და გაპრიალება და აგრეთვე ბოლოვანას მექანიკური დამუშავება.

ნიჩბის დამაგრება დისკოსთან ან დოლთან შესაძლებელია საკეტით. ყველაზე უფრო გავრცელებულია შემდეგი საკეტები: ტრაპეციისებრი („მერცხლისკულა“), ნაძვური და შტიფტური. კილო საკეტისათვის სრულდება საწელავით, ბოლოვანა — ფრეზვით.

4.11 ნახაზზე ნაჩვენებია ნიჩბის ტრაპეციისებრი ბოლოვანას პროფილი. ბოლოვანებს დისკოების კილოებში ჩადგამენ ღრეჩოთი ან ქექით. უფრო მეტად გავრცელებულია ნიჩბების თავისუფალი ჩასმა, რაც იძლევა მათი ადვილად მოხსნისა და ჩადგმის საშუალებას.

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ნიჩბების ფიქსაციის საკითხს ლერძული გადაადგილებისაგან, რომელიც შეიძლება გამოწვეულ იყოს აირული ძალების (ფრენის მიმართულებით) ან ცენტრიდანული ძალების (ფრენის საწინააღმდეგოდ) მოქმედებით. ნიჩბების ფიქ-



ნახ. 4. 10. ლერძული კომპრესორის მუშა ნიჩბი.

1. — პროფილური ნაწილი, 2 — საკეტის ნაწილი.

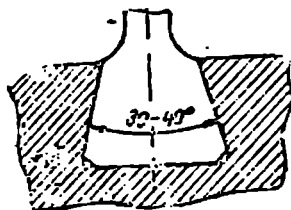
ნიჩბების დამაგრება დისკოსთან ან დოლთან შესაძლებელია საკეტით. ყველაზე უფრო გავრცელებულია შემდეგი საკეტები: ტრაპეციისებრი („მერცხლისკულა“), ნაძვური და შტიფტური. კილო საკეტისათვის სრულდება საწელავით, ბოლოვანა — ფრეზვით.

სადა შეიძლება განხორციელდეს კუთხვილიანი შტიფტებით, გლუვი ღერძული და რადიალური შტიფტებით, ფირფიტოვანი და მავთულის საჩერებით. საშორი-ზამბარული რგოლით.

4.12 ნახაზზე წარმოდგენილია ნიჩბების ფიქსაცია კუთხვილიანი სარკიტ (1) და ღერძული შტიფტით (2). სარკი და შტიფტი დაყენების შემდეგ აღმოჩნდებიან ნაწილობრივ დისკოს სხეულში, ნაწილობრივ—საკეტის სხეულში. ფიქსაციის ასეთი ხერხის ნაკლია ნიჩბების დემონტაჟის სიძნელე.

ზოგიერთ ძრავაზე ნიჩბების ფიქსაციისათვის გამოიყენება რადიალური შტიფტისა და ფირფიტოვანი საჩერის კომბინაცია. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ერთი მხრივ, ნიჩაბი ფიქსირდება რადიალური შტიფტით (4), მეორე მხრივ, ფირფიტოვანი საჩერის გადაღუნული უღვაშით.

დისკოს კილოში (5) შესრულებულია ამოფრეზვა (6) საჩერის (7) კონტურის მიხედვით. ანე ამოფრეზვაში საჩერი ფიქსირდება ღერძული მიმართულებით. კილოში ნიჩბის (8) ჩადგმის შემდეგ საჩერის უღვაშები გადაიღუნება ნიჩბის ბოლოვანას ტორსებზე და ნიჩაბი აღმოჩნდება ფიქსირებული.



4. 11. ნიჩბის ტრაპეციისებრი ბოლოვანას პროფილი.

ფიქსაციის განხილული ხერხები ინდივიდუალურია (გათვალისწინებულია ერთ ნიჩაბზე). გარდა ამისა, შეიძლება დისკოზე დაყენებული ყველა ნიჩბის ერთდროული ფიქსირება გაჭრილი ზამბარაიანი რგოლის საშუალებით (ნახ. 4.13). რგოლი (1) დაყენებულია ნიჩბების კილოებში (4) და დისკოს სხეულში გაკეთებულ რგოლურ კილოში. რგოლის პირაპირი ფიქსირებულია საჩერით (2). ნახვრეტში (3) ნიჩბების დემონტაჟისათვის საჭიროა სპეციალური მანქვალის შეყვანა და რგოლზე დაჭერა.

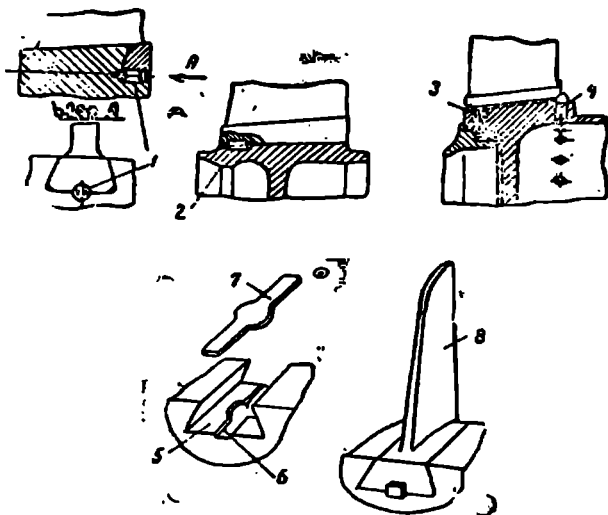
კომპრესორების მღუა ნიჩბები მზადდება სხვადასხვა მასალისაგან: ალუმინის შენადნობებისაგან, ფოლადისა და ტიტანური შენადნობისაგან.

იმ ნიჩბების დასამზადებლად, რომლებიც მუშაობენ არა უმეტეს 250°C ტემპერატურის დროს, გამოიყენება АК 4 და BD 17 ალუმინის შენადნობები.

ნიჩბებისათვის, რომლებიც მუშაობენ არა უმეტეს 300°C ტემპერატურის დროს, გამოიყენება ტიტანური შენადნობები.

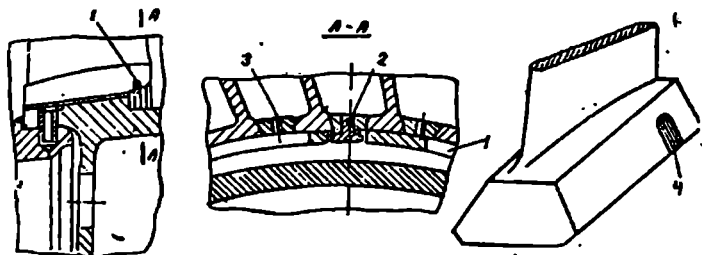
ფოლადის ნიჩბები (ფოლადი 1X17H2 და სხვ.) გამოიყენება ყვე-

ლაზე უფრო ხშირად ბოლო საფეხურების ნიჩბებისათვის, სადაც ჰაერის ტემპერატურა აღის 300°C -მდე. პირველი საფეხურების გრძელ



ნახ. 4. 12. ნიჩბების ინდივიდუალური ფიქსაციის ხერხები.
 1—კუთხედიანი სარკი, 2—შტიფტი, 3—ფირფიტოვანი საჩერი, 4—რადიალური შტიფტი, 5—დისკოს კილო, 6—
 ამოფრეზვა, 7—საჩერი, 8—ნიჩაბი.

ნიჩბებს მათი სიმტკიცის გასადიდებლად ხშირად აკეთებენ ფოლადისას (მათზე მოქმედებენ დიდი ცენტრიდანული ძალები და, გარდა ამისა ნიჩბებზე შესაძლოა მყარი ნაწილაკების მოხვედრა ჰაერთან ერთად).



ნახ. 4. 13. ნიჩბების ფიქსაცია გაჭრილი ზამბარიანი რგოლით.
 1—რგოლი, 2—საჩერი, 3—ნახვრეტი, 4—კილო.

გამახსწორებელი და მიმმართველი აპარატები

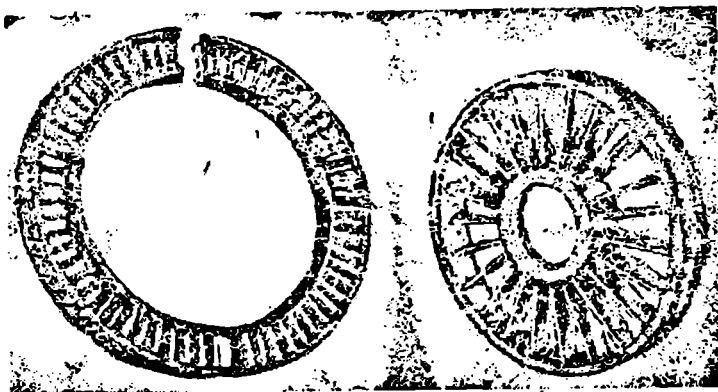
კომპრესორების გამახსწორებელი (ნახ. 4.14) და მიმმართველი (ნახ. 4.15) აპარატები წარმოადგენენ კორპუსში ჩამაგრებულ პროფილირებული ნიჩბების რგოლურ ნაკრებს. ნიჩბები შეიძლება დამაგრდნენ აგრეთვე სპეციალურ ბანდაჟებში (რგოლებში), რომლებიც, თავის მხრივ, მაგრდებიან კორპუსში.

გამახსწორებელ ნიჩბებს ამზადებენ ზუსტი ტვიფრით. პრეციზიული ჩამოსხმითა და სხვა ხერხებით.

იმ ნიჩბების დასამზადებელ მასალად, რომლებიც მუშაობენ არაუმეტეს 200—250°C ტემპერატურის დროს, გამოყენებულია ალუმინის შენადნობები AK 4, და BD 17 და სხვ. გადიდებულ ტემპერატურაზე სამუშაოდ ნიჩბებს ამზადებენ 30XГСА ფოლადისაგან და სხვ.

ძალური სქემის მიხედვით გამახსწორებელი აპარატებო შეიძლება დამზადდეს კონსოლურნიჩბებიანი (ნახ. 4.16. ა) ან ისეთ ნიჩბებიანი, რომლებიც დამაგრებული არიან ბოლოებში (იხ. ნახ. 4.16, ბ.).

ჟუანასკნელი ტიპის ნიჩბებიან გამახსწორებელ აპარატებში რომლებშიც ნიჩბები დამაგრებულია ბოლოებში (მათ ეწოდებათ ჩარჩოს ტიპის



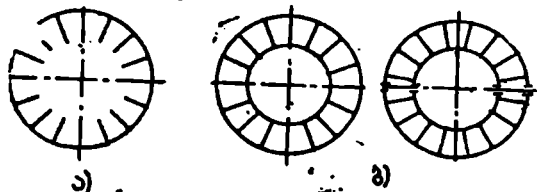
ნახ. 4. 14. გამახსწორებელი აპარატი. ნახ. 4. 15. მიმმართველი აპარატი.

აპარატები), ნიჩბების ბოლოები შეერთებულია რგოლ-ბანდაჟთან. ბანდაჟები შეიძლება იყოს როგორც მოლიანი, ისე გასართი.

გამახსწორებელი აპარატის ნიჩბების შეერთება ბანდაჟთან შეიძლება იყოს დასაშლელი და დაუშლელი. |

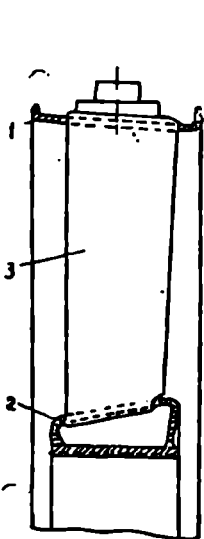
დაუშლელი შეერთების დროს უფრო ხშირად ნიჩაბს მიადუღებენ ხოლმე ბანდაეს. ნიჩაბი ამ დროს მიიღება მარტივი (უბოლოვანო და უთარობო). მაგრამ ასეთი ნიჩბის შეცვლა შეუძლებელია.

4. 17 ნახაზზე წარმოდგენილია ტხმ AI-20A გამასწორებელი აპარატის კონსტრუქცია. გამასწორებელი აპარატი შედგება გარე (1) და შიგარგოლებისა (2) და ნიჩბებისაგან (3). II-სებრი კვეთის მქონე რგოლებს აქვთ პროფილური ამონაჭრები. ამ ამონაჭრებში ჩადგმული და ელექტრორკალური შედუღებით ტრისებთან მიდუღებულია ნიჩბები (3). გამასწორებელ აპარატს აქვს გასართი კომპრესორის ღერძულ სიბრტყეში (იხ. ნახ. 4. 14). აპარატი მაგრდება კორპუსთან კანკიკებით, რომლებიც ჩაიხრახნე-



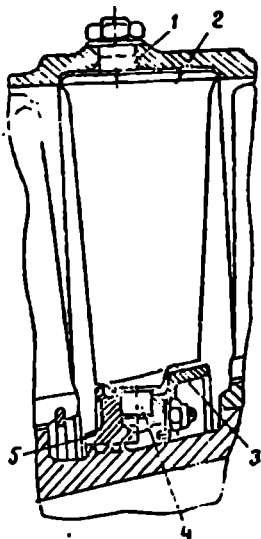
ნახ. 4. 16. გამასწორებელი აპარატების სქემები.

დაუშლელი შეერთების დროს უფრო ხშირად ნიჩაბს მიადუღებენ ხოლმე ბანდაეს. ნიჩაბი ამ დროს მიიღება მარტივი (უბოლოვანო და უთარობო). მაგრამ ასეთი ნიჩბის შეცვლა შეუძლებელია.



ნახ. 4. 17. ტხმ AI-20A დაუშლელი გამასწორებელი აპარატი.

1—გარე რგოლი 2—შიგარგოლი, 3—ნიჩაბი.



ნახ. 4. 18. გამასწორებელი აპარატი ნიჩბების დამაგრებით კორპუსში.

1—კუთხვილიანი პოკოკი, 2—თარო, 3 და 5—ნახევარ-რგოლები, 4—შიგარგოლი.

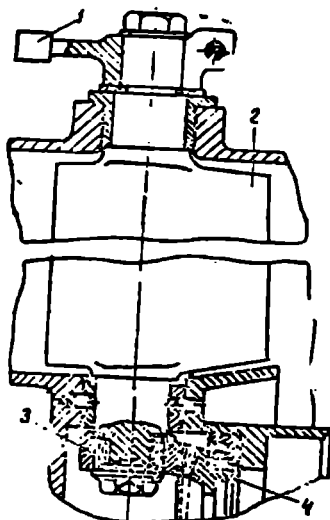
ბიან გამასწორებელი აპარატის ყოველ ნახევარზე მიღლებულ ნუერში.

ნიჩბების დასამლევი შეერთება გამასწორებელ აპარატში ნაჩვენებია 4.18 ნახაზზე. შიგა ბანდაჟი შექმნილია ორი (3) და (5) ნახევარგოლით. ნიჩბების შიგა პოკოკიეები (4) (პოლოვანები) შედიან ბანდაჟის ნახევარგოლებით წარმოქმნილ ბუდეებში. ბანდაჟის ორივე ნახევარი შეერთებულია სარკებით. გათბობის დროს ნიჩბები შეიძლება გაფარაოვდეს რადიუსის მიმართულებით. ეს კონსტრუქცია ნიჩბების შეცვლის შესაძლებლობას იძლევა. ბანდაჟების გარე ზედაპირები ქმნიან გამდინარე ნაწილის შიგა ზედაპირს.

ნახაზზე ნაჩვენებია აგრეთვე გამასწორებელი აპარატის ნიჩბების გარე ბოლოებზე დამაგრება უშუალოდ კომპრესორის კორპუსში თაროებითა (2) და კუთხვილიანი პოკოკიეებით (1), რომლებზედაც ჩაიხრახნება ქანჩები. ასეთი კონსტრუქცია შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ მაშინ, თუ კომპრესორს აქვს გასართი კორპუსი.

კომპრესორების პირველი საფეხურების წინ აყენებენ მიმმართველ აპარატებს (ნახ. 4.15). რომლებიც განკუთვნილია ჰაერის წინასწარი ნაგრების შესაქმნელად. ზოგიერთ ძრავაში მიმმართველი აპარატი მზადდება საბრუნნიჩბებიანი. ერთ-ერთი სარეგულირებელ მიმმართველი აპარატის კონსტრუქცია ნაჩვენებია 4.19 ნახაზზე.

ნიჩბები (2) დამზადებულია ორსაყრდენიანი და ისინი განლაგებული არიან შესასვლელი მოწყობილობის კორპუსში. ნიჩაბს ბოლოზე აქვს კბილანა სექტორი (3), რომელიც შეერთებულია კონუსურ კბილანა თვალთან (4). ამ თვლის შემობრუნებას შოკყვება მიმმართველი აპარატის ყველა ნიჩბის შემობრუნება. წამყვანი ნიჩბის შემობრუნება ხდება მექანიზმიანი ბერკეტით (1).



ნახ. 4. 19. სარეგულირებელი მიმმართველი აპარატი.

1 — ბერკეტი, 2 — ნიჩაბი, 3 — კბილანა სექტორი, 4 — კბილანა თვალი.

ღერძული კომპრესორის კორპუსი

კომპრესორის კორპუსი ძრავას ძალური სისტემის ერთ-ერთი ძირითადი ელემენტია. ის დატვირთულია სიმძლავრის ძალით (წონით), ინერციის ძალებით, რომლებიც წარმოიქმნებიან ხოლმე თვითმფრინა-

ვის ევოლუცის დროს. ჰაერის შინაგანი წნევის ძალებითა და მგრეხავი მომენტებით, რომლებიც გადაიცემა გამასწორებელი აპარატების მხრიდან.

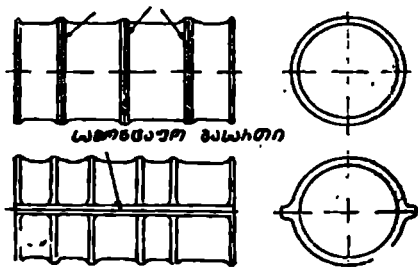
კორპუსს, ჩვეულებრივ, აქვს წრიული ცილინდრის ან წაყვეთილი კონუსის ფორმა. ბოლოებში კორპუსი აღჭურვილია მილტუჩებით. გარე ზედაპირზე გაკეთებულია მილტუჩები, რომლებზედაც მაგრდება აგრეგატები, ჰერმეტიკული კაბინის ჩაბერვისათვის საჭირო ჰაერის ამლები მილები ან მილები, რომლებითაც ხდება ჰაერის აღება შემოყინულობის საწინააღმდეგო სისტემისათვის. იქვე მაგრდება კომუნიკაციები, ძრავას და თვითმფრინავის აგრეგატების კოლოფები.

კორპუსის უკანა ნაწილში, ჩვეულებრივ, მოთავსებულია თვითმფრინავთან დამაგრების კვანძები.

კორპუსი უნდა იყოს მსუბუქი და, ამავე დროს, მას უნდა ჰქონდეს საკმარისი სიმტკიცე და სიხისტე. სიხისტისათვის კორპუსი მომარაგებულია გამაძლიერებელი წიბოებით.

ალუმინის შენადნობისაგან დამზადებული კორპუსის კედლების სისქეა 4—12 მმ, ფოლადის კორპუსის — 1,5—3,0 მმ. კორპუსებს ამზადებენ ან შედუღების გზით, ან ჩამოსხმით წნევის ქვეშ (თუ კორპუსი მსუბუქი შენადნობისაგანაა დამზადებული). ჩამოსხმულ კორპუსებს ამზადებენ მაგნიუმის შენადნობისაგან, მაგალითად, $Mg-5$ -ისაგან (კომპრესორებისათვის, რომლებშიც ჰაერის ტემპერატურა არ არის $150^{\circ}C$ -ზე მეტი) ან ალუმინის შენადნობებისაგან, მაგალითად, $Al-5$ -ისაგან (ჰაერის უფრო მაღალი ტემპერატურის დროს). ფოლადის კორპუსებს ამზადებენ $30XГCHA$ ფოლადისაგან და სხვ.

სამონტაჟო გასართები



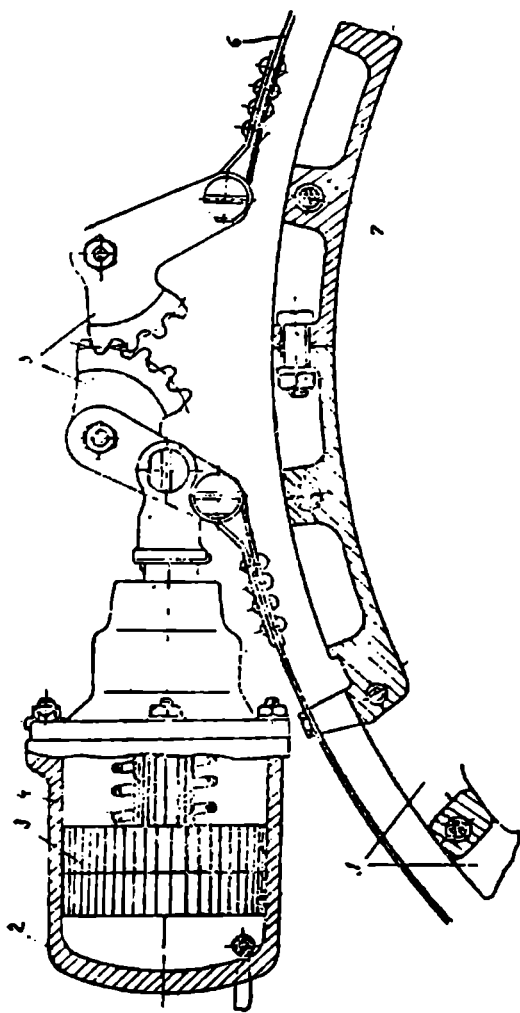
ნახ. 4.20. ლერძული კომპრესორების გასართი კორპუსების სქემები.

კორპუსები არის გასართი და არაგასართი. არაგასართი კორპუსი შედარებით მსუბუქია და გამოირჩევა თანბარი სიხისტით წრეხანის მიხედვით. ამავე დროს, ასეთი კორპუსის აწყობის დროს გვხვდება სიძნელეები.

გასართი კორპუსი უფრო მძიმეა, მაგრამ კომპრესორის აწყობა ასეთი კორპუსით მნიშვნელოვნად გაადვილებულია.

4.20 ნახაზზე წარმოდგენილია გასართი კორპუსების სქემები.

სამონტაჟო გასართები შეიძლება იყოს ვერტიკალური და ჰორიზონტალური.



ნახ. 4.21. ძაგის გაღებვა კომპრესორიდან.
 1 — სარკმელი, 2 — გაღებვის მექანიზმის ტოლიერი, 3 — ღერო, 4 — ზამბარა, 5 — კბილანა სექტორი,
 6 — გაღებვის ლენტა, 7 — კომპრესორის კორპუსი.

VI თავში ნაჩვენებები იყო ჰაერის გადაშვების საჭიროება მაღალდაწნევის კომპრესორებში ბრუნთა მცირე რიცხვებზე. ჰაერის გადაშვების მიზნებისათვის იყენებენ საარქვლებს, საფარებს და გადაშვების ლენტებს.

ტრძ-ზე ყველაზე უფრო მეტად გამოიყენება კომპრესორიდან ჰაერის გადაშვების სისტემა იმ საარქვლების საშუალებით, რომლებიც ახურება გადაშვების ლენტით.

გადაშვების ლენტით მართვის ერთ-ერთი ასეთი სისტემა ნაჩვენებია 4.21 ნახაზზე.

კომპრესორის კორპუსზე (7) თანაბრად განლაგებულია გადაშვების საარქვლები (1), რომლებიც დაკავშირებული არიან ატმოსფეროსთან ღია ლენტის (6) დროს. გადაშვების მექანიზმის ცილინდრს (2) აქვს დგუში (3) და ზამბარა (4).

ბრუნთა დიდ რიცხვებზე დგუში (3) იმ სათბობის წნევის მოქმედებით, რომლის მიწოდებაც ხდება მილაკით, გადაიწვეს მარჯვნივ. დგუშის ჰოკი იმოქმედებს კბილანა (5) სექტორზე და ლენტი მოიჭრება.

ბრუნთა რიცხვის შემცირების დროს ზამბარისა (4) და იმ ჰაერის წნევის მოქმედებით, რომელიც მოქმედებს კომპრესორის მხრიდან ლენტზე, დგუში (3) გადაიწვეს მარცხნივ და გამოდენის სათბობს ცილინდრიდან. დგუშის ჰოკი გადაადგილების დროს, შემოაბრუნებს კბილანა სექტორებს (5) და შეასუსტებს ლენტის დაჭიმულობას. საარქვლებსა და ლენტს შორის არსებული ღრეჩოთი ჰაერს შეუძლია გავიდეს ატმოსფეროში.

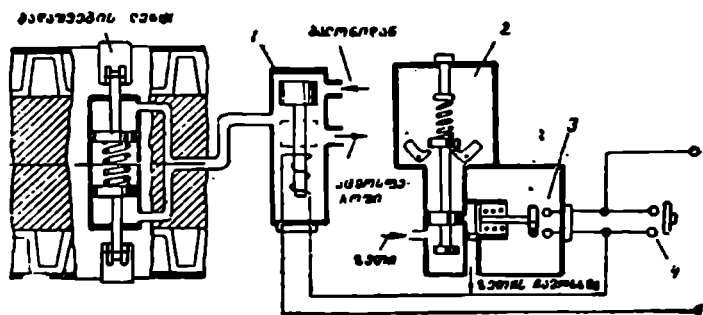
კომპრესორიდან. ჰაერის გადაშვების სისტემების მართვა ავტომატიზებულია. 4.22 ნახაზზე გამოსახულია გადაშვების ლენტის ავტომატიზებული მართვის ერთ-ერთი სქემა.

ჰაერი, რომელიც საჭიროა სისტემის სამუშაოდ. დგუშიანი კომპრესორიდან შედის თვითმფრინავის ბალონში დიდი წნევის ქვეშ. ჰაერის რედუქტორი ახდენს ჰაერის წნევის დაწევას, რის შემდეგაც ჰაერი შედის ელექტრომაგნიტურ (1) საჰაერო ონკანში.

ჰაერის გადაშვების სისტემის რეგულატორია ცენტრიდანული გადამწოდი (2). 3700 ბრ/წთ-ზე ნაკლებ ბრუნთა რიცხვზე გადამწოდის მკვეთარა ზამბარის მოქმედებით გადაიწვეს ქვევით და ზედა სარტყლით წყვეტს ზეთის მიწოდებას გადამწოდის მემბრანული გამაძლიერებლის სიდრუეში. ამასთან, ზამბარა მოკიმავს მემბრანას მარცხნივ და განრთავს საკონტაქტო მოწყობილობას (3). ელექტრომაგ-

ნიტური ონკანი (1) აღმოჩნდება გამორთული, ჰაერის შეღწევა გადაშვების მექანიზმში დახშული, ხოლო გადაშვების სარკმლები ღია.

როტორის 3700 ბრ/წთ-ზე მეტი ბრუნთა რიცხვების დროს, გადამწოდის შევეთარა, რომელსაც ამოძრავებს როტორი, ტვირთების ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით გადაადგილდება ზევით და სიშუ-



ნახ 4. 22. კომპრესორიდან ჰაერის გადაშვების სისტემის მართვის სქემა.
1 — ელექტრომაგნიტური ონკანი, 2 — გადამწოდი. 3 — საკონტაქტო მოწყობილობა.
4 — კნოპი.

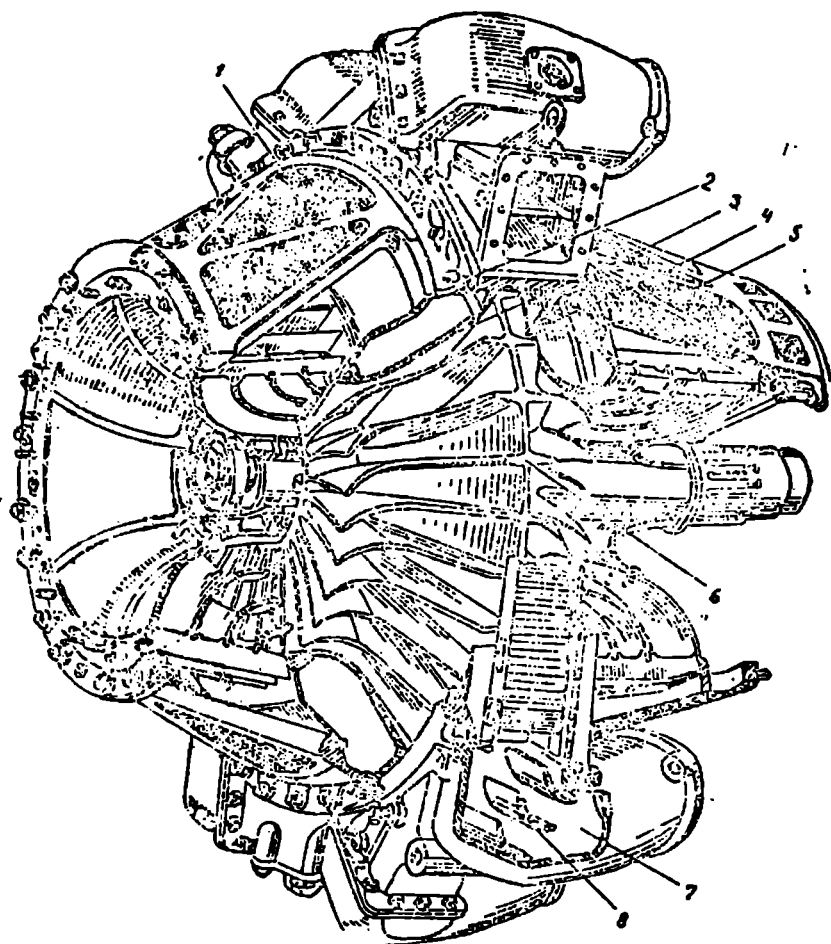
ალებას მისცემს ზეთს შევიდეს მემბრანული გამაძლიერებლის სილრუ-ეში. ამ დროს ამოქმედდება საკონტაქტო მოწყობილობა (3) და ონკანის გულარი (1), რომელიც გადაადგილდება ქვევით და ამით უზრუნველყოფს ჰაერის შესვლას ბალონიდან გადაშვების მექანიზმში. გადაშვების სარკმლები იქნება დახურული.

მექანიზმის ხელით მართვისათვის იყენებენ კნოპს (4).

ძრავებში, სადაც ჰაერის შეუვლა გადაშვების სისტემიდან საძრავო დანადგარებში არასასურველია, გადაშვების ლენტს ათავსებენ რგოლურ კოლოფ-ჰაერამღებში, საიდანაც მილსადენით ჰაერი გაჰყავთ ატმოსფეროში.

§ 2. ცენტრიდანული კომპრესორები

4.23, ა ნახაზე ნაჩვენებია ტრძ-ს ცენტრიდანული კომპრესორი. მისი ძირითადი ელემენტებია: შესასვლელი მილყელები (შესასვლელი მოწყობილობები), ფრთოვანა (6), დიფუზორი და გამოსასვლელი მილყელები (7).



ნახ. 4. 23. ცენტრიდანული კომპრესორი ჰაერის ორმხრივი შესასვლელით.
 1 — დამცავი ბადე, 2 — წინა ძალური ფერმა, 3 — წინა სახურავი, 4 — დიფუზორის კორპუსი, 5 — უკანა ძალური ფერმა, 6 — ფრთოვანა, 7 — მილყელი, 8 — ნიჩბეზი.

შესასვლელი მოწყობილობები

ცენტრიდანულ კომპრესორებზე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შესასვლელი მოწყობილობების ორი ტიპი: ჰაერის ღერძული მიწოდებით და რადიალურით.

შესასვლელი მოწყობილობა ჰაერის ღერძული მიწოდებით ღერძუ-

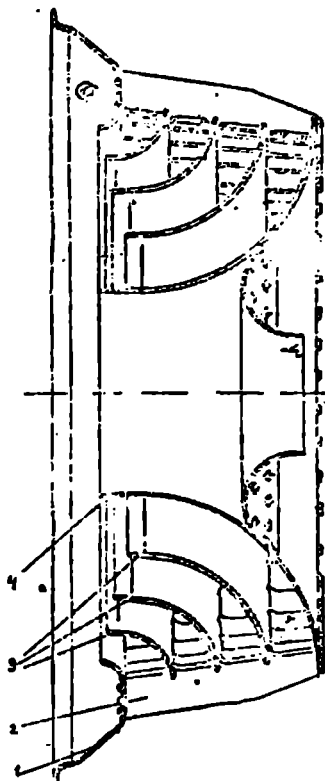
ლი კომპრესორის შესასვლელი მოწყობილობის მსგავსია. ის გამოირჩევა მცირე დანაკარგებით და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ ისეთ ძრავებზე, რომლებშიც პაერი შედის მხოლოდ ერთი მხრიდან (იხ. ნახ. 4.27).

პაერის ორმხრივი მიწოდების მქონე ძრავებში (იხ. ნახ. 4.23) გამოყენებულია პაერის რადიალური მიწოდება. ასეთი შესასვლელი მოწყობილობის მაგალითია კომპრესორის შესასვლელი მილყელება.

მილყელი (ნახ. 4.24) შედგება რგოლის (4), რგოლური კედელი (1), სამი მიმართული კონუსისა (3) და მიმართული ნიჩბებისაგან (2).

მიმართული კონუსები ქმნიან რგოლური კონფუზორების რიგს, სადაც ხდება პაერის სიჩქარის გადიდებისა და სიჩქარეთა ველის გასწორება ფრთოვანას შესასვლელთან.

წინა და უკანა შესასვლელი მილყელები მაგრდება კომპრესორის წინა (2) და უკანა ძალურ ფერმებზე (5, ნახ. 4.23). უცხო საგნების მოხვედრისაგან კომპრესორის დასაცავად შესასვლელთან იდგმება დამცავი (1) ბადეები.



ნახ. 4. 24. ცენტრიდანული კომპრესორის შესასვლელი მილყელი. 1 — რგოლური კედელი, 2 — მიმართული ნიჩბი, 3 — მიმართული კონუსები, 4 — რგოლი.

კომპრესორების როტორები

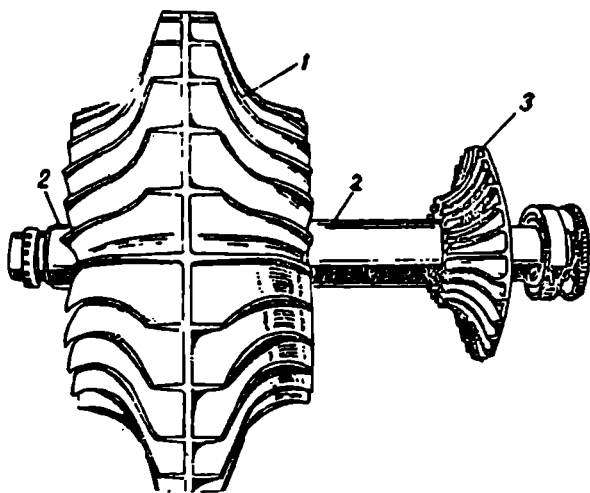
ცენტრიდანული კომპრესორის როტორია (ნახ. 4.25) ფრთოვანა (1), რომელიც შეერთებულია ლილვთან (2).

ცენტრიდანული კომპრესორების ფრთოვანები შეიძლება გაკეთდეს როგორც ერთმხრივ, ისე ორმხრივ შესასვლელიანი. ერთმხრივ შე-

სასველიან ფრთოვანაში ნიჩბები განლაგებულია დისკოს ურთი მხრიდან (იხ. ნახ. 4. 27), ხოლო ორმხრივეშასველიან ფრთოვანაში — დისკოს ორივე მხრიდან (იხ. ნახ. 4.25).

ფრთოვანას ნიჩბები გაკეთებულია ერთ მთლიან ნაწილად უისკოსთან, რაც ფრთოვანას აძლევს დიდ სიხისტესა და სამტკიცეს.

ერთმხრივეშასველიან ფრთოვანაზე ძრავას მუშაობის დროს ფრთოვანას წინ და უკან არსებულ წნევათა სხვაობის გამო წარმოიქმნება ლერძული ძალა.



ნახ. 4.25. ცენტრიდანული კომპრესორის როტორი.
1 — კომპრესორის ფრთოვანა, 2 — ლილვი, 3 — ვენტილატორის ფრთოვანა.

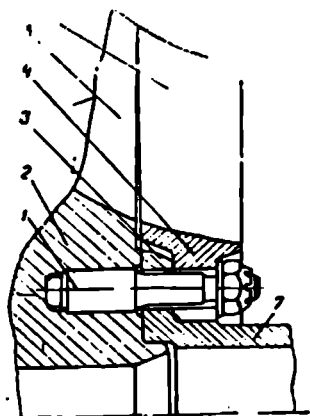
ამ ნაკლს მოკლებულია ორმხრივეშასველიანი ფრთოვანები. გარდა ამისა, ისინი შედარებით ნაკლები გაბარიტების დროს უზრუნველყოფენ ჰაერის დიდ ხარჯს კომპრესორში.

ფრთოვანებს ნიჩბებთან ერთად ამზადებენ ტვიფერით, რის შემდეგაც ხდება მისი სახარატო და საფრეზო დამუშავება. ფრთოვანების დასამზადებელ მასალად იყენებენ ალუმინის შენადნობებს — AK 4, AK 6.

ფრთოვანაზე ჰაერის უდარტყმო შესვლის უზრუნველსაყოფად ნიჩბების წინა ნაწიბურებს გადალუნავენ ან ფრთოვანას წინ აყენებენ მბრუნავ მიმმართველ აპარატს (მმა). უფრო ხშირად მმა-ს აკეთებენ მოსახსნელს.

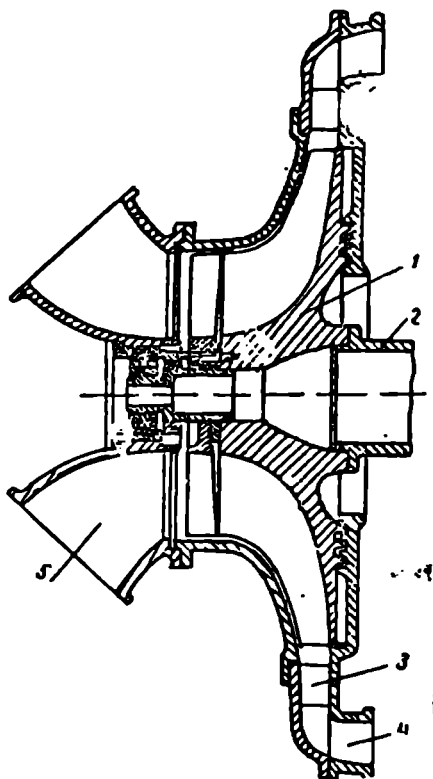
BK-1A ძრავაში მბრუნავი მიმმართველი აპარატი ან კომპრესორის

ჰაერამლები გაკეთებულია ალუმინის შენადნობისაგან და შედგება ჰაერამლების ნიჩბებისაგან (6), რომლებიც ემთხვევიან (ნახ. 4.26) ფრთოვანას (2) ნიჩბებს (5). ამლების ნიჩბების შესასვლელი ნაწიბურები გადაღუნულია ბრუნვის მიმართულებისაკენ. კომპრესორის ლილვს (7) აქვს მილტუჩი (3), რომელსაც ამლების მილტუჩთან (4) ერთად ფრთოვანაზე ამაგრებენ სარკებით (1). ლილვისა და ფრთოვანას მილტუჩების პირაპირზე სარკების მოჭერის დროს წარმოშობილი ხახუნით ხდება მგრეხავი მომენტის გადაცემა ლილვიდან ფრთოვანაზე.



ნახ. 4. 26. ლილვის შეერთება ფრთოვანასთან და ჰაერამლებთან.

1 — სარკი, 2 — ფრთოვანა, 3 და 4 — მილტუჩები, 5 და 6 — ნიჩბები, 7 — კომპრესორის ლილვი.



ნახ. 4. 27. ჰაერის ერთმხრივშესასვლელიანი ცენტრიდანული კომპრესორი.

1 — ფრთოვანა, 2 — ლილვი, 3 — ფრთაონი დიფუზორი, 4 — გამოსასვლელი მილუელი, 5 — შესასვლელი მილუელი.

დიდი მგრეხავი მომენტების გადაცემის დროს ლილვის შეერთება ფრთოვანასთან ხორციელდება ტორსული სამკუთხა ლარობებით.

კორპუსები

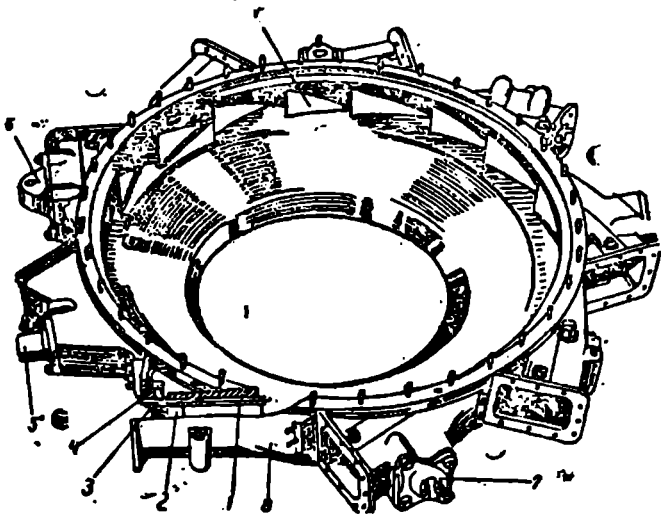
ცენტრიდანული კომპრესორის კორპუსი ძრავას ძალური კორპუსის შირითადი ელემენტი. კორპუსზე მოთავსებულია თვითმფრინავთან ძრავას დამაგრების კვანძები.

საკმაო სიმტკიცისა და სისისტის მისაღებად კორპუსის კედლებს აკეთებენ სქელს (6—7 სმ) და ამაგრებენ გამაძლიერებელი წიბოებით. კორპუსის გართვა შესაძლებელია ძრავას ღერძის პერპენდიკულარული სიბრტყით. გართვის დანიშნულებაა აწყობის უზრუნველყოფა.

კორპუსის ელემენტები მზადდება ALU 5 და MLI 5 ტიპის ალუმინისა და მაგნიუმის შენადნობებისაგან.

ერთმხრივ- და ორმხრივშესასვლელიანი კომპრესორის ტიპური კორპუსების კონსტრუქცია გამოსახულია 4.27 და 4.23 ნახაზებზე.

4.27 ნახაზზე ნაჩვენებია ერთმხრივშესასვლელიანი ცენტრიდანული კომპრესორის კონსტრუქციული სქემა. როტორი შედგება ფრთოვანასა (1) და ლილვისაგან (2). სტატორი შედგება შესასვლელი მილ-



ნახ. 4. 28. დიფუზორის კორპუსი.

- 1 — დიფუზორის ნიჩაბი, 2 — დიფუზორის ნიჩაბის ბუნჯი, 3 — დიფუზორის ნიჩაბის საბრჯენი, 4 — საბრჯენების დამაგრების ქანჩები, 5 — საყრდენი პოკოპიკი, 6 — საკიდარის ბრჯენი, 7 — ქვედა საყრდენი, 8 — ლოკოკინისებრი მილყელი.

ყელის (5), ფრთიანი დიფუზორის (3) მქონე კომპრესორის კორპუსისა და გამოსასვლელი (4) მილყელებისაგან.

ორმხრივშესასვლელიანი კომპრესორის კორპუსი გამოსახულია 4.23 ნახაზზე. იგი შედგება წინა სახურავის (3), დიფუზორის კორპუსისა (4) და მილყელებისაგან (7). წინა სახურავს ამაგრებენ წინა ფერმასთან (2) სარკებით, მასზევე ამაგრებენ უკანა ფერმას. უკანა სახურავი გაკეთებულია დიფუზორის კორპუსთან ერთად.

დიფუზორის კორპუსზე (ნახ. 4.28) განლაგებულია ცხრა ლოკოკინისებრი (8) მილყელი. ისინი თანაბრადაა განლაგებული წრეხაზზე.

კომპრესორის დიფუზორი შედგება 18 ნიჩბისაგან. მათგან ცხრა ჩამოსხმულია კორპუსთან ერთად და გადასულია ლოკოკინისებრი მილყელების კედლებში. დანარჩენი ცხრა ნიჩაბი შედგენილია — ისინი შედგებიან წინა ნაწილისაგან, რომელიც გადაკეთებულია ალუმინის შენადნობისაგან, და ფოლადის თხელი ბუნიკისაგან. ეს ნიჩბები განლაგებულია მილყელების კედლებში გაკეთებულ კილოებში და შეკავებული არიან საბრჭენებით. დიფუზორის ნიჩაბი (1), რომელსაც აქვს ბუნიკი (2), ფიქსირებულია საბრჭენით (3). ნიჩბის ფოლადის ბუნიკი ჰაერის მაღალი ტემპერატურის დროს კარგად მუშაობს გამოსასვლელთან და უზრუნველყოფს საკმარის ვიბროსიმპტიცეს.

კომპრესორის გამოსასვლელი მოწყობილობა უფრო ხშირად წარმოადგენს კომპრესორის ლოკოკინისებრ მილყელებს, რომლებიც შემდეგ გადადიან წვის კამერის შესასვლელ მილყელებში. ეს მილყელები შეიძლება გაკეთდეს ან კორპუსთან ერთად (როგორც PD-500 ძრავაზე), ან კორპუსისაგან განცალკევებით (BK-1A, PD-45 ძრავებზე). ამ შემთხვევაში წვის კამერების მილყელები მაგრდება დიფუზორის მილყელებთან. წვის კამერის ყოველ მილყელში (7) (იხ. ნახ. 4.23) ჰიდრავლიკური წინაღობების შესამცირებლად დადგმულია სამ-სამი მიმმართველი პროფილირებული ნიჩაბი (8). წინასწარ დამზადებული ნიჩბები ჩაიდგმება ყალიბებში მილყელების ჩამოსხმის წინ.

XI თავი

აირული ტურბინები

აირტურბინის ძრავებში ძირითადად იყენებენ ლერძულ აირულ ტურბინებს. ამ ტურბინებში შენარჩუნებულია აირის ლერძული მიმართულება საფეხურის შესასვლელთან და გამოსასვლელთან.

4.29 და 4.30 ნახაზებზე ნაჩვენებია ატმ-ში გამოყენებული ტიპური აირული ტურბინები: ტრმ-ს ერთსაფეხურიანი ტურბინა და ტხმ-ს სამ-

საფეხურიანი ტურბინა. სამსაფეხურიან ტურბინაში სამი დისკო დონტაყებულია ერთ ლილვზე. საფეხურების რიცხვი აირულ ორავებში აღის 6-მდე.

ორლილვიან ტრძ-სა და ტბძ-ში გამოყენებულია ორლილვიანი ტურბინები. ასეთ ტურბინებში დისკოების ნაწილი დაყენებულია ერთ ლილვზე ნაწილიც მეორეზე. ლილვებს შორის არ არის კინემატიკური კავშირი და ისინი ბრუნავენ სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვით.

ტურბინის დისკო, მასზე დამაგრებულ მუშა ნიჩბებთან ერთად, და ლილვი ქმნიან ტურბინის როტორს (ნახ. 4. 31). საქშენი აპარატები გარე კორპუსთან და იმ დეტალებთან ერთად, რომლებიც უზრუნველყოფენ გარე კორპუსის ძალურ კავშირს სხვა ძალურ დეტალებთან, ქმნიან სტატორს.

§ 1. აირული ტურბინების დისკოები

აირული ტურბინის დისკო განკუთვნილია მასზე მეშა ნიჩბების (2) მოსათავსებლად. ნიჩბებს ამაგრებენ დისკოს (1) პერიფერიულ ნაწილზე, რომელსაც ეწოდება ფერსო (3). ფერსოზე დამაგრებულ ნიჩბებთან ერთად დისკო ქმნის ტურბინის მუშა თვალს (ნახ. 4.32).

სიმტკიცის მოსაზრებებით დისკოებს აკეთებენ უნახვრეტოდ, უმთავრესად ცენტრალური ნახვრეტების გარეშე. დისკოზე სახსნელებითაა არის მილტუჩები ან კუთხვილიანი ნახვრეტები. მათი საშუალებით აკეთებენ ტურბინის მონტაჟს და დემონტაჟს.

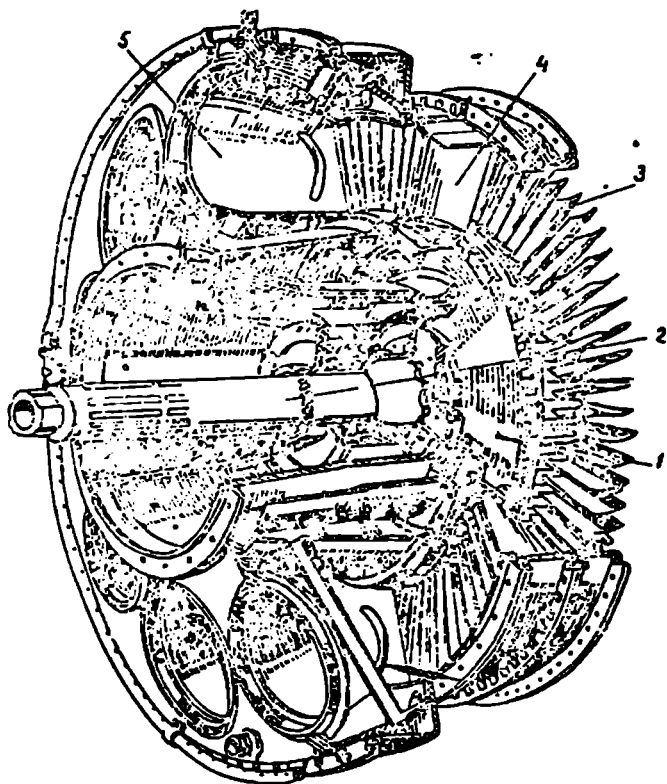
დისკოებს ამზადებენ ჭედვით რის შემდეგაც მექანიკურად ამუშავენ. ტურბინებისათვის, რომლებიც მუშაობენ აირის არა უმეტეს 600—650°C ტემპერატურის დროს მასალად იყენებენ მხურვალგამძლე ფოლადებს 4XH8Г8M1ΦБ, ხოლო 700°C-ზე მეტ ტემპერატურაზე მომუშავეთათვის — იყენებენ XH77TIOP ქრომნიკელის შენადნობებს და სხვ.

ლილვთან ტურბინის დისკოს შეერთება ძალზე საპასუხისმგებლოა, რადგან მან უნდა უზრუნველყოს მბრუნავი დეტალების ურთიერთდაცენტრების შენარჩუნება, საჭირო სიხისტე და გადასცეს ლილვს ყველა წარმოქმნილი ძალები.

ტურბინის დისკოს შეერთება ლილვთან შეიძლება იყოს გასართი და არაგასართი.

არაგასართი შეერთებები (ლილვთან დისკოს მიდრულების საშუალებ-

ბით) განვირჩევა სიმარტივითა და საიმედოობით, მაგრამ ასეთი შეერთებების დროს განსაკუთრებული ტექნოლოგიის საჭიროება და წარმოების გაძვირება ზღუდავს ლილვთან დისკოს არაგასართი შეერთების გამოყენებას. მთელ რიგ შემთხვევებში დისკოს ამზადებენ ქედ

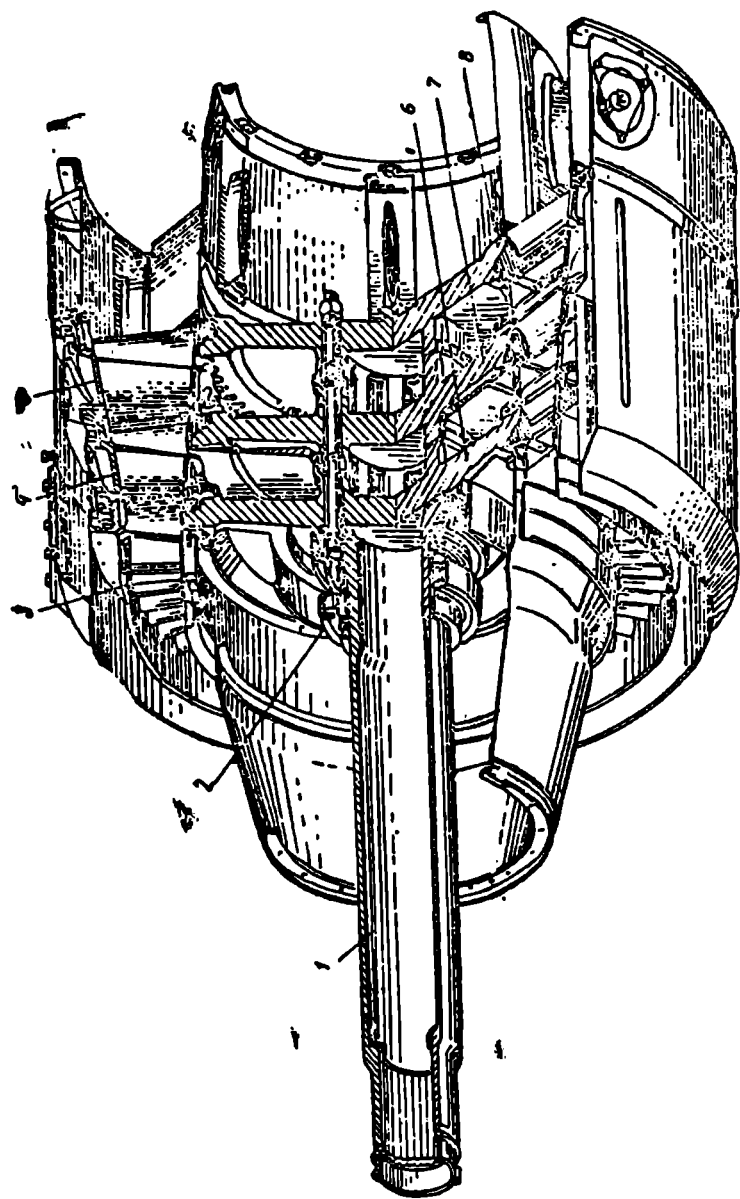


ნახ. 4. 29. ერთსაფეხურიანი აირული ტურბინა.

- 1 — ტურბინის დისკო, 2 — ტურბინის ლილვი, 3 — მუშა ნიჩაბი.
4 — საქშენი აპარატის ნიჩაბი, 5 — აირსაყრების მილყელი.

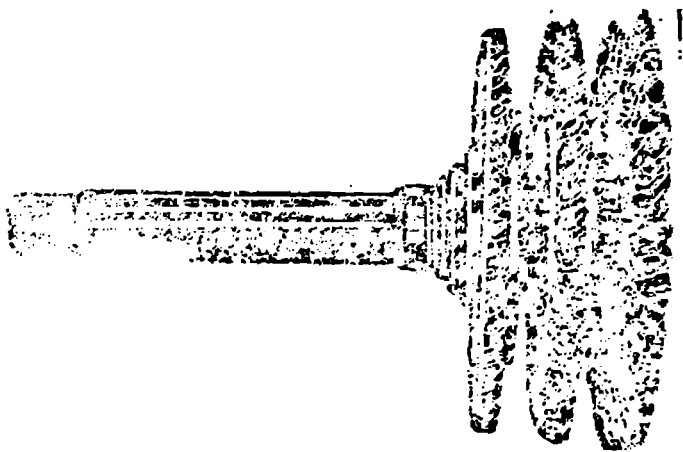
ვით როგორც ერთ მთლიანს ლილვთან ერთად. ლილვთან დისკოების შეერთების გასართი კონსტრუქციების მაგალითად განვიხილოთ შეერთებათა ყველაზე უფრო გავრცელებული ტიპი — მილტუჩა.

4.33 ნახაზზე გამოსახულია დისკოს შეერთება ლილვთან მილტუჩებისა და ღარობების საშუალებით. ისინი გამოყენებულია BK—1A-სა და მთელ რიგ სხვა ძრავებზე. მგრეხავი მომენტი ღარობების B საშუა-

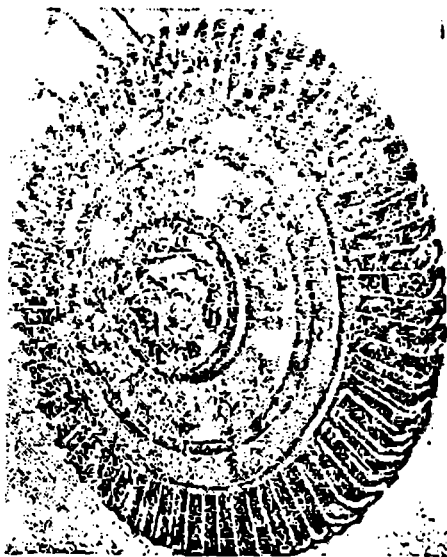


ნახ. 4. 30. სამსაუბუხიანი აირული ტურბინა.

1 — ტურბინის ლოქი, 2 — გოგოლაქიანი საოსარი, 3, 4 და 5 — 1, 11 და 111 საფეხურების საკენი აპარატები, 6, 7, და 8 — 1, 11 და 111 საფეხურების შუა თელები.

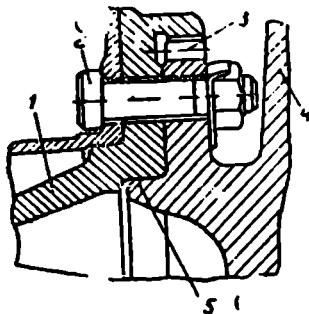


ნახ. 4. 31. სამსაფეხურიანი აირული ტურბინის
როტორი.

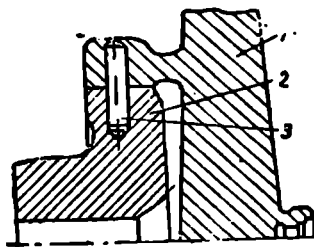


ნახ. 4. 32. აირული ტურბინის მუშა თვალი.
1 — დისკო, 2 — ნიჩბები, 3 — ფერსო.

ლებით დისკოდან (4) გადაეცემა ლილვს (1). ეს ღარები გაკეთებულია ლილვისა და დისკოს მილტუჩებზე. ამ შეერთებაში ჰანჭიკები (2) განჯუთენილია მხოლოდ ღერძული ძალების გადასაცემად. დაცენტრია ხორციელდება ლილვის ჰეჭით დასმით დისკოს დამაცენტრებელ კინტზე, ამასთან, კინტი (5) შედის ლილვის მილტუჩის გამონაჩარხში.



ნახ. 4. 35. ტურბინის დისკოს მილტუჩ-ღარობული შეერთება ლილვთან.
1 — ლილვი, 2 — ჰანჭიკი, 3 — ღარობები, 4 — დისკო, 5 — კინტი.



ნახ. 4. 34. ტურბინის დისკოს მილტუჩა შეერთება ლილვთან ჩაწნების საშუალებით.
1 — დისკო, 2 — ლილვი, 3 — შტიფტი.

ეს შეერთება მუშაობს საკმაოდ საიმედოდ. ნახვრეტები ჰანჭიკებისათვის გაკეთებულია დისკოს გამოტანილ მილტუჩში, ამიტომ ტურბინის დისკო ნახვრეტებით არაა შესუსტებული.

თანამედროვე ძრავებში ლილვთან დისკოების მილტუჩიანი შეერთების ძირითადი ხერხია შეერთება ჩაწნების საშუალებით (ნახ. 4. 34). ამ დროს გახურებულ მდგომარეობაში მყოფი დისკო (1) ეცმება ლილვს (2) (ჰეჭის მისაღებად შეერთებაში, რომელიც საჭიროა მგრეხავი მომენტებისა და ღერძული ძალების გადასაცემად). ჰეჭის შესუსტების შემთხვევაში შეერთების საიმედოობა უზრუნველყოფილია რადიალური შტიფტით (3).

მრავალსაფეხურიან ტურბინებში დისკოების ერთმანეთთან შეერთება კეთდება როგორც დასაშლელი, ისე დაუშლელი.

დაუშლელი შეერთების მაგალითია 4.35 ნახაზზე ნაჩვენები დისკოების შეერთება. მუშა თვლების (1) დისკოები ერთმანეთთან შეერთებულია ძალური შუალედური რგოლით (2). დისკოები რვაღერძული კინტებით დასმულია რგოლზე ჰეჭით რგოლის მცენტრავი საარტყლის მიხედვით. მუშაობის საიმედოობისათვის ძალური რგოლი რადიალური შტიფტებით დამატებით შეერთებულია დისკოებთან. ისინი დაყენე-

ბულია ჰეჩით. ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით გამოწვეული გამოვარდნის ასაცილებლად შტიფტები ფიქსირებულია კუთხილიანი საცობებით (ან დისკოს მასალის მოქლონით ნახერეთის გარშემო). ღერძული ძალები და მგრეხავი მომენტი პირველი საფეხურის დისკოდან მეორე საფეხურის დისკოს გადაეცემა იმავე შტიფტებით.

აირული ტურბინის დისკოების შეერთება (ნახ. 4.36) ხდება რვა სარკით (3). რომლებიც გადიან დისკოების გასქელებულ რგოლურ ფერსობებში გაკეთებულ ნახერეთებში და ჭიხრახნებიან ლილვის (1) მილტურის კუთხილიან ნახერეთებში. ამ კონსტრუქციაში მგრეხავი მომენტი გადაეცემა როგორც ტორსებზე წარმოქმნილი ხახუნის ძალების ხარჯზე [(14) ჰანჯიკების მოჭერის შედეგად], ისე იმ მაფიქსირებელი მილისების (2) ხარჯზე, რომლებიც შედიან დისკოების ფერსობების ნახერეთებში და ლილვის მილტურში.

დასაშლელი შეერთებანი უზრუნველყოფენ ტურბინის მარტოე მონტაჟსა და დემონტაჟს. დაუშლელ კონსტრუქციებში ეს ოპერაციები მნიშვნელოვნად რთულდება.

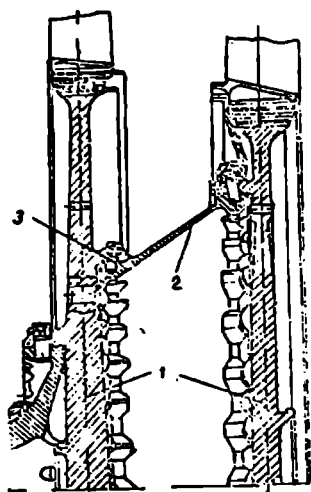
§ 2. მუშა ნიჩბები

ტურბინის მუშა ნიჩბები (ნახ. 4.37), ისე როგორც კომპრესორის მუშა ნიჩბები, შედგება ფრთისა და ბოლოვანასაგან. კომპრესორული ნიჩბებისაგან განსხვავებით: მათ აქვთ უფრო განვითარებული ჩამკეტი ნაწილი და უფრო სქელი და მოლუნული პროფილი.

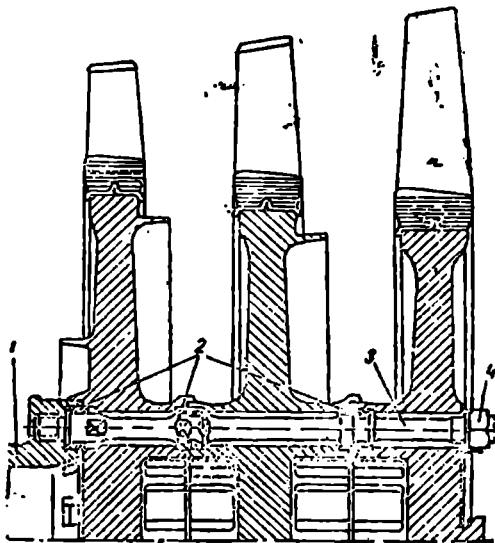
ნიჩბებს ამზადებენ ჰედვით ან ტვიფერით და შემდგომ მექანიკურად ამუშავებენ. ნიჩბების დამზადება შესაძლოა აგრეთვე ზუსტი ჩამოსხმის გზითაც. ნიჩბების დასამზადებელ მასალად იყენებენ უმთავრესად ქრომნიკელის შენადნობებს — ХН77ТЮР, ХН70МВТЮБ ან უფრო უკეთესი ხარისხის შენადნობებს.

ნიჩბის ზევითა ნაწილს ხშირად აკეთებენ ხოლმე შემოჭრილს. ეს ვიბრაციის გამო ბზარების გაჩენისა და ნიჩბების კუთხეების მოწყვეტასთან ბრძოლის ერთ-ერთი საშუალებაა.

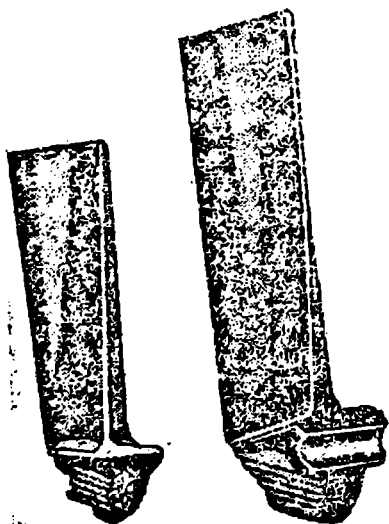
ნიჩბების დამაგრება დისკოსთან ყველაზე უფრო ხშირად ხორციელდება ნაძეური საკეტი (ნახ. 4.38). ბოლოვანას (1) ამ შემთხვევაში აქვს სოლის ფორმა. სოლის გვერდითს ზედაპირებზე გაკეთებულია ტრაპეციისებრი კბილები. ასეთივე პროფილის კილოებია გაკეთებული დისკოს ფერსოში. ბოლოვანას კბილთა რიცხვი დამოკიდებულია ცენტრიდანული ძალის იმ სადიდებზე, რომელიც მოქმედებს ნიჩბზე. რაც



ახ. 4. 35. დისკების შეერთება
ძალური რგოლით.
1 — მუშა თვლები, 2 — შუალე-
დური რგოლი, 3 — შტიფტი.



ნახ. 4.36. ტურბინის დისკების შეერთება
სარქებით.
1 — ლილეი, 2 — მათიქსირებელი შილსები,
3 — სარქი, 4 — ქანჩი.



ნახ. 4.37. ტურბინის მუშა ნიჩბები.

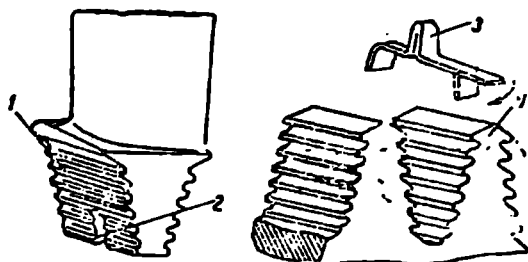
უფრო დიდია ეს ძალა, მით უფრო მეტია (სხვა ამგვარი პირობების დროს) კბილთა რიცხვიც.

კილოებში ნიჩბების ბოლოვანები ყველაზე უფრო ხშირად ჩაისმება თავისუფლად. ღრეჩოების შემწეობით ნიჩაბი ქანაობს ძრავას ღერძის პერპენდიკულარულ საბრტყეში. მუშაობის დროს ნიჩბები ცენტრიდანული და აირული ძალების მოქმედებით თვითდაყენდება. ნიჩბების ასეთი ჩასმა უზრუნველყოფს ფერსოს თერმუ-

ლი დედორპაციების თავისუფლებას, რაც ამცირებს მასში ბზარების გაჩენის შესაძლებლობას.

მუშა ნიჩბების ფიქსაცია ღერძული გადაადგილების მიმართ, ზორ ციელდება ფირფიტოვანი საჩერით (3). საჩერთა შვერილები შეკრავთ:

ბოლოვანების კილო-ებში (2), შემდეგ კი საჩერების ბოლოვან გადალუნავენ დისკოზე (4). ნიჩბების ფიქსაციის ასეთი სომარტივე იმით აიხსნება, რომ კილოს გასწვრივ შიჩბის გადამაადგილებული აირული ძალის შემდგენი უფრო ნაკლებია, ვიდრე ცენტრიდანული ძალა, რომელიც მოქმედებს ნიჩბზე მუშაობის დროს.



ნახ. 4. 38. ტურბინის მუშა ნიჩბების ფიქსაცია.
1 — ბოლოვანა, 2 — კილო, 3 — ფირფიტოვანი საჩერა, 4 — დისკო.

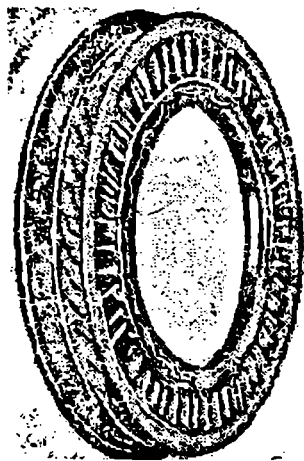
§ 8. საქშენი აპარატები

ტურბინის საქშენი აპარატები (ნახ. 4.39), ღერძული კომპრესორების გამასწორებელი და მიმმართველი აპარატების ანალოგიურად, წარმოადგენენ ნიჩბების რგოლურ ანაწყობებს, რომლებიც ჩამაგრებულია ტურბინის კორპუსში. საქშენი აპარატების ნიჩბებს ამაგრებენ ან უშუალოდ საქშენი აპარატის კორპუსში, ან ბანდაჟებში (რგოლებში), რომლებიც, თავის მხრივ, მაგრდება საქშენი აპარატის კორპუსზე.

საქშენის ნიჩბებს ხშირად ამზადებენ პრეციზიული ჩამოსხმით ან ფრეზით ანდა ფურკლის დატვიფრით. სხმული ნიჩბების დასამზადებელ მასალად გამოიყენება შენადნობები კობალტის ფუძეზე (ЖК4) ან ნიკელის ფუძეზე (ЖС3) და მრავალკომპონენტიანი შენადნობები. ბოლო საფეხურების ნიჩბებს, როგორც ნაკლებად თბოდაძაბულთ, ამზადებენ ХН78Т, Х20Н80Т3 შენადნობებისა და Х23Н18 ფოლადისაგან. მხურვალმედვეგობის ასამაღლებლად ნიჩბებს ფარავენ მხურვალმედვეგი მინანქრებით ან ახდენენ მათ ალიტირებას (ალუმინით გაჯერებას).

საქშენ აპარატში უზრუნველყოფილი უნდა იყო ნიჩბებისა და ბანდაჟების ტემპერატურული გაფართოების თავისუფლება მათი გახურებისას სხვადასხვა ტემპერატურამდე. ამ მიზნით ნიჩბების შეერთება

ბანდაყებთან ხორციელდება ამ სამი ხერხიდან ერთ-ერთით (ნახ. 4.40): ა) ნიჩბების მოძრავი („მცურავი“) ჩასმით ორივე ბანდაყში, ბ) ნიჩბების ხისტი ჩამაგრებით შიგა ბანდაყში და მათი თავისუფალი მდებარეობით გარეგანში, გ) კონსოლური ნიჩბებით ან ნიჩბებით. რომლებიც ხისტად ჩამაგრებულია გარე ბანდაყში და თავისუფლად დაკიდებულია შიგა ბანდაყში.



ნახ. 4. 39. ტურბინის საქშენი აპარატი.

შეერთებათა პირველი ორი სქემის მიხედვით კეთდება პირველი საფეხურების საქშენი აპარატები, შესაძლებელია ხერხით — შემდგომი საფეხურების საქშენი აპარატები.

საქშენი აპარატების ნიჩბებს, რომლებიც აწყობის დროს შედიან ბანდაყის პროფილირებულ კილოებში, მთელ სიგრძეზე აქვთ პროფილირებული კვეთი (ნახ. 4.41). ბანდაყებში ჩამაგრებულ და აგრეთვე კონსოლურ ნიჩბებზე აქვთ ბოლოებში თაროები (4 და 5) (ნახ. 4.42), ნუჯები და სხვა მოწყობილობანი.

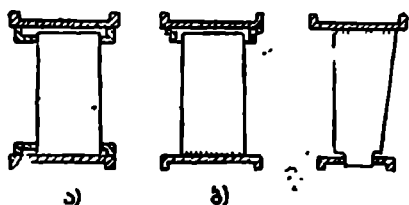
საქშენი ნიჩბების შეერთება ბანდაყებთან შეიძლება იყოს გასართი და არაგასართი. 4.42 ნახაზზე ნაჩვენებია ნიჩბების გასართი შეერთების მქონე საქშენი აპარატი.

საქშენი აპარატი შედგება გარე და შიგა ბანდაყებისა (გარსაყრების) და ნიჩბებისაგან. ისინი მოთავსებული არიან ბანდაყებზე ირიბ კილოებში. ნიჩბების ნახევარს აქვს გაძლიერებული პროფილი. მათ დგამენ აირშემკრებიდან გამოძვავილი აირების ყველაზე უფრო ცხელ ზონაში. ყოველ ნიჩაბს ბოლოებზე აქვს თაროები. მათი საშუალებით ისინი ჩაიდგმება კილოებში: ერთი თარო დიდია, მეორე — პატარა. პატარა თაროებით ნიჩაბი იდგმება შიგა ბანდაყის კილოებში, დიდით — გარე ბანდაყის კილოებში. გარე თარო ბრტყელია, შიგა ჩაზნექილი, მასზე გაკეთებულია შვერილი. თაროები ძრავას ღერძისადმი განლაგებულია სხვადასხვა კუთხით.

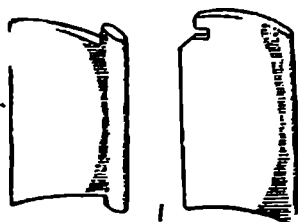
მონტაჟის დროს ნიჩბებს პირველად ამაგრებენ შიგა ბანდაყში. მასთან, რადიალური გადაადგილებებისაგან ისინი ფიქსირდებიან შიგა თაროზე არსებული შვერილით, რომელზეც ჩამოიწევა აირამკრების დოლის კინტი. ამის შემდეგ ნიჩბებზე წამოეგება გარე ბანდაყი. რად-

გან კილოები ამ ბანდაჲში გაკეთებულია რომელიღაც კუთხით, ამიტომ ბანდაჲს წამოგებას ახდენენ ერთდროული გადაადგილებით რადიალური და ღერძული მიმართულებებით.

ნიჩბებს კილოებში აყენებენ ღრეჩოთი და რადგან ნიჩაბსა და გარე



ნახ. 4.40. საქშენი ნიჩბის
შეერთებანი ბანდაჲთან.



ნახ. 4. 41. ტურბინის საქშენი
აპარატის ნიჩბები.

ბანდაჲს შორის არის რადიალური ღრეჩო, ამიტომ ნიჩაბს შესაძლებლობა აქვს გახურების დროს თავისუფლად გადაადგილდეს.

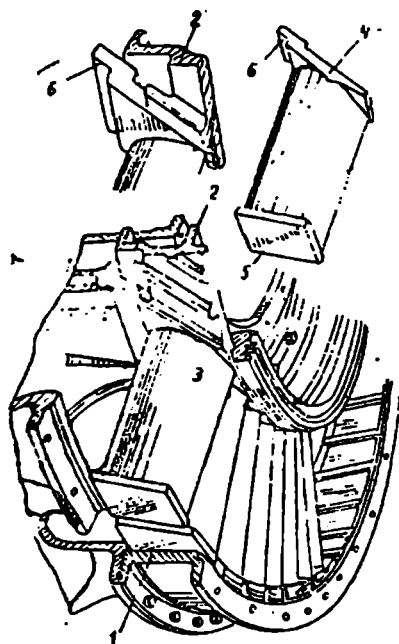
საქშენი აპარატის I საფეხური გამოსახულია 4.43 ნახაზზე. იგი ეკუთვნის აპარატებს ე. წ. „მკურავ“ ორსაყრდენიანი ნიჩბებით. საქშენი აპარატის ძალური ელემენტებია გარე (3) და შიგა (7) ბანდაჲები. ისინი ერთმანეთთან შეერთებულია ძალური ჩარჩოთი. ბანდაჲებზე დამაგრებულია გარე (5) და შიგა (6) ბუნიკები. ბუნიკებს ამაგრებენ ხრახნებით. ბუნიკები ქმნიან ტურბინის გამდინარე ნაწილს. მეზობელ ბუნიკებს შორის ნიჩბების (4) მოსათავსებლად წარმოიქმნება პროფილირებული კილოები. ნიჩბები მოთავსებულია ღრეჩოებიან კილოებში, რის შემწეობითაც უზრუნველყოფილია სითბური გაფართოების თავისუფლება. ნიჩბები მათზე წარმოქმნილ ძალებს ბუნიკებითა და სამაგრი ხრახნებით გადასცემენ ძალურ ბანდაჲებს. საქშენ აპარატს ამაგრებენ ძალურ ჩარჩოზე. იგი შედგება გარე (2) და შიგა (1) რგოლებისაგან.

საქშენი აპარატის განხილული კონსტრუქცია არის საკმაოდ მძიმე და რთული, მაგრამ ის ნებას გვაძლევს უზრუნველვყოთ ბუნიკების ჰაერით გაცივება და ჰაერის მიწოდების ორგანიზება ღრეჩო ნიჩბების შიგნით.

ტურბინის მეორე და შემდგომი საფეხურების საქშენ აპარატებს აკეთებენ როგორც დასაშლელს, ისე დაუშლელს.

დაუშლელი საქმენი აპარატის მაგალითად შეგვიძლია მოვიყვანოთ ტხმ AI1-20A ტურბინის (ნახ. 4.44) II საფეხურის საქმენი აპარატის კონსტრუქცია.

საქმენი აპარატი შედგება გარე ძალური ბანდაეის (1) შიგა რგო-

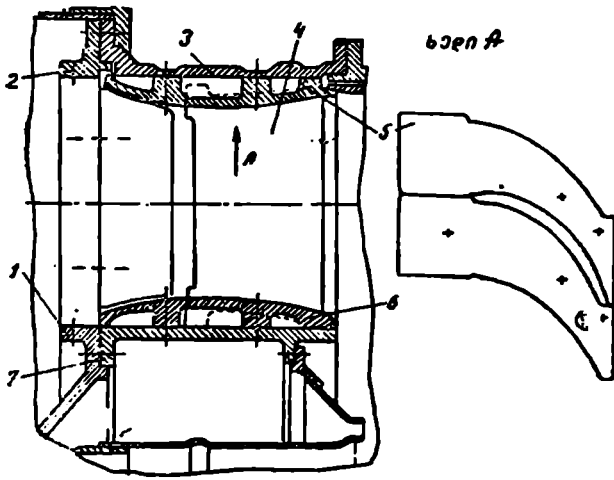


ნახ. 4.42. საქმენი აპარატი ნიჩბების გასართი შეერთებებით ბანდაეის კილოებში.

- 1 — საქმენი აპარატის გარე გარსაკრი,
 2 — საქმენი აპარატის შიგა გარსაკრი,
 3 — საქმენი აპარატის ნიჩაბი, 4, 5 —
 ნიჩბების თაროები, 6 — კბილი ნიჩბების
 ფიქსაციისათვის.

ლისა (4) და ნი. ა. ბ. საგან (3). გარე ძალურ ბანდაეს და შიგა რგოლს აქვს პროფილური განაჭვური. გარე ბანდაეის განაჭვურში ჩადგმულია ნიჩბები და მათი ბოლოები ელექტრორკალური შედუღებით მიდუღებულია ბანდაეთან. ნიჩბების სხვა ბოლოები თავისუფლად შედიან შიგა რგოლის განაჭვურებში. ამით უზრუნველყოფილია ნიჩბების თერმული გაფართოების თავისუფლება. გარე ბანდაეის შიგა ზედაპირზე დაყენებულია ლითონკერამიკული (2) ჩასადგმელები, ისინი წარმოქმნიან რადიალურ ღრეჩოს მუშა ნიჩაბსა და ბანდაეს შორის. ძრავას მუშაობის დროს ჩასადგმელი შრე ნიჩბების გამოჭიმვის (წაგრძელების) შემ-

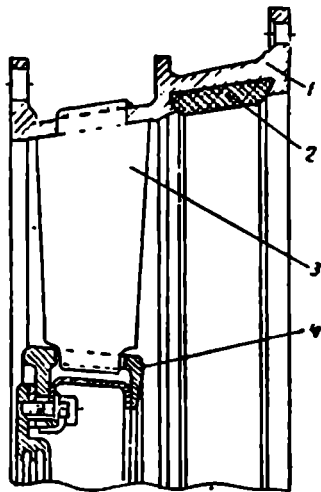
თხვევაში ტანდავს გავლენას. ამით შენარჩუნებული იქნება მინიმალური ღრეჩო ნიჩბებსა და ბანდაეს შორის. მსგავსი კონსტრუქცია შედარებით მსუბუქია და გამოირჩევა სიმარტივით. მის ნაკლოვანებებს უნდა მივაკუთვნოთ ნიჩბების შეცვლის სიძნელე საჭიროების შემთხვევაში, აგრეთვე ბანდაეში (1) და რგოლში (4) პროფილირებული განაჭვურების შესრულების სიძნელე.



ნახ. 4. 43. საქშენი აპარატი „მცურავი“ ორსაყრდენიანი ნიჩბებით.
 1 — შიგა რგოლი, 2 — გარე რგოლი, 3 — გარე ბანდაჟი, 4 —
 ნიჩაბი, 5 — გარე ბუნცი, 6 — შიგა ბუნცი, 7 — შიგა
 ბანდაჟი.

ნახ. 4. 44. ტბმ AH-20 A ტურბინის II საფეხურის დაუშლელი საქშენი აპარატი.

1 — ბანდაჟი, 2 — ჩასადგმელი.
 3 — ნიჩაბი, 4 — შიგა რგოლი.



§ 4. აირული ტურბინების გასინჯვა

აირული ტურბინის ელემენტები მუშაობის დროს მოქცეულია დიდი სითბური ნაკადების გავლენის ქვეშ. მუშა ნიჩბები ლებულობენ სითბოს მათი შემომგარები ცხელი აირებისაგან. ტურბინის დისკოს სითბოს ლებულობს მუშა ნიჩბებისაგან სითბოგამტარობის შედეგად. ის ლებულობს სითბოს აგრეთვე გამოსაბოლქვი მოწყობილობიდანაც. დისკოდან სითბოს რაღაც რაოდენობა გადაეცემა ტურბინის საკისარს და ტურბინის კორპუსს.

ძრავას ნორმალური მუშაობა წარმოუდგენელია ტურბინის დეტალების გაცივების გარეშე. გაცივების სისტემა უზრუნველყოფს დეტალების ტემპერატურის შენარჩუნებას დასაშვებ ზღვრებში, იცავს მათ აირული კოროზიისაგან, რომელიც გამოწვეულია ცხელი აირების მოქმედებით, ხელს უწყობს თერმული ძაბვების შემცირებას დეტალებში.

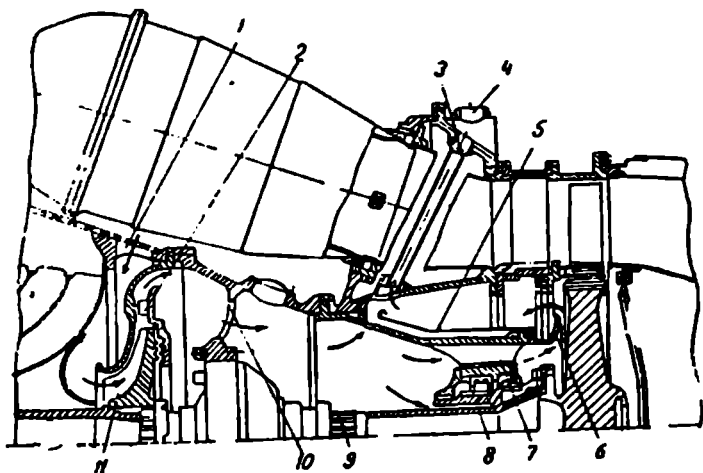
უდიდესი გავრცელება აირტურბინულ ძრავებში მაილო გაცივების იმ სისტემამ, რომელშიც გამაცივებლად გამოყენებულია ჰაერი. გაცივებისათვის განკუთვნილი ჰაერი, შეიძლება აღებულ იქნეს კომპრესორის ერთ-ერთი შუალედური საფეხურიდან, ატმოსფეროდან, ან მიწოდებულ იქნეს სპეციალური ვენტილატორით. სითბო ნიჩბების უფრო გახურებული ფრთებიდან გადადის ბოლოვანებზე. ხოლო შემდეგ ტურბინის ფერსოში და დისკოზე. ჰაერი შეიძლება მიწოდებულ იქნეს ან უშუალოდ დისკოზე, ან დისკოს ფერსოზე. ამ დროს ის ართმევს დისკოს იმ სითბოს, რომელიც გადაეცა ნიჩბებისაგან. გახურებული დეტალებიდან სითბოს ართმევის შემდეგ ჰაერი ამ სისტემაში გამოიშვება ან ატმოსფეროში, ან ძრავას გადინარე ნაწილში.

ვენტილატორით მიწოდებული ჰაერის საშუალებით ტურბინის გაცივების სქემა გამოსახულია 4.45 ნახაზზე. ვენტილატორის (11) ფრთოვანა დამაგრებულია კომპრესორის უკანა ლილვის დარობებზე. ჰაერი მასთან შედის უკანა ფერმაში არსებული სარკმლიდან. (1) ვენტილატორის დიფუზორიდან (2) ჰაერი გამოდის დაახლოებით 0,13—9.15 მწ/მ² [1,3—1,5 კგ/სმ²] წნევითა და 70—80°C ტემპერატურით.

კორპუსის ტიხარში არსებული სარკმლით (10) ჰაერი შედის ძალური კორპუსის შიგნით. აქედან ჰაერის უმეტესი ნაწილი მიემართება ტურბინის დისკოს გასაცივებლად. გზადაგზა ეს ჰაერი აცივებს ტურბინის ლილვს, საკისრების ბუდეებს და ძალურ კორპუსს. დისკოსა და კორპუსს შორის დაყენებულია დეფლექტორი (6), რაც ხელს უწყობს ჰაერის გადიდების სიჩქარის გადიდებას და დისკოს გაცივების გაუმჯობესებას.

ჰაერის უფრო ნაკლები ნაწილი გადის ტურბინის ლილვსა და ტურბინის ლილვის მილისას (8) შორის არსებულ ღრეჩოში, აცივებს მილისას და გორგოლაჭიანი საკისრის შიგა გარსაყრს, ხოლო შემდეგ გადის მილისის მილტუჩებში არსებულ განაჭრებში და უერთდება ჰაერის ძირითად ნაკადს.

ჰაერი გაცივების შემდეგ, ლაბირინთში გაპარულ აირებთან ერთად, ცხრა მილაკით (3) გადაიშვება ჰაერგამრინ კოლოფში (4), რომელიც



ნახ. 4. 45. ტურბინის გაცივების სქემა ჰაერით, რომელიც მიწოდებულია ვენტოლატორით.

1 — სარკმელი უკანა ფერმაში, 2 — დიფუზორი, 3 — საჰაერო მილაკები, 4 — ჰაერგამრინი კოლოფი, 5 — სითბოამრეკელი, 6 — დეფლექტორი, 7 — უკანა საკისრის კორპუსის წიბოები, 8 — ტურბინის ლილვის მილისი, 9 — ტურბინის ლილვის მცენტრალე სარტყელი სპეციალური განაჭრებით, 10 — სარკმლები საშუალო საკისრის კორპუსის ტიხარში, 11 — ვენტოლატორის ფრთოვანა.

დამაგრებულია აირამკრებზე, ხოლო შემდეგ გამოიშვება ატმოსფეროში.

გაცივების ასეთი სისტემა გამოყენებულია ცენტრიდანულკომპრესორებიან ძრავაზე. გაცივების ასეთი ხერხის დროს დისკოში წარმოიქმნება დიდი თერმული ძაბვები, რომლებიც გამოწვეულია დისკოს ფერსოსა და დისკოს იმ ცენტრის გაცივების არაერთნაირი ინტენსიურობით, რომელზეც უშუალოდ შედის გამაცივებელი ჰაერი. გამაცივებელი ჰაერის ხარჯი ამ შემთხვევაში ძალზე დიდია — შეადგენს ძრავაში ჰაერის ხარჯის $0,8 \div 1,0\%$ -ს.

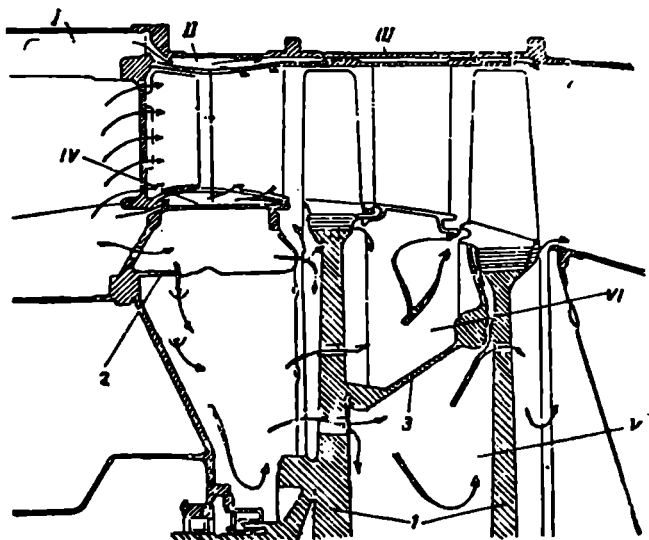
4. 46 ნახაზი საშუალებას იძლევა დავაკვირდეთ გამაცივებელი ჰა-

ერის მსვლელობას ტურბინის გამაცივებელ სისტემაში. გაცივებისათვის ამ სქემაში გამოიყენება ჰაერის ის ნაწილი, რომელიც აიღება წვის კამერის საცეცხლე მილებს შორის არსებული სივრციდან.

გამაცივებელი ჰაერი იყოფა სამ ნაკადად. აირველი ნაკადი, რომელიც I სიღრუიდან მიდის II სიღრუეში, აცივებს ტურბინის პირველი საფეხურის საქშენი აპარატის გარე კორპუსს და გარე ბუნიკებს და აგრეთვე საქშენი ნიჩბების გარე ბოლოებს. მიდის რა შემდეგ II სიღრუეში, ის აცივებს ტურბინის მეორე საფეხურის საქშენი ნიჩბების თაროებს და გადის გამდინარე ნაწილში.

ამგვარადვე ხდება პირველი საფეხურის საქშენი აპარატის შიგა კორპუსისა და საქშენი ნიჩბების შინაგანი ბოლოების გაცივება. ამ მიზნისათვის ჰაერის მეორე ნაკადი შედის IV სიღრუეში.

მესამე ნაკადი შედის პირველ და მეორე საფეხურების მუშა თვლების დისკოების (1) გასაცივებლად. ეკრანის ნახვრეტებით ჰაერი შედის პირველი საფეხურის მუშა ნიჩბების საკეტების გასაცივებლად. ეს ჰაერი გადის საკეტების ღრეჩოებში და დახრილი ნახვრეტებით ფერსო-



ნახ. 4. 46. კომპრესორით მიწოდებული ჰაერის ტურბინის გაცივების სქემა.

1 — მუშა თვლების დისკოები, 2 — ეკრანი, 3 — I, II, III, IV, V და VI სიღრუეების ძალური რგოლი.

ში. რადიალური ნახვრეტებით ჰაერი შედის ეკრანში (2) მეორე საფეხურის ნიჩბების საკეტებისა და დისკოების გასაცივებლად. ეს ჰაერი

მოძრაობს პირველი საფეხურის დისკოში არსებულ ნახვრეტებში. მისი ნაწილი შედის V სიღრუეში, დისკოებსა და ძალურ რგოლს (3) შორის. ეს ჰაერი, დისკოსა და რგოლის გაცივების შემდეგ, მეორე საფეხურის დისკოში არსებული ნახვრეტებით მიემართება დისკოს პერიფერიული ნაწილის გასაცივებლად და შემდეგ გადის გამდინარე ნაწილში. იგივე ჰაერი მიემართება მეორე საფეხურის მუშა ნიჩბების საკეტების გასაცივებლად.

ჰაერის მეორე ნაწილი შედის მეორე საფეხურის ძალური რგოლისა და საქშენი აპარატის ბანდაჟების სექტორებს ზევით არსებულ VI სივრცეში და აცივებს ამ დეტალებს.

გაცივების ამ სქემის ღირსებაა ყველაზე უფრო დატვირთული დეტალების (საქშენი ნიჩბების ბოლოების, მუშა ნიჩბების საკეტების, დისკოების ღერსოების) კარგი გაცივება. ამ სქემაში ტურბინის დისკოები თანაბრად ცივდება ორივე მხრიდან, რის შედეგადაც მცირდება მათში თერმული ძაბვები.

XII თავი

წვის კამერები

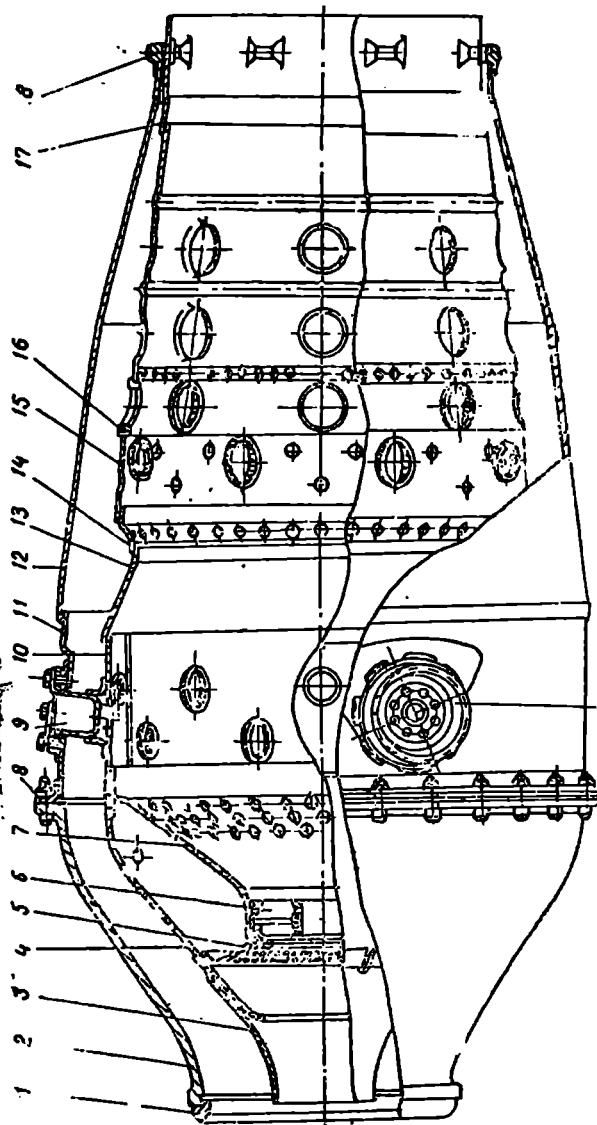
კონსტრუქციული სქემის მიხედვით წვის კამერები შეიძლება დაიყოს სამ ტიპად:

- 1) მილოვანი ან ინდივიდუალური,
- 2) რგოლური,
- 3) მილოვან-რგოლური.

ჰაერის მოძრაობის მიმართულების მიხედვით: წვის კამერები იყოფა წინდენით და მარყუჟა კამერებად.

კამერის უკანასკნელი ტიპი გამოირჩევა დიდი ჰიდრაულიკური წინაღობებით და დამზადების სირთულით, ამიტომ იშვიათად გამოიყენება.

სათბობის მიწოდების მიმართულების მხრივ, წვის კამერები შეიძლება დავყოთ კამერებად სათბობის შესაბამისობით ჰაერის ნაკადის მოძრაობის მიმართულებით და ნაკადის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ. უფრო მეტად გავრცელებულია კამერები, რომლებშიც სათბობის შესაბამისობა ხდება ჰაერის ნაკადის მიმართულებით.



ნახ. 4. 47. BK-1A ძრავის მოლოვნა წვის კამერა.

1—სუერული რგოლი, 2—ხახა, 3—შესასული კონუსი, 4—ხევი, 5—ტახარი, 6—საგრიგო, 7—კონუსი, 8—გარსაცმის მილბეჭი, 9—საქიდარის ქოჩი, 10—საეცხლე მილის გარსაცმის პორევი სექცია, 11—წვის კამერის გარსაცმის პორევი სექცია, 12—წვის კამერის გარსაცმის მეორე სექცია, 13—საეცხლე მილის შუალედური სექცია, 14—საეცხლე მილის შუალედური სექციის სამაჩური, 15—საეცხლე მილის მეორე სექცია, 16—ფისტონი, 17—საეცხლე მილის მეორე სექციის სამაჩური, 18—წვის კამერის სამოდრობელი რგოლი, 19—შემპრობელი მილი.

§ 1. მილოვანი (ინფივიდუალური) წვის კამერები

მილოვანი წვის კამერები ყველაზე მეტად გავრცელებულია ცენტრიდანულკომპრესორებიან ძრავებში. ეს კამერები მოხერხებულია საექსპლოატაციოდ. რადგან შეიძლება ადვილად მოიხსნან და საკონსტრუქციის შემთხვევაში შეიცვალონ. კამერის მცირე ზომები და კამერაში ჰაერის მცირე ხარჯი კონსტრუირების დროს უზრუნველყოფს კამერების შედარებით ადვილ ექსპერიმენტულ დაყვანას. ამავე დროს, ასეთი კამერების კომპლექტი შედარებით მძიმეა და, გარდა ამისა, მილოვანკამერებიანი ძრავები გამოირჩევიან დიდი განივი კვეთით. ასეთი კამერის კონსტრუქციული შესრულების მაგალითს წარმოადგენს: BK-1.A ტურბორეაქტიული ძრავას კამერა.

BK-1.A ძრავაზე დადგმულია ცხრა მილოვანი წვის კამერა. ყოველი კამერა (ნახ. 4. 47) შედგება ხახისაგან (3) (ნახ. 4. 48), გარსაცმისა (2) და საცეცხლე მილისაგან (1).

წვის კამერის ხახა ჩამოსხმულია ალუმინის შენადნობისაგან. წინა მილტუჩითა და ორი ჭანჭიკით ის შეერთებულია წვის კამერის შესასვლელ მილყელთან, მეორეთი — მაგრდება გარსაცმთან. ხახის მილტუჩსა (1) და მილყელის მილტუჩს (2) შორის (ნახ. 4. 49) დამაგრებულია სფერული რგოლი (3); მილყელს აქვს სფერული გამოჩარხვა. გარდა ამისა, მომჭიმავი ჭანჭიკების დიამეტრი ნაკლებია ხახისა და მილყელის მილტუჩში გაკეთებული ნახვრეტების დიამეტრებზე. ყოველივე ეს საშუალებას აძლევს წვის კამერას იყოს თვითდამყენებადი და შემობრუნდეს მუშაობის დროს გახურების შემთხვევაში ან აწყობის დროს შესაძლო გადახრების მიღებისას.

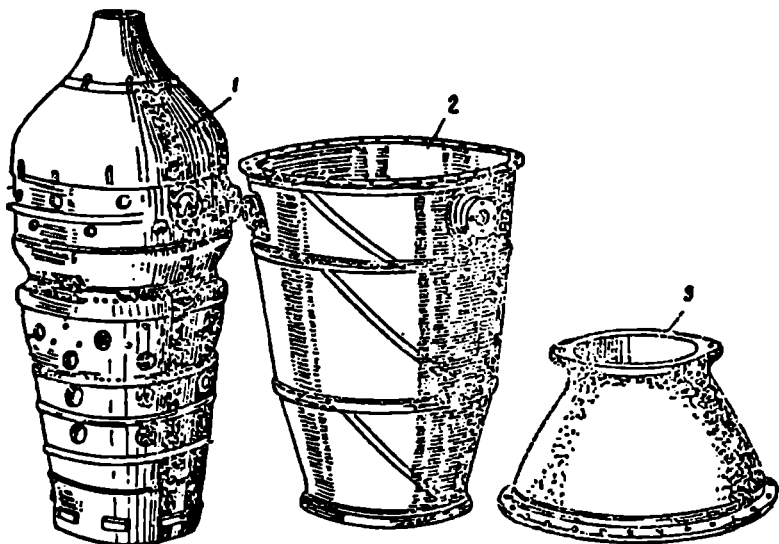
საცეცხლე მილი შედუღებულია მთელი რიგი დეტალებისაგან ელექტროგორგოლაჰოვანი შედუღებით. საცეცხლე მილის წინა ნაწილში, უფრო გახურებული დეტალების ნაკლებად გახურებულ დეტალებთან შეერთების ადგილას, გაკეთებულია მაკომპენსირებელი განაჰრები, რომლებითაც ხდება თერმული ძაბვების აცილება. ამ განაჰრების ბოლოები ნაბზარების გაჩენის თავიდან ასაცილებლად გაბურღვილია.

საცეცხლე მილი ფიქსირებულია კამერის გარსაცმში საკიდარის (9) კიჩისა და (ნახ. ნახ. 4.47) და ორი შემაერთებელი მილყელის (19) საშუალებით. საცეცხლე მილის დაცენტვრა კამერის გარსაცმში ხდება დადუღებულსტელიტიანი რვა შევრილით, რომლებიც გაკეთებულია საცეცხლე მილის უკანა ნაწილზე. ამრიგად, საცეცხლე მილის დამაგრება უზუნველყოფს გაფართოების თავისუფლებას როგორც რადიალურ, ისე ღერძული მიმართულებებით.

საცეცხლე მილის წინა ნაწილში მოთავსებულია საგრივლი (ნახ.

4.50). მისი დანიშნულებაა ალის სტაბილიზაცია. საგრიგლი წარმოადგენს ორ (1) და (2) რგოლს. მათზე მიდუღებულია ნიჩბები (3). ნიჩბები დაყენებულია კუთხით ჰაერის ნაკადის მიმართულებისადმი.

საცეცხლე მილში მეორეული ჰაერი შედის მასში გაკეთებული რამდენიმე რიგი ნახვრეტებით. ნახვრეტების კიდევებზე ნაბზარების გაჩენის თავიდან ასაცილებლად მათ მოაარშიებენ სპეციალური ფისტონებით (16) (იხ. ნახ. 4.47).



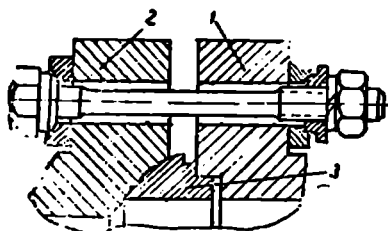
ნახ. 4. 48. მილოვანი წვის კამერის დეტალები.
1 — საცეცხლე მილი, 2 — გარსაცმი, 3 — ხახა.

ცხელი აირების ზემოქმედებისაგან საცეცხლე მილის მასალის დასაცავად BK—1A ძრავაზე გამოყენებულია დამცავი საჰაერო ქვეშრის შექმნის მეთოდი. ამისათვის სამაჯურზე (14) გაკეთებულია წვრილი ნახვრეტების რიგი. ისინი კედლის შიგა მხრიდან ქმნიან ქვეშრეს.

წვის კამერის გარსაცმი დამზადებულია რბილი ფურცლოვანი ფოლადისაგან. ის შედგება ორი ნაწილისაგან — ცილინდრულისა და კონუსურისაგან. წინა ნაწილი აღჭურვილია მილტუჩით (8) ხახასთან შესაერთებლად, უკანას აქვს სფერული სამჭიდროებელი (18) რგოლი. ამ რგოლით კამერა შედის მცირე ზეჭით აირშემკრების ფოლადის მოქრომილ მილყელში. ამით უზრუნველყოფილია შეერთების ჰერმეტი-

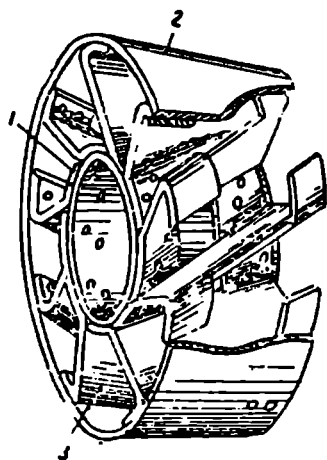
ლობა, ხოლო კამერის გარსაცმი შესაძლებლობას ღებულობს გაფართოვდეს გახურების დროს.

ნარევისათვის ცეცხლის მოსაყიდებლად იმ საცეცხლე მილებში, რომლებსაც არა აქვთ საასანთო მოწყობილობა (ისინი არიან მხოლოდ მე-3 და მე-8 კამერებში), და აგრეთვე წნევის გასათანაბ-



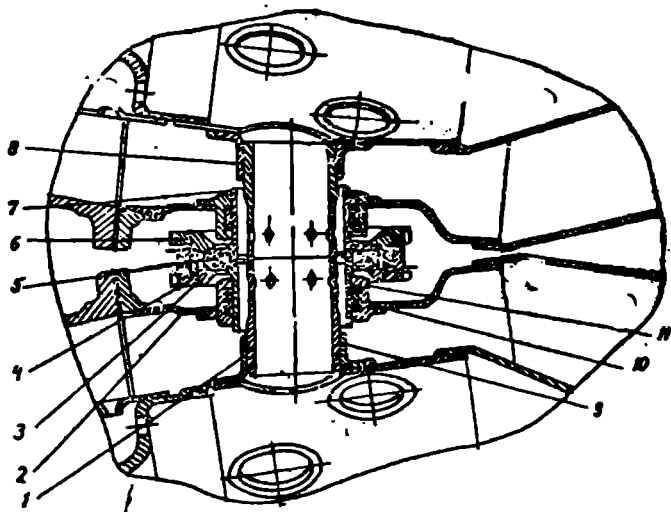
ნახ. 4.49. მლოვანი წვის კამერის დამაგრება.

1 — ხანის მალტეხი, 2 — მილყელის მილტეხი, 3 — სფერული რგოლი.



ნახ. 4.50. სავრივლი.

1 და 2 — რგოლები, 3 — ნიჩაბი.



ნახ. 4.51. მლოვანი წვის კამერის შემაერთებელი მილყელი.

1 და 8 — შიგა მილყელები, 2 — გარსაცმი, 3 და 6 — ქანჩები, 4 — რგოლი, 5 — შუასადები, 7 — გარე მილყელი, 9 — მილისა, 10 — სამკვიდრობელი რგოლი, 11 — მილტეხი.

რებლად. საცეცხლე მიღებს ერთმანეთთან აერთებენ შემაერთებელი მილყელებით. ეს მილყელები უზრუნველყოფენ ნარევისათვის განმეორებით ცეცხლის მოკიდებას ცალკეული კამერების თვითნებური გამორთვის დროს.

БК—1А ძრავას კამერის შემაერთებელი მილყელი (ნახ. 4. 51) შედგება გარე (7) და შიგა (1) და (8) მილყელებისაგან. გარე მილყელები შედიან გარსაცმის (2) მილტუჩებში (11), შიგა — საცეცხლე მილების მილისაში (9). ორი მეზობელი კამერის მილყელები ჩაიჭირებიან ჰანკიეებით (3) და (6). წინაღქანჩის როლს ასრულებს რგოლი (4). შემჭიდროებისათვის მილყელების მილტუჩებს შორის ჩაიდება სპილენძ-აზბესტის შუასადები (5). გარსაცმსა და შემაერთებელ მილყელს შორის იდგმება შემამჭიდროებელი გრაფიტირებული აზბესტის ზონარისაგან დამზადებული რგოლი (10).

§ 2. მილოვან-რგოლური წვის კამერები

მილოვან-რგოლური წვის კამერები შედგება ცალკეული საცეცხლე მილებისაგან. ისინი მოთავსებულია კომპრესორსა და ტურბინას შორის არსებულ რგოლურ სიღრუეში და ანალოგიური არიან მილოვანი წვის კამერის საცეცხლე მილებისა. ასეთი კამერები დადგმულია მთელ რიგ სამამულო წარმოების ლერძულკომპრესორიან ტრძ-ზე, კერძოდ АМ—3 ძრავაზე. მაგალითისათვის განვიხილოთ ამ ძრავაზე დაყენებული კაქრა.

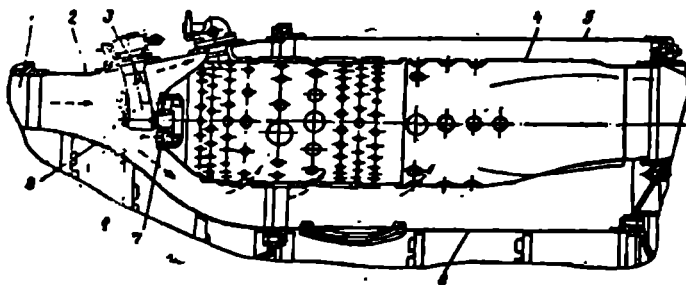
ძრავას წვის კამერას (ნახ. 4. 52) აქვს თოთხმეტი საცეცხლე (4) მილი. მილები განლაგებულია იმ სიღრუეში, რომელიც წარმოქმნილია წვის კამერის კორპუსისა (2) და კამერის გარსაცმის (5) და აგრეთვე დიფუზორის შიგა (8) კედლისა და ტურბინის ლილვის კორპუსის (6) მიერ.

კამერის დიფუზორი თავისი დანიშნულებით (ის განკუთვნილია წვის კამერაში შესული ჰაერის სიჩქარის შესამცირებლად) შეესაბამება წვის კამერას ხახას. ის წარმოქმნილრა კამერის კორპუსითა და დიფუზორის მიგა აედლით. ძალური თვალსაზრისით დიფუზორის კორპუსი და კედელი გაერთიანებულია კომპრესორის ბოლო საფეხურის გამასწორებელი აპარატის ნიჩბების (1) საშუალებით.

საცეცხლე მილი (ნახ. 4.53) შედგება სამი ნაწილისაგან: კონუსის (:). მასრისა (2) და მილის შემრევი ნაწილისაგან (3). საცეცხლე მილებს ამზადებენ შედუღებით ფურცლოვან მხურვალმტკიცე XH78T ფოლადისაგან.

მასრას, რომელიც იმყოფება განსაკუთრებით მძიმე ტემპერატურულ პირობებში, აქვს შეწიბობება. წიბოები მასრაზე. შესრულებული ფრეზის საშუალებით, აღმოჩენილი სიბოროს არინებას. ამავ დროს. შეწიბობება საცეცხლე მილის მასრას უფრო ამძიმებს და ართულებს მის დამზადებას.

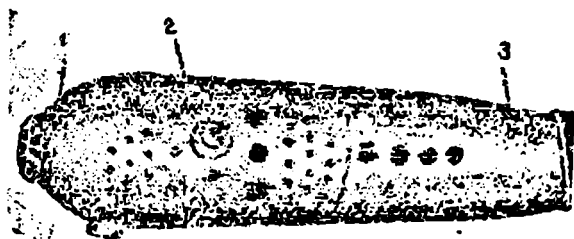
კამერაში შესული ჰაერის დაახლოებით 25% საგრიგლითა (7) (იხ. ნახ. 4.52) და საცეცხლე მილებში გაკეთებული ნახვრეტების სამი რიგით მიემართება საცეცხლე მილისაენ. საგრიგლი კონსტრუქციულად არ განსხვავდება ზემოთ განხილული BK—1A კამერის საგრიგლი-საგან.



ნახ. 4.52. AM—3 ძრავის მილოვან-რგოლური წვის კამერა.

- 1 — გამანწორებელი აპარატის ნიჩაბი, 2 — წვის კამერის კორპუსი.
- 3 — ზრქვევანა. 4 — საცეცხლე მილი. 5 — წვის კამერის გარსაკმი.
- 6 — ტურბინის ლილვის გარსაკმი, 7 — საგრიგლი. 8 — დიფუზორის შიგა კედელი.

საგრიგლით გაივლის წვის კამერაში შესული ჰაერის მცირე ნაწილი (დაახლოებით 2.5%). ჰაერის ძირითადი ნაწილი შედის სილრუეში,



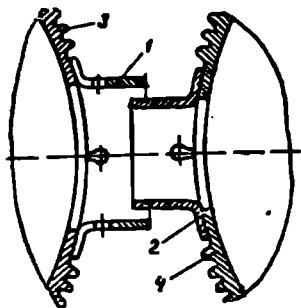
ნახ. 4.53. მილოვან-რგოლური წვის კამერის საცეცხლე მილი.

- 1 — კოუსი. 2 — მასრა, 3 — მილის შემრევი ნაწილი.

სადაც განლაგებულია საცეცხლე მილები. ამ ჰაერის ნაწილი მასრაში გაკეთებული ნახვრეტების პირველი რიგით შედის საცეცხლე მილში.

ქაერის მეორე ნაწილი შედის საცეცხლე მილში არსებული სხვა დანარჩენი ნახვრეტებით.

საცეცხლე მილი წინა ნაწილით ეყრდნობა ფრქვევანებს (3). ფრქვევანები ლებულობენ ძალებს საცეცხლე მილებიდან და გადასცემენ მათ წვის კამერის კორპუსს.



ნახ. 4.54. მილოვან-რგოლური წვის კამერის შემაერთებელი მილყელი.

1 და 2 — გადასაშვები მილყელები, 3 და 4 — საცეცხლე მილები.

ღერძული მიმართულებით საცეცხლე მილები კამერის კორპუსის მიმართ ფიქსირებულია მაალებლების კორპუსებით; მილებში, სადაც არ არის მაალებლები, ფიქსაცია ხორციელდება ჯიქებით.

უკანა ნაწილში საცეცხლე მილებს აქვთ სამაჯურები, რომლებითაც ისინი ეყრდნობიან საქშენი აპარატის ჩარჩოს. გახურებისას საცეცხლე მილებს შეუძლიათ თავისუფალი გაფართოება და საცეცხლე მილის წაგრძელების დროს სამაჯური შედის საქშენი აპარატის ჩარჩოს სარკმელში.

ძრავას ამუშავების დროს ნარევს ცეცხლი ეკიდება მაალებლებით. ისინი მოთავსებულია რამდენიმე საცეცხლე მილში. დანარჩენ საცეცხლე მილებში ალი მოხვდება (1 და 2) გადასაშვები მილყელებით (ნახ. 4.54) მოსაზღვრე საცეცხლე მილებზე.

გადასაშვები მილყელები გაკეთებულია უთანაბრო დიამეტრებით. ერთი მილის უფრო ნაკლები დიამეტრის მქონე მილყელი ტელესკოპურად შედის მეორე მილის უფრო დიდ მილყელში მცირე ღრეჩოთი. ეს მილყელები მიდუღებულია (3) და (4) საცეცხლე მილებზე.

მილოვან-რგოლური წვის კამერების გარსაცმებია ძალური ელემენტები. ისინი უზრუნველყოფენ აირული ტურბინისა და საქშენი ელემენტების ძალურ კავშირს კომპრესორის კორპუსთან.

გარსაცმი წარმოადგენს ოთხი ნაწილისაგან შედგებულ დოლს. უკანა მილტუჩით ის მაგრდება I საფეხურის საქშენი აპარატის გარე კორპუსზე. ამ მილტუჩზე დადგმულია ძრავას ოთხი საკიდარი თვითმფრინავისათვის.

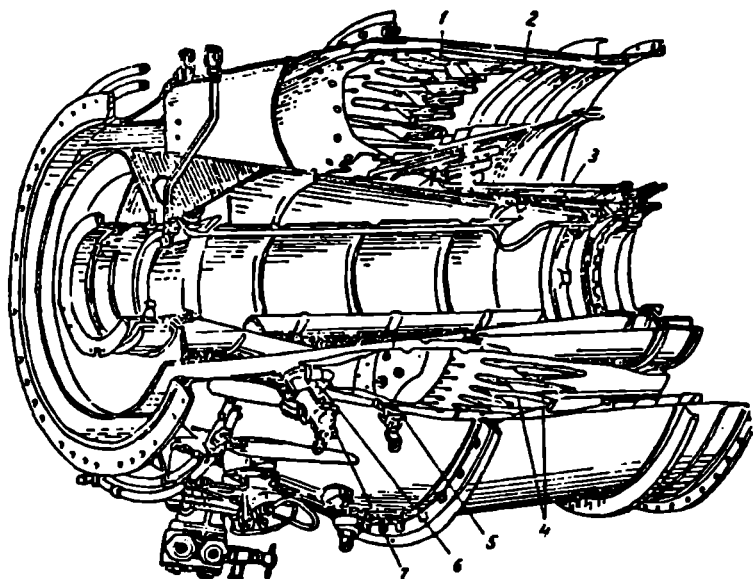
AM—3 ძრავას წვის კამერაზე გათვალისწინებულია საცეცხლე მილებთან მიდგომის საშუალება მათი გასინჯვისა და შეცვლის მიზნით (ამისათვის საკმარისია კამერის გარსაცმის გადაწევა ტურბინის მხარეს).

§ 2. რგოლური წვის კამერები

რგოლურ წვის კამერებს აქვთ რგოლური სიღრუის ფორმა. იგი შექმნილია კამერის გარე და შიგა გარსაცმებით. ისინი, თავის მხრივ, ქმნიან კამერის გამდინარე ნაწილის კონტურებს.

რგოლური კამერები უფრო მსუბუქი, კომპაქტური და ხისტია, ვიდრე მილოვანი და გამოირჩევიან აირების უფრო თანაბარი ტემპერატურული ველით ტურბინის შესასვლელთან. ასეთი კამერების ნაკლია დაყვანის სიძნელე (კამერის გამოცდა მოითხოვს რთულ დანადგარებს და ჰაერის დიდ ხარჯს), საცეცხლე მილის დათვალიერებისა და ექსპლოატაციაში კამერის ცალკეული ნაწილების შეცვლის სიძნელე, საჭირო სიმტკიცისა და სიხისტის უზრუნველყოფის სიძნელე, განსაკუთრებით კი დიდი დიამეტრის მქონე ძრავებისათვის.

მიუხედავად ამისა, თავისი ღირსებების გამო კამერის ეს ტიპი სულ უფრო მეტად ვრცელდება ატმ-ში.



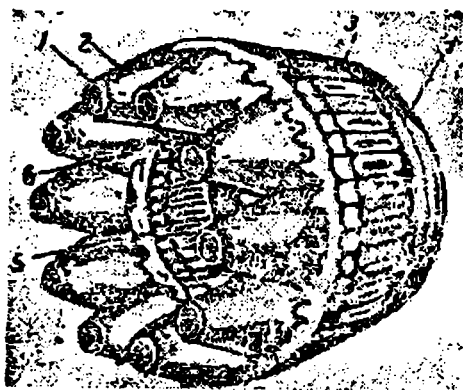
ნახ. 4. 55. AI-20A ძრავის რგოლური წვის კამერა.

- 1 — საცეცხლე მილი, 2 — გარე გარსაცმი, 3 — შიგა გარსაცმი, 4 — საქმენები,
5 — მაფიქსირებელი შტიფტი, 6 — საგრიგლი, 7 — მუშა ფრქვევანა.

4. 55 ნახაზზე ნაჩვენებია AI-20A ტხმ-ს რგოლური წვის კამერა. წვის კამერა შედგება საცეცხლე (1) მილისა და გარე (2) და შიგა (3)

გარსაცმებისაგან. ისინი გაკეთებულია მხურვალმედეგი ფურცლოვანი მასალისაგან.

საცეცხლე (1) მილი მაგრდება გარე (2) გარსაცმში მხოლოდ რადიალური (5) შტიფტების საშუალებით. შტიფტები დაძაგრებულია ვრ-



თსა და იმავე განივ სიბრტყეში. საცეცხლე მილის უკანა ნაწილი თავისუფლად შედის ტურბინის საქშენა აპარატის შესაბამის ბუდეში. ასეთი დამაგრება უზრუნველყოფს საცეცხლე მილის თერმული გაუართოების თავისუფლებას, და მის ფიქსირებას ღერძული მიწარათულებით. საცეცხლე მილს შეუძლია აგრეთვე გადაადგილება დიამეტრული მიმართულებითაც. ფრქვევანებს (7) ამ დროს შეუძლიათ შემობრუნდნენ უაღაადგილდნენ რადიალური მიმართულებით და, ამავ დროს, ისინი ხელს არ უშლიან საცეცხლე მილის

ნახ 4.56. რგოლური წვის კამერის საცეცხლე მილი.

- 1 — ნიჩბოვანი საგრიგლი, 2 — კონუსური თავი, 3 — გარე რგოლი, 4 — გარე საცეცხლე პერანგი, 5 — შიგა საცეცხლე პერანგი, 6 — შიგა რგოლი.

გაფართოებას.

საცეცხლე მილი ნაჩვენებია 4.56 ნახაზზე. საცეცხლე მილის ფრონტული მოწყობილობა შედგება ათი კონუსური თავისა (2) და ნიჩბოვანი საგრიგლებისაგან (1), მათ ცენტრში განლაგებულია ფრქვევანები. პირველადი პერის გასასვლელად თავზე გაკეთებულია ნახვრეტები (ის შედის აგრეთვე საგრიგლიდანაც). ყოველი თავი მიდულებულია გარე (3) და შიგა (6) რგოლებზე. ხოლო უკანასკნელნი მოქლონებით შეერთებულია გარე (4) და შიგა (5) საცეცხლე პერანგებთან.

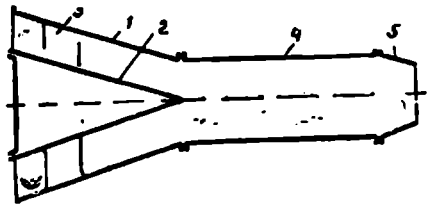
გამომბოლქვი მოწყობილობები. ფორსაჟული კამერები

აირტურბინული ძრავების გამომბოლქვი მოწყობილობები აიჩის პოტენციურ ენერჯიას გარდაქმნიან კინეტიკურ ენერჯიად, აირები გაჰყავთ თვითმფრინავის ფარგლებს გარეთ და აგრეთვე ასრულებენ გახურებისაგან თვითმფრინავის ნაწილების დაცვის ამოცანას.

ტბძ-ში გამომბოლქვი მოწყობილობა ძირითადად განკუთვნილია აირების გასაყვანად თვითმფრინავის ფარგლებს გარეთ.

გაშონბოლქვი მოწყობილობა შედგება შემდეგი ძირითადი ელემენტებისაგან (ნახ. 4.57): გამომბოლქვი მილი (1), შიგა კონუსის (2)-

დგარებს (3), მაგრძელებელი მილის (4) და რეაქტიული საქშენისაგან (5). გამომბოლქვი მოწყობილობის შემადგენლობაში შეიძლება შედიოდეს აგრეთვე ფორსაჟული კამერა, რომელიც დადგმულია აირულ ტურბინასა და რეაქტიულ საცმს შორის (იღებება გამომბოლქვი და მაგრძელებელი მილების ადგილზე). გამოშ-



ნახ. 4. 57. გამომბოლქვი მოწყობილობის სქემა.

1 — გამომბოლქვი მილი, 2 — შიგა კონუსი, 3 — დგარი, 4 — მაგრძელებელი მილი, 5 — რეაქტიული საქშენი.

ბოლქვ მოწყობილობას შეიძლება მიეკუთვნოს აგრეთვე მოწყობილობები წვეის რევერსირებისა და დევიაციისათვის.

გამომბოლქვი მოწყობილობები შეიძლება იყოს როგორც არასარეგულირებელი, ისე სარეგულირებელი საცმებით (საქშენებით).

§ 1. არასარეგულირებაელი გამომბოლქვი მოწყობილობები

არასარეგულირებელ გამომბოლქვ მოწყობილობებს დგამენ უფორსაჟო კამერიან ძრავებზე. ასეთი ძრავები განკუთვნილია ისეთი თვითმფრინავებისათვის, რომელთა ფრენის სიჩქარე არ აღემატება $M = 1,5-1,8$.

წრავას გამომბოლქვი მოწყობილობა ნაჩვენებია 4.58 ნახაზზე.

გამომბოლქვი მილი (1) გაკეთებულია შედუღების გზით 1,2—1,5 მმ

დისქის ფურცლოვანი უქანგავი ფოლადისაგან, გამომბოლქვე მილზე გორგოლაქოვანი შედუღებით მიღუღებულა ორი გაჩარხული მილტუჩი. წინა მილტუჩი განკუთვნილია მილის დასამაგრებლად ტურბინის კორპუსთან (BK—1A-ზე) ან II საფეხურის საქშენი აპარატის კორპუსთან (AM—3 ძრავაზე). უკანა მილტუჩი განკუთვნილია რეაქტიული საქშენის ან მაგრძელებელი მილის დასამაგრებლად. მილტუჩები ზოგიერთ ძრავაზე შესრულებულია ამონაჭრებით ქანჭიკებისათვის გაკეთებულ ნახვრეტებს შორის. ამონაჭრები ამსუბუქებენ მილტუჩებს და ამცირებენ მათ მიღრეკილებას დაბრეცვისა და ჩაჭდომისაკენ.

ზოგიერთი ძრავას გამომბოლქვე მილებს აქვთ თბოიზოლაცია, რომელიც ამცირებს სითბოს დანაკარგებს და იცავს თვითმფრინავის დეტალებს გახურებისაგან. თბომაიზოლირებელი მასალებია აზბესტის ქსოვილი და ალუმინის კილიტა. მაგალითად, BK—1A და AM—3 ძრავებზე თბოიზოლაცია შედგება აზბესტის ქსოვილის შრისაგან და ღვარჯნილი ალუმინის კილიტას 4—5 შრისაგან. აზბესტის ქსოვილსა და კილიტას შორის ან კილიტას ფურცლებს შორის ათავსებენ სპირალურ მავთულიან ბადეს. მთელი თბოსაიზოლაცია პაკეტი დახურულია გარსაცმით, რომელიც დამზადებულია ალუმინის შენადნობისაგან.

ღვარჯნილი მრავალშრიანი კილიტა ქმნის შეკრული სპაერო სიღრუეების დიდ რაოდენობას, რაც ასეთ თბოიზოლაციას ხდის მსუბუქსა და ეფექტურს.

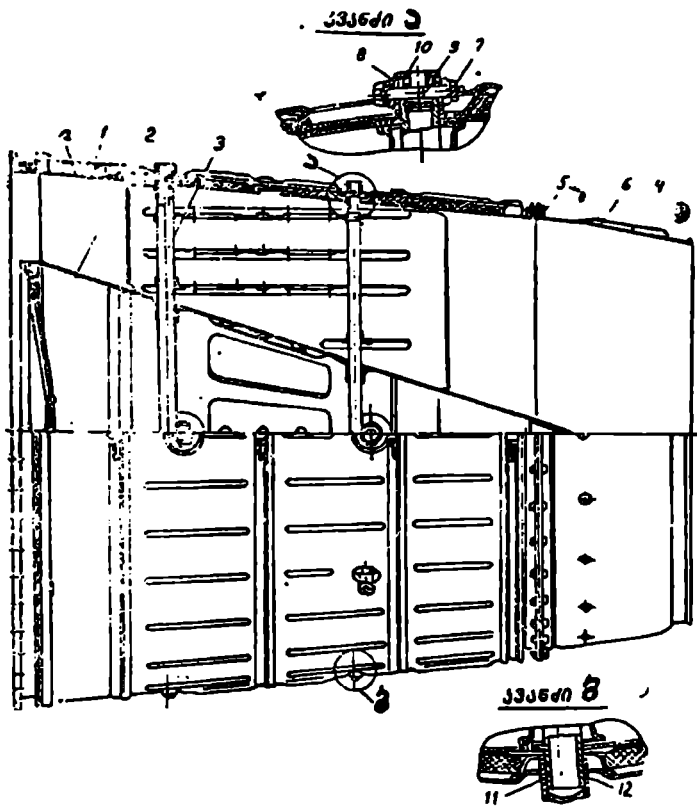
ზოგიერთი ძრავას გამომბოლქვე მილის წინა ნაწილში (BK—1A) არის ა რგოლური სიღრუე. იგი განკუთვნილია მფრინავის კაბინის გათბობისათვის საჭირო ჰაერის გასათბობად.

შიგა კონუსი (2) შედუღებულია მხურვალმდეგი ფოლადის ფურცლებისაგან. კონუსის უკანა ნაწიბურის შემოწვის ასაცილებლად მასზე მიღუღებულია გამოჩარხული ბუნეიკი.

შიგა კონუსი წარმოადგენს ტურბინის როტორის გარსშემომდენს. გარე კონუსთან ერთად ის უზრუნველყოფს გამომბოლქვე მოწყობილობების გამდინარე ნაწილის საჭირო პროფილს.

ზოგჯერ, როგორც, მაგალითად, BK—1A ძრავაზე, შიგა კონუსის ფუძეს მიადუღებენ ხოლმე მილტუჩს, რომელზედაც ამაგრებენ მხურვალმდეგი ფოლადის ორი ფურცლისაგან დამზადებულ ძროს. ფურცელშორის დებენ აზბესტის ქსოვილის მაიზოლირებელ შრეს. ძრო განკუთვნილია შიგა კონუსის გახურებული ნაწილებისაგან ტურბინის დისკოს უკანა ნაწილის გახურების შესამცირებლად.

AM—3 ძრავას ძირითადი კონუსის მილტუჩზე დამაგრებულია



ნახ. 4. 58. BK-1A ძრავას გამომბოლქვი მოწყობილობა.

- ა — რგოლური სიღრუე, 1 — გამომბოლქვი მილი, 2 — შიგა კონუსი, 3 — ღერო.
- 4 — საქშენი, 5 — მილტუჩა, 6 — გარსაცმა, 7 — ღეროს ზემო ბოლო, 8 — მილისა, 9 — ქანჭიცი, 10 — სახშობი, 11 — ღეროს ქვემო ბოლო, 12 — მილისა.

ტურბინის დისკოს ეკრანი. ეკრანი მიმართავს გამაცივებელ ჰაერს ტურბინის II საფეხურის დისკოს უკანა მხარისაკენ და ინიშვნელოვნად ახდენს ტურბინის დისკოს იზოლირებას იმ თბონაკადისაგან, რომელიც მოდის საქშენის მხრიდან.

ძროს მქონე კონუსის შიგნით, თუ ის იზოლირებულია. გახურების დროს მოხდება წნევის გადიდება, რასაც მოჰყვება კონუსის კედლების დაბრეცვა. ამის თავიდან ასაცილებლად კონუსში აკეთებენ ნახვრეტებს, რომლებიც აკავშირებენ მის შიგა სიღრუეს ძრავას გამდინარე ნაწილთან.

გარე და შიგა კონუსები ერთდება დგარების, ლეროებისა და შტანგების საშუალებით. დგარები ერთდროულად ასრულებენ ტურბინიდან გამოსული აირების ნაკადის გასწორების ამოცანასაც. დგარის პროფილი შეიძლება იყოს სიმეტრიული (როგორც BK—1A-ზე). ბრტყელ-ამობურცული (როგორც AM—3 ძრავაზე) ან გადაღუნული. პროფილის უკანასკნელი სახე გამოიყენება აირის ძლიერი დაგრების დროს. არსებობს გამომბოლქვი მილების გარე კონუსთან შეერთების რამდენიმე სახე:

1) ძალური ლეროების ან შტანგების საშუალებით. დამაგრების ასეთი ხერხი გამოყენებულია BK—1A ძრავაზე, სადაც შ-გა კონუსი მაგრდება გარე კონუსთან ძალური ლეროების (3) ურთიერთჰერპენდიულარული წყვილების საშუალებით. ლეროები დასურულია გარს-შემომდენებით. რომლებიც უზრუნველყოფენ ნაკადის აკვირო გასწორებას.

ამ კონსტრუქციაში ღეროს ტემპერატურული წაგრძელების თავისუფლება უზრუნველყოფილია იმით, რომ მისი ერთი ბოლო (7) დამაგრებულია მილისაში (8) ჰანჭიკით (9) (ყვანძი ა), მეორე ბოლოს (11) აქვს შესაძლებლობა გადაადგილდეს თავისუფლად მილისაში (12) (ყვანძი ბ). სახშობები (10) აგვაცილებენ თავიდან აირების გამოხეთქვას. დგარებისა და კონუსის გარე და შიგა კედლებს შორის ტოვებენ ღრეჩოს (ძრავას ცივ მდგომარეობაში ყოფნის დროს). რადგანაც დგარები (გარსშემომდენები) ძრავას მუშაობის დროს ხურდებიან და ამიტომ გრძელდებიან.

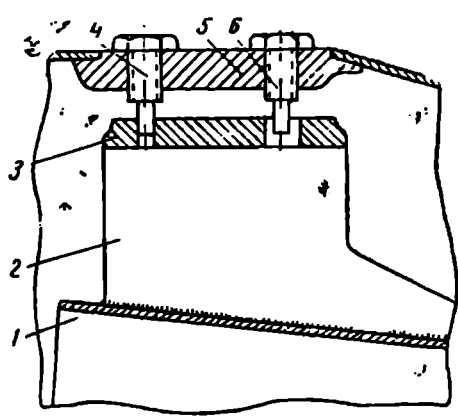
2) ხისტი დამაგრება ერთ-ერთ კონუსთან გამოყენებულია AM—3 ძრავას გამომბოლქვ მოწყობილობაში (ნახ. 4.59). რომელშიც დგარები (2) მიდუღებულია შიგა კონუსის (1) კედელთან. გარე კედელთან უკველი გარსშემომდენი შეერთებულია (4 და 6) ორი რადიალური ხრახნით. რომლებიც განლაგებულია კედლის მსახველის მიმართულებით. ხრახნი (4) (წინა) კუთხვილიანი ნაწილით ჩახრახნილია გარე კონუსის ნუქრში (5), ხოლო ცილინდრული ნაწილით ის შედის გარსშემომდენელთან მიდუღებულ ნუქრში (3). დგარების მობრუნებას უწინააღმდეგება უკანა ჰანჭიკი (6). ნუქრში (3) მას აგრეთვე შეუძლია გადაადგილება ღერძული მიმართულებით. ასეთი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს შიგა კონუსისა და დარგების რადიალური გაფართოების შესაძლებლობას, და აგრეთვე გარე მილის გაფართოებას დგარების მიმართ ღერძული მიმართულებით.

ძრავასათვის გამოსასვლელთან გათვალისწინებულია სხვადასხვა დიამეტრიანი საქშენები. საქშენის შეცვლით შეიძლება ძრავას მოცემული ჰარამეტრები.

БК—1А ძრავას საქშენის რკალზე მიდღელებულია გაჩარხული (5) მილტუჩი, რომლითაც საქშენი მაგრდება გამომბოლქვე ან მაგრძელებელ მილთან (იხ. ნახ. 4.58). საქშენები ცივდება ჰაერით, რომელიც ძრავადან გამომავალი ჰაელის მეექვსეტირებელი თვისების გამო, ვადის საქშენსა (4) და გარსაცმს (6) შორის არსებულ რგოლურ ჰვერტში. მთელ რიგ ძრავებში ჰაერი მოძრაობს ჩქარული დაწნევის ხარჯზე.

ზოგიერთ ძრავას აქვს საქშენის ადვილად მოსახსნელი დამაგრება გასარარგოლის საშუალებით.

არასარგებლო რებელი გამომბოლქვი მოწყობილობები შეიძლება იყოს აგრეთვე ზებგერუღი. ისინი გამოიყენებიან ერთრეჟიმიან ზებგერულ ძრავაზე უფორსაყოდ და ზემოთ განხილულ გამომბოლქვი მოწყობილობისაგან გამოირჩევიან რეაქტიული საქშენის (საცმის) კონსტრუქციით, რომელსაც აქვს ფართოვდებადი უბანი.



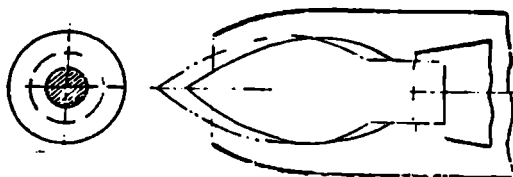
ნახ. 4. 59. AM—3 ძრავას გამომბოლქვი მოწყობილობის სქემა.
1 — კონუსი, 2 — დგარი, 3 — ნუერი, 4 — წიანა ბრახნი, 5 — გარე კონუსის ნუერი, 6 — უკანა ბრახნი.

§ 2. სარგებლო რებელი გამომბოლქვი მოწყობილობები

სარგებლო რებელი ბგერამდელი გამომბოლქვი მოწყობილობები გამოიყენება უმთავრესად ძრავებზე ბგერამდელი რეაქტიული საქშენებითა და ფორსაყული კამერით. სარგებლო რებელი ზებგერული გამომბოლქვი მოწყობილობები გამოიყენება როგორც ძრავებზე ფორსირებული წევით, ისე მრავალრეჟიმიან ძრავებზე ცვალებადი გეომეტრიით.

ბგერამდელი საქშენების მქონე ძრავებზე გამომბოლქვი მოწყობილობის რგებლო რება მდგომარეობს რეაქტიული საქშენის გამოსასვლელი კვეთის ფართობის შეცვლაში. არსებობს საქშენის გამოსასვლელი კვეთის შეცვლის სხვადასხვა ხერხი.

1) საქშენი მოძრავი ცენტრალური ნემსით (ნახ. 4.60). ცენტრალური ნემსის გამოწვევისას ძრავაში იცვლება საქშენის გამოსასვლელი კვეთის ფართობი (გამოწვევისას მცირდება, შეწვევისას იზრდება). ნემსის მართვა ხდება მექანიკური გზით ან ჰიდრავლიკური სერვომოტორის საშუალებით.

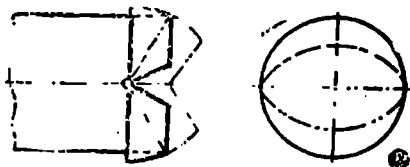


ნახ. 4. 60. სარეგულირებელი საქშენი მოძრავი ცენტრალური ნემსით.

საქშენის გამოსასვლელი კვეთის შეცვლის ამ საკმაოდ მარტივი ხერხის გამოყენება შეზღუდულია. რადგან დაკავშირებულია თვით ნემსისა და მისი მართვის მექანიზ-

მის გაცივების რთული პრობლემის გადაწყვეტასთან. გარდა ამისა, ასეთ კონსტრუქციაში საქშენის კვეთის ფართობის მნიშვნელოვანი შეცვლის მისაღებად საჭიროა ნემსის დიდი გადაადგილება, რასაც მოსდევს საქშენის ზომების გადიდება და მისი დამძიმება:

2) საგდულიანი საქშენი. კონსტრუქციისა და მართვის მხრივ ყველაზე მარტივია ორსაგდულიანი საქშენი (ნახ. 4. 61). საგდულების დახურულ მდგომარეობაში საქშენის გამოსასვლელ კვეთს აქვს ოვალური ფორმა, ღია მდგომარეობაში საქშენის კვეთი დიდდება და ლებულობს წრის ფორმას.



ნახ. 4. 61. სარეგულირებელი ორსაგდულიანი საქშენი.

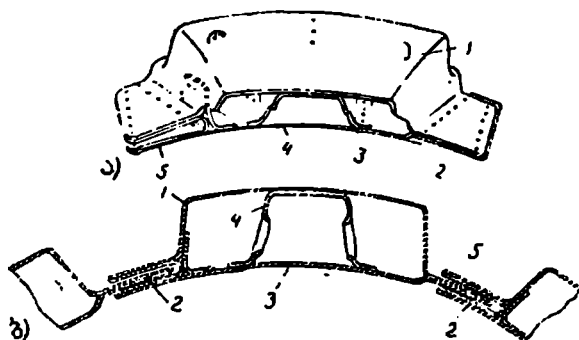
ყველაზე მეტად გავრცელებულია მრავალსაგდულიანი საქშენები. ასეთი საქშენი უზრუნველყოფს აირების ჰაერის წრიულთან მიახლოებულ ფორმას.

მრავალსაგდულიანი საქშენის კონსტრუქცია მოცემულია 4.71 ნახაზზე. საქშენი შედგება რვა საგდულისა (24) და საგდულების რგოლისაგან (21). საგდულების მასალად გამოყენებულია ВЖ98 და ХН78Т შენადნობები, ხოლო საგდულის რგოლისათვის — Х18Н9Т ფოლადი.

საქშენის ყოველი საგდული (ნახ. 4. 62, ა) კოლოფა კონსტრუქციისაა. რაც აძლევს მას საკმარის სიხისტეს და უზრუნველყოფს საგდულების გაცივებას ჰაერის ნაკადით. საქშენის საგდულს აქვს გარე (1) და შიგა (3) კედლები და წიბო (4). საქშენის შიგა და გარე კედლები ქმნიან

ორ თაროს: ერთ-ერთი მათგანი ბრტყელია (2), მეორე (5) შესრულებულია კილოს სახით. აწყობილ მდგომარეობაში (ნახ. 4.62, ბ) ერთი საგდულის ბრტყელი თარო შედის მეორე საგდულის კილოში და ამით იქმნება საკეტი. რომელიც ეწინააღმდეგება აირების გარღვევას.

ყოველი საგდული ორი ანჯამის საშუალებით სახსრულად დამაგრებულია საგდულების მილტუჩზე (20) (იხ. ნახ. 4.71). რისთვისაც მილტუჩზე არის რვა წყვილი ყუნწი.



ნახ. 4. 62. მრავალსაგდულიანი საქშენის საგდულების შეერთება.

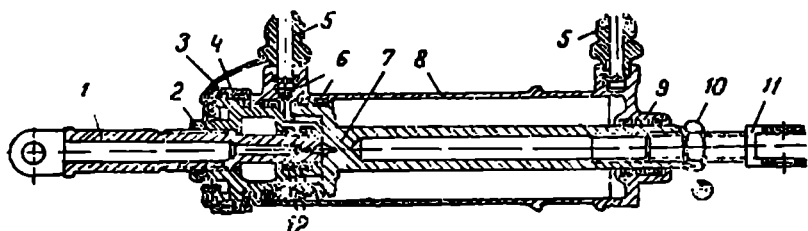
1 — გარე კედელი, 2 — ბრტყელი თარო, 3 — შიგა კედელი,
4 — წიბო, 5 — თარო.

საგდულების რგოლს აქვს ყუხწების ოთხი წყვილი, რომელთა საშუალებითაც ის ოთხი ჯანჭიკით სახსრულად მაგრდება ძალური კოლინდრების (18) ჭოკების ბოლოვანებზე. საგდულების რგოლის შიგა ზედაპირზე მიმაგრებულია სპილენძის თამასები (23). რომლებიც დაფარულია გრაფიტის შრით. ამის გამო რგოლის ხახუნი საგდულებზე მცირდება. გაცვეთის შემცირების მიზნით საგდულების გარე ზედაპირი, რომელიც ეხება საგდულების რგოლს, მოჭრომილია.

საგდულების რგოლის მდებარეობა განსაზღვრავს ძრავას საქშენის ღია მეტრს. რგოლის მოძრაობისას წინ (ფრენის მიმართულებით) ის შეეკუმშავს საგდულებს და ქმნის საქშენის მინიმალურ კვეთს. რგოლის მოძრაობისას უკან (ფრენის საწინააღმდეგოდ) საგდულები თავი-სუფლდებიან და გამომავალი აირების წნევის ძალის მოქმედებით წარმოქმნიან საქშენის მაქსიმალურ გამოსასვლელ კვეთს.

საგდულებს მართავენ სამი ძალური ჰიდროცილინდრით. რომელთა დგუშები გადაადგილდება ჰიდრონარევის მოქმედებით. ჰიდროცილინდრი ნაჩვენებია 4.63 ნახაზზე. ჰიდრონარევი მართვის ონკანების სა-

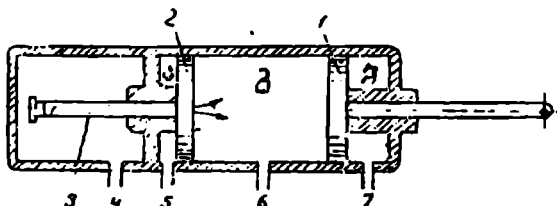
შუალებით მილყელების (5) გავლით შედის ჰიქის (8) იმ ერთ-ერთ სიღრუეში. რომელიც წარმოქმნილია დგუშით (1), ამასთან, ერთ-ერთი მილყელი განკუთვნილია ცილინდრის შემცირებული სიღრუიდან ნა-



ნახ. 4. 63. საგდულებით მართვის ძალური ჰიდროცილინდრი.
 1 — წინა ჩანგალი, 2 და 10 — წინაღქანები, 3 — ქანჩი, 4 — სახშობი, 5 — მილყელები, 6 — დგუშისა და სახშობის რეზინის ჩობალი, 7 — დგუშის ჰოკით, 8 — ჰიქა, 9 — ჰოკის რეზინის ჩობალი, 11 — უკანა ჩანგალი, 12 — წინა ჩანგლის რეზინის ჩობლები.

რევის გადმოსასხმელად. უკანა ჩანგალზე (11) დამაგრებულია სარეგულირებელი საქშენის საგდულების რგოლი. ჰიდროცილინდრების მუშაობა გულდასმით უნდა იქნეს სინქრონიზებული რგოლის გადახრების თავიდან ასაცილებლად.

ამჟამად ორპოზიციური საქშენების მაგივრად იყენებენ საქშენებს მათი რამდენიმე ფიქსირებული მდგომარეობებით და გამოსასვლელი აკეთის განუწყვეტელი რეგულირებით. ჰიდროცილინდრის სქემა სამპოზიციური საქშენისათვის გამოსახულია 4.64 ნახაზზე.



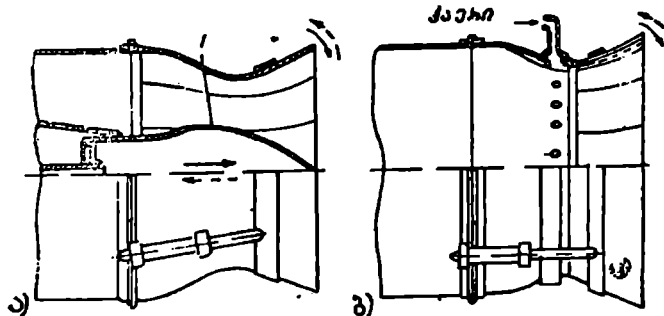
ნახ. 4. 64. სამპოზიციური საქშენის საგდულებით მართვის ძალური ჰიდროცილინდრის სქემა.
 1 — დგუში, 2 — დგუში-ბრჯენი, 3, 4, 5, 6, და 7 — არხები, ა, ბ, გ — სიღრუეები.

ჰიდროცილინდრში ძირითადი დგუშის (1) გარდა, დაყენებულია დგუში-ბრჯენი (2). დგუშების გადასადგილებლად (5 და 7) არხებით საჭიროა ჰიდრონარევის მიწოდება ა და ბ სიღრუეებისადმი და არხით (6) ნარევის გადასხმა გ სიღრუიდან. (1) და (2) დგუშების ეფექ-

ტური ფართობის სხვაობის გამო, დგუში (2) მოთაყდება მისთვის შესაძლო კიდურ მარჯვენა მდგომარეობაში, მასთან. ის გახდება დგუშის (1) ბრჭენი დგუშის (1) მოძრაობის დროს მარცხნივ.

საქშენის მაქსიმალური გაღებისათვის საჭიროა ნარევის მიწოდება (3 და 4) არხებით. ხოლო (5 და 1) არხებით — ნარევის გადმოსხმა და გ ს ღ რუეებიდან. დაბოლოს საქშენის მინიმალურ დახურვას აღწევენ არხით (7) ნარევის მიწოდების დროს ბ ს ი ღ რუეში და მისი გადმოსხმით ა და გ ს ი ღ რუეებიდან.

ზებგერულ სარეგულირებელ გამომბოლქვ მოწყობილობაში ხდება საქშენის როგორც გამოსასვლელის, ისე კრიტიკული კვეთის რეგულირება. ასეთი მოწყობილობების შესაძლო ვარიანტების დიდი რაოდენობიდან განვიხილოთ რამდენიმე პრინციპული სქემა.



ნახ. 4. 65. სარეგულირებელი საქშენების სქემები.
1 — მოძრავი ნემსი.

4.65, ა ნახაზზე გამოსახულია სარეგულირებელი საქშენის სქემა. მასში კრიტიკული კვეთი იცვლება მოძრავი ნემსის (1) საშუალებით. ხოლო გამოსასვლელი კვეთი — საგდულების შემობრუნებით. ამ ხერხის ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ ცენტრალური ნემსი ამძრავის მექანიზმთან ერთად მოთავსებულია მაღალი ტემპერატურების არეში და მოითხოვს ინტენსიურ გაცივებას. ასეთი სქემის საქშენი რთული და ძირძობაა.

4.65, ბ ნახაზზე გამოსახულია იმ სარეგულირებელი საქშენის პრინციპული სქემა, რომელშიც გამოსასვლელი კვეთი შეიძლება შეიცვალოს საგდულების შემობრუნებით. ხოლო კრიტიკული კვეთი — კომპრესორიდან გამომავალი ჰაერის ნაკადის აეროდინამიკური შეკუმშვით: კომპრესორიდან გამომავალი ჰაერი კი საქშენს გადაეცემა სარკმლის გავლით. რეგულირების ასეთი ხერხი ვერ უზრუნველყოფს საქშენის შესასვლელი კვეთის მდოვრე შეცვლას.

§ 3. მაგრძელებელი მიღები

ზოგიერთ თვითმფრინავზე ძრავა დადგმულია იმგვარად, რომ გამომბოლქვი მილის სიგრძე არ არის საკმარისი. ასეთ შემთხვევაში ცხელი აირების გამოსაშვებად იყენებენ მაგრძელებელ მილებს.

მაგრძელებელ მილს აქვს ცილინდრის ფორმა. ის იდგმება გამომბოლქვ მილსა და რეაქტიულ საქშენს შორის. კონსტრუქციის მიხედვით: მილი არაფრით არ განსხვავდება გამომბოლქვი მილის გარე კონუსისაგან. ძალზე დიდი სიგრძის დროს მილს აკეთებენ რამდენიმე სექციისაგან. მილის სიგრძე დამოკიდებულია თვითმფრინავზე ძრავას დადგმის ადგილზე — ფიუზელაჟზე ან ძრავას გონდოლაზე.

მაგრძელებელი მილის დადგმა მნიშვნელოვნად აღიძებს აირის ტრაქტის სიგრძეს, რის შედეგადაც იზრდება პილარული ურთიერთდასაყრდენები, რომლებიც ამცირებენ წევას. მაგრძელებელი მილის არსებობა აუარესებს აგრეთვე თვითმფრინავის ამუშავებასა და მიმღებიანობას.

ამუშავების გასაადვილებლად მაგრძელებელი მილები ზოგჯერ მომარაგებულია გადასაშვები სარქველით. ამუშავების დასაწყისში ეს სარქველი გაიხსნება ხოლმე და აირებს გადაუშვებს ატმოსფეროში. რითაც შემცირდება წნევა ტურბინის იქით, გაიზრდება მისი სიმძლავრე და გაადვილდება ამუშავება.

მაგრძელებელი მილის შეერთება გამომბოლქვ მილთან სრულდება ტელუსკოპურად. მაგრძელებელ მილს ფიუზელაჟზე ამარაგებენ ძრავისაგან დამოუკიდებლად — მილს ჩამოჰკიდებენ სახსრულად და გორგოლაქებით დააყრდნობენ სპეციალურ მიმმართველ ელემენტებს. ამრიგად, მილს საშუალება აქვს გაფართოვდეს რადიალური და ღერძული მიმართულებებით.

§ 4. წივის რემარსირებისა და ღვიძიაციის მოწყობილობანი

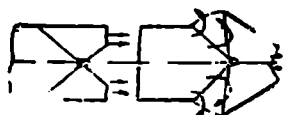
თანამედროვე თვითმფრინავები აფრენისა და დაჯდომისათვის აეროდრომზე დიდ ასაფრენ-დასაჯდომ ზოლებს საჭიროებენ. თვითმფრინავების დასაჯდომი მახასიათებლები შეიძლება მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდეს, თუ თვითმფრინავის დაჯდომის დროს დამუხრუჭების მოწყობილობების გამოყენებით შეიქმნება უარყოფითი წევა, რომელიც რევერსული მოწყობილობის მეშვეობით მიიღება. წვეის რევერსირების დროს იცვლება ძრავადან გამოდინებული აირული ნაკადის მიმართულება α კუთხით (α იცვლება 90° -დან 180° -მდე); რევერსირება აგრეთვე ეუმჯობესებს თვითმფრინავის სამანევრო თვისებებს.

იმ ხერხის მიხედვით, რომლის საშუალებითაც აირული ნაკადი შემობრუნდება, რვეერსული მოწყობილობები შეიძლება დავეყოთ ორ ტიპად:

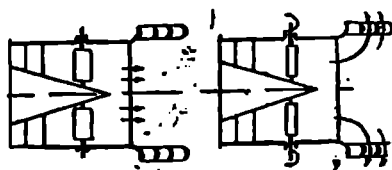
- 1) რვეერსული მოწყობილობები, რომლებიც ნაკადს შემობრუნებენ მექანიკური ხერხით;
- 2) რვეერსული მოწყობილობები, რომლებიც ნაკადს შემობრუნებენ აერომექანიკური ხერხით.

პირველ ტიპს. იგი ყველაზე უფრო ფართოდაა გამოყენებული. მიეკუთვნება ის მოწყობილობა, რომელიც გამოსახულია 4.66 ნახაზზე. რვეერსული მოწყობილობის ორი საგდული ძრავას გამომბოლქვი მილის ნაწილია. რვეერსის ჩართვის დროს ეს საგდულები შემობრუნებენ ნაკადს და შექმნიან უარყოფით წევას. ასეთი სქემა გამოირჩევა კონსტრუქციის სიმარტივითა და სიმძიმის მცირე ძალით (წონით).

მეორე ტიპს რვეერსული მოწყობილობის სქემა გამოსახულია 4.67 ნახაზზე. რვეერსული მოწყობილობა აღჭურვილია ნიჩბებით. ისინი რვეერსის გამართვის დროს განლაგდებიან ნაკადის მიმართულებით. რვეერსის ჩართვის დროს ნიჩბები შემობრუნდებიან, აირის ნაკადი დაიგრძელება და ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით მიემართება ნიჩბებზე. რომლებიც შემობრუნებენ ნაკადს.



ნახ. 4. 66. ორსაგდულიანი სარეგულირებელი რვეერსული მოწყობილობის პრინციპული სქემა.

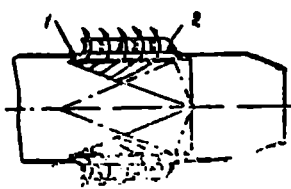


ნახ. 4. 67. რვეერსული მოწყობილობის პრინციპული სქემა ნაკადის წინასწარი დაჯერებით.

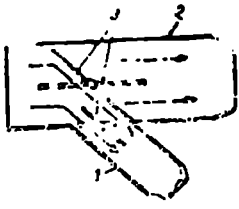
ვანხილულ მაგალითებში აირული ნაკადი შემობრუნდება ჰოვას საქშენის იქით, მაგრამ შესაძლოა ნაკადის შემობრუნება საქშენის წინაც. ასეთი ტიპის ერთ-ერთი მოწყობილობა წარმოდგენილია 4.68 ნახაზზე. იგი შედგება ორი საგდულისაგან (1) და სპეციალური პროფილის მქონე გვერდითი რგოლური (2) საკმლებისაგან. საგდულებმა გარკვეული მილის კედლების ნაწილია და ისინი ხურავენ გვერდით საკმლებს. რვეერსის ჩართვისას საგდულები შეიწევიან ნაკადში. ამ დროს ისინი ქმნიან საფარა, რომელსაც აქვს ნისკარტის ფორმა და მიმართულია აირების ნაკადის შემხვედრად. ერთდროულად იღება ორი

ვევოდითი სარკმელი. ნაკადი შემობრუნდება და ფუზელაჟის გაღებულ სიფარებით გამოიღვენება ატმოსფერში.

წვეის დევიაცია ეწოდება წვეის მიმართულების შეცვლას აირული აკადის დედამიწის მხრისაკენ 90° -იან კუთხეზე ნაკლები კუთხით გაღახრის გზით. წვეის ამგვარი გადახრის დროს წარმოიქმნება წვეის პერტიკალური შემდგენი, რომელიც იძლევა დასაჯდომი სიჩქარის შემკირების შესაძლებლობას.



ნახ. 4. 68. რვეერსული მოწყობილობის პრინციული სქემა. 1 — აირის გამოშვებით საქშენის წინა საგდული. 2 — გვერდითი რგოლური სარკმელი.



ნახ. 4. 69. წვეის დევიაციისათვის განკუთვნილი მოწყობილობის პრინციული სქემა. 1 — დამატებითი რეაქტიული მილი, 2 — ძირითადი რეაქტიული მილი, 3 — საფარები.

წვეის დევიაციისათვის (ნახ. 4.69) საჭირო მოწყობილობა წარმოადგენს დამატებით რეაქტიულ მილს (1), რომელიც დაყენებულია კუთხით ძირითადი მილის (2) მიმართ. დამატებით მილში აირი მიეზარება საფარების (3) საშუალებით.

წვეის დევიაციისათვის საჭირო მოწყობილობა შეიძლება გაკეთებულ იქნეს აგრეთვე ისეთი მოქნილი ლითონის მილის სახით, რომელსაც შეუძლია გადახრა 90° -მდე კუთხით.

რვეერსიული მოწყობილობები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს.

— ფრენის დროს მოწყობილობამ არ უნდა გააღიღოს თვითმფრინავის შუბლური წინააღმდეგობა;

— რვეერსირების დროს არ უნდა წარმოიქმნას ასიმეტრიული წვევა, რომელიც არღვევს თვითმფრინავის მდგრადობას;

— ცხელი აირების გარშემოღინების დროს მოწყობილობა უნდა მუშაობდეს საიქედოდ.

აირტურბინული ძრავას მუშაობის დროს ძრავიდან გამომავალი არტული ნაკადისაგან წარმოიქმნება ბოლმე ძლიერი ხმაური. ის გამოწვეულია აირული ნაკადის ტურბულენტური შერევის შედეგად გარემომცველ ჰაერთან. ეს აეროდინამიკური ხმაური განსაკუთრებით ძლიერია აფრენის, სიმაღლის აღებისა და დიდი სიჩქარეებით ფრენის დროს.

ატმ-ს ხმაური შეიქმნება დადუმდეს მთელი რიგი მეთოდებით:

— გამოიწვევა აირების ჰაელის სიჩქარის შემცირებით:

— ჰაელის ფართობისა და აირების გამომდინების სიჩქარის ერთდროული შემცირებით:

— გამოიწვევა აირების ჰაელის დანაწილებით მთელ რიგ ცალკეულ წვილ ჰაელებად.

ფართოდ გავრცელდა ჰაელის რამდენიმე წვილ ჰაელად დანაწილების მეთოდი.

4.70 სახაზზე ნაჩვენებია ძრავას საქშენი, რომელიც აღჭურვილია ხმაურის შემამცირებელი მოწყობილობით. ასეთი საქშენი, რომელსაც აქვს ღვარ-ქნილი ფორმა გამოსასვლელთან და ცენტრალური სხეული. ჰაელის დაყოფის გარდა, ამცირებს მის სიჩქარეს აირების ცალკეული ჰაელების შერევით ბორცვიანთა ჰაერთან.



ნახ. 4.70 ხმაურის მ-უქნი.

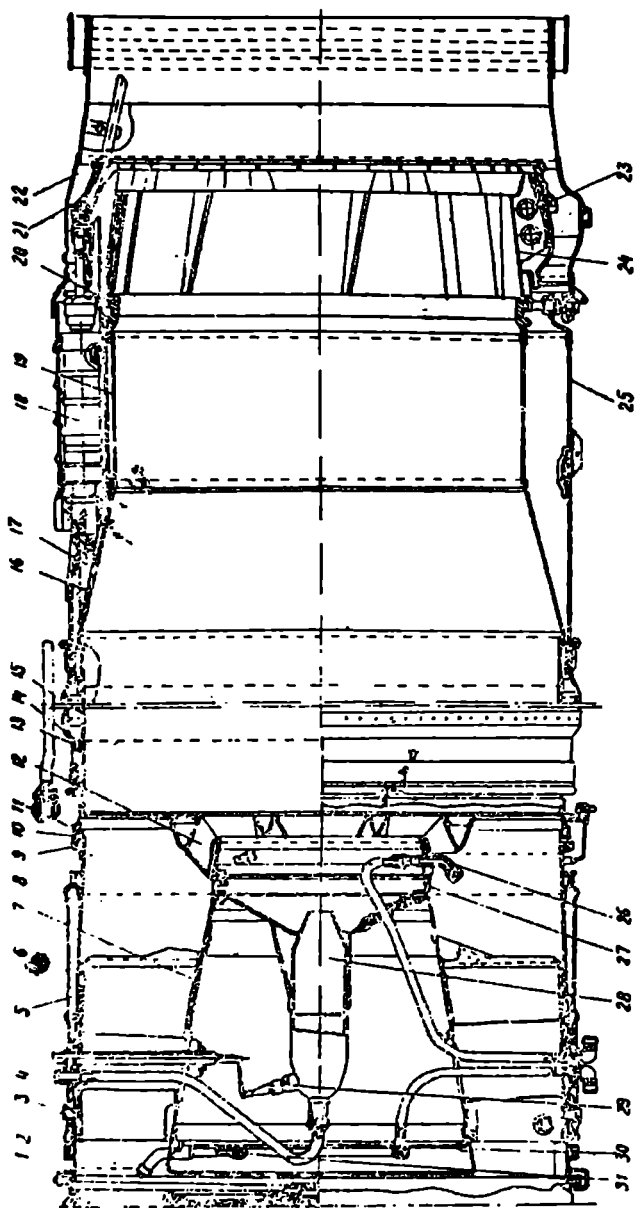
ხმაურის მკუფი მოწყობილობების გამოყენება დაკავშირებულია ძრავას წვეის შემცირებასთან, რაც აიხსნება:

1) აირების ნაკადის საქშენში ჰაელის დროს წარმოშობილი შინაგანი წინაღობების გაზრდით (მკუფში რთული არხების არსებობის გამო);

2) ძრავას გონდოლის გარეგანი წინაღობის გადიდებით, რადგან მას ხმაურის მკუფის გამოყენების შემთხვევაში აქვს დიდი განივი კვეთი.

§ 8. ფორსაჟული კამერები

ფორსაჟული კამერა შედგება შემდეგი ძირითადი ელემენტებისაგან: დიფუზორის, ალის სტაბილიზატორის, თვით წვის კამერის, შე-



ნახ. 4. 71. ტურბორეაქტიული ძრავის ფორსაჟული კაშვრა.

1 — სწრაფსახსნელი რგოლი, 2 — წინა მილტური, 3 — ტუჩი, 4 — პოთი, 5 — გარსაკი, 6 — გარსმომდენელი, 7 — შუა კედელი, 8 — ვარკველი, 9 — უკანა მილტური, 10 — სწრაფსახსნელი რგოლი, 11 — წინა მილტური, 12 — სტაბილიზატორი, 13 — ბანდაჟი, 14 — ვარსაკი, 15 — წინა სექცია, 16 — შუა სექცია, 17 — ბრჯენი, 18 — ძალური პიდრეცელინდრი, 19 — უკანა სექცია, 20 — უკანა მილტური, 21 — სავლელეების რგოლი, 22 — კეეპტორი, 23 — სპილენძის თამბა, 24 — სავლელეული, 25 — გარსაკი, 26 — სათბობის უკანა კოლექტორი, 27 — შუადგარი, 28 — დიფერენციალური მანქანა, 29 — ელექტრული სანოილი, 30 — მილაკი, 31 — სათბობის წინა კოლექტორი.

ზაპუნებისა და სათბობის აალებისათვის საჭირო მოწყობილობებისა და სარეგულირებელი საქმენისაგან.

ფორსაჟულ წვის კამერებს უყენებენ მთელ რიგ მოთხოვნებს. მათგან ძირითადია:

1) სათბობის დაწვის მდგრადობის უზრუნველყოფა სიჩქარეებისა და ფრენის სიმაღლეების ყველა დიაპაზონში;

2) კამერის საიმედო ჩართვა ყველა სიმაღლეზე.

სათბობის მდგრადი დაწვის ორგანიზაცია ფორსაჟულ კამერაში შესაძლოა მხოლოდ აირების სიჩქარის 120—200 მ/წმ-მდე შემცირების შემთხვევაში კამერის შესასვლელთან. ამ მიზნით ფორსაჟულ კამერას უნდა ჰქონდეს არხის უბანი-დიფუზორი გადიდებული გამავალი კვეთით. გამავალი კვეთის გადიდება შეიძლება მიღწეულ იქნეს ან გარე დიამეტრის (გარე კონუსის) გადიდებით ან შიგა კონუსის დიამეტრის შემცირებით. ამის შესაბამისად დიფუზორს შეიძლება ჰქონდეს ან გადიდებული ან მუდმივი გარე დიამეტრი. ღერძულკომპრესორებიან ძრავებისათვის უკანსკნელი უფრო მისაღებია, რადგან დიფუზორი ამ შემთხვევაში არ გამოდის ძრავას დანარჩენი ნაწილის გაბარიტების იქით.

ფორსაჟული კამერის დიფუზორში მოთავსებულია ალის სტაბილიზატორი. რომელიც ქმნის მდგრადი წვის უზრუნველყოფ უკუღინების ზონას. მდგრადი წვის უზრუნველყოფა მხოლოდ დიფუზორში სიჩქარის მნიშვნელოვანი შემცირების გზით არამიზანშეწონილია (ამ შემთხვევაში დიფუზორს უნდა ჰქონდეს ძალზე დიდი დიამეტრული და ღერძული ზომები).

ფორსაჟული კამერა აღკურვილია სარეგულირებელი საქმენით (ბგერამდელით ან ზებგერულით). მისი საგდულები ფორსაჟის ჩართვისას უნდა იღებოდნენ საკმაოდ სწრაფად, რათა არ დაუშვან ტურბინის წინ აირის ტემპერატურის გადიდება და ნიჩბების გადახურება. ამავე მიზნით ფორსაჟის გამორთვისას საგდულები უნდა დაიხუროს უფრო ნელა. სპეციალურმა ბლოკირებამ საქმენის საგდულების მართვინ მექანიზმის გაფუჭების შემთხვევაში უნდა უზრუნველყოს სათბობის მიწოდების შეწყვეტა ფორსაჟულ კამერაში.

ტურბორეაქტიული ძრავას ფორსაჟული კამერის მოწყობილობა ნაჩვენებია 4.71 ნახაზზე. ფორსაჟული კამერა შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან: დიფუზორისა და ფორსაჟული კამერის მილისაგან. დიფუზორი გაფართოებული არხია, რომელიც შექმნილია გარე (8) და შიგა (7) კედლებით. დიფუზორის გარე და შიგა კედლები ერთდება ხუთი ღრუ გარსშემომდენლით (6). დიფუზორში მოთავსებულია სტაბილიზატორი, მაალბელი ელექტრული სანთელი (29). სათბობის კოლექტორები (26 და 31).

დიფუზორის გარე (8) კედელს აქვს ორი მიდულებული მილტუჩი: წინა (2) და უკანა (9). წინა მილტუჩით დიფუზორი სწრაფსახსნელო რგოლის (1) საშუალებით დამაგრებულია II საფეხურის საქმენი აპარატის კორპუსზე. უკანა მილტუჩი იძლევა დიფუზორზე ფორსაჟული კამერის მილის დამაგრების საშუალებას (აგრეთვე სწრაფსახსნელო რგოლის (10) საშუალებით).

დიფუზორის შიგა (7) კედელს აქვს წაკვეთილი კონუსის ფორმა. ის დამზადებულია X18H9T ფოლადისაგან. უკანა ნაწილში შიგა კედელზე მიდულებულია ბანდაჟი.

გარსშემომდენლები (6) დამზადებულია XH78T შენადნობისაგან დიფუზორის შიგა კედელზე გარსშემომდენელი დამაგრებულია ზრახნეობით. გარდა ამისა, ყოველი გარსშემომდენელი ფიქსირებულია ჭიქაში (3) თითოთ (4). გარსშემომდენელსა და გარე კედელს შორის არის ღრეჩო, რომელიც საშუალებას აძლევს როგორც გარსშემომდენლებს, ისე შიგა კედლებს თავისუფლად გაფართოვდნენ გახურების დროს.

ფორსაჟული კამერის სტაბილიზატორი (12) შენადული კონსტრუქციისაა და დამზადებულია ЭИ602 შენადნობისაგან. თავისი მილტუჩით სტაბილიზატორი დამაგრებულია შუადეჟარზე (27), სილო უკანასკნელი — დიფუზორის შიგა კედელზე.

ფორსაჟული კამერის ამუშავების დროს სათბობისათვის საიმედო ცეცხლის მოკიდება უზრუნველყოფილია სპეციალური მაალებლით (28). მაალებელი შენადული კონსტრუქციისაა და დამაგრებულია კანჭიკების დიფუზორის შიგა კედელზე. მაალებელთან მილაკით (30) გაიშვება კარბურიკებული სათბობ-ჰაერული ნარევი, ნარევის ანთება უზრუნველყოფილია ელექტრული სანთლით (29). ალის ჩირალდანი, რომელიც მუშაობის დროს ამოვარდება მაალებლიდან, ცეცხლს მოუკიდებს ფორსაჟულ სათბობს.

სათბობი ფორსაჟულ კამერას გადაეცემა წინა (31) და უკანა (2) სათბობი კოლექტორების საშუალებით. კოლექტორებზე მიდულებულია მილაკები ერთღარიანი ცენტრიდანული ფრქვევანებით. ისინი სათბობს აწვდიან ნაკადის შემხვედრად 45°-იანი კუთხით. წინა კოლექტორისაგან განსხვავებით უკანა კოლექტორს აქვს ორი გამშვები ფრქვევანა. რომლებიც მიაწვდიან სათბობს ფორსაჟული კამერის დიფუზორის სტაბილიზატორის ზონას.

ძრავასა და თვითმფრინავის კომუნიკაციების თბოიზოლაცია დიფუზორის ზონაში უზრუნველყოფილია გარსაცმის (5) დაყენებით.

ფორსაჟული კამერის მილში იწვის ფრქვევანებით შემზაპუნებული სათბობი. მილის კორპუსი შედგება სამი სექციისაგან: ორი ცილინდრულია (წინა—15 და უკანა—19) და შუა კონუსურისაგან (16). ყვე-

ლა სექცია დაშინებულა მ-1602 შენადნობისაგან. მიღზე მ-ლუღე-
ბულია მილტუჩები: წინა (1) და უკანა (20). წინა მილტუჩზე სწრაფ-
სახსნელი რგოლით მილი ტელესკოპურადაა შეერთებული დიფუზორ-
თან. უკანა მილტუჩს ან საგდულების მილტუჩს აქვს ყუნწების რვა
წყვილი. მათზე მიმაგრებულია საქშენის საგდულები. საგდულების
მილტუჩებს აქვთ აგრეთვე ორი საკიდარი თვითმფრინავზე ფორსა-
ჟული კამერის დასამაგრებლად. მასზე მილის სინისტის ასაშოლვლად
სიდულებულია ბანდაჟები (13).

მილის შუა (კონუსური) ნაწილის გარე ზედაპირზე დაყეებულია
ოთხი ბრჯენი (17) ძალური ჰიდროცილინდრების (18) დასამაგრებლად.

თვითმფრინავისა და ძრავის კომუნიკაციების თბოაზოლაკია ფორ-
საჟული კამერის მილის ზონაში უზრუნველყოფილია გარსაცმებით (14)
და აგრეთვე ძალური (25) ჰიდროცილინდრების გარსაცმით. მილის
უკანა ნაწილის გასაცეველად გამოყენებულია ეექტორი (22), რომე-
ლიც მიმაგრებულია ძალური ჰიდროცილინდრების გარსაცმზე.

XIV თავი

აირტურბინული ძრავების ძალური სისტემები. აბრეგატების ამქრავები

§ 1. ძრავის მოამედი ძალები და მომენტები

მეშობის დროს აირტურბინული ძრავს დეტალებსა და კვანძებზე
მოქმედებენ სხვადასხვა ხასიათისა და წარმოშობის დატვირთვები ძა-
ლებისა და მომენტების სახით. კვანძებსა და დეტალებზე მოქმედი ძა-
ლებია: აირული, მასობრივი, ტემპერატურული და მექანიკური ძალები.
აირულია ის ძალები, რომლებიც მოქმედებენ დეტალების ზედაპირებზე
აირული ნაკადის მხრივ. ისინი წარმოიქმნებიან დეტალების ზედაპირ-
ზე მოქმედი აირის წნევათა და აირის ხახუნის ძალებით.

მასობრივი ძალებია ინერციის ძალები. ისინი წარმოიქმნებიან
თვითმფრინავის ევოლუციების, სიმძიმის ძალისა (წონის) და სხვა დატ-
ვირებების დროს.

ტემპერატურული ძალები წარმოიქმნებიან იმ შემთხვევაში. თუ აირ-
ის უზრუნველყოფილი იმ დეტალების თბოგაფართოების თავისუფ-
ლება, რომლებიც დამაგრებულია ერთმანეთთან და გახურებულია

სხვადასხვა ტემპერატურამდე, ან გაკეთებულია იმ მასალებისაგან, რომლებსაც აქვთ წრფივი გაფართოების სხვადასხვა კოეფიციენტი.

ტემპერატურული ძალები იწვევს დეტალების დაძაბულ მდგომარეობას. მაგრამ არ გადაეცემა თვითმფრინავთან ძრავას დამაგრების კვანძებს.

მექანიკურ ძალებს მიეკუთვნება ხახუნის ძალები საკისრებში, ქურობებში, კბილანა გადაცემებში და ა. შ.

ამ დატვირთვების ნაწილი ჩაიკეტება თვით ძრავაში. ნაწილი გადაეცემა თვითმფრინავთან ძრავას დამაგრების კვანძებს.

მოქმედების მიმართულების მიხედვით იგივე დატვირთვები შეიძლება დაყვით ჯგუფებად: 1) ღერძულ, 2) წრიულ, 3) რადიალურ ძალებად, 4) მგრეხავ და გადამაბრუნებელ ან მომაბრუნებელ მომენტებად.

ღერძულ ძალებს ეკუთვნის აირული ძალების, ღერძული შემდგენები და დეტალების მასების ინერციის ძალები (იმ შემთხვევაში, თუ აჩქარება მიმართულია ღერძის მიმართულებით).

წრიულ ძალებს მიეკუთვნება აირული ძალების წრიული შემდგენები.

რადიალურ ძალებს მიეკუთვნება აირული ძალების, რადიალური შემდგენები, სიმძიმის ძალა (წონა), გიროსკოპიული მომენტის მოქმედებით გამოწვეული როტორის საყრდენის რეაქციები და როტორის მასის ინერციის ძალები.

მგრეხავი მომენტები ძრავას ღერძის მიმართ იქმნება აირული ძალების წრიული შემდგენებით. გადამბრუნ ან მომაბრუნებელ მომენტებს ეკუთვნის როტორის გიროსკოპიული მომენტები.

აირული ძალები

აირული ძალა, რომელიც იქმნება აირის წნევით დეტალების ზედაპირებზე და აირის ხახუნის ძალებით, წარმოადგენს ღერძული, რადიალური და წრიული ძალების წარმოქმნის მიზეზს.

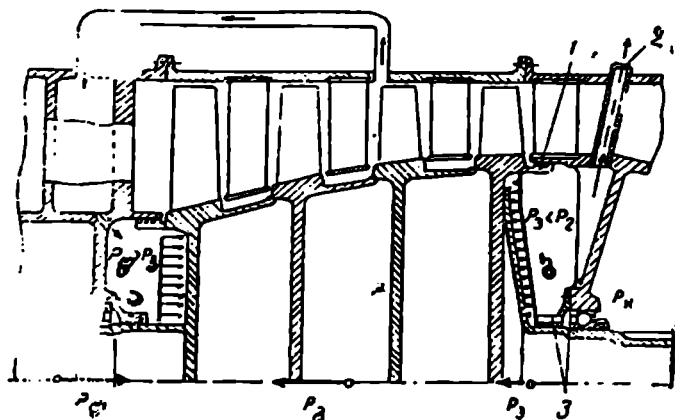
აირული ძალების ღერძული შემდგენები მოდებულა ტრძ-სა და ტბძ-ს ყველა ელემენტზე. ღერძული შემდგენების ერთი ნაწილი ემთხვევა თვითმფრინავის ფრენის მიმართულებას, მეორე ნაწილი მიმართულია ფრენის საწინააღმდეგოდ.

ღერძული ძალის მაგალითად განვიხილოთ P_3 აირული ძალის შემდგენი, რომელიც მოქმედებს ღერძული კომპრესორის როტორზე (ნახ. 4.72). ეს ძალა შეიძლება განისაზღვროს შემდგენაირად:

$$P_3 = P_{\delta} - P_{\epsilon} \cdot P_{\zeta}$$

სადაც P_3 არის ღერძული ძალა მოქმედი როტორის გამდინარე ნაწილზე:

P — ღერძული ძალა, წარმოქმნილი ჰაერის წნევით როტორის წინა ტორსზე;



ნახ. 1. კომპრესორის როტორის ღერძული ძალის განსაზღვრისათვის.
1 და 3 — ლაბირინთები, 2 — ვიკლერი.

P_3 — ღერძული ძალა, რომელიც წარმოქმნილია ჰაერის წნევით უკანა ტორსზე.

კომპრესორის როტორზე მოქმედი აირული ძალის ღერძული შემდგენი ყოველთვის მიმართულია ფრენის მიმართულებით.

თუ α სიღრუე ერთვის გამდინარე ნაწილს კომპრესორამდე, სადაც წნევა დაცემულია. ხოლო β სიღრუე — გამდინარე ნაწილს კომპრესორის იქით. სადაც წნევა აწეულია, მაშინ P_3 ღერძულმა ძალამ, რომელიც გადაეცემა მისაბრჯენ საკისარს, შეიძლება მიიღწიოს ძლიერ დიდ სიდიდეს (წვევის 1000%-მდე). ამიტომ α და β სიღრუეები იზოლირებულია გამდინარე ნაწილისაგან ლაბირინთებით. ამალღებული წნევის მქონე ჰაერი α სიღრუეს გადაეცემა კომპრესორის ერთ-ერთი შუალედური საფეხურიდან. β სიღრუეში სავაერო ლაბირინთის (1), (3) ლაბირინთისა და ვიკლერის (2) საშუალებით დაცულია 0,15—0,18 მმ/მ² [1,5—1,8 კგ/სმ²] თანაბარი წნევა. ამით ხერხდება P_3 სიდიდის დაწევა 200—300% წვევის ტოლ მნიშვნელობამდე.

საბრჯენი საკისრის განტვირთვა მიიღწევა აგრეთვე კომპრესორის როტორისა და ტურბინის როტორის ღერძული კავშირით. რადგანაც ღერძული დატვირთვები მათზე მოქმედებენ საწინააღმდეგო მიმართუ-

ლებით. ამიტომ საბრჯენი საკისარი თავისთავზე ლებულობს ძალებს სხვაობას.

ძრავას სხვადასხვა ელემენტზე მოქმედი ღერძული ძალების აღგებ-რული შეჯამება გვიჩვენებს, რომ ეს ძალები მხოლოდ ნაწილობრივა-დაა გაწონასწორებული. ამ ძალების ტოლქმედი წვევის ძალის ტოლია და იგი გადაეცემა თვითმფრინავთან ძრავას დამაგრების კვანძებს.

4.73 ნახაზზე ნაჩვენებია იმ ღერძული ძალების ბალანსი, რომლე-ბიც მოქმედებენ ცენტრიდანულკომპრესორიან ტრძ-ს კვანძებზე. ძა-ლების სილიდე მოცემულია პროცენტობით ძრავას წვევის ძალის სილი-დისაგან.

შევაჯამოთ ძრავას კვანძებზე მოქმედი ღერძული ძალები:

1. კომპრესორის კორპუსი	+ 56950	6	[+ 5695 კბ]	ან	211	%
2. წვის კამერა	+ 25450	6	[+ 2545 კბ]		94	%.
3. ვენტილატორის კორპუსი	+ 1940	6	[+ 194 კბ]		7	%.
4. საკისრის კორპუსი	+ 3180	6	[+ 318 კბ]		12	%.
5. შიგა კონუსი	+ 1280	6	[+ 128 კბ]		5	%.

სულ ღერძული ძალა, მოქმედი ფრენის მანართულებით. ტოლია + 88800 ნ [+ 8880 კბ] ან 329 %.

1. საქშენი აპარატი	- 39000	6	[- 3900 კბ]	ან	145	%.
2. ტურბინის როტორი	- 12420	6	[- 1242 კბ]		46	%.
3. გამომბოლქვი მილი	- 7300	6	[- 730 კბ]		27	%.
4. რეაქტიული საქშენი	- 3080	6	[- 308 კბ]		11	%.

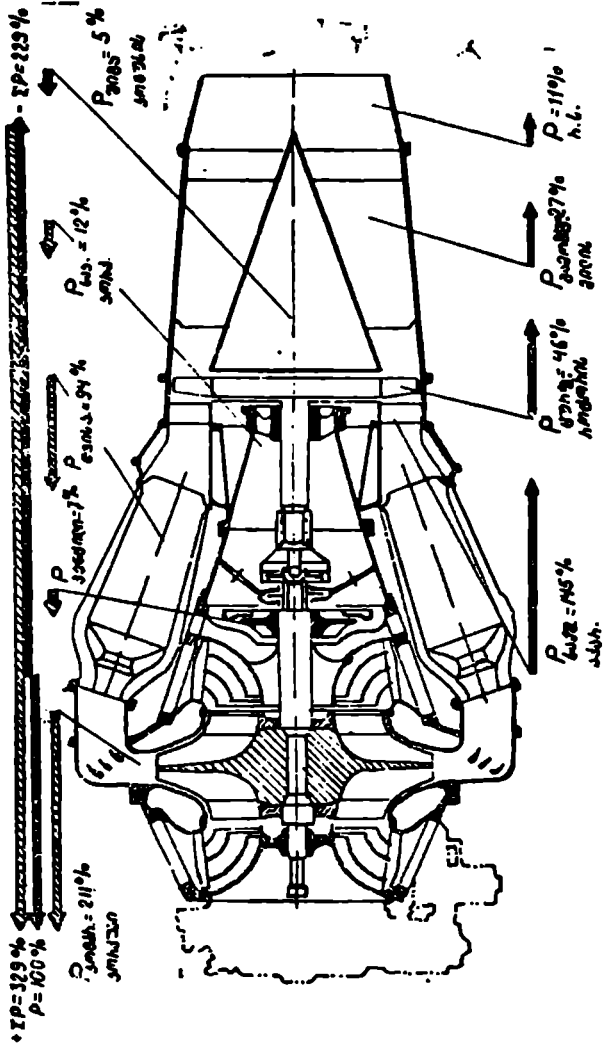
სულ ღერძული ძალა, მოქმედი ფრენის საწინააღმდეგოდ. ტოლია - 61800 ნ [- 6 180 კბ] ან 229 %.

მაშასადამე. წვევის ძალა $P = 88800 - 61800 = 27000$ ნ [2700 კბ] ან 100 %.

ღერძულკომპრესორიანი ტრძ-ს კვანძებზე მოქმედი ღერძული ძა-ლების ბალანსი გამოსახულია 4.74 ნახაზზე.

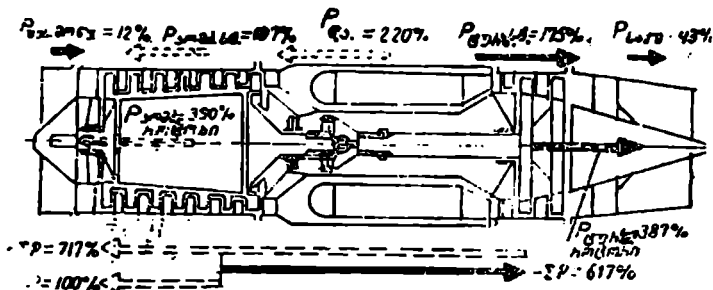
აირული ძალების რადიალური შემდგენები როტორის საყრდენება და თვითმფრინავთან დამაგრების კვანძებს, არ გადაეცემა. მაგრამ ისინი ტვირთავენ ძრავას ელემენტების კონსტრუქციებს. როცა აირული ნაკადი ძრავადან გამოდის ღერძისადმი კუთხით მიმართული (რასაც აღვილი აქვს. მაგალითად, ტხძ-ში, ან ტრძ-ში წვევის დევიაციის გამო-ყენების შეთხვევაში), მაშინ გამომბოლქვავ სისტემაზე მოქმედებს აირული ძალის შემდგენი, რომელიც გადაეცემა თვითმფრინავთან ძრავას დამაგრების კვანძებს.

აირული ძალებიდან მგრეხავი მომენტები წარმოიქმნება ფრთოვა-



ნახ. 4. 73. BK.-1A ძირეას კვანძებზე მოქმედი უკუძეული ძალების ბალანსი.

ნებზე. უძრავი მიმმართველი აპარატისა და ცენტრიდანული კომპრესორის დიფუზორის ნიჩბებზე. მილყელებზე, რომლებიც წვის კამერასთან აერთებენ კომპრესორს, მიმმართველ და გამასწორებელ აპარატებზე, ღერძული კომპრესორების მუშა ნიჩბებზე, აირული ტურბინების საქშენისა და მუშა ნიჩბებზე, რეაქტიული საქშენის დგარებზე.



ნახ. 4. 74. AM-3 ძრავას კვანძებზე მოქმედი ღერძული ძალების ბალანსი.

$M_{სტ}$ მომენტი, რომელიც მოქმედებს ღერძული კომპრესორის სტატორის გამასწორებელ აპარატებზე და $M_{ტ}$ მომენტი, რომელიც მოქმედებს ღერძული კომპრესორის როტორის მუშა ნიჩბებზე. ტოლია და მიმართულია ურთიერთსაწინააღმდეგოდ:

$$M_{სტ} = -M_{ტ}$$

ტურბინის როტორის $M_{ტ}$ მომენტი მთლიანად გაწონასწორებულია ტურბინის საქშენი აპარატის $M_{ს.ა}$ მომენტისა და რეაქტიული საქშენის დგარების $M_{რ.ს}$ მომენტის მოქმედებით:

$$M_{ს.ა} + M_{რ.ს} = -M_{ტ}$$

რადგან $M_{ტ} = -M_{ს}$, მაშასადამე:

$$-(M_{ს.ა} + M_{რ.ს}) = M_{სტ}$$

ამრიგად, კომპრესორისა და ტურბინის კორპუსები ერთმანეთთან და სხვა ელემენტებთან რომ არ ყოფილიყვნენ დამაგრებული, მაშინ ისინი ბრუნვას სხვადასხვა მიმართულებით დაიწყებდნენ. მაგრამ, რადგანაც კორპუსები დაკავშირებულია, ამიტომ მაფი შემაერთებული ძრავას კორპუსის ძალურ დეტალებში წარმოიქმნება გრეხის ძაბვები.

ინერციის ძალები და მომენტები

ძრავას მუშაობის დროს დედამიწაზე ან დამყარებული სწორხაზოვანი ფრენის შემთხვევაში ძირითადი ინერციული დატვირთვებია როტორის ცენტრიდანული ძალები. ეს ძალები აღწევენ ძლიერ დიდ სიდიდეს. მაგალითად, ტურბინის ერთი ნიჩბის ცენტრიდანული ძალა თვალზე 50 და მეტი ნიჩბის არსებობის დროს 120—160 კნ-ს (12—16 ტ) აღწევს.

იდეალურად გაწონასწორებულ როტორში ეს ცენტრიდანული ძალები იწვევენ ძაბვებს მხოლოდ თვით როტორის კონსტრუქციაში, მაგრამ, რადგან რეალურ როტორს აქვს ნარჩენი გაუწონასწორებლობა (მას ეწოდება დისბალანსი), ამიტომ ამ დროს წარმოქმნილია ძალებმა შეიძლება გამოიწვიონ ძრავას სახიფათო ვიბრაცია.

თვითმფრინავის მიერ ევოლუციების შესრულებისას, აფრენისა და დაჯდომის დროს, ე. ი. მაშინ, როცა ძრავა განიცდის აჩქარებას, წარმოიქმნება ინერციული გადატვირთვები.

ინერციის მაქსიმალური ძალები განისაზღვრება შემდეგი განტოლებით:

$$P_j = m \cdot n_{max}^2$$

სადაც m არის დეტალის ან კვანძის მასა.

n_{max}^2 — მაქსიმალური საექსპლოატაციო გადატვირთვის კოეფიციენტი.

მაქსიმალური საექსპლოატაციო გადატვირთვის კოეფიციენტი წარმოადგენს თვითმფრინავის ევოლუციის დროს მოქმედი ძალის ფარდობას სიმძიმის ძალასთან (წონასთან).

კოეფიციენტის სიღადე მოცემულია თვითმფრინავის ევოლუციისა და ტიპის მიხედვით შედგენილი სიმტკიცის ნორმებით. მაგალითად, გადატვირთვის კოეფიციენტს მაქსიმალური მნიშვნელობა აქვს თვითმფრინავის გამოსვლისას პიკირებიდან, როცა ძრავა მუშაობს მაქსიმალური რეჟიმით. სამანევრო თვითმფრინავებისათვის ამ შემთხვევაში $n_{max}^2 = 8—10$.

ინერციის ძალა მიმართულია იმ ტრაექტორიის სიმრუდის რადიუსის მიმართულებით, რომელსაც ევოლუციის დროს შემოხაზავს თვითმფრინავი.

ინერციის ძალების გარდა, ევოლუციის შესრულების დროს ძრავას როტორზე მოქმედებს გიროსკოპიული მომენტი. მისი სიდიდე გამოითვლება შემდეგი განტოლებით:

$$M_g = J\Omega\omega \sin\alpha,$$

სადაც J არის როტორის ინერციის მასობრივი პოლარული მომენტი
 ზისი ბრუნვის ღერძის მიმართ;

ა — როტორის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე;

მ — თვითმფრინავის შემობრუნების კუთხური სიჩქარე ევოლუ-
 ციის დროს;

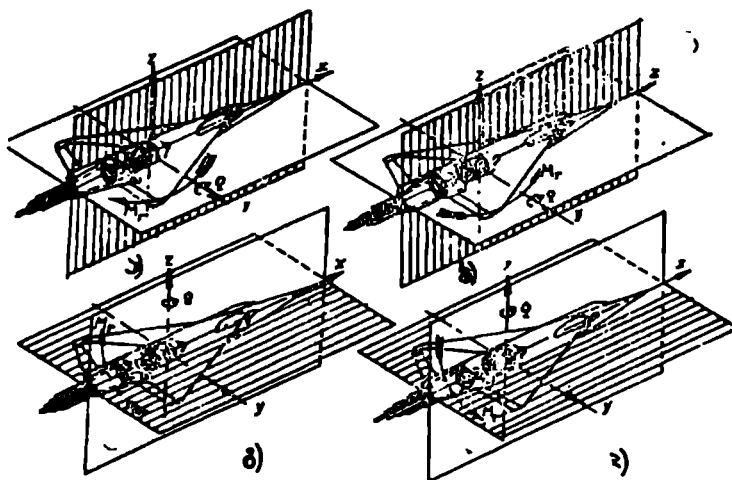
ა — კუთხე α და β ვექტორებს შორის.

ყველაზე უფრო სახიფათოა შემთხვევა, როცა $\alpha = \frac{\pi}{2}$. ამ შემთხვე-
 ვაში გიროსკოპიული მომენტი მაქსიმალურია.

სიმტკიცის ნორმების თანახმად, თვითმფრინავის შემობრუნების
 კუთხურ სიჩქარეს განსაზღვრავენ შემდეგი ფორმულით:

$$\Omega = 2.7 \sqrt{\frac{n^2 \max}{p}}$$

სადაც p არის თვითმფრინავის ფრთის კვადრატულ მეტრზე მოსული
 დატვირთვა.



ნახ. 4. 75. გიროსკოპიული მომენტის მოქმედების მიმართულების
 ზოგიერთი შემთხვევა.

მაქსიმალური გიროსკოპიული მომენტი მიმართულია იმგვარად, რომ
 ის ცდილობს როტორის ბრუნვის α კუთხური სიჩქარის ვექტორის შე-
 მობრუნებას თვითმფრინავის შემობრუნების β კუთხური სიჩქარის
 ვექტორის პხარეს (ნახ. 4.75). ასე, მაგალითად, თუ ძრავას როტორი
 ჰრუნავს მარცხნივ, მაშინ თვითმფრინავის პიკირებაში გადასვლისას

აქ გიროსკოპიული მომენტი თვითმფრინავს შემობრუნებს მარჯვნივ (ა). ხოლო თვითმფრინავის მარცხნივ შემობრუნებისას შეყავს იგი პიკირებაში (გ); თუ ძრავას როტორი ბრუნავს მარჯვნივ, მაშინ თვითმფრინავის პიკირებაში გადასვლისას აქ გიროსკოპიული მომენტი თვითმფრინავს შემობრუნებს მარცხნივ (ბ). ხოლო თვითმფრინავის შემობრუნებისას მარცხნივ იგი შეყავს კაბრირებაში (დ).

§ 2. ძრავების ძალური სისტემები

როგორც ზემოთ იყო ნაჩვენები, აირტურბინული ძრავას მუშაობის დროს კვანძებსა და დეტალებზე მოქმედებენ სხვადასხვა ხასიათის ძალები და მომენტები. ძრავას ნორმალური მუშაობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა მის კონსტრუქციაში ისეთი სპეციალური ძალური დეტალების არსებობა. რომლებსაც შეუძლიათ ძალებისა და მომენტების ათვისება და ნაწილობრივ მათი გაწონასწორება ძრავას შიგნით. ხოლო გაუწონასწორებლად დარჩენილი ძალებისა და მომენტების გადაცემა თვითმფრინავისათვის. ამ ამოცანას ასრულებს ძრავას რიგი ძალური ელემენტები, რომლებიც შეადგენენ მის ძალურ სისტემას.

ამრიგად, ძრავას ძალური სისტემა განკუთვნილია ძრავას ძირითად ელემენტებზე მოქმედი დატვირთვის ასათვისებლად და გაუწონასწორებელი დატვირთვების გადასაცემად თვითმფრინავთან ძრავას დამაგრების კვანძებზე.

ძრავას ძალურ სისტემას უნდა ჰქონდეს საკმაო სიხისტე. ეს ნიშნავს რომ ძალური დეტალების ფორმა და მათი ურთიერთგანლაგება არ უნდა იცვლებოდეს ძალებისა და მომენტების მოქმედებით.

უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს აგრეთვე სხვადასხვა ტემპერატურამდე გახურებული ძალური სისტემის დეტალების ტემპერატურული დეფორმაციების თავისუფლება. ეს ხელს უწყობს ტემპერატურული ძაბვების შემცირებას.

დაბოლოს, ძრავას ძალური სისტემა უნდა გამოირჩეოდეს კონსტრუქციის სიმარტივით.

ძრავას ძალური სისტემა შედგება როტორისა და კორპუსის ძალური სისტემებისაგან.

კორპუსის ძალურ სისტემაში შედის კომპრესორის შესასვლელი მოწყობილობის, წვის კამერების ტურბინების გამომბოლქვი მოწყობილობებისა და საკისრების კორპუსები.

ტრძ-ს როტორის ძალურ სისტემაში შედის ძრავას როტორი. იგი შედგება კომპრესორისა და ტურბინის როტორებისაგან. ისინი შეერთებული არიან ქუროთი.

ძრავას როტორი შეიძლება იყოს ერთლილვიანი და ორლილვიანი. ერთლილვიანი როტორები გამოიყენება ერთკასკადიანი კომპრესორების მქონე ტრძ-სა და ტბძ-ში, რომლებშიც ერთი ტურბინა ამოძრავებს კომპრესორსაც და საჰაერო ხრახნსაც.

ორლილვიანი როტორები გამოიყენება ორკასკადიანი კომპრესორის მქონე ტრძ-ში და ტბძ-ში. რომლებშიც კომპრესორი და საჰაერო ხრახნი განცალკევებული ტურბინებით მოძრაობენ.

როტორის სიგრძისა და დეტალების სიხისტის მიხედვით როტორს დგამენ ორ, სამ, ოთხ და მეტ რიცხვ საყრდენებზე. როტორის საყრდენებია გორგოლაჭიანი და ბურთულსაქისრები.

სქემის მიხედვით ერთლილვიან როტორს აქვს ერთი ან ორი მისაბრჯენი საყრდენი-საქისარი. ასეთი საქისარი უზრუნველყოფს როტორის ღერძულ ფიქსაციას, ე. ი. თავის განლაგების ადგილას არ დაუშვებს როტორის ღერძულ გადაადგილებას უძრავი კორპუსის მიმართ. ამით უზრუნველყოფილია ღერძული ღრეჩიას შენარჩუნება მბრუნავ და უძრავ დეტალებს შორის. დანარჩენი საყრდენებით როტორს შეუძლია გადაადგილდეს კორპუსის მიმართ.

როტორების ლილვებს ყველაზე უფრო ხშირად ამზადებენ რამდენიმე ნაწილისაგან. ისინი ერთმანეთთან შეერთებულია ან ლარობებით, ან შემაერთებელი ქუროებით. ლილვების დასამზადებელ მასალად იყენებენ 18XHBA, 40XHMA, ЭИ395 ფოლადებს.

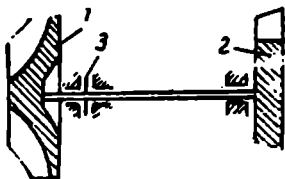
კომპრესორის და ტურბინის ლილვების შეერთება შეიძლება იყოს ხისტი და მოძრავი. ხისტი შეერთების დროს კომპრესორსა და ტურბინას აქვთ საერთო ლილვი. მოძრავი შეერთება ყველაზე უფრო ხშირად ხორციელდება შემაერთებელი ქუროს საშუალებით.

ორსაყრდენიანი როტორი გამოიყენება უმთავრესად ერთჯერადა მოქმედების ძრავებსა და ტურბოსტარტერებში. 4.76 ნახაზზე ნაჩვენებია ორსაყრდენიანი როტორის ერთ-ერთი სქემა. ამ სქემაში კომპრესორი (1) და ტურბინა (2) კონსოლურად მდებარეობენ. როტორის ღერძული ფიქსაცია ხორციელდება მისაბრჯენ-საყრდენი საქისრით (3). ასეთი სქემით შესრულებულია მთელი რიგი ტურბოსტარტერების როტორები.

როტორების ხისტად შეერთების ღირსებაა კონსტრუქციის სიმარტივე და სიმარტივე, ნაკლი კი — თანაღერძობის მიღწევის სიძნელე. თანაღერძობის დარღვევა მონტაჟის ან მუშაობის დროს მნიშვნელოვნად აუარესებს საქისრების მუშაობის პირობებს.

ყველაზე უფრო ფართოდ გამოიყენება სამსაყრდენიანი როტორები. უფრო ხშირად მათ აკეთებენ ღარობიანი ქუროს საშუალებით ტურბინისა და კომპრესორის ლილვების მოძრავი შეერთებით.

ერთ-ერთი ასეთი როტორის — BK—1A ძრავას როტორის სქემა გამოსახულია 4.77 ნახაზზე. ძრავას როტორი შედგება ცენტრიდანული კომპრესორის თელისა (3) და ერთსაფეხურიანი აირული ტურბინის თელისაგან (10). კომპრესორის ლილვები (2 და 4) და ტურბინას ლილვი (8) შეერთებულია ერთმანეთთან ღარობიანი ქუროს (7) საშუალებით. როტორის ღერძული ძაღვის ათვისება ხდება შუა რადიალურ-საბრჭენი საკისრით (6). კომპრესორის უკანა ლილვის ღარობებზე დამონტაჟებულია ვენტილატორის (5) ფრთოვანა.



ნახ. 4. 76. ორსაყრდენიანი როტორის სქემა.
1 — კომპრესორი, 2 — ტურბინა, 3 — საბრჭენი საყრდენი საკისარი.

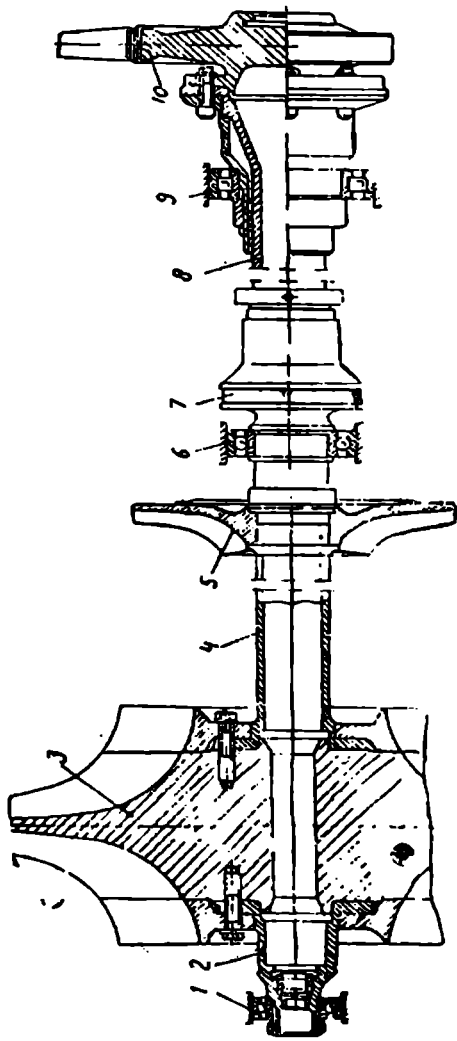
განსაილულ როტორში კომპრესორი და ტურბინა ერთდება იმ ღარობიანი ქუროს საშუალებით, რომელსაც შეუძლია მგრეხავი მომენტის, რადიალური და ღერძული დატვირთვების გადაცემა (ნახ. 4.78).

ქურო შედგება წამყვანი (4) და ამყოლი ღარობიანი მილისებისაგან (3). მილისების მოკლე ღარობები მგრეხავ მომენტს ტურბინიდან გადასცემენ კომპრესორს. წამყვანი მილისი ტურბინის ლილვზე (9) ფიქსირდება საჩერებელი რგოლისა (8) და ფიქსატორის (7) საშუალებით. ამყოლი მილისი (3) გარე მართკუთხა ღარობებისა და მომჭიმავი ღრუ ქანჭიკების (2) საშუალებით ხისტადაა შეერთებული კომპრესორის ლილვთან (1).

წამყვანი და ამყოლი მილისების ურთიერთმდებარეობა ფიქსირებულია სამი საჩერით (5). საჩერების წაგრძელებული ბოლოები შედიან წამყვანი მილისის ამონაღებში, რითაც ღარობიანი შეერთებისათვის უზრუნველყოფენ ერთნაირ მდებარეობას.

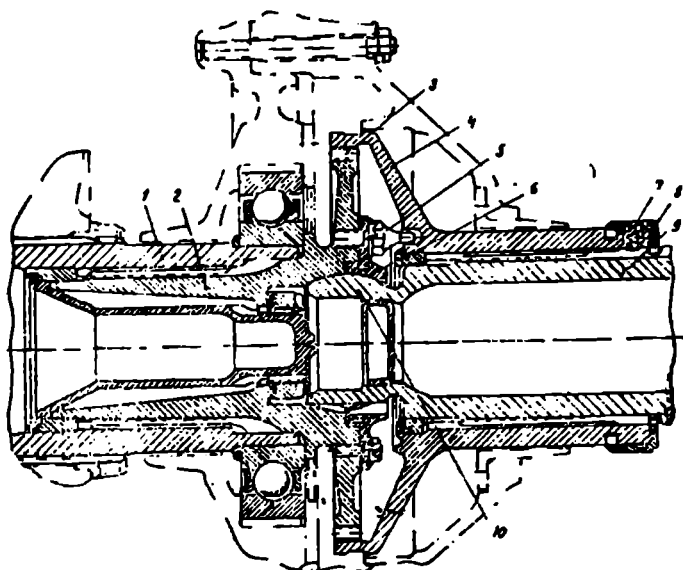
ღერძული და რადიალური დატვირთვები გადაეცემა სფერული საყრდენი ქუროთი. იგი შედგება სამკილოიანი ტურბინის ლილვის სფერული (10) ბოლოვანისა და შიგა სფეროსაგან, რომელიც შექმნილია ამყოლი ღარობიანი მილისით და სფერული საყრდენის სახურავით (6). რომელსაც აგრეთვე აქვს სამი კილო.

სამსაყრდენიანი როტორები გამოირჩევიან კონსტრუქციის კომ-



ნახ. 4. 77. სამსაყრდენიანი ბოტორი.
 1 — წინა საყრდენი, 2 — კომპრესორის წინა ლოლე, 3 — კომპრესორის მუშა თვალი, 4 — კომპრესორია
 უკანა ლოლე, 5 — ვენტოლატორის ფრთოვანი, 6 — შუა საყრდენი, 7 — დარბიანი ქერი, 8 — ტურბინის
 ლოლე, 9 — უკანა საყრდენი, 10 — ტურბინის მუშა თვალი.

ნაქტურობით. ასეთი კონსტრუქციის ღირსებაა აგრეთვე კომპრესორის ლილვის მიმართ ტურბინის ლილვის გადახრის დაშვების შესაძლებლობა.



ნახ. 4. 78. BK—1A ძრავას ღარობიანი ქურო.

- 1 — კომპრესორის ლილვი, 2 — ღრუ ქანქიტი. 3 — ამოლი მილისი, 4 — წამყვანი მილისი, 5 — საჩერი, 6 — სფერული საყრდენის სახურავი. 7 — ფოქსატორი, 8 — საჩერი რგოლი, 9 — ტურბინის ლილვი, 10 — ბოლოვანა.

4. 79 ნახაზზე ნაჩვენებია ორსაყრდენიანი როტორის სქემები. სქემაზე (ა) მგრეხავი მომენტი გადაეცემა შუალედური ლილვის (3) (ღარობიანი ქუროს) მეშვეობით. ღერძული ძალები გადაეცემათიან ძალური შტანგის (2) საშუალებით. ეს სქემა საჭიროებს ერთ: საბრჯენ-საყრდენ საკისარს (1) და სამ საყრდენს.

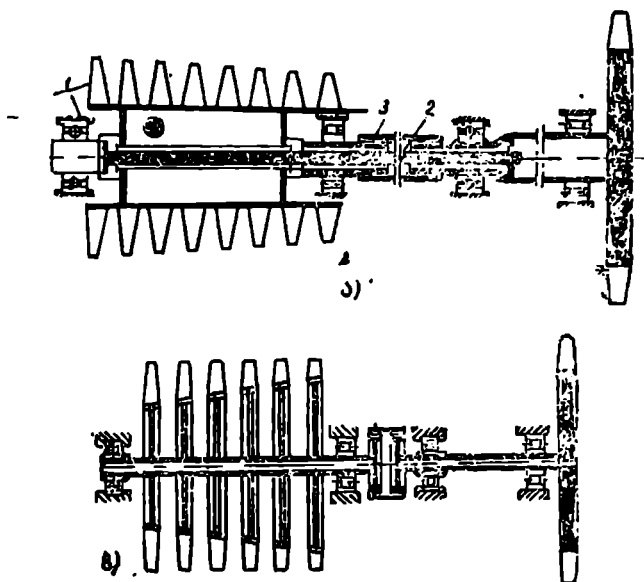
(ბ) სქემაში არ არის ღერძული კავშირი კომპრესორსა და ტურბინის როტორებს შორის. ღერძული ძალების ასათვისებლად კომპრესორს და ტურბინას აქვთ ცალკეული საკისრები. რადგან სქემაში არ არის ღერძული კავშირი კომპრესორსა და ტურბინას შორის, ამიტომ არ ხდება ტურბინის ღერძული ძალვით კომპრესორის ღერძული ძალვის კომპენსირება. საბრჯენ-საყრდენმა საკისრებმა უნდა აითვისონ დიდი დატვირთვები და ამიტომაც გამოირჩევიან კონსტრუქციის დიდი სართულით. მაგალითად, ძრავებზე, რომელთა როტორებიც შესრულებუ-

ლი იყო (ბ) სქემის მიხედვით, იდგმებოდა სამრიგი საყრდენ-მისაბრჯენი ბურთულ-საკისარი.

ასეთ როტორიანი ძრავები ნაკლებად გამოიყენება, რადგანაც მათი როტორები მძიმეა.

პრაქტულსაყრდენიანი როტორები გამოიყენება ორლივიან ტრძ-სა და ტხძ-ში.

ძალურსისტემიანი ძრავების გასაცნობად განვიხილოთ რამდენიმე მახასიათებელი სისტემა.



ნახ. 4. 79. ორსაყრდენიანი როტორის სქემები.
1 — საბრჯენ-საყრდენი საკისარი, 2 — ძალური შტანგი,
3 — შეუღებელი ლილევი.

საკისრების კორპუსებთან კომპრესორისა და ტურბინის კორპუსების შეერთების მიხედვით შეიძლება ძრავების ძალური სისტემები დავყოთ რამდენიმე ტიპად.

ტურბორეაქტიული ძრავას ძალური სისტემის სქემა ნაჩვენებია 4.80 ნახაზზე. ამ სისტემაში კომპრესორის და ტურბინის კორპუსებსა და საკისრების კორპუსებს შორის არსებობს ორმაგი ძალური კავშირი.

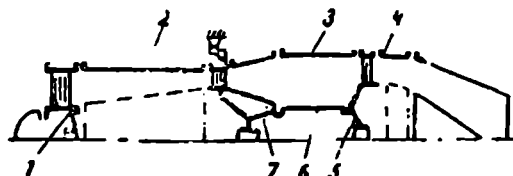
შინაგანი კავშირი უზრუნველყოფილია შუა საკისრის (7) (კომპრესორის უკანა საკისრის), ტრანსმისისა (6) და უკანა საკისრის (5) (ტურ-

ბინის საკისრის) კორპუსებით. გარეგანი კავშირი შესრულებულია შუა საკისრის კორპუსისა და წვის კამერის კორპუსის (3) საშუალებით. ორივე ძალური კონტური დაკავშირებულია ერთმანეთთან ორ კვეთში კორპუსების რადიალური ელემენტებით. რადიალური ელემენტების როლს ასრულებენ კომპრესორის გამასწორებელი აპარატის ნიჩბები და ტურბინის საქშენი აპარატის ძალური ჩარჩოს სპეციალური დგარები.

ამგვარი სისტემა საკმაოდ ფართოდ გავრცელებულია თანამედროვე ტრბ-ში. კერძოდ, იგი გამოყენებულია AM-3, სამამულო წარმოების ძალურ კორპუსში.

მონტაჟისა და დემონტაჟის დროს ლილვების შემაერთებელ ჭეხოსთან ძნელად მიდგომა ხსენებული სისტემის ძირითადი ნაკლია.

4.81 ნახაზზე გამოსახული ძალური სისტემის სქემაში კავშირი კომპრესორის კორპუსსა (2) და ტურბინის კორპუსს (5) შორის ხორციელდება წვის კამერის წინა (3) და უკანა (4) გარე კორპუსების საშუალებით.

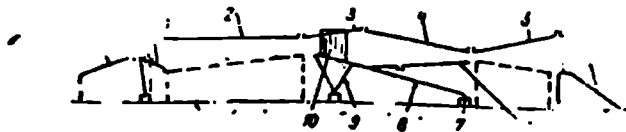


ნახ. 4. 80. ტრბ-ს ძალური სისტემის სქემა.

1 — წინა საკისრის კორპუსი, 2 — კომპრესორის კორპუსი, 3 — წვის კამერის კორპუსი, 4 — ტურბინის კორპუსი, 5 — უკანა საკისრის კორპუსი, 6 — ტრანსმისიის კორპუსი, 7 — შუა საკისრის კორპუსი.

კომპრესორის უკანა საკისრის (9) კორპუსი (როტორის შუა საკისრის) და ტურბინის საკისრის კორპუსი (7) (როტორის უკან საკისრის) ერთმანეთთან ერთ მთლიან ნაწილად შეერთებულია ამ სა-

კისრების კორპუსით (8). კორპუსი (8) დატვირთვებს ლებულობს ძრავას როტორიდან. წვის კამერის შიგა კორპუსით (6) ტურბინის I საფეხურის საქშენი აპარატიდან მასვე გადაეცემა ძაბვები.



ნახ. 4. 81. ტბმ-ს ძალური სისტემა.

1 — რელუქტორი, 2 — კომპრესორის კორპუსი, 3 — წვის კამერის წინა კორპუსი, 4 — წვის კამერის უკანა კორპუსი, 5 — ტურბინის კორპუსი, 6 — წვის კამერის შიგა კორპუსი, 7 — ტურბინის საკისრის კორპუსი, 8 — საკისრების კორპუსი, 9 — კომპრესორის უკანა საკისრის კორპუსი, 10 — რიბოები.

წიბოები (10), რომლებიც აერთებენ წვის კამერის გარე წინა კორპუსს და შუა და უკანა საკისრების (8) კორპუსს, უზრუნველყოფენ ხისტ კავშირს მათ შორის. ძალური სისტემის ასეთი სქემა გამოყენებულია სამამულო წარმოების АИ-20А ტხძ-ში.

§ 8. თვითმფრინავზე ძრავას დამაგრება

თვითმფრინავზე არსებულ ჩარჩოზე ძრავას ამაგრებენ კვანძებით. ეს კვანძები კონსტრუქციის ძალზე დატვირთული ელემენტებია. ძრავადან მათ თვითმფრინავს უნდა გადასცენ: წვევის ძალა, სიმძიმის ძალა (წონა), ინერციის ძალები, რომლებიც წარმოიქმნებიან თვითმფრინავის აჩქარების დროს; ძალები, გამოწვეულნი როტორის არაწონასწორებულობით, როტორის გიროსკოპიული მომენტი, და აგრეთვე აირული ნაკადის რეაქტიული მომენტი (თუ აირული ნაკადი ძრავას გამოსასვლელთან დაგრეხილია). გარდა ამისა, ტხძ-ის შემთხვევაში დამაგრებული კვანძები გადასცემენ ხრახნის წვევის ძალას, ხრახნის გიროსკოპიულ და რეაქტიულ მომენტებსა და აგრეთვე ძალებს, რომლებიც წარმოქმნილია ხრახნის ფრთების არაწონასწორებულობით.

დამაგრების კვანძები გამოიყენება აგრეთვე ძრავას ჩამოსაკიდებლად ტრანსპორტირების დროს.

თვითმფრინავზე ძრავას დამაგრების კვანძები მოთავსებულია სიბრტყეში. რომელიც ძრავას სიგრძივი ღერძის პერპენდიკულარულია და გადის რაც შეიძლება სიმძიმის ცენტრთან ახლოს. კვანძების ასეთი განლაგება იძლევა ინერციული ძალებისაგან წარმოქმნილი დატვირთვების შემცირების შესაძლებლობას.

დამაგრების კვანძებს შორის მანძილი უნდა იყოს მცირე. ეს იძლევა თვითმფრინავის ევოლუციის დროს გიროსკოპიული მომენტისაგან წარმოქმნილი რეაქციების სიდიდის შემცირების შესაძლებლობას.

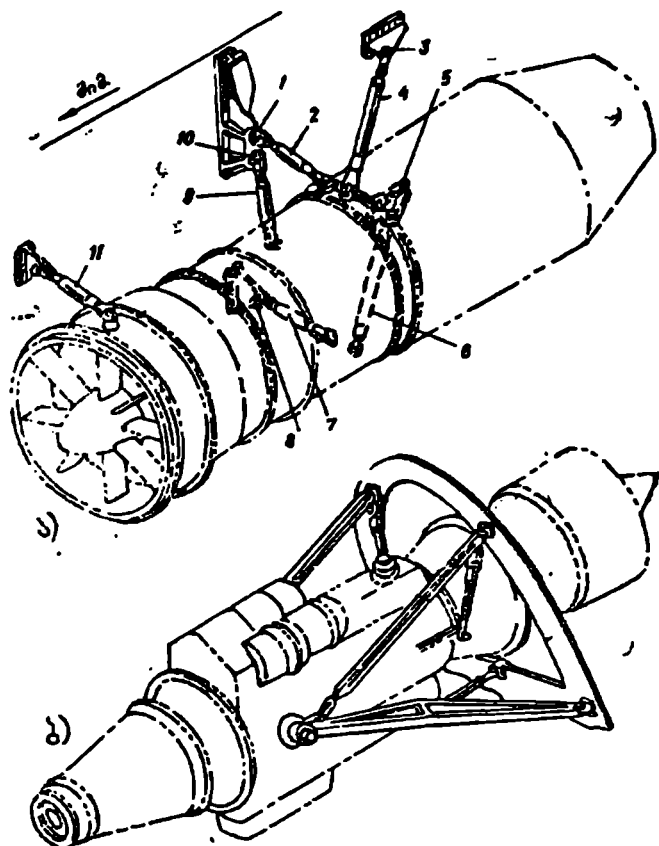
კვანძების განლაგების ადგილას ძრავას კორპუსი უნდა იყოს გაძლიერებული. ამისათვის კონსტრუქციაში გათვალისწინებული უნდა იყოს სიხისტის წიბოები, ნუჟრები, დიაფრაგმები, შიგა ტიხრები.

დამაგრების კვანძების რიცხვი განისაზღვრება ძრავას ზომებით, მისი მდებარეობით თვითმფრინავზე და ძრავას ჩარჩოს კონსტრუქციით.

ტრძ-ში იყენებენ დამაგრებათა 3—4 კვანძს. ორი ძირითადი კვანძი განლაგებულია იმ სიბრტყეში. რომელიც გადის სიმძიმის ცენტრში, ისინი ითვისებენ წვევის ძალასა და სიმძიმის ძალას (წონას), 1—2 დამატებითი კვანძები კი ითვისებენ გადაწებრუნ მომენტებს. გარდა ამისა,

არის კიდევ არანაქლებ სამისა სატაკელაეო საკიდარი. იგი განკუთვნილია ძრავას ტრანსპორტირებისათვის.

ძრავებზე შეიქლება გათვალისწინებული იყოს დამაგრებათა რამდენიმე ვარიანტი. ეს იძლევა იმის შესაძლებლობას, რომ სხვადასხვა



ნახ. 4. 82 თვითმფრინავზე აირტურბინული ძრავების დამაგრების სქემები.
1, 3, 5, 8, 10 — კვანძები, 2, 4, 6, 7, 9, 11 — ქვესაბრჭენები.

თვითმფრინავზე დაიდგას ერთი და იგივე ძრავა. როგორც მაგალითი შეიძლება დაეასახელოთ PД-45 ძრავა. მას აქვს თვითმფრინავზე ჩამოკიდების ხუთი ვარიანტი.

4.82. ა ნახაზზე ნაჩვენებია თვითმფრინავზე ტუბობორეაქტიული ძრავას დამაგრების ერთ-ერთი ვარიანტის სქემა. ძრავას ამაგრებენ ფუზელაჟის კედელზე ფოლადის მილ-ქვესაბრჭენების საშუალებით.

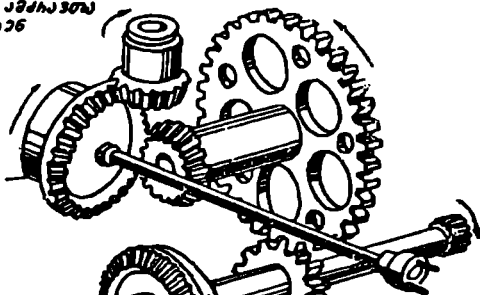
წვეის ძალა აითვისება პორიზონტალური ქვესაბრჯენებით (4,6) და გადაეცემა (3 და 5) კვანძებს. ძრავას სიმძიმის ძალას (წონას) აითვისებს ვერტიკალური ქვესაბრჯენი (9) და გადასცემს კვანძს (10). გვერდითი დატვირთვები (2 და 7) ქვესაბრჯენებით გადაეცემა (1 და 8) კვანძებს; წინა ქვესაბრჯენის (11) საშუალებით ხორციელდება ძრავას ფიქსაცია პორიზონტალურ სიბრტყეში ფუზელაჟის კედლის მიმართ. ტურბოხრახნული ძრავას დამაგრების ერთ-ერთი ვარიანტი ნაჩვენებია 4.82 ნახაზზე.

§ 4. აბრევაბების ამძრავები

თვითმფრინავზე აირტურბინული ძრავას ნორმალური მუშაობა მოითხოვს სხვადასხვაგვარ აგრეგატებს. ისინი შედიან ძრავას სხვადასხვაგვარ სისტემაში: ზეთის სისტემაში, სათბობსაკვებ სისტემაში, ავტომატური რეგულირების სისტემაში, ამუშავებელ სისტემაში და ა. შ. ძრავას მუშაობისათვის საჭირო აგრეგატების რიკსტეს ეკუთვნიან ძირი-

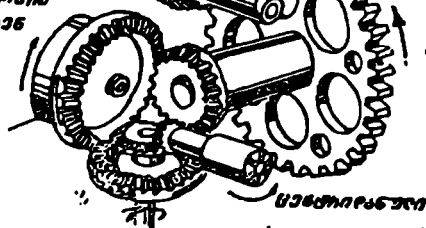
თვითმფრინავების
აგზავსების ამძრავი
პოლომისავე

სათბობის
მუშაოსაკვებ



სათბობის
მუშაოსაკვებ

თვითმფრინავის
მარჯვენა მარჯვენა



სათბობის
მუშაოსაკვებ

ნახ. 4. 83. ცენტრიდანულკომპრესორიანი ტრამ-ს აგრეგატების ამძრავი კინემატიკური სქემა.

თადი დამუშავებისათვის საჭირო სათბობი ტუმბოები, ზეთის ტუმბოები, ცენტრიფუგები. ცენტრიდანული სუფლერები, სტარტერები, საპაერო ხრახნების რედუქტორები (ВИШ) და ა. შ.

აღნიშნული აგრეგატები მუშაობისათვის საჭიროებენ იმ სიმძლავრეს, რომელიც როტორიდან გადაეცემა ძრავას.

მუშაობისათვის სიმძლავრეს საჭიროებენ აგრეთვე თვითმფრინავის ისეთი აგრეგატები, რომელთა რიცხვს ეკუთვნის მულმივი და ცვლადი დენის გენერატორები, ჰიდროტუმბოები, ვაკუუმ-ტუმბოები, მაღალი წნევის კომპრესორები.

ძრავას აგრეგატები მოთავსებულია უშუალოდ ძრავაზე, ე. წ. ამძრავთა კოლოფებში. თვითმფრინავის აგრეგატები მდებარეობენ ან გამოტანილ კოლოფებში (თვითმფრინავის აგრეგატების კოლოფებში), რომლებსაც ამოძრავებს ძრავა. ან უშუალოდ ძრავაზე. ჩვეულებრივ, ძრავებს აქვთ ამძრავთა რამდენიმე კოლოფი.

ძრავას გარეთ აგრეგატების მოთავსება უზრუნველყოფს მათთან ადვილად მიდგომას და ამარტივებს გაცივების სისტემას. ამიტომ უფრო ხშირად აგრეგატებს ათავსებენ ძრავას გარეთ. ძრავას შიგნით უმთავრესად ათავსებენ ზეთის ტუმბოებსა და ცენტრიფუგებს.

აგრეგატების ამძრავთა კინემატიკური სქემები

ტრძ-ში აგრეგატების აძვრა ხდება ძრავას როტორიდან, ტხძ-ში კი აგრეგატების აძვრა შეიძლება მოხდეს საპაერო ხრახნის რედუქტორიდანაც.

4.83 ნახაზზე ნაჩვენებია ცენტრიდანულკომპრესორიანი ძრავას (BK—1A) აგრეგატთა ამძრავების კინემატიკური სქემა. ძრავას ამძრავთა კოლოფის კონსტრუქციული შესრულება ჩანს 4.84 ნახაზიდან.

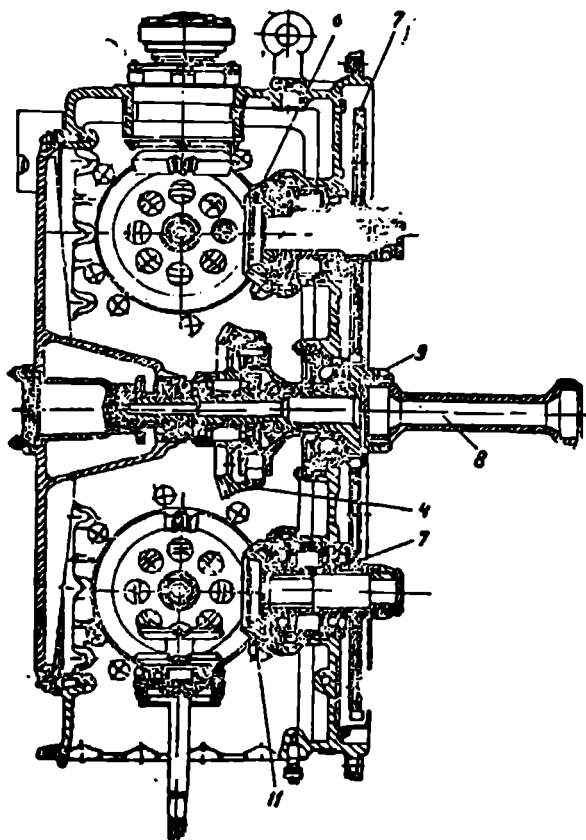
ბრუნვა ძრავას როტორიდან შუალედური ღარობიანი რესორით (8) გადაეცემა ამძრავთა კოლოფის წამყვან ცილინდრულ კბილანას (9). ცილინდრული კბილანას ლილვაკზე დაყენებული კონუსური კბილანა (4) და კბილანა (10) ბრუნვას სტარტერიდან გადასცემენ ძრავას როტორს.

წამყვანი ცილინდრული კბილანა (9) მოდებულია ორ ცილინდრულ კბილანასთან (7). ზედა კბილანა წამოგებულია კონუსური კბილანას (2) ბოლოვანაზე და კონუსური კბილანათი (3) ბრუნვას გადასცემს ზედა სათბობ ტუმბოს, ხოლო იქიდან — თვითმფრინავების აგრეგატ-

ბის ამძრავთა კოლოფს, რესორით (5) ბრუნვა გადაეცემა ტაქომეტრის
გადამწოდს (გენერატორს). •

ქვედა ცილინდრული კბილანადან ორი კონუსური კბილანათი (11
და 3) ხდება ქვედა სათბობი ტუმბოს ამოძრავება.

კბილანასთან (3) მოღებაშია ორმაგი ვერტიკალური კონუსური
კბილანა (1). ამ კბილანას ქვედა გვირგვინისაგან აიძვრება ზეთის ტუმ-
ბოების ბლოკი, ზედასაგან — ცენტრიდანული ჰაერგამყოფი.



ნახ. 4. 84. BK—1A ძრავას ამძრავთა კოლოფი.

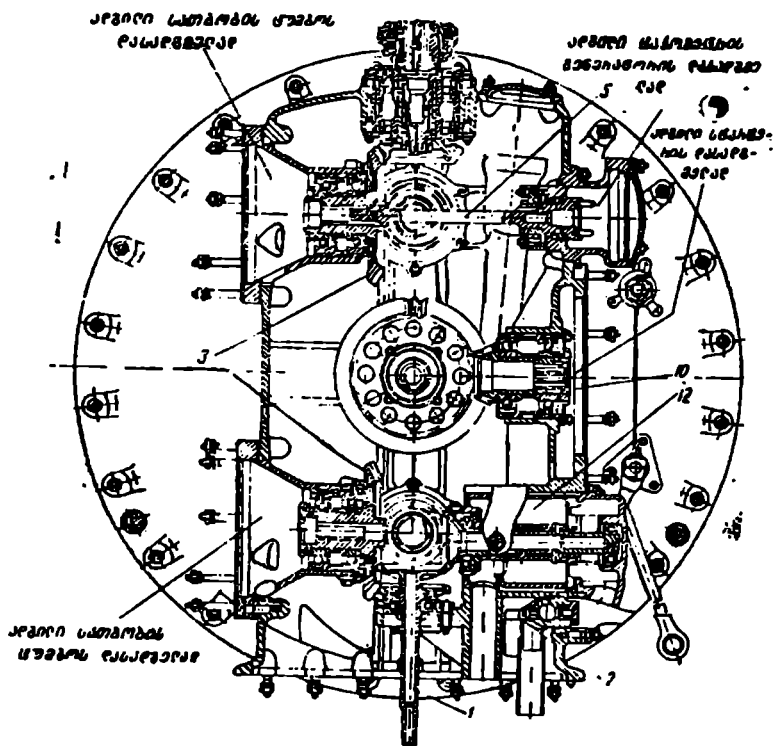
1 — ზეთის ტუმბოსა და ცენტრიფუგის ამძრავის კბილანა, 2 — ცენტრიფუგის
ტაქომეტრის გენერატორის რესორი, 6 — წამყვანი ზედა კონუსური კბილანა.
ყვანი ცილინდრული კბილანა, 10 — სტარტერის კბილანა, 11 — წამყვანი კონუსური

ღერძულკომპრესორიან ძრავაზე აგრეგატებისაკენ გადაცემათა კი-
ნემატიკური სქემა გამოსახულია 4.85 ნახაზზე.

ძრავას მუშაობის დროს როტორიდან ბრუნვა კომპრესორის როტორის წინა პოჭოჭიკით გადაეცემა შემაერთებელ ქუროს. კბილანების (1 და 2) საშუალებით მოძრაობს ცენტრიდანული სუფლერი.

კბილანა (1) დადგმულია კომპრესორის წინა კორპუსის ცხვირის წამყვანი ლილვაკის (5) ღარობებზე. ცხვირი ცენტრალური გადამცემა. მისი საშუალებით აიძვრება აგრეგატების კოლოფი, ზეთის ამომტუმბავი ტუმბო და ცენტრიდანული სუფლერი.

ცხვირის წამყვანი ლილვაკი წარმოადგენს ერთ მთლიანს (3) კბი-

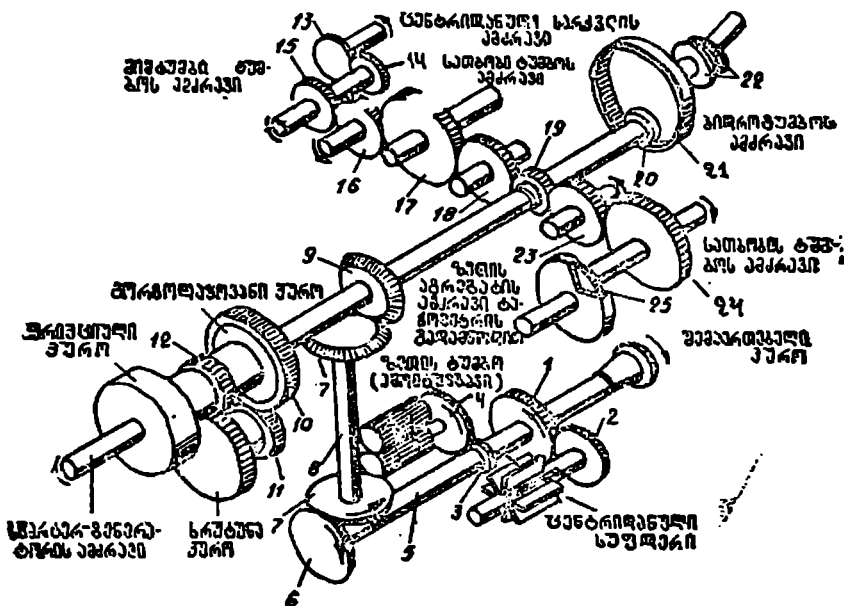


კბილანა, 3 — ამჟოლი კონუსური კბილანა, 4 — სტარტერის ამჟოლი კბილანა, 5 — 7 — ცილინდრული ამჟოლი კბილანები, 8 — ამძრავთა კოლოფის რესორი, 9 — წამკბილანა, 12 — ცენტრიფუგი.

ლანასთან. კბილანა (3) კბილანათი (4) გადაეცემს ბრუნვას ამომტუმბავ ზეთის ტუმბოს. წამყვან ლილვაკზე (5) დაწნებილია კბილანა (6),

რომელიც ორი კონუსური კბილანათი (7) და აგრეგატთა კოლოფის ცენტრალური რესორით (8) გადასცემს ბრუნვას კბილანას (9).

კბილანას (9) ბოლოვანაზე არის ღარობების ორი რიგი: შიგა და გარე. ბოლოვანას შიგა ღარობებით კბილანა (20) კბილანასა (21) და ორი კონუსური კბილანას (22) საშუალებით ჰიდროტუმბოს ამ-



ნახ. 4. 85. ლერძულკომპრესორიანი ტრძ-ს აგრეგატთა ამბრავის კინემატიკური სქემა. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 — კბილანები, 5 — წამყვანი ლილვაკი, 8 — რესორი.

რავს. ბოლოვანას გარე ღარობებზე წამოგებულია კბილანა (19), რომლისგანაც მოძრაობა აგრეგატთა კოლოფს გადაეცემა.

კბილანადან (19) შუალედური კბილანებით (18 და 23) ბრუნვა გადაეცემა სათბობი ტუმბოების ამძრავ კბილანებს (17 და 24). კბილანადან (24) ბრუნვა კბილანათი (25) გადაეცემა ზეთის აგრეგატსა და ტაქომეტრის გადაწვოდს. კბილანადან (17) კბილანების (16 და 15) საშუალებით აიძვრება ცენტრიდანული მიმტუმბი ტუმბო და შემდეგი კბილანების (14 და 13) საშუალებით — ცენტრიდანული სარქველი.

ფრიქციული, ხრტუნა და გორგოლაქიანი ქუროები კბილანებთან (10, 11 და 12) ერთად ქმნიან ორსიჩქარიან ამძრავს. იგი განკუთვნილია მგრეხავი მომენტის გადასაცემად სტარტერიდან ძრავას როტორზე ამუშავების დროს, ხოლო ამუშავების შემდეგ — ძრავადან გენერატორზე.

ზეზეთვის სისტემები და მათი ელემენტები. სუფლირება

აირტურბინულ ძრავებში შეზეთვა საკიროა დეტალების გაცვეთის შესამცირებლად და ხახუნის დროს გამოყოფილი სითბოს არინებისათვის.

აირტურბინულ ძრავებში ზეთავენ ძრავას როტორის საკისრებს, აგრეგატების ამძრავების საკისრებსა და კბილანებს და აგრეთვე ღარბიან ქუროებს. ტურბოხრახნულ ძრავებში, გარდა ამისა, შეიზეთება რედუქტორის დეტალები.

აირტურბინული ძრავას შეზეთვის სისტემაში შეიძლება შედიოდეს შემდეგი ელემენტები: ზეთის ავზი, ზეთის რადიატორი, ზეთის ტუმბოები, ზეთის ფილტრები, ჰაერის გამყოფები (აირგამყოფები), სარედუქციო და ჩამკეტი სარქვლები, ზეთის ფრქვევანები და საკონტროლო ხელსაწყოები.

ისეთი ელემენტების არსებობა, როგორცაა ზეთის ავზი და ზეთის რადიატორი, შეზეთვის სისტემაში არ არის ყოველთვის აუცილებელი.

§ 1. ზეზეთვის სისტემები

4.86 ნახაზზე გამოსახულია PD-9B ტრძ-ს შეზეთვის შეკრული სისტემის სქემა.

შეზეთვის სისტემა შეიცავს ზეთის ავზს (1), რომელიც აღჭურვილია ფილტრითა და ჰაერგამომყოფით, სათბობ-ზეთიან რადიატორს (23) დამკირხნ ტუმბოს (15), ამომტუმბავ ტუმბოს (5, 6, 7 საფეხურებით), ცენტრიდანულ სუფლერს (8), და ცენტრიდანული ტიპის ზეთის ფრქვევანებს.

სისტემაში ზეთი გაივლის შემდეგ გზას.

ზეთის ავზიდან (1) არხის (14) გავლით ზეთი მიდის დამკირხნ ზეთის ტუმბოსთან (15), რომელიც ძრავას ზეთის აგრეგატის ნაწილია. ზეთის აგრეგატის სარედუქციო სარქველი (16) ზეთის მაგისტრალში არსებულ წნევაზე გადამეტებული წნევის დროს ზეთს გადაუშვებს ტუმბოში შესასვლელად. წმინდად გამწმენდი ფილტრის (18) გავლის შემდეგ ზეთი მიემართება ზეთის აგრეგატის სახურავის სიღრუეში. ფილტრის გამოგნესვის შემთხვევაში ზეთი გადის მცველ სარქველში (17) და შედის ძრავას ზეთის მაგისტრალში.

ზეთის აგრეგატიდან ზეთის ძირითადი ნაწილი გაივლის უკუსარ-

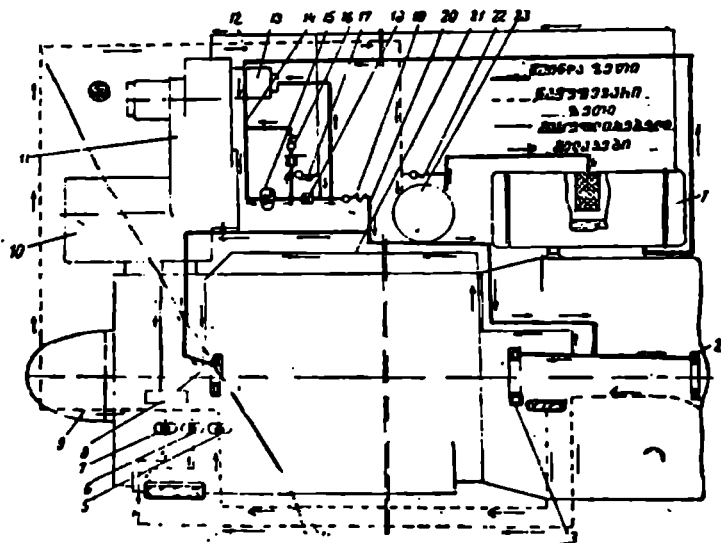
ქველს (19) და (ის ეწინააღმდეგება ზეთის გადინებას ავზიდან მაგისტრალში, როცა არ მუშაობს ძრავა) წნევის მოქმედებით შედის. აგრეგატების კოლოფის ძირითად ზეთის არხში. ზეთის ნაწილი აგრეგატების კოლოფის სახურავის სიღრუიდან მილსადენით შედის ცენტრიდანულ სარქველთან (13) და ელექტრომაგნიტურ ონკანთან.

აგრეგატების კოლოფის ძირითადი ზეთის არხიდან ზეთი მიედინება რამდენიმე მიმართულებით:

ა) სხმული კორპუსების შიგა არხებით აგრეგატების (11) კოლოფისა და ორსიჩქარიანი ამძრავის (10) გასაზეთად;

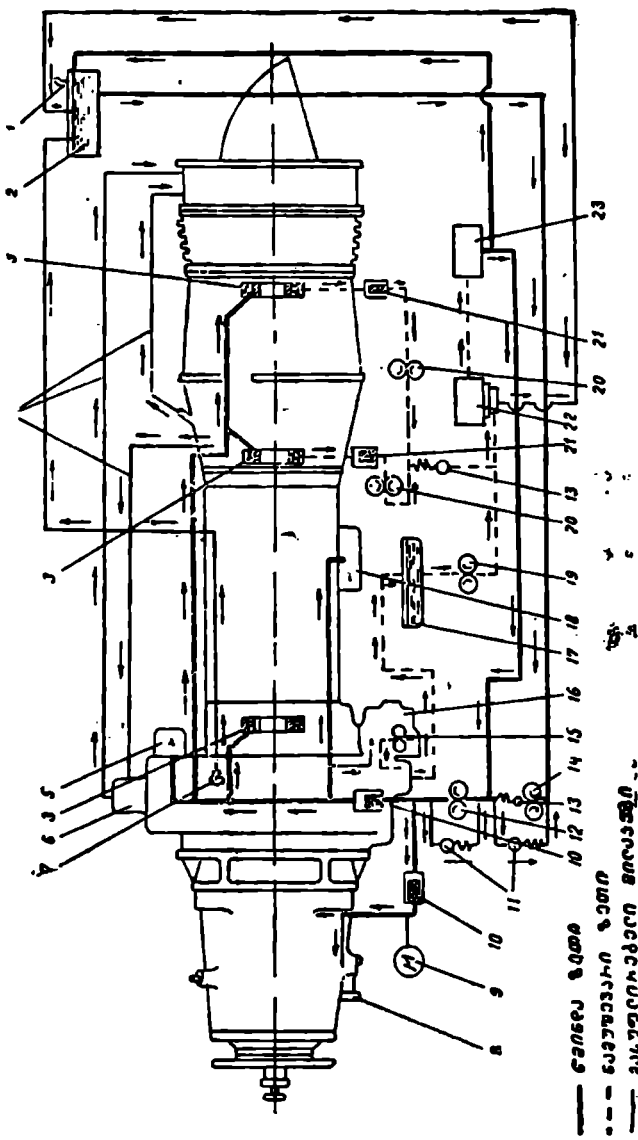
ბ) კომპრესორის წინა კორპუსის ცხვირისა (ცენტრალური გადაცემის) და კომპრესორის წინა საკისრის (4) გასაზეთად;

გ) კომპრესორის უკანა საკისრის (3) და ტურბინის საკისრის (2) გასაზეთად.



ნახ. 4. 86. ტრამ-ს შუბეთვის სისტემის სქემა.

- 1.— ზეთის ავზი, 2 — ტურბინის საკისარი, 3 — კომპრესორის უკანა საკისარი, 4 — კომპრესორის წინა საკისარი, 5, 6, 7 — ამომტუმბავი ზეთის ტუმბოს საფეხურები, 8 — ცენტრიდანული სუფლერი, 9 — მილსადენი, 10 — ორსიჩქარიანი ამძრავი, 11 — აგრეგატთა კოლოფი, 12 — არხი, 13 — ცენტრიდანული სარქველი, 14 — არხი, 15 — მკირხნავი ზეთის ტუმბო, 16 — სარელქციო სარქველი, 17 — მცველი სარქველი, 18 — წმინდად გამწმენდი ფილტრი, 19 — უკუსარქველი, 20 — მილსადენი, 21 — არხი, 22 — სარქველი, 23 — სათბობ-ზეთის რადიატორი.



ნახ. 4. 87. All-20A ტიპის ვუბუთის სისტემის სქემა.

1 — ზუთის ავზის სუფური, 2 — ზუთის ავზი; 3 — საცისრები, 4 — სუფურიების მილუბი, 5 — ბრუნის რეველატორი; 6 — ტენტიდანილი სუფური, 7 — ენტრალური ამპრაჟი, სუფური, 8 — გრუხაი მომენტის საზომის ზუთის ავზი, 9 — მანომტრი ზუთის წნევის გასაზომად, 10 — ზუთის წინადად გამწენდი ფილტრები, 11 — სარულუქსი სარეჟლუბი, 12 — ზუთის ტუმბოს მქირზნავი სექცია, 13 — უუსარკლუბი, 14 — მკეზავი ტუმბო, 15 — ზუთის ამომტუმბავი ტუმბო, 16 — აგრეგატა ამბრაჟების კოლოფი, 17 — ზუთისკარები, 18 — საკომინდენ-სათობი აგრეგატი, 19 და 20 — ტუმბოს ამომტუმბავი სექციები, 21 — ზუთის ხეშუვად გამწენდი ფილტრები, 22 — ჰაერის გამოქვლი, 23 — ჰაერ-ზუთის რადიატორი.

აგრეგატთა კოლოფების, კომპრესორის წინა კორპუსის ცხვირის, ორსიჩქარიანი ამძრავების მბრუნავი დეტალები და კვანძები შეიზეთებულიან წნევის ქვეშ, ცალკეული კბილანები შეიზეთება გაშხეფვით (ბარბოტაჟით). კომპრესორის წინა საკისარი (4) გაიზეთება იმ ზეთით, რომელიც შედის ზეთის ფრქვევანათი.

კომპრესორის საკისრისა (3) და ტურბინის საკისრის (2) შესაზეთად ზეთი აგრეგატთა კოლოფიდან მილსადენით (20) შედის სამკაპთან, იქიდან ზეთი მიედინება ორი მილაკით. მილაკები მთავრდება ზეთის ფრქვევანებით.

დამუშავებული ზეთი კომპრესორის უკანა საკისრიდან (3) და ტურბინის საკისრიდან (2) შეიკრიბება სალექარში და იქიდან ამოიტუმბება ამომტუმბავი ზეთის ტუმბოს (5) და (7) ორი საფეხურით. ზეთი, რომელიც ჩამოიღვრება აგრეგატთა კოლოფიდან, კომპრესორის წინა კორპუსის ცხვირიდან და კომპრესორის წინა საკისრიდან, გადადის კომპრესორის წინა კორპუსის ზეთის სალექარში: აქედან ზეთი ამოიტუმბება ზეთის ამომტუმბავი ტუმბოს (6) საფეხურით.

ამომტუმბავი ტუმბოს სამი საფეხურიდან ზეთი მილსადენით (9) გადავა სათბობ-ზეთის (23) რადიატორში გასაცეცებლად. აქ ზეთი ცივდება რადიატორის მილაკებში გამავალი სათბობის მიერ სითბოს არინებით. რადიატორში გადიდებული ჰიდრავლიკური წინალობის არსებობის დროს სარქველი (22) შესასვლელი სიღრუიდან ზეთს გადაუშვებს გამოსასვლელისაკენ. სათბობ-ზეთის რადიატორში ზეთი არა მარტო ცივდება, არამედ იწმინდება კიდეც და ნაწილობრივ ჰაერიც გამოეყოფა. გაცივებული და გაწმენდილი ზეთი რადიატორის შემდეგ გადადის ზეთის ავზში (1).

ზეთის სისტემაში გათვალისწინებულია საზეთი სიღრუეების სუფლირება ცენტრიდანული სუფლერით (8). კომპრესორის წინა და უკანა საკისრების და ტურბინის საკისრის სიღრუეები არხით (21) დაკავშირებულია სუფლერთან. ზეთის ავზის სიღრუე არხით (12) დაკავშირებულია სუფლერთან. ზეთიდან გამოყოფილ ჰაერს უშვებენ ატმოსფეროში.

აირტურბინულ ძრავებში ზეთის ხარჯი შეადგენს 0,25—1,2 ლ/სთ-ს. ზეთის ეს ნაწილი ლაბირინთული შემჭიდროებით შეევა ძრავას გამდინარე ნაწილში და წაყვება აირებს, ნაწილი კი სუფლირების სისტემით წაიტაცება ატმოსფეროში. გარდა ამისა, ზეთის ნაწილი ამოიწვება და დაიშლება მუშაობის დროს.

ზეთის იმ რაოდენობას, რომელიც უნდა დაატუმბოს ძრავაში დროის ერთეულში, ეწოდება ზეთის დატუმბვა. ეს სიდიდე თანამედროვე ტრძ-ში შეადგენს

0,3—0,5 ლ/წთ-ს (ყოველ 1000 ნ წვეაზე) და ტხმ-ში 15—40 ლ/წთ-ს (ეკვივალენტური სიმძლავრის ყოველ 1000 კვტ-ზე).

АИ-21А ტხმ-ს გაზეთვის სისტემის სქემა გამოსახულია 4.87 ნახაზზე. ეს სისტემა დახურული, მოკლედ შეკრულია. ასეთ სისტემაში ზეთი ცირკულირდება შეკრულ კონტურში, თვითმფრინავის ზეთის ავზისათვის გვერდის ავლით. ავზში მოთავსებული ზეთი განუწყვეტლივ ავსებს დანაკლისს მის სისტემაში ძრავას მუშაობის პროცესში.

შეზეთვა ხორციელდება შემდეგი თანმიმდევრობით. ზეთის ტუმბოს დამპირხნავი სექციიდან (12) ზეთი გაივლის ფილტრში (10), რის შემდეგაც შევა სისტემაში ორი მიმართულებით: ერთით რედუქტორში, მისი დეტალების შესაზეთად, მეორეთი—როტორის საკისრების (3), აგრეგატების და მათი ამძრავების შესაზეთად, და აგრეთვე ჰიდრაულიკური მოქმედების მთელი რიგი აგრეგატების (საპაერო ხრახნის ბრუნთა რეგულატორის საკომანდე-სათბობი აგრეგატისა და სხვ. საკვებად.

დამუშავებული ზეთი თვითმფრინავების აგრეგატების ამძრავების კოლოფიდან გადაიტუმბება ტუმბოთი (15) ზეთსაკრებში (17), რომელიც მოთავსებულია კომპრესორის წინა საკისრის კორპუსის ქვედა ნაწილში. ზეთსაკრებში ზეთი გადაისხმება აგრეთვე რედუქტორიდან. კომპრესორის წინა საკისრიდან და ცენტრალური ამძრავის კოლოფიდან.

ზეთსაკრებიდან ზეთი ამოიტუმბება ზეთის ტუმბოს ამომტუმბავი სექციით (19) და მიემართება ცენტრიდანულ ჰაერგამომყოფში (22). იქვე შედის ის ზეთი, რომელიც ამოტუმბულია ზეთის ტუმბოს ორი სექციით (20). ეს სექციები მოთავსებულია კომპრესორის უკანა საკისრისა და ტურბინის საკისრის სიღრუეებში.

ჰაერის მოშორების შემდეგ ზეთი მიედინება გასაცეველად ჰაერ-ზეთის რადიატორში (23), ხოლო იქიდან ზეთის ტუმბოს მპირხნავ სექციამში, შესასვლელად.

ამ სისტემაში მკვებავი ტუმბოს (14) დანიშნულებაა სისტემაში ზეთის ავზიდან მოახდინოს ზეთის დანაკლისის კომპენსირება (დახარჯვისთანავე) და, ამგვარად, მპირხნავი ზეთის ტუმბოს შესასვლელთან აღადგინოს წნევა. მკვებავი ტუმბო განკუთვნილია აგრეთვე ზეთით სისტემის წინასწარ ასავსებად.

კომპრესორის უკანა საკისრის და ტურბინის საკისრის ზეთის სიღრუეები სუფლირდება ცენტრიდანული სუფლერის (6) საშუალებით, ხოლო კორპუსის წინა საკისრისა და ცენტრალური ამძრავის ზეთის სიღრუეები — ზეთის ავზით (2).

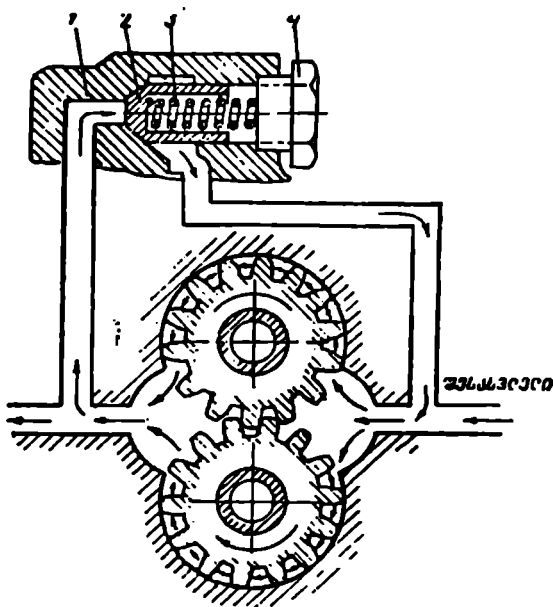
§ 2. ზეთის ტუმბოები

ზეთის ტუმბოები განკუთვნილია წნევის ქვეშე მოხაზუნე დეტალებისადმი ზეთის მისაწოდებლად და იქიდან ზეთის ამოსატუმბავად.

ზეთის სისტემის ტუმბოებად, რომელთა მწარმოებლობაც ადის 350 ლ/წთ-მდე. გამოყენებულია კბილანა ტუმბოები. ზეთის კბილანა ტუმბოს სქემა გამოსახულია 4.88 ნახაზზე.

ზეთის ტუმბო შედგება მჭირხნავე და რამდენიმე ამომტუმბავი სექციისაგან. ყოველი სექცია წარმოადგენს კორპუსში მოთავსებულ კბილანათა წყვილს. კორპუსზე მოწყობილია ზეთის შესასვლელი და გამოსასვლელი სარკმლები.

ზეთის ტუმბოს სექციის მუშაობა შემდეგში მდგომარეობს. კბილა-



ნახ. 4. 88. ზეთის ტუმბოსა და სარელექციო სარქელის სქემა.

1 — კორპუსი, 2 — სარქველი, 3 — ზამბარა, 4 — ხრახნი.

ნების ბრუნვისას ისრებით ნაჩვენები მიმართულებით, ზეთი მიედინება შესასვლელი სარკმლით, წაიტაცება კბილანების კბილებით და გადაიღვრება ჰირხვნის მხარეს. კბილანების კბილების ერთმანეთთან მოდებით ზეთი სიღრუიდან გამოიწნევება მჭირხნავ მაგისტრალში.

მჭირხნავე ზეთის ტუმბოს მწარმოებლობა უნდა იყოს ძრავაში

ზეთის მოთხოვნილ დატუმბვაზე 1,5—2,5-ჯერ მეტი. ეს საჭიროა ზეთის სისტემის მალლიეობის უზრუნველსაყოფად, რადგან თვითმფრინავის პალა ასვლასთან ერთად ტუმბოს მწარმოებლობა მცირდება.

დამტუმბავ ტუმბოებს უნდა ჰქონდეთ 2—3-ჯერ უფრო მეტი მწარმოებლობა, ვიდრე მჭირხნავ ტუმბოებს. ეს იმით აიხსნება, რომ მჭირხნავ ტუმბოებთან მიღის აქაფებული ზეთი, რომელიც შეიცავს ჰაერის დიდ რაოდენობას და აქვს უფრო მეტი მოცულობა.

ძრავას მჭირხნავ მაგისტრალში ზეთის მოცემული წნევის შესანარჩუნებლად, რომელიც ტოლია 0,35—0,5 მნ/მ²-ისა [3,5—5,0 კგ/სმ²], სისტემაში დაყენებულია სარედუქციო სარქველი. სარქველი შეიძლება დაიდგას ან ზეთის ტუმბოს კორპუსში, ან მჭირხნავ მაგისტრალში.

სარედუქციო სარქელის მოწყობილობა ნაჩვენებია 4.88 ნახაზზე. სარედუქციო სარქველი შედგება თვითონ სარქელისაგან (2), რომელიც ზამბარით (3) მიეჭირება კორპუსში (1) გაკეთებულ ბუდეს. ზამბარის (3) შემოქერა რეგულირდება ხრახნით (4).

იმიტომ, რომ ტუმბოს მწარმოებლობა ძრავაში ზეთის დატუმბვასთან შედარებით მეტია, ამიტომ დახურული სარედუქციო სარქელის დროს ზეთის წნევა ტუმბოს იქით გაიზრდება იმ წნევაზე, რომელზედაც რეგულირებულია სარედუქციო სარქველი.

ბრუნთა რიცხვის შემცირებისას და ფრენის სიმაღლის გადიდებასთან ერთად მცირდება ტუმბოს მწარმოებლობა. ამ დროს სარედუქციო სარქელის უქონლობისას მკვეთრად დაეცემა ზეთის წნევა მჭირხნავ მაგისტრალში. სარქელის არსებობა შესაძლებლობას იძლევა თავიდან ავიცილოთ ზეთის წნევის მკვეთრი შემცირება, რადგან მწარმოებლობის შემცირებასთან ერთად მცირდება ზეთის გადაშვება სარედუქციო სარქვლით. დაწყებული ფრენის რომელიდაც სიმაღლიდან, ტუმბოს მწარმოებლობა ეცემა იმდენად, რომ სარედუქციო სარქველი სრულიად დაიხურება და ზეთის წნევა ძლიერ დაიწევს.

§ 8. ზეთის ფილტრები

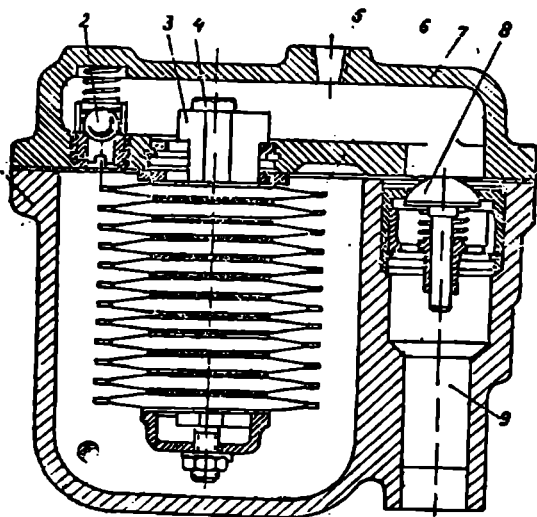
ზეთის სისტემის ფილტრები განკუთვნილია ზეთის გასაწმენდად ისეთი მავნე მინარევეებისაგან, როგორცაა, ლითონის ნაწილაკები (მოხაზუნე დეტალების გაცვეთის პროდუქტები), ტალახი, ფისი (ზეთის დაჟანგვის პროდუქტები) და ა. შ.

ფილტრები დადგმულია როგორც მჭირხნავ, ისე გადამტუმბავ მაგისტრალებში. მჭირხნავ მაგისტრალში ტუმბოზე დადგმულია დაბალი

წნევის ფილტრი. ტუმბოს შემდეგ მაღალი წნევის ფილტრი. გადამტუმბავ მაგისტრალში ფილტრები შეიძლება დაიდგას როგორც ტუმბომდე, ისე ტუმბოს შემდეგ.

ყველაზე უფრო მეტად აირტურბინულ ძრავებში გამოიყენება ბადიან-დისკური ფილტრები.

ბადიან-დისკური ფილტრის ძირითადი ნაწილია (ნახ. 4.89) მფილტრავი ელემენტი. იგი მოთავსებულია კორპუსში (1). მფილტრავი ელემენტი წარმოადგენს კარკასს (3), რომელზეც მდებარეობენ მფილტრავი დისკოები (6). მფილტრავ დისკოებს ამზადებენ თითბრის ან ფოლადის მავთულებისაგან (უჯრედების რიცხვი 225—500 1 სმ²-ზე). მფილტრავი თითბრის ბადეებს არა აქვთ საკმარისი სიმტკიცე. ამიტომ მათ ქვეშ უდებენ უფრო მტკიცე ფოლადის დამჭერ ბადეებს. დამჭერ ბადეებს 1 სმ²-ზე აქვთ 30—40 უჯრედი.



ნახ. 4. 89. ბადიან-დისკური ზეთის ფილტრი.

1 — კორპუსი, 2 — მცველი სარქველი, 3 — კარკასი, 4 — მომჭიმავი კანკიკი, 5 — წნევის გასაზომი ადგილი, 6 — ფილტრის მფილტრავი დისკოები, 7 — ფილტრის სახურავი, 8 — ჩამკეტი სარქველი, 9 — ფილტრიდან ზეთის გამოსასვლელი მაგისტრალი.

ფილტრი აღჭურვილია მცველი სარქვლით (2). ამ სარქვლით აცილებულ იქნება ბადის მფილტრავი ქსოვილის გარღვევა გამოგნესვის ან შემოყინულობის შემთხვევაში. ამ შემთხვევაში მცველი სარქველი ზეთის მზარდი წნევის მოქმედებით ზეთს გადაუშვებს მფილტრავი ელემენტის

მფილტრავი ელემენტის გარშემო რგოლურ სიღრუეს ავსებს ტუმბოდან შესულ ზეთი. ამის შემდეგ ზეთი გაივლის ბადეებში, გაიფილტრება და კარკასით მოხვდება მაგისტრალში (9).

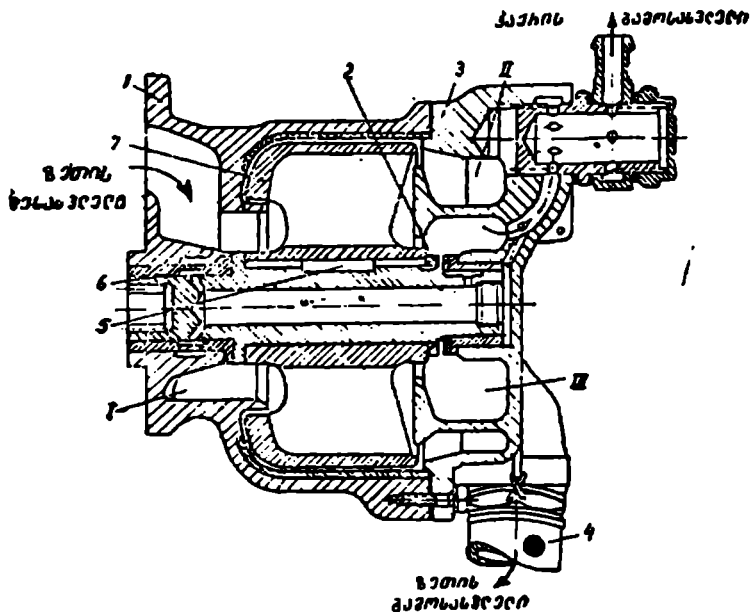
ფილტრაციის შემდეგ მაინე მინარევები დარჩება ბადეების გარეთ. ფილტრის ბადეების გასაწმენდად მფილტრავ ელემენტს პერიოდულად რეცხავენ ბენზინში. ფილტრებს წმენდენ ზეთის გადაუსხმელად — საკმარისია მხოლოდ ფილტრის სახურავის (7) მოხსნა.

შენტების გვერდის ავლით. სარქველის ზამბარა რეგულირებულია $0,13-0,15$ მნ/მ² [$1,3-1,5$ კგ/სმ²] წნევაზე. ჩამკეტი სარქველი (8) თავიდან გვაცილებს ავზიდან ზეთის გადაღინებას ძრავაში. ავზში ზეთის დონის წნევის შედეგად. ზეთის გადაღინება შესაძლოა იმ დროს, როცა თვითმფრინავზე ძრავა არ მუშაობს (სადგომზე). ჩამკეტი სარქველის ზამბარა რეგულირებულია $0,02-0,05$ მნ/მ² [$0,2-0,5$ კგ/სმ²] წნევაზე.

§ 4. ჰაერგამომყოფი

ძრავას ზეთის სისტემაში აირებისაგან ზეთის გასაწმენდად დადგმულია ჰაერგამომყოფები. აქაფებული ზეთი (გაჭერებული აირებით) რადიატორებში ძნელად ცივდება. მას აქვს მოცულობაში გადიდების უნარი, რაც უპრაციოტად მოქმედებს ტუმბოს მწარმოებლობაზე და ტუმბოს მიერ წარმოქმნილ წნევაზე და, საბოლოოდ, ზეთის სისტემის მალლიეობაზე.

უმარტივესი ჰაერგამომყოფია ლარული ჰაერგამომყოფი. აქაფებუ-



ნახ. 4. 90. ცენტრიდანული ჰაერგამომყოფი.

- 1 — კორპუსი, 2 — ქანიჩი, 3 — სახურავი, 4 — მილყელი, 5 — სოკმანი, 6 — ლილვაკი, 7 — ფრთოვანა, I, II, III — სიღრეეები.

ლი ზეთი ლარზე (ლარი ალუმინის დიაფრაგმა) განიღინება და ამ დროს მისგან გამოიყოფა აირი. ასეთ აირგამომყოფებს იყენებენ ზეთის მცირე გადატუმბვისა და აირების მცირე შემცველობის დროს.

ძლიერი გადატუმბვისა და ზეთში აირების დიდი შემცველობის დროს ჰაერგამომყოფი უნდა იყოს ძლიერ დიდი. ამ შემთხვევაში ზეთიდან აირების გამოსაყოფად იყენებენ ცენტრიდანულ ჰაერგამომყოფებს (ცენტრიფუგებს).

4.90 ნახაზზე ნაჩვენებია AI-20A ტხმ-ს ჰაერგამომყოფი. ჰაერგამომყოფის ძირითადი ელემენტია — როტორი. იგი შედგება მანვანუმის შენადნობისაგან დამზადებული ფრთოვანასა (7) და ლილვაკისაგან (6). ფრთოვანა ფიქსირებულია ლილვაკზე სოგმანით (5) და დამაგრებულია ქანჩით (2). როტორი მოთავსებულია ბრინჯაოს მილისებში, რომლებიც ჩაწნეხილია ჰაერგამომყოფის კორპუსსა (1) და სახურავში (3). ჰაერგამომყოფის როტორი ბრუნავს იმ ღარობებით, რომლებიც გაკეთებულია ლილვაკის შიგნით (6).

დამტუმბავი ტუმბოთი მიწოდებული ზეთი მოხვდება რგოლურ სილრუეში, ხოლო იქიდან — როტორის შიგნით.

ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით ზეთი გადაიტყორცნება პერიფერიისაკენ, მოხვდება ჰაერგამომყოფის სახურავის რგოლურ II სილრუეში, ხოლო იქიდან მილყელით (4) მიემართება ჰაერ-ზეთის რადიატორში. ჰაერი როტორის ცენტრიდან გადის III რგოლურ სილრუეში, იქიდან მიემართება ზეთის ავზში.

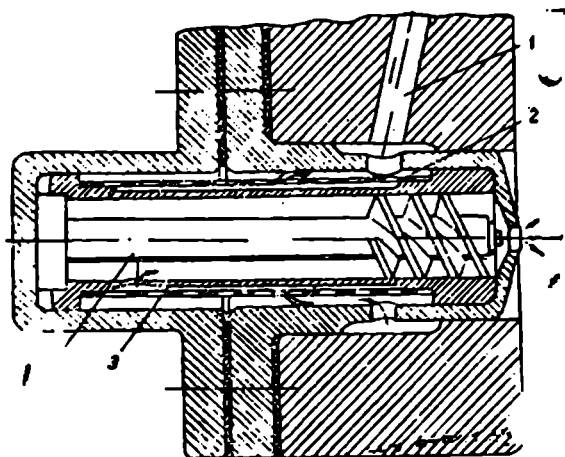
§ 5. ზეთის ფრქვევანები

ზეთი გაიფრქვევა და საჭირო დოზით ძრავას გადაეცემა ფრქვევანებით. ატმ-ში იყენებენ ჰაერულ და ცენტრიდანულ ფრქვევანებს.

ცენტრიდანული ზეთის ფრქვევანა ნაჩვენებია 4.91 ნახაზზე. ზეთი ფრქვევანაში შედის არხით (1), შემდეგ ბადითა (2) და მილისში (3) გაკეთებული ნახვრეტით მოხვდება მილისის შიგნით. გამფრქვევის დროს (4) ბოლოზე გაკეთებული ხრახნული არხის (სადაც ზეთი დაიგრიხება) გავლის შემდეგ, ის გამოდის კორპუსის დაკალიბრებული ნახვრეტით და დაიფრქვევა საკისარზე. ასეთი ფრქვევანების ნაკლია გაფრქვეული ზეთის არევა ჰაერთან. ამის შედეგად კი უარესდება საკისრებიდან სითბოს არინება.

ჰაერული ფრქვევანა მოწყობილობით მეტად მარტივია. იგი წარ-

მოადგენს მილაკს, რომელსაც გაკეთებული აქვს 1,0—2,5 მმ დიამეტრის მქონე დაკალიბრებული გამოსასვლელი ნახერეტი. ამ სახის ფრქვევანები ყველაზე უფრო მეტად გამოიყენება.



ნახ. 4. 91. ცენტრიდანული ზეთის ფრქვევანა.
1 — არხი, 2 — ბადე, 3 — მილისი, 4 — ღერო.

§ 6. ძრავას სუფლირების სისტემა

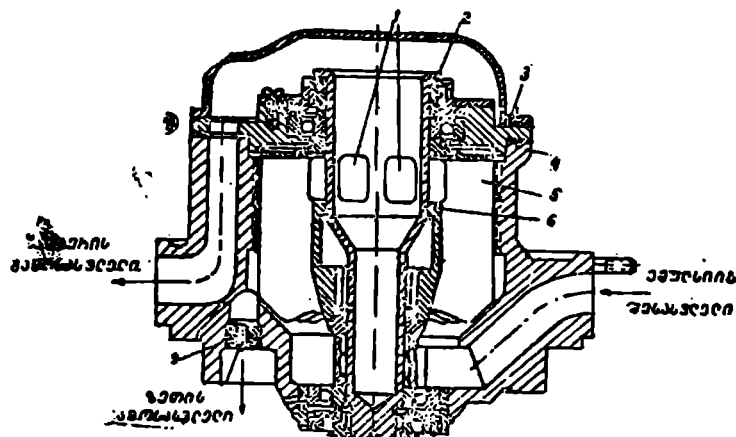
ძრავას ზეთის სიღრუეები და ზეთის ავზი ატმოსფეროსთან დაკავშირებულია სუფლირების სისტემის საშუალებით. სუფლირება აუცილებელია ძრავას ნორმალური მუშაობისათვის. სუფლირების უქონლობის შემთხვევაში ზეთის განხურებას, მის აორთქლებას და ლაბირინთული შეშვიდროებებით ზეთის სიღრუეებში აირების გასვლას მოსდევს ავზებსა და ძრავას ზეთის სიღრუეებში ზეთის წნევის გადიდება და სისტემიდან ზეთის ამოსროლა.

მთელ რიგ ძრავებში ზეთის სიღრუეები ატმოსფეროსთან დაკავშირებულია სუფლერის საშუალებით.

სუფლერი არხია, რომელიც ძრავას ზეთის სიღრუეებს ატმოსფეროსთან აკავშირებს. არხში მოთავსებულია ტიხრები, რომლებიც უშვებენ ჰაერს და ორთქლს, მაგრამ ეწინააღმდეგებიან ზეთის გამოსვლას.

სხვა ძრავებზე, როგორც ეს მოჩანს ტრშ-სა და ტხშ-ს ზეთის სისტემების ზემოთ მოყვანილი აღწერილობებიდან, ჰაერი ზეთის ორთქლთან ერთად ზეთის სიღრუეებიდან მიემართება ცენტრიდანულ სუფლერში.

კონსტრუქციისა და მოწყობილობების მიხედვით ის ცენტრიდანული ჰაერგამომყოფის ანალოგიურია. სუფლერის მოწყობილობა და წეშაობის პრინციპი ჩანს 4.92 ნახაზზე.



ნახ. 4. 92. ცენტრიდანული სუფლერა.

1 — ლილვაკის საკმელი, 2 და 7 — მილისები, 3 — სახურავი, 4 — კორპუსი, 5 — ფრთოვანა, 6 — ლილვაკი, 8 — ქანჩი, 9 — ეიკლერი.

სუფლერის როტორია ფრთოვანა (5). იგი გაკეთებულია ალუმინის შენადნობისაგან და ლილვაკთან შეერთებულია ღარობებით. როტორი ბრუნავს ორ ბურთულსაკისარში და აკეთებს 11300 ბრ./წთ-ს. როტორის ყველა დეტალი შემოჭერილია ქანჩით (8). როტორის საკისრები შემპქიდროებულია ზეთშემამქიდროებელი ბრინჯაოს რგოლებით, რომლებიც მოთავსებულია მილისებში (2 და 7).

ემულსია (ჰაერის ნარევი ზეთთან) ძრავადან შედის მბრუნავ ფრთოვანაზე და გადაისროლება კორპუსის კედლებზე. ამ დროს ცენტრიდანული ძალებით ზეთი მოსცილდება ჰაერს. შემდეგ ის ჩამოიღვრება კორპუსის (4) კედელზე გაკეთებული კუთხვილით, ხოლო შემდეგ ეიკლერით (9) მიემართება ძრავას კორპუსში. ჰაერი ლილვაკის (6) საკმელით (1) ხვდება სუფლერის სახურავის (3) ქვეშ, ხოლო შემდეგ ძრავადან არხით გამოიშვება.

სათბობმკვებავი სისტემა

აირტურბინული ძრავას წვის კამერაში სათბობის მიწოდება იმ რაოდენობით. რომელიც საჭიროა მოცემული რეჟიმისათვის, ხორციელდება ძრავას სათბობმკვებავი სისტემით. იგივე სისტემა ასრულებს კამერაში შემავალი სათბობის ხარჯის რეგულირების ფუნქციას.

საერთო შემთხვევაში ძრავას შეიძლება ჰქონდეს სათბობმკვებავის სამი სისტემა: ძირითადი, ფორსაჟული და ამუშავების.

ძირითადი სისტემა სათბობით ამარაგებს ძრავას ძირითად კამერებს მუშაობის ყველა რეჟიმზე, გარდა ამუშავებისა.

ამუშავების სისტემა უზრუნველყოფს ამუშავების პერიოდში სათბობის მიწოდებას ძირითად წვის კამერებში.

ფორსაჟული სათბობი სისტემა სათბობს აწვდის ფორსაჟულ კამერას ფორსაჟული რეჟიმით.

სათბობი სისტემის სქემა გამოსახულია 4.93 ნახაზზე. სათბობმკვებავ სიტემაში შედიან შემდეგი ელემენტები:

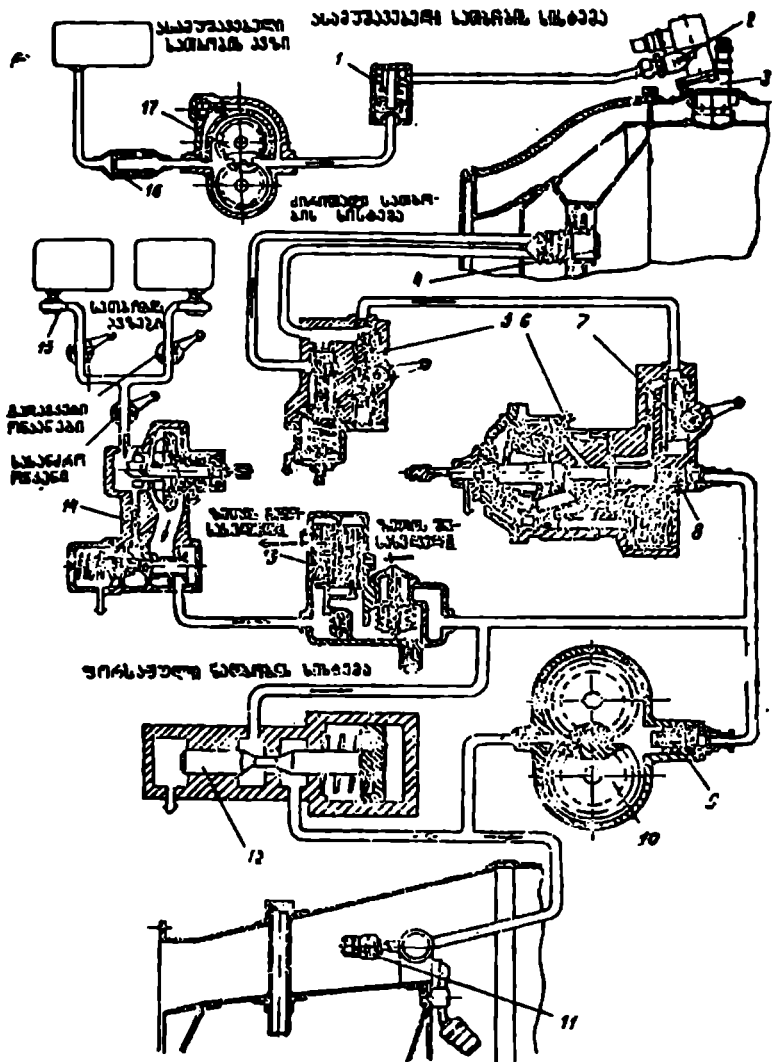
- 1) სათბობის ავზები;
- 2) სათბობის მიმტუმბი ტუმბოები, რომლებიც წარმოქმნიან დაწვევას სათბობის ძირითადი ტუმბოების წინ. მიმტუმბი ტუმბოები (15) დადგმულია ავზებში და აქვთ ელექტროამძრავი, ტუმბო (14) დაყენებულია ძრავაზე;

- 3) მაღალი წნევის სათბობის ტუმბოები: ძირითადი ტუმბო (6), ფორსაჟული ტუმბო (10), ასამუშავებელი ტუმბო (17). ტუმბოები მოძრაობენ ძრავას საშუალებით, მაგრამ შესაძლოა ფორსაჟული ტუმბოების ავტონომიური აძვრაც.

- 4) სათბობის ის ფილტრები, რომლებიც გამოყენებულია სათბობის გასაწმენდად მექანიკური მინარევებისაგან. ფილტრი (16) გამოყენებულია ტლანქი გაწმენდისათვის, ფილტრები (9 და 8) — წმინდა გაწმენდისათვის (ისინი დადგმულია ეიკლერების მკვეთარების წინ);

- 5) სათბობის ფრქვევანები (2, 4 და 11), რომლებიც განკუთვნილია წვის კამერაში და ფორსაჟულ კამერაში მიწოდებული სათბობის გასაფრქვევად;

- 6) ზეთ-სათბობის რადიატორი (13), რომელიც განკუთვნილია სათბობით ზეთის გასაცივებლად. რადიატორი არაა სისტემის აუცილებელი ელემენტი. სათბობ-ჰაერის რადიატორებში სათბობის გაცივება ჰაერით საჭიროა ფრენის ძალზე დიდი სიჩქარეების დროს. საჭიროა ჰაერი სპეციალური მაცივრიდან შედის რადიატორებში;



ნახ. 4. 93. სათბობეკეები სისტემის სქემა.

1 - უკუსარკველი, 2 - სათბობის ფრქვევანა, 3 - მაალებელი; 4 - სათბობის ფრქვევანა, 5, 7, 12 - სათბობის მიწოდების მართვისა და რეგულირების აგრეგატები, 6 - ძირითადი ტუმბო, 8 და 9 - წმინდად გამწმენდი ფილტრები, 10 - ფორსაჟული ტუმბო, 11 - სათბობის ფრქვევანა, 13 - ზეთ-სათბობის რადიატორი, 14 და 15 - მიმტუმბი ტუმბოები, 16 - ტლანქალ გამწმენდი ფილტრი, 17 - ასამუშავებელი ტუმბო.

7) სათბობის მიწოდების მართვისა და რეგულირების. 5, 7 და 12 აგრეგატები;

8) მილსადენები და საკონტროლო-საზომი აპარატურა.

ქვემოთ განხილულია სათბობმკვებავი სისტემის ძირითადი ელემენტების მოწყობილობა და მუშაობის პრინციპი.

§ 1. სათბობის ფილტრები

სათბობმკვებავ სისტემაში სისტემის ელემენტების დასაცავად გარეშე მექანიკური მინარევებისაგან დადგმულია სათბობის ფილტრები. სათბობის სისტემებში გამოყენებულია სხვადასხვა ტიპის ფილტრები: ბადიანი, ქვრიტული, ფოროვანი და მასეპარირებელი.

დაბალი წნევის ფეტრის ფილტრი გამოსახულია 4.94 ნახაზზე. დისკოს მფილტრავი ელემენტია მავთულის კარკასი. მასზე გარედან გადაკრულია ფილტრი.

მფილტრავი (4) ელემენტი ჩადგმულია კიქაში (3) და მიწვეულია ფილტრის კორპუსთან (1) ქანჭიკით (2), ასეთ ფილტრებში ფეტრის მაგივრად გამოყენებულია აგრეთვე ქაღალდი ან ნეილონის ქსოვილი.

აუცილებელია სათბობის ყველა ფილტრი პერიოდულად გაიწმინდოს. ამასთან ფილტრები ხშირად შემოიყინება, ამიტომ საჭიროა სპეციალური ზომების მიღება.

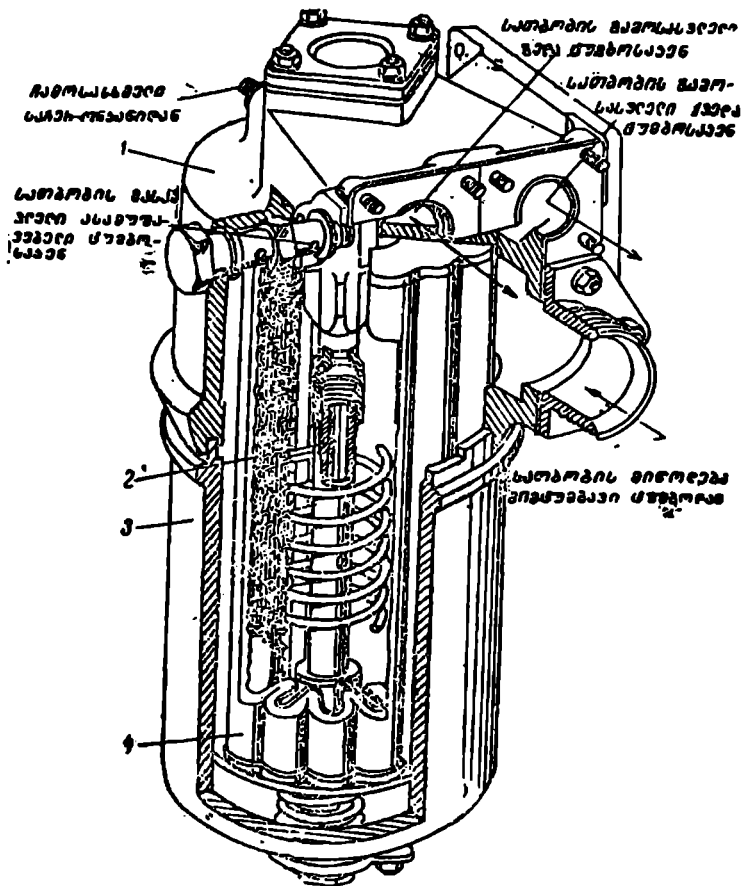
აღნიშნული ნაკლოვანებები აცილებულია ცენტრიფუგებში. ცენტრიფუგებში გარეშე მინარევები სათბობს მოსცილდება იმ ცენტრიდანული ძალების ხარჯზე. რომლებიც წარმოიქმნებიან სათბობის ბრუნვის დროს.

§ 2. სათბობის ტუმბოები

თანამედროვე აირტურბინული ძრავების სათბობმკვებავ სისტემებში უმთავრესად გამოიყენება ყვინთა. კბილანა და ცენტრიდანული ტუმბოები.

ძირითადი სისტემების ტუმბოები. ჩვეულებრივ, არის ყვინთა ან კბილანა, ამუშავებს სისტემის ტუმბოები — უფრო ხშირად კბილანა ან ციბრუტა, მიმტუმბი ტუმბოები, ჩვეულებრივ, არის ხოლმე ცენტრიდანული ტიპისა. იგივე ტუმბოები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ძირითად სისტემებშიც სათბობის დიდი საჭირო ხარჯებისას ფრქვევანების

წინ შედარებით არამალალი წნევების 5—7 მმ/მ² [50—70 კგ/სმ²] დროს. ძირითადი სათბობი ტუმბოები ყველაზე უფრო ხშირად მოძრაობენ ძრავას როტორიდან. სათბობის დიდი ხარჯის დროს შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ავტონომიური ამძრავი.



ნახ. 4. 94. დაბალი წნევის ფეტრის ფილტრი.
 1 — კორპუსი. 2 — ჰანჯიკი, 3 — ჰიქა, 4 — მფილტრავი ელემენტი.

ყვინთა და კბილანა ტუმბოები განეკუთვნება ე. წ. მოცულობით ტუმბოებს. ასეთ ტუმბოებში ერთი მუშა ციკლის განმავლობაში ტუმბოს მუშა ელემენტები აწვდიან სათბობის სავსებით გარკვეულ რაოდენობას, დამოუკიდებლად იმისა, თუ წნევის რა სიდიდეა ტუმბოს გამოსასვლელთან. ამავე დროს, ცენტრიდანულ ტუმბოში, რომე-

ლიც განეკუთვნება ნიჩბოვან ტუმბოებს, როტორის ერთი შემობრუნებით შეიძლება გაიაროს სათბობის სხვადასხვა რაოდენობამ ტუმბოში სათბობის შესვლის პირობებისა და ტუმბოში მისი მიღინების მიხედვით.

ყველა სათბობ ტუმბოში გარკვეული პირობების დროს შესასვლელთან აღინიშნება ე. წ. სათბობის დინების კავიტაციური რეჟიმები. ტუმბოს შესასვლელთან სათბობის დინების შემცირებისას სათბობიდან გამოიყოფა სათბობში გაჭერებული ჰაერი. როცა წნევა გახდება სათბობის ორთქლის დრეკადობაზე ნაკლები, მაშინ იწყება სათბობის ორთქლის გამოყოფა. წარმოქმნილი ბუშტულები მატულობენ მოცულობაში და საბოლოოდ ამას მოჰყვება სათბობის ჰაერის გაწყვეტა.

კავიტაციის გაჩენას მოსდევს მწარმოებლობის. სათბობის წნევის შემცირება ტუმბოს იქით, რასაც ზოგ შემთხვევაში მივყავართ ტუმბოების რღვევამდე. ტუმბოს შესასვლელთან წნევის დაცემის გარდა, რაც განსაკუთრებით შესამჩნევია დიდ სიმაღლეებზე ფრენის დროს. კავიტაციის განვითარებაზე გავლენას ახდენს სათბობის ტემპერატურა ტუმბოს შესასვლელთან და სათბობის ორთქლის დრეკადობის სიდიდე (სათბობის ორთქლის დრეკადობაში გულისხმობენ სათბობის გაჭერებული ორთქლის წნევას მოცემული ტემპერატურის დროს). რაც უფრო მაღალია სათბობის ტემპერატურა და მეტია სათბობის ორთქლის დრეკადობა, მით უფრო მოსალოდნელია კავიტაციის წარმოქმნა.

ამრიგად, ყველაზე უფრო ხელსაყრელი პირობებია კავიტაციის წარმოსაქმნელად: ა) დიდ სიმაღლეზე და დიდი სიჩქარეებით ფრენა, როცა ძალზე ეცემა წნევა ავზებში. ხოლო სათბობი ავზებში და მილსადენებში მნიშვნელოვნად თბება; ბ) ფართო ფრაქციების სათბობის გამოყენება, რომლებიც გამოირჩევიან გაჭერებული ორთქლის დიდი წნევით (მაგალითად, T-2 სათბობის გამოყენების დროს).

კავიტაციის შესამცირებლად საჭიროა წნევის გადიდება სათბობის ტუმბოს შესასვლელთან $0.35-0.4$ მნ/მ² [$3.5-4$ კგ/სმ²]-მდე. რისთვისაც იყენებენ მიმტუმბ სათბობ ტუმბოებს.

კბილანა ტუმბოები

კბილანა სათბობი ტუმბო მოწყობილობით ზეთის ტუმბოს ანალოგიურია. იგი შედგება წყვილი კბილანისაგან, რომლებიც მოთავსებულია კორპუსში. ერთ-ერთი კბილანა წამყვანია და ბრუნავს სიმძლავრის გარეგანი წყაროდან. ძირითადი სათბობის სისტემის ტუმბო, როგორც წესი, მოძრაობს ძრავას საშუალებით. ასამუშავებელი კბილანა ტუმბო — ელექტროძრავისაგან.

ისე როგორც ზეთის ტუმბოში, კბილანას კბილები სათბობს შემწო-

ვი სიღრუიდან გადაიტანენ მჭირხნავ სიღრუეში, სადაც მოღებაში მყოფი კბილები სათბობს გაღენიან მჭირხნავ მაგისტრალში. ზეთის ტუმბოებთან შედარებით სათბობის ტუმბოები გამოირჩევიან დიდი მწარმოებლობითა და გამოსასვლელთან არსებული დიდი წნევით.

კბილანა ტუმბოების ღირსებაა კონსტრუქციის სიმარტივე და სიმსუბუქე, მცირე გაბარიტები და ნაკლები მგრძნობიერება სათბობის სისუფთავისადმი.

ტუმბოს ნაკლოვანებებს ეკუთვნის კბილანების კბილების უფრო სწრაფი გაცვეთა, რომელიც გავლენას ახდენს ტუმბოს მწარმოებლობაზე, და ძალზე მაღალი წნევის მიღების სიძნელე.

გარდა ამისა, ტუმბოს მწარმოებლობის შეცვლა შეუძლებელია მუდმივი ბრუნთა რიცხვის დროს. ამიტომ, თუ ძრავაში საჭიროა უფრო ნაკლები სათბობის მიწოდება, საჭირო ხდება სათბობის გადაშვება მჭირხნავი მხრიდან შემწოვი მხრისაკენ. ამ დროს სათბობი გახურდება, ტუმბოს ამოძრავებაზე იხარჯება ზედმეტი სიმძლავრე.

კბილანა ტუმბოები გამოყენებულია ზოგიერთ ატმ-ში, როგორც სათბობმკვებავი სისტემის ძირითადი ტუმბოები, მაგალითად, АИ-20А, ტბძ-ზე, ხოლო АМ-3 ძრავაზე კბილანა ტუმბო ძრავას ამუშავების პროცესში სათბობს აწვდის წვის კამერებს.

ყვინთა ტუმბო

ყვინთა ტუმბოები ყველაზე უფრო მეტადაა გავრცელებული სათბობ სისტემებში. ყვინთა ტუმბო გამოსახულია 4.95 ნახაზზე.

ყვინთა ტუმბო მუშაობს შემდეგი თანმიმდევრობით.

ტუმბოს როტორი (16) ბრუნვას ღებულობს ძრავადან. როტორის დახრილად განლაგებულ ნახვრეტებში მოთავსებულია ყვინთები (6).

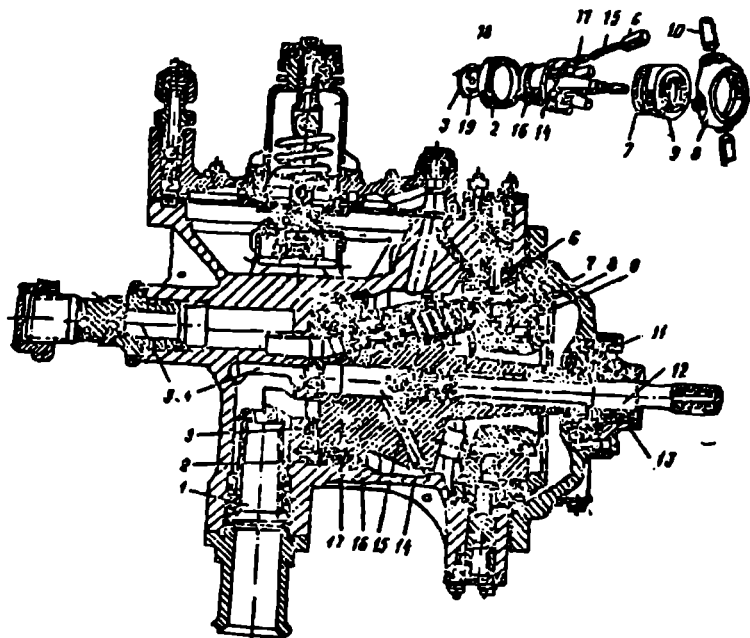
არსებულ ტუმბოებს აქვთ 5-დან 11-მდე ყვინთა. ყვინთაში მოთავსებულია ზამბარა (15). რომლის ძალითაც ყვინთა ეკვრის დახრილ საყელურს (7).

როტორის ბრუნვისა და საყელურის (7) დახრილი მდგომარეობის დროს ყვინთები ასრულებენ უკუმოქცევ-გადატანით მოძრაობას. ყვინთას მოძრაობის დროს ზამბარის მოქმედებით ყვინთასქვეშა სივრცე გახდება მეტი, რის გამოც სათბობი შემწოვი მაგისტრალიდან გამანაწილებელი (3) მკვეთარას შემწოვი სარკმლით (18) შედის ყვინთასქვეშა სივრცეში. ყვინთას უკუსვლის დროს სათბობი ყვინთასქვეშა სივრციდან ჰირხნის სარკმლით (19) იჭირხნება მჭირხნავ მაგისტრალში. ამრიგად, როტორის ერთი შემობრუნებისას ყვინთა შეასრულებს დაჭირხნისა და შეწოვის ერთ სვლას.

ტუმბოს მწარმოებლობა დამოკიდებულია (სხვა თანაბარ პირობებ-

ში) ყვინთას სვლაზე. რაც უფრო მეტია ყვინთას სვლა, მით უფრო მეტი სათბობი შემოდის ყვინთასქვეშა სივრცეში შეწოვის დროს. მით უფრო მეტი სათბობი დაიჭირხნება ტუმბოთი.

ყვინთას სვლა იცვლება საყელურის დახრის კუთხის შეცვლით. საყელური დაკავშირებულია მექანიზმთან, რომელიც ახორციელებს მის შემობრუნებას და ფიქსაციას გარკვეულ მდგომარეობაში. ამრიგად, დახრილი საყელურის ყოველ მდებარეობას შეესაბამება გარკვეული მწარმოებლობა.



ნახ. 4. 95. ყვინთა სათბობი ტუმბო.

1 — ბადიანი ფილტრი, 2 — სპილენძ-გრაფიტის საკისარი, 3 — გამანაწილებელი შვეთარა, 4 — შეწოვის არხი, 5 — დაჭირხვნის არხი, 6 — ყვინთა, 7 — დახრილი საყელური, 8 — დახრილი საყელურის კორპუსი, 9 — დახრილი საყელურის საკისარი, 10 — დახრილი საყელურის ლერძი, 11 — გორგოლაკიანი საკისარი, 12 — ლილვაკი-რესორი, 13 — სასამაჭრე შეშვიდროება, 14 — დახრილი განაბურლი, 15 — ყვინთას ზამბარა, 16 — როტორი, 17 — ყვინთას მიშპართველი, 18 — შეწოვის საჩემელი, 19 — დაჭირხნის საჩემელი.

ყვინთა ტუმბოების როტორების ბრუნთა რიცხვია 4000-5000 ზრ/წთ, მაქსიმალური მწარმოებლობა კი — 4000-7000 კგ/სთ.

ყვინთა ტუმბოების ღირსებას უნდა მიეკუთვნოს ცვლადი მწარმო-

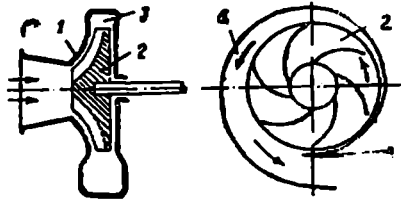
ებლობის მიღების შესაძლებლობა მუდმივი ბრუნთა რიცხვის დროს, და აგრეთვე უფრო მაღალი წნევის უზრუნველყოფა ფრქვევანას წინ. უკინთა ტუმბოები კბილანა ტუმბოებთან შედარებით უფრო მძიმეა და აქვთ დიდი გაბარიტები. ისინი აგრეთვე გამოირჩევიან კონსტრუქციისა და წარმოების ტექნოლოგიის სირთულით. მგრძნობიერებით სათბობის სიწმინდისა და სორტის მიმართ.

ცენტრიდანული სათბობი ტუმბოები

ცენტრიდანული სათბობი ტუმბოს სქემა ნაჩვენებია 4.96 ნახაზზე. ის შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან: კორპუსის (1), ფრთოვანებისა (2) და დიფუზორისაგან (3).

სათბობის ავზიდან სათბობი ტუმბოს მიეწოდება მიმტუმბი ტუმბოთი. ამ დროს სათბობი წაიტაცება ფრთოვანას ნიჩბებით, რის გამოც დიდდება სათბობის სიჩქარე და წნევა. სათბობის მიერ შექმნილი დინამიკური დაწნევა დიფუზორში გარდაიქმნება სტატიკურ წნევად.

ზოგიერთ ტუმბოს აქვს უნიჩბო დიფუზორი-ლოკოკინა, რომელიც წარმოადგენს ტუმბოს კორპუსის ფართოვდებად ნაწილს.



ნახ. 4. 96. ცენტრიდანული სათბობი ტუმბოს პრინციპული სქემა.
1 — კორპუსი, 2 — ფრთოვანა.
3 — დიფუზორი.

ცენტრიდანული ტუმბოს მიერ შექმნილი წნევა დაახლოებით ფრთოვანას ბრუნთა რიცხვის კვადრატის პროპორციულია. მაშასადამე, როტორის ბრუნთა რიცხვის შეცვლასთან ერთად აგრეთვე უნდა შეიცვალოს სათბობის წნევაც. ამიტომ ცენტრიდანულ ტუმბოებს უნდა ჰქონდეთ მუდმივი წნევის სარქველი.

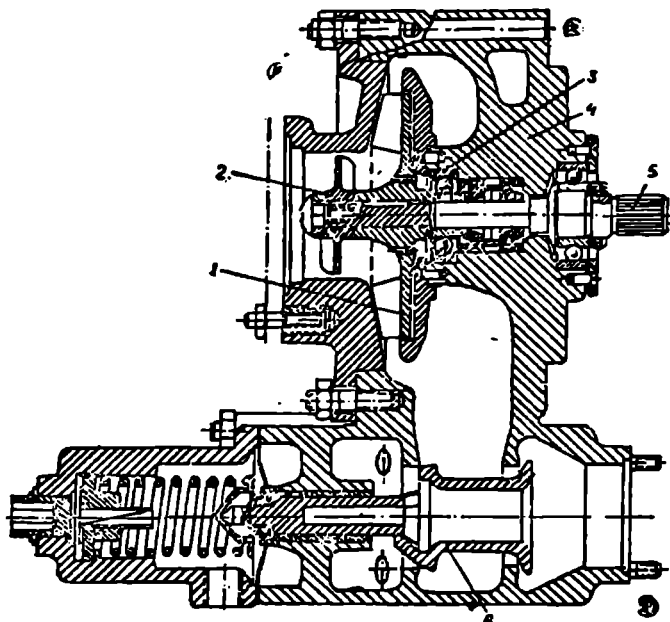
კერძოდ, AM-3 ძრავას მიმტუმბ ტუმბოს აქვს ავტომატურად მოქმედი სარქველი, რომელიც იცავს ტუმბოდან გამოსასვლელთან 0,16—0,26 მმ/მ² [1,6—2.6 კგ/სმ²] წნევას.

კავიტაცია ცენტრიდანულ ტუმბოებში შეიძლება შემცირებულ იქნეს: მიმტუმბი ტუმბოების დაყენებით, წნევის გადიდებით ტუმბოს შესასვლელთან იმ არხების საშუალებით, რომლებიც ტუმბოს გამოსასვლელს აკავშირებენ შესასვლელთან, და აგრეთვე ტუმბოს შესასვლელთან ღერძული ფრთოვანას დაყენებით. 4.97 ნახაზზე ნაჩვენებია ცენტრიდანული ტუმბო, სადაც ძირითადი ფრთოვანას (1) გარდა, არის ღერძული ფრთოვანა (2) (პროპელერი), რომლის მწარმოებლობაც მეტია.

ვიდრე ძირითადისა, რის შედეგადაც ფრთოვანას შესასვლელთან წარმოიქმნება დამატებითი დაწნევა.

მუდმივი წნევის სარქველი (6) უზრუნველყოფს ტუმბოს მწარმოებლობის შეცვლას სათბობის საჭირო ხარჯის შეცვლის შესაბამისად. რის შედეგადაც შენარჩუნებულია სათბობის წნევის მუდმივობა ტუმბოს გამოსასვლელთან.

ცენტრიდანულ ტუმბოებს, ჩვეულებრივ, აქვთ ხოლმე ფრთოვანები ნიჩბებით, რომლებიც გადაღუნულია ბრუნვის საწინააღმდეგოდ. ფრთოვანების ბრუნთა რიცხვი 2000—3000 ბრ/წთ-ია.



ნახ. 4. 97. ცენტრიდანული სათბობი ტუმბო.

- 1 — ძირითადი ფრთოვანა, 2 — ღერძული ფრთოვანა (პროპელერი),
3 — საკისარი, 4 — კორპუსი, 5 — ლილაკი, 6 — მუდმივი წნევის სარქველი.

ცენტრიდანული ტუმბოები მსუბუქია. მცირე გაბარიტების ღროს აქვთ მაღალი მწარმოებლობა და გააჩნიათ დიდი დაწნევების განვითარების უნარი. ისინი, ისე როგორც კბილანა ტუმბოები, ნაკლებად მგრძნობიერებია სათბობის სიწმინდისა და სორტის მიმართ.

ცენტრიდანული ტუმბოების ნაკლოვანებებს ეკუთვნის წნევის რეკულირებისა და სათბობის მიწოდების დიდი სირთულე. ეს აიხსნება

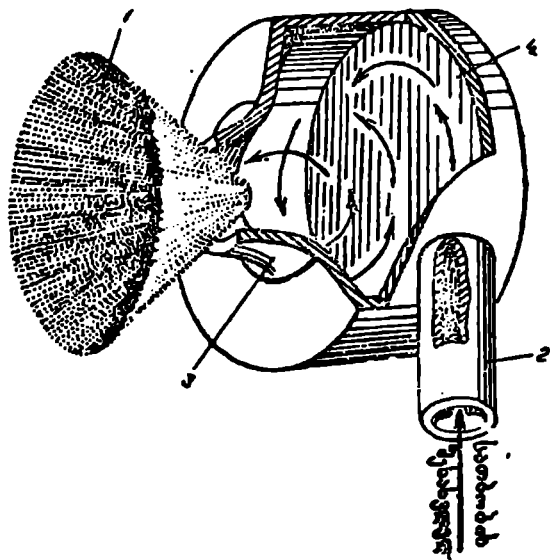
იმით, რომ ტუმბოს მიერ შექმნილი წნევა დამოკიდებულია ფრთოვანას ბრუნთა რიცხვზე და ტუმბოს მწარმოებლობაზე. ცენტრიდანულ ტუმბოებს აქვთ ცუდი შეწოვის უნარი, რის შედეგადაც ისინი მოითხოვენ სათბობის წინასწარ ჩასხმას.

ცენტრიდანული ტუმბოები შეიძლება გამოყენებულ იქნენ როგორც მაღალი წნევის ტუმბოები ძირითად და ფორსაჟულ კამერებში მისაწოდებლად და აგრეთვე როგორც მიმტუმბი ტუმბოები.

§ 8. სათბობის შრატევიანები

სათბობი აირტურბინული ძრავების წვის კამერას გადაეცემა ფრქვევანებით. აირტურბინულ ძრავებში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული ცენტრიდანული ფრქვევანები. ეს ფრქვევანები სათბობს აწვდიან ჰაელის სახით; სათბობი შემდეგ გაიფრქვევა, ე. ი. დაიშლება უმცირეს ნაწილებად.

ცენტრიდანული ფრქვევანას მოქმედების სქემა გამოსახულია 4.98 ნახაზზე. ტუმბოს მჭირხნავი მაგისტრალიდან არხის (2) გალილ სათბობი მოხვდება ფრქვევანაში, სათბობი შემდეგ შედის დაგრების კა-



ნახ. 4. 98. ცენტრიდანული სათბობის ფრქვევანას მოქმედების პრინციპული სქემა.

- 1 -- სათბობის გაფრქვევის კონუსი, 2 — შესასვლელი არხი, 3 — საქშენი, 4 — სათბობის დაგრების კამერა.

მერაში (4) და იწყებს ინტენსიურ ბრუნვას. ამის შემწეობით, სათბობი საქშენის გავლით შედის წვის კამერაში, რის შემდეგაც ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით გაიფრქვევა.

განხილულ არასარეგულირებელ ფრქვევანას არ შეუძლია ძრავას მუშაობის უზრუნველყოფა ყველა რეჟიმზე. მართლაც, სათბობის ხარჯის შეცვლის დიაპაზონი თანამედროვე ძრავებში ძალზე დიდია: მაქსიმალური ხარჯი (მაქსიმალური წვის დროს დედამიწასთან) აღემატება მინიმალურს (დიდ სიმაღლეზე ძლიერი დროსელირების დროს) 40—50-ჯერ. ხარჯის შეცვლის ასეთი დიაპაზონის უზრუნველსაყოფად საჭიროა შესაბამისად ფრქვევანას წინ სათბობის წნევის შეცვლა, რადგან სათბობის ხარჯი და გაფრქვევა განისაზღვრება ფრქვევანას წინ არსებული წნევით.

მინიმალური ხარჯის დროს კარგი გაფრქვევის უზრუნველსაყოფად საჭიროა წნევათა ვარდნილი:

$\Delta p_{\text{ფ}} = p_{\text{ფ}} - p_2$, რომელიც ტოლია 0.3 -- 0.6 მნ/მ²-ისა [3—6 კბ/სმ²].
სადაც $p_{\text{ფ}}$ არის წნევა ფრქვევანას წინ;

p_2 — წნევა წვის კამერაში.

წნევების უფრო მკირე ვარდნილების დროს სათბობი დაიგრძობა არასაკმარისად და ის ფრქვევანადან გამოვა არა ქაელის, არამედ ბუშტის სახით და ძნელად დაიშლება წვეთებად. თუ ფრქვევანას საქშენის კვეთის ფართობს შევინარჩუნებთ ისეთს, რომელიც მკირე ხარჯის დროს უზრუნველყოფს საჭირო წნევას ფრქვევანას წინ, მაშინ მაქსიმალური ხარჯით მუშაობისას ყოველ კვადრატულ მეტრზე წნევა უნდა გაიზარდოს რამდენიმე ასეულ მეგანიუტონამდე.

პირიქით, თუ ფრქვევანას საქშენის ფართობი უზრუნველყოფს ფრქვევანას წინ 4,5—5 მნ/მ² [45—50 კბ/სმ²] წნევას (ასეთია სინამდვილეში სათბობის წნევა ფრქვევანას წინ). მაშინ მკირე ხარჯის დროს წნევა იქნება უმნიშვნელო და სათბობის გაფრქვევა შეუძლებელი გახდება. ამიტომ სათბობის საჭირო ხარჯისა და მისი კარგი გაფრქვევის უზრუნველსაყოფად ძრავას მუშაობის ყველა რეჟიმზე ფრქვევანას აკეთებენ ავტომატურად სარეგულირებელს.

სარეგულირებელია BK—1A ძრავას ორსაქშენიანი ფრქვევანი, რომელიც გამოსახულია 4.99 ნახაზზე. დამხმარე არხით (1) სათბობი ტუმბოდან შედის შიგა (დამხმარე) ფრქვევანაში. საგრიგლისა (5) და საქშენის (8) გავლის შემდეგ სათბობი შედის წვის კამერაში.

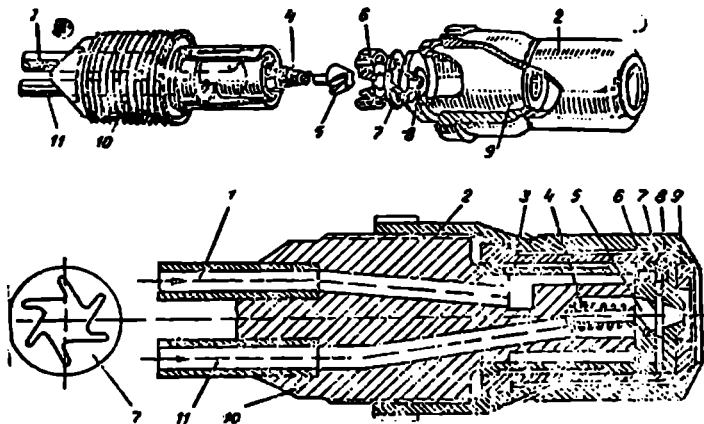
სათბობის განსაზღვრული წნევის მიღწევის შემდეგ იღება სათბობის ავტომატური განმანაწილებლის (საჯ) სარქველი და სათბობი ძირითადი არხით (1) შედის ფრქვევანაში. ფირფიტოვანი საგრიგ-

ლის ტანგენციალური არხების (7) გავლის შემდეგ სათბობი დაიგრიხება და საქშენის გავლით წვის კამერაში მოხვდება.

ავტომატურ სარეგულირებელ ფრქვევანებს ეკუთვნის აგრეთვე ის ორსაფეხურიანი ფრქვევანები, რომლებშიაც რეგულირება მიღწევა დაგრების კამერის შესასვლელთან სათბობის დინების სიჩქარის შეცვლით. სიჩქარის შეცვლა ხორციელდება იმ სათბობის წნევის დროსელირებით, რომელიც დაგრების კამერაში შედის მეორე საფეხურის არხებით.

4.100 ნახაზიდან შეგვიძლია დავინახოთ, თუ როგორაა მოწყობილი და როგორ მუშაობს AM-3 ძრავას ორსაფეხურიანი ორკამერიანი ფრქვევანა. ფრქვევანას აქვს ორი საფეხური. თითოეულ საფეხურს გააჩნია საკუთარი დაგრების კამერა და საქშენი.

მცირე ხარჯის დროს სათბობი გადის მხოლოდ პირველი საფეხურის არხით (ნახ. 4. 100, ა). მეორე საფეხურის დაგრების კამერაში (2) სათბობი გადის სამი ტანგენციალური მცირე დიამეტრის შქონე არხით, რომლებიც გაკეთებულია დაგრების კამერის კედელში, ხოლო შემდეგ საქშენის ნახვრეტით შედის წვის კამერაში.



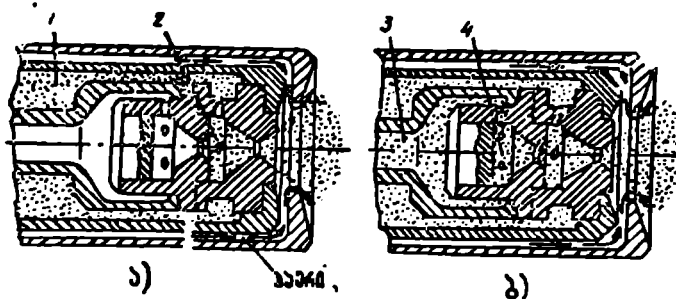
ნახ. 4. 99. BK-1A ძრავას ორსაქშენიანი ფრქვევანა.

- 1 -- ძირითადი არხი, 2 -- ხუფი, 3 -- მილისი, 4 -- ზამბარა, 5 -- საგრიგლი,
6 -- საგრიგლის ბუდე, 7 -- ფირფიტოვანი საგრიგლი, 8 -- საქშენი,
9 -- კიკა, 10 -- ფრქვევანას კორპუსი, 11 -- დამხმარე არხი.

სათბობის ხარჯის და. მაშასადამე, წნევის გადიდების შემთხვევაში სათბობის განმანაწილებლის ნემსი (სქემაზე ის არ არის ნაჩვენები) სათბობს გაუშვებს ერთდროულად მეორე საფეხურის არხი-

თაც (3) (ნახ. 4.100, ბ). შემდეგ სათბობი დიდი დიამეტრის მქონე ტანგენციალური ნახვრეტებით გადავა მეორე საფეხურის დაგრების კამერაში (4), დაიგრიხება იქ და საქშენის ნახვრეტით შევა წვის კამერაში.

ამრიგად, საქშენის ნახვრეტის წინ დაგრების ორი კამერის არ-



ნახ. 4. 100. AM.3 ძრავას ორსაფეხურიანი ფრქვევანას მუშაობის სქემა.
 1 — პირველი საფეხურის არხი, 2 — პირველი საფეხურის დაგრების კამერა.
 3 — მეორე საფეხურის არხი, 4 — მეორე საფეხურის დაგრების კამერა.

სებობის გამო სათბობის ნაკადი ორივე საფეხურის არხებიდან აირევა პირველი საფეხურის დაგრების კამერაში. სადაც მეორე საფეხურის არხით შესული სათბობი დამატებით დაიგრიხება პირველი საფეხურის არხის ნაკადით. ორივე საფეხურის ასეთი ერთობლივი მუშაობა განსაკუთრებით ხელსაყრელია მეორე საფეხურის მუშაობის დასაწყებად.

§ 4. რეგულირება ძრავას სათბობმკვებას სისტემაში

ფრენის ყველა სიჩქარეზე და სიმაღლეზე აირტურბინული ძრავა უნდა მუშაობდეს უხელსაყრელესი რეჟიმებით. მუშაობის საჭირო რეჟიმის დასაცავად ან მის შესაცვლელად სასურველი მიმართულებით ძრავების კონსტრუქციაში გათვალისწინებულია სპეციალური მოწყობილობები. ისინი ზემოქმედებენ პროცესის პარამეტრებზე. პროცესის პარამეტრებზე ზემოქმედებას ახორციელებს ძრავას რეგულირების სისტემა.

ხელთ რეგულირებისაგან მფრინავის გასათავისუფლებლად ძრავა აღჭურვილია ავტომატური რეგულატორებით. ისინი იცავენ მუშაობის საჭირო რეჟიმს. იმისათვის, რომ შეიცვალოს მუშაობის რეჟიმი სასურველი მიმართულებით, მფრინავი გადაადგილებს ძრავას

მართვის ბერკეტს. რომელიც სპეციალური მექანიზმით დაკავშირებულია ძრავას რეგულატორებთან.

ავტომატური რეგულირების სისტემამ უნდა უზრუნველყოს ძრავას წვევის (ან სიმძლავრის) შეცვლის შესაძლებლობა ფართო დიაპაზონში (მაქსიმალურიდან მინიმალურამდე). მართვის ბერკეტი, რომელიც მდებარეობის დროს რეგულირების სისტემა უზრუნველყოფს ძრავას მუშაობას მაქსიმალური (აფრენის) რეჟიმით. მფრინავის მიერ მართვის ბერკეტის გადაადგილებისას „თავისაკენ“ (მდგომარეობიდან. რომელიც შეესაბამება მაქსიმალურ რეჟიმს) მოხდება ძრავას დროსელირება და მისი წვევა (სიმძლავრე) შემცირდება. ამრიგად, ძრავა შეიძლება გადაყვანილ იქნეს ნომინალურ, საკრეისერო რეჟიმზე და მცირე აირის რეჟიმზე.

ძრავას მართვა უნდა იყოს მაქსიმალურად გამარტივებული. მფრინავს შესაძლებლობა უნდა ჰქონდეს გადაადგილოს მართვის ბერკეტი სასურველი სიჩქარით, რადგან რეგულირების სისტემაში არის ისეთი მოწყობილობანი, რომლებიც ძრავას დაიცავენ ამ პირობებში შესაძლო სახიფათო გადატვირთვებისაგან. რეგულირების სისტემამ უნდა უზრუნველყოს ძრავასათვის საუკეთესო მიმღებიანობა, ე. ი. მართვის ბერკეტის გადაადგილების დროს მუშაობის ერთი რეჟიმიდან მეორე რეჟიმზე გადასვლის უნარი, რეგულირების სისტემამ უნდა აგრეთვე დაიცავს ძრავა მუშაობის არამდგრად რეჟიმებზე გადასვლისაგან (პომპაჟი, ალის მოწყვეტა წვის კამერაში).

XVII თავი

ამუშავების სისტემა

აირული ტურბინის სიმძლავრე საქშენი აპარატის წინ აირების მაქსიმალური ტემპერატურის დროს კომპარესორის ბრუნვისათვის საჭირო სიმძლავრეზე მეტი ხდება დაწყებული მხოლოდ რომელიც გარკვეული ბრუნთა რიცხვიდან. ამიტომ ძრავას ასამუშაველად საჭიროა სიმძლავრის გარეშე წყაროს საშუალებით ძრავას მივცეთ საჭირო ბრუნთა რიცხვი. ბრუნთა რიცხვის მიღწევის შემდეგ, წვის კამერაში საბოლოოს მიწოდებისა და მისი აალებისას, ძრავა შესძლებს დამოუკიდებლად მუშაობას მუშა რეჟიმებზე შემდგომი გადასვლით.

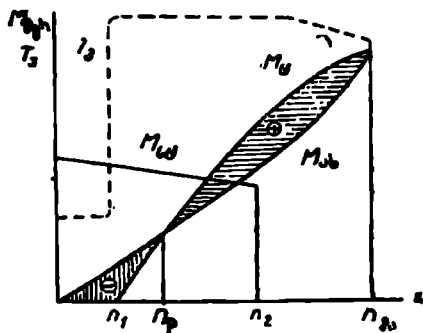
აირტურბინული ძრავას ამუშავების სისტემაში შედიან:

1) სტარტერი — სიმძლავრის გარეშე წყარო, რომელიც უზრუნ-

ველყოფს ძრავას როტორის შემობრუნებას უძრავი მდგომარეობიდან გარკვეულ ბრუნთა რიცხვამდე;

2) ამუშავების სათბობი სისტემა, რომელიც განკუთვნილია ამუშავების დროს სათბობის მისაწოდებლად წვის კამერებში;

3) ანთების ელექტრული სისტემა, რომელიც საჭიროა ძრავას ამუშავების პროცესში სათბობ-ჰაერული ნარევის ასაალებლად;



ნახ. 4. 101. მგრეხავი მომენტების შეცვლა ტრძ-ს ლილვზე ამუშავების დროს.

4) ავტომატური რეგულირების სისტემა, რომლის ელემენტებიც უზრუნველყოფენ აგრეგატების ჩართვის მოცემულ თანმიმდევრობას.

ძრავას ამუშავება შეიძლება რამდენიმე ეტაპად დაეყოთ. მათი ილუსტრაცია მოცემულია 4.101 ნახაზზე. რომელზედაც ნაჩვენებია დამუშავების პროცესში ძრავას ლილვზე მგრეხავი მომენტებისა და ტურბინის წინ აირების ტემპერატურის ცვლადობა ბრუნთა რიცხვის მახედვით: M_{δ} — სტარტერის მიერ განვითარებული მომენტი. M_{δ} — ტურბინის მიერ განვითარებული მგრეხავი მომენტი. M_{δ} — ძრავას ბრუნვაში მოსაყვანად საჭირო მგრეხავი მომენტი.

ამუშავების პირველი ეტაპი იწყება თვით სტარტერის ამუშავებიდან და მისი გადაყვანიდან მუშაობის რეჟიმზე. ამ ეტაპის ხანგრძლივობა მცირეა და დამოკიდებულია სტარტერის ტიპზე (ნახაზზე პირველი ეტაპი არ არის ნაჩვენები).

ამუშავების მეორე ეტაპი გრძელდება ძრავას ლილვთან სტარტერის მართვის მომენტიდან ტურბინის მუშაობაში შესვლის მომენტამდე. ამ ეტაპზე ძრავა ბრუნავს მხოლოდ სტარტერით.

n_1 ბრუნთა რიცხვის დროს ხდება სათბობის მიწოდება წვის კამერებში, სათბობ-ჰაერული ნარევის წარმოქმნა და მისთვის ცეცხლის მოკიდება მაალელებების საშუალებით. ამ მომენტიდან, ტურბინის მუშაობის დაწყების მომენტიდან, იწყება ამუშავების მესამე ეტაპი. ამ ეტაპზე ძრავა ლებულობს ბრუნვას როგორც სტარტერიდან, ისე ტურბინიდან. M_{δ} იზრდება უფრო სწრაფად. ეიღრე M_{δ} , ამიტომ დაწყებული n_p ბრუნთა რიცხვიდან (სადაც $M_{\delta} = M_{\delta}$), ჩნდება კარბი მომენტი (ამ ბრუნთა რიცხვამდე მომენტი ძრავას როტორზე უარყო-

ფითია). ეტაპი მთავრდება n_2 ბრუნთა რიცხვის მიღწევისას. როცა გამოირთვება სტარტერი.

ამუშავეების მეოთხე ეტაპი იწყება სტარტერის გამორთვის მომენტიდან. ე. ი. ძრავას გადასვლის მომენტიდან დამოუკიდებელ მუშაობაზე.

ამ ეტაპზე ბრუნთა რიცხვის ზრდა ხდება ტურბინის ჭარბი მომენტის ხარჯზე $M_{\text{ს}}$ მომენტთან შედარებით. ბრუნთა რიცხვის ზრდა ხდება n_3 ბრუნთა რიცხვამდე, რომლებზეც კვლავ $M_{\text{ტ}} = M_{\text{ს}}$. ბრუნთა ეს რიცხვია მცირე აირის ბრუნთა რიცხვი. ამით მთავრდება ძრავას ამუშაება.

ამუშავეების დროს ტურბინის წინ აირის ტემპერატურა შემდეგნაირად იცვლება. ტურბინის ჩართვამდე ე. ი. ამუშავეების პირველ და მეორე ეტაპზე. ტემპერატურა მუდმივია და პრაქტიკულად გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურის ტოლია. ძირითადი საფაზობი სისტემის მუშაობის დაწყების მომენტიდან T_3 ტემპერატურა მკვეთრად იზრდება მაქსიმალურ მნიშვნელობამდე და შემდეგ რჩება მუდმივი. მცირე აირის რეჟიმზე გადასვლის წინ T_3 ტემპერატურა დაიწევს 180—220°-მდე, რაც შეესაბამება ძრავას მცირე აირის მდგრად რეჟიმზე გადასვლას.

§ 1. სტარტმერები

სტარტერი ისეთი ძრავაა, რომელიც განკუთვნილია ამუშავეების დროს აირტურბინული ძრავას როტორის ბრუნვაში მოსაყვანად.

სტარტერი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1) უნდა ჰქონდეს საკმარისი სიმძლავრე ძრავას სწრაფი ამუშავეების უზრუნველსაყოფად და, იმავე დროს, როგორც სტარტერს, ისე კვების წყაროს უნდა ჰქონდეთ სიმძიმის მცირე ძალა (წონა) და გაბარიტები;

2) უზრუნველყოს ამუშავეების ავტომატიზაცია;

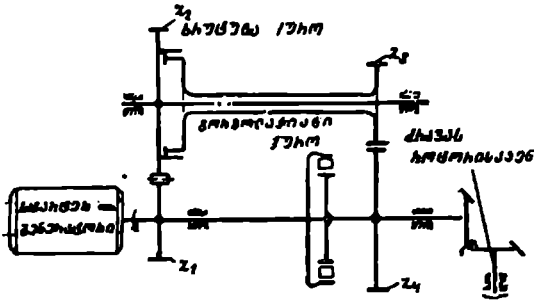
3) ჰქონდეს მაღალი საექსპლოატაციო საიმედოობა.

ამყამად არსებობს სტარტერების მრავალი სახე. უდიდესი გავრცელება კი მიიღეს ელექტრულმა და ტურბინულმა სტარტერებმა.

ელექტრული სტარტერები

ელექტრული სტარტერი შერეული აგზნების მუდმივი დენის ელექტრული ძრავაა. სტარტერების სიმძლავრე აღწევს საშუალოდ 22 კვტ-ს [30 ც. ძ] სტარტერი იკვებება ბორტის ქსელიდან ან 24—28 ვ.

აბზის აეროდრომის აკუმულატორთა ბატარეიდან. შერეული აგზნების გამოყენება უჭირს სვლის დროს სტარტერს იცავს გაქანებისაგან (უდატვირთვოდ). იმავე მიზნით მართვის სქემაში არის მაქსიმალურ ბრუნთა რელე, რომელიც დატვირთვის დაცემის შემთხვევაში შეწყვეტს სტარტერის კვებას დასაშვებ სიდიდებზე ქვევით.



ნახ. 4. 102. სტარტერ-გენერატორის ამძრავში ორსიჩქარიანი გადაცემის სქემა.

ელექტროსტარტერის სახესხვაობაა სტარტერ-გენერატორი. ამუშავების დროს ის მუშაობს როგორც ძრავა, ხოლო ამუშავების შემდეგ, მუშაობს როგორც გენერატორი და გადაიქცევა თვითმფრინავის მულმივი დენის წყაროდ.

სტარტერ-გენერატორის გამოყენება იძლევა სისტემის შემსუბუქების შესაძლებლობას, რადგან ამ დროს შეიძლება ცალკე გამოყოფილი სტარტერის გარეშე მუშაობა. ასეთი შემთხვევის დროს ფრენისას სტარტერი მხოლოდ უსარგებლო ტვირთი იქნება.

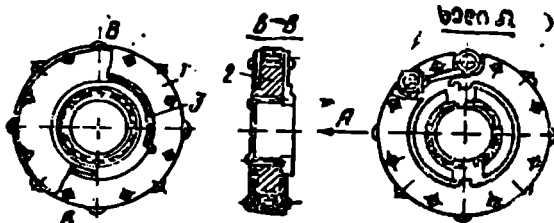
სტარტერ-გენერატორის ამძრავში ჩართულია ავტომატური ორსიჩქარიანი გადაცემა. ეს გადაცემა საჭიროა იმისათვის, რომ უზრუნველყოთ სტარტერ-გენერატორის მუშაობა შესაბამისი ბრუნვებით როგორც სტარტერის, ისე გენერატორული რეჟიმით. ერთ-ერთი ორსიჩქარიანი გადაცემის სქემა გამოსახულია 4.102 ნახაზზე.

გადაცემაში, კბილანების გარდა, არის თავისუფალი სვლის ორი ქურო (ხრუტუნა და გორგოლაჭიანი).

სტარტერის რეჟიმით მუშაობის დროს ცენტრიდანული ხრუტუნა ქურო გამორთულია, ამიტომ მგრეხავი მომენტი სტარტერიდან Z_1 და Z_2 კბილანებით, ხრუტუნა ქუროთი და Z_3 და Z_4 კბილანებით გადაეცემა ლილვს, ხოლო აქედან ამძრავთა კოლოფით — ძრავას როტორს. გორგოლაჭიანი ქურო ამ დროს ჩართულია, რადგან ქუროს ვარსკვლავის ბრუნთა რიცხვი, რომელიც წარმოადგენს ერთ მთელს Z_4 კბილანასთან, გარე გარსაქრის ბრუნთა რიცხვზე ნაკლებია.

ზამბარა (3) (ნახ. 4.103) მუდამ ცდილობს შეშაობრუნოს ქუროს სეპარატორი (1) ვარსკვლავს (2) მიმართ. რათა მოახდინოს გორგოლაქების ჩასოღვა, როცა ხრუტუნა ქურო ჩართულია (ნახ. 4.104), ეს ნიშნავს, რომ საკეტლები (3) ზამბარების (4) მოქმედებთ აშეუბულია. რათა ცერობებით (7) ქუროს (5) წამყვანი ნაწილი გადააბას ამჟოლ ნაწილს (1).

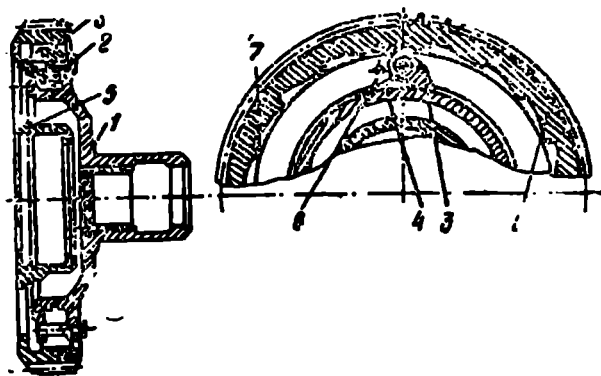
სტარტერის გამორთვის დროს მისი ბრუნთა რიცხვი სწრაფად მცირდება, ხოლო Z_4 კბილანასი და (იხ. ნახ. 4.102) ქუროს ვარსკვლავს ბრუნთა რიცხვი, როგორც ერთი მთლიანისა, დიდდება, რადგანაც



ნახ. 4. 103. გორგოლაქიანი ქურო.
1 — სეპარატორი, 2 — ვარსკვლავი, 3 — ზამბარა.

ძრავს როტორი აგრძელებს ბრუნვას ტურბინის ხარჯზე. როცა ქუროს ვარსკვლავს სიჩქარე გააღება გარე გარსაკრის სიჩქარეზე მეტა. ქუროს გორგოლაქები ჩასოღება. ამ დროს ხრუტუნა ქურო გამორთოვება, რადგან ამ

ბრუნთა რიცხვზე საკეტლების ცენტრიდანული ძალების მომენტი დაძლევის ზამბარების დრეკადობას, საკეტლები გამოეღენ მოდებიდან და ლერძებზე (2) საბრჯენამდე (6) (იხ. ნახ. 4. 104) შემობრუნდებიან.



ნახ. 4. 104. ცენტრიდანული ხრუტუნა ქურო.
1 — ქუროს ამჟოლი ნაწილი. 2 -- ლერძი, 3 — საკეტელი.
4 -- ზამბარა, 5 — ქუროს წამყვანი ნაწილი, 6 — საბრჯენი, 7 — ცერობები.

რადგან გორგოლაჭიანი ქურო ჩართულია, ხოლო ხრუტუნა გამო-
თული, ამიტომ ძრავადან მოძრაობა სტარტერს პირდაპირ გადაეცემა
გორგოლაჭიანი და ფრიქციული ქუროებით. სტარტერი ამ დროს მუ-
შაობს გენერატორის რეჟიმით.

ელექტრული სტარტერები მარტივია და საიმედო ექსპლოატაცი-
აში; აქვთ მცირე გაბარიტები. გარდა ამისა, ისინი უზრუნველყოფენ
ამუშაების სრულ ავტომატიზაციას, შესაძლებლობას იძლევიან უ-
სარგებლოთ კვების სააეროდრომო წყაროებით.

ელექტრული სტარტერების ძირითად ნაკლოვანებებს წარმოადგე-
ნენ:

1) აკუმულატორთა ბატარეების დიდი სამომხმარებლო ტევადობა
და სიმძიმის ძალა (წონა);

2) ბატარეების ელექტრული ტევადობის დაცემა, რაც დაკავშირე-
ბულია ჰაერის გარეგანი ტემპერატურის შემცირებასთან (ელექტრო-
ლიტის კუთრი წინაღობის გადიდება).

აირტურბინული სტარტერები

აირტურბინული სტარტერი (ტურბოსტარტერი) მცირეგაბარი-
ტულ აირტურბინული ძრავაა, რომელიც აღჭურვილია ჩვეულებრივი
ცენტრიდანული კომპრესორით. მას აქვს ჩვეულებრივი ატმ-ს ყველა
ელემენტი. მაგრამ, ამავე დროს, აქვს მთელი რიგი თავისებურებანი,
რომლებითაც ის განსხვავდება სრულზომიანი ძრავასაგან.

სტარტერს აამუშავებენ ხოლმე ჩვეულებრივი ელექტროძრავის სა-
შუალებით. ამასთან, სტარტერის ამუშაება და მუშაობის რეჟიმზე
გაყვანა ხდება დაუტვირთავად (ამუშაების დროის შესამცირებლად
სტარტერი ამ დროს არ არის შეერთებული ძრავასთან).

აირტურბინულ სტარტერებს გააჩნიათ რიგი ღირსებანი:

1) აქვთ დიდი სიმძლავრე შედარებით მცირე კუთრი მასისა (კუთრი
წონისა) და გაბარიტების დროს;

2) ნებას იძლევიან განვახორციელოთ ამუშაებათა დიდი რიცხვი.

3) უზრუნველყოფენ ამუშაების დამოუკიდებლობას.

სტარტერების ნაკლოვანებათა რიცხვს მიეკუთვნება:

1) კონსტრუქციული სირთულე;

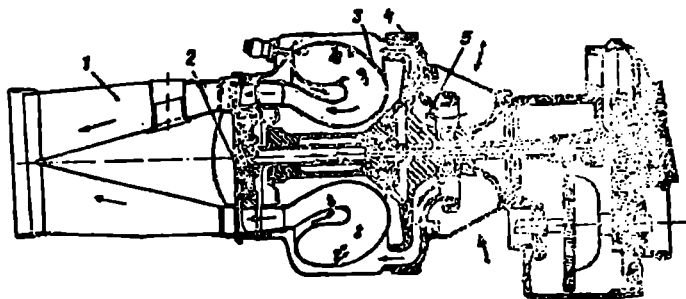
2) ამუშაების შედარებით დიდი ხანგრძლივობა, რადგან ძრავას
ამუშაების ხანგრძლივობაში შედის აგრეთვე თვით სტარტერის ამუ-
შაების დროც.

4.105 ნახაზზე მოყვანილია დამზადებული ტურბოსტარტერის სქე-
მა.

სტარტერი მცირეგაბარიტიანი აირტურბინული ძრავაა, რომელიც შედგება ერთსაფეხურიანი ცენტრიდანული კომპრესორის, რგოლურა წვის კამერის, ერთსაფეხურიანი აირული ტურბინისა და რედუქტორისაგან. რედუქტორი რთავს გადაცემას, ჰიდრავლიკურ ქუროს და ცენტრიდანულ ხრუტუნა ქუროს.

სტარტერის კომპრესორს აქვს ცალმხრივი ფრთოვანა (5), რომელიც შეერთებულია ძრავას როტორთან ლარობებით, და ფრთიანი დიფუზორი (4), რომელიც, თავის მხრივ, ნიჩბებიანი რგოლია. დიფუზორი წარახნებით მაგრდება კომპრესორის კორპუსზე.

სტარტერის წვის კამერა (3) რგოლურია. კამერის საცეცხლე მილს აქვს სპეციალური ფორმა სტარტერის სიგრძის შესამცირებლად. საცეცხლე მილში უზრუნველყოფილია სათბობისა და ჰაერის შემხვედრი მოძრაობა.



ნახ. 4. 105. აირტურბინული ძრავას გრაივი ქრილი.

1 — გამომბოლქვი მილყელი, 2 — ტურბინა, 3 — წვის კამერა.

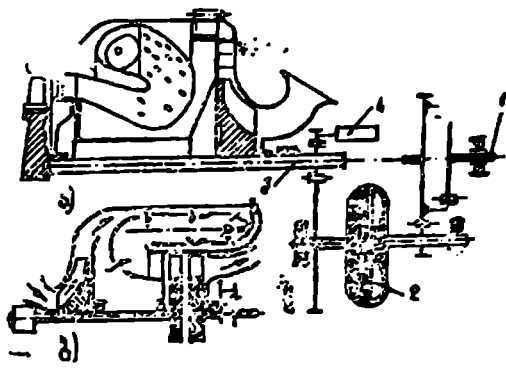
4 — ფრთიანი დიფუზორი, 5 — ფრთოვანა.

სტარტერის ტურბინა (2) ღერძულია და რეაქტიული. ტურბინის დისკო შტიფტებით დამაგრებულია სტარტერის როტორზე, რომელიც დადგმულია სრიალის საკისრებში. საკისრები ფოლადისაგანაა დამზადებული და ამოვსებულია ტყვიოვანი ბრინჯაოთი.

ცხელი აირები ტურბინის შემდეგ გამომბოლქვი მილყელითა (1) და გამომბოლქვი მილით (სქემაზე არ არის ნაჩვენები) გადიან ატმოსფეროში. მილი ამუშავების შემდეგ ავტომატურად იხურება საფარით იმისათვის, რომ ფრენის დროს აცილებულ იქნეს სტარტერის როტორის ავტოროტაცია (თვით ბრუნვა). საფარს მართავენ სპეციალური ელექტრომექანიზმით.

აირტურბინული სტარტერების რამდენიმე მახასიათებელი სქემა მოცემულია 4.106 ნახაზზე. პირველ სქემაზე (ნახ. 4.106, ა) სტარტე-

რის გამოშვებული ლილვი (1) და სტარტერის როტორის ლილვი (3) შეერთებულია ჰიდროქურით (2), რომელიც უზრუნველყოფს სტარტერის როტორის სწრაფ შემობრუნებას სამუშაო ბრუნთა რიცხვამდე და საშუალებას გვიქმნის მდოვრულად შევართოთ ძრავას როტორი სტარტერთან. ტურბოსტარტერის ამუშავება ხდება ელექტროსტარტერით (4).

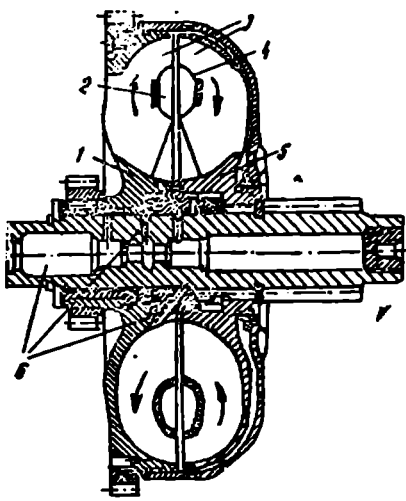


ნახ. 4. 106. აირტურბინული სტარტერების პრინციპული სქემები.

1 — გამოსასვლელი ლილვი, 2 — ჰიდროქურო, 3 — როტორის ლილვი, 4 — ელექტროსტარტერი.

ჰიდროქურო შედგება ორი ნაწილისაგან: წამყვანისა (ტუმბო 1) და ამყოლისაგან (ტურბინა 5, ნახ. 4. 107). ამ ნაწილებს შორის არ არის ხისტი კავშირი, და თუ ქუროს მოვთავესებთ

ვაკუუმში და ვაბრუნებთ წამყვან ნაწილს, მაშინ ამყოლი იქნება უძრავი.



ნახ. 4. 107. ჰიდროქუროს სქემა.

1 — ტუმბო, 2 და 4 — რგოლები, 3 — ნიჩბები, 5 — ტურბინა, 6 — არხები.

ტუმბოსა და ტურბინას აქვთ ნიჩბები (3), რომლებიც შეერთებულია ერთმანეთთან რგოლებით (2 და 4).

ჰიდროქუროს მუშაობა შემდეგში მდგომარეობს: სტარტერის ამუშავებისა და გაქანების დროს ზეთის მიწოდება ქუროში არ ხდება და სტარტერი აღმოჩნდება გამართული ძრავას როტორისაგან. როცა ქურო აივსება ზეთით. მაშინ წამყვანი ნაწილის ბრუნვის დროს ზეთი ცენტრიდანული ძალების მოქმედებით დაიწყებს ბრუნვას ისრებით ნაჩვენები მიმართულებით. ზეთის მიერ შექმნილი კინეტიკური ენერ-

გია გადაეცემა ტურბინის ნიჩბებს, რის შედეგადაც იწყება მისი ბრუნვა. ტურბინის ბრუნთა რიცხვი აღმოჩნდება უფრო ნაკლები, ვიდრე ტუმბოს წამყვანი ნაწილის ბრუნთა რიცხვი, რაც გამოწვეულია ზეთის ჰიდრავლიკური წინაღობების გამო გამოწვეული ზეთის ენერჯიის აუცილებელი დანაკარგებით. წამყვანი და ამჟოლი ნაწილების ბრუნთა რიცხვებს შორის განსხვავება ნაწილობრივ დამოკიდებულია ქუროს ზეთით შევსებაზე. გადასაცემი მომენტების ტოლობის დროს ბრუნთა რიცხვებს შორის განსხვავებას მოსდევს ტუმბოსი და ტურბინის სიმძლავრეების უტოლობა.

ქუროში გათვალისწინებულია ზეთის მუდმივი გაცვლა, წინააღმდეგ შემთხვევაში ცირკულაციის დროს შესაძლოა მისი გადასურება. ზეთის მიწოდება ქუროში ხორციელდება არხით (6), არინება — სპეციალური ნახვრეტებით.

ჰიდრავლიკური ქუროს ღირსება კონსტრუქციის სიმარტივე და მცირე გაბარიტები. გარდა ამისა, წამყვან ლილეზე მგრესავი მომენტის მკვეთრად შეცვლის დროს ქურო ასრულებს დემფერას როლს. ქუროს ნაკლია ტალახის დალექვა მუშა არხებში, რადგანაც ქურო დიდი სიჩქარეებით ბრუნვის დროს იქცევა ხოლმე ძლიერ ცენტრიფუგად.

4.106, ბ ნახაზზე გამოსახულ სტარტერს აქვს ორი ტურბინა. პირველი ტურბინა განკუთვნილია სტარტერის კომპრესორის ასაშუშავებლად. მეორე — ამუშავების დროს ძრავას როტორს ასაბრუნებლად. ამუშავების დროს სტარტერი სწრაფად გადადის სამუშაო რეჟიმზე, ჯადგან ტურბინები ერთმანეთთან არ არიან მექანიკურად დაკავშირებული. სტარტერის ტურბოკომპრესორი მეორე ტურბინისათვის მუშაობს როგორც აირის გენერატორი, რომელიც აბრუნებს ძრავას როტორს.

ასეთი სქემა ნებას იძლევა ვიქონიოთ კომპრესორის ფრთოვანას დიდი წრიული სიჩქარე და წნევის გადიდების უფრო მაღალი ხარისხი. რამდენადაც მეორე ტურბინის ბრუნთა რიცხვი შედარებით არაა დიდი, რედუქტორი მიიღება უფრო მსუბუქი და მარტივი.

დენთის სტარტერები

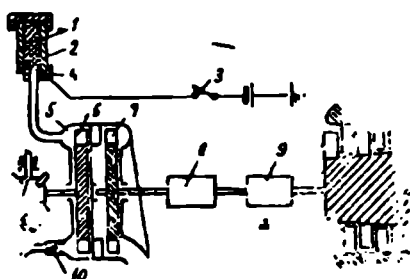
ტურბინის სტარტერებს ეკუთვნის აგრეთვე დენთის სტარტერები, რომელთა ტურბინაც მუშაობს დენთის აირებით. ასეთი სტარტერის სქემა ნაჩვენებია 4.108 ნახაზზე. ჩამრთველ კნოპზე (3) დაკერა უზრუნველყოფს მუხტისთვის ცეცხლის მოკიდებას მაალებლის (4) ელექტრული ნაპერწკლის საშუალებით (შავი დენთის). აირები, რომლე-

ბიცი წარმოიქმნებიან სავაზნეში (2) მოთავსებული დენტის მუხტის (!) წვის დროს. მიემართებიან აირშემკრებში (5) და მცველი დიაფრაგმის (6) საარკლებით შედიან აირული ტურბინის (7) ნიჩბებზე. სტარტერის ტურბინის მგრეხავი მომენტი რელექტორითა (8) და გადაბმულობის ქუროთი (9) გადაეცემა ძრავას როტორს. აირები ტურბინიდან გადიან ატმოსფეროში.

სტარტერში მცველი დიაფრაგმის (6) არსებობა აიხსნება შემდეგით. დენტის მუხტის სრულ ამოწვამდე ძრავასაგან სტარტერის გამორთვამ (დატვირთვის მკვეთრი დაცემა) შეიძლება გამოიწვიოს ტურბინის ბრუნთა რიცხვის გაზრდა, ზღერულად დასაშვებ სიდიდეზე მეტად. „გაქანებისაგან“ ტურბინის დასაცავად სპეციალური რეგულატორი ამძრავით (11) შემოაბრუნებს დიაფრაგმას (6). რომელიც აირებს გზას გადაუხურავს ტურბინისაკენ, აირების გაზრდილი წნევა ვაალებს მცველ საარქველს (10) და აირები ატმოსფეროში გავლენ.

დენტის სტარტერების ღირსებაა მათ მიერ წარმოქმნილი ღირი სიმძლავრე. ამით მცირდება ძრავას ამუშავეების დრო.

ამავე დროს, მათ აქვთ ძალზე დიდი ნაკლოვანებანიც. კერძოდ, დენტის აირები იწვევენ ტურბინის დეტალებზე ძლიერ ნაწიწწარმოქმნას. დენტის კოქსის გამოყენებას ზოგიერთ სარობებში (უარყოფითი ტემპერატურით გამოწვეული კოქსების დასკდომა) შეიძლება მოყვეს აფეთქება.



ნახ. 4. 108. დენტის სტარტერის პრინციპული სქემა.

- 1 — დენტის მუხტი, 2 — სავაზნე, 3 — კნობი, 4 — შალბული, 5 — აირშემკრები, 6 — დიაფრაგმა, 7 — აირული ტურბინა, 8 — რელექტორი, 9 — გადაბმულობის ქურობი, 10 — მცველი საარქველი, 11 — ამძრავი.

აირები, რომლებიც საჭიროა სტარტერის ტურბინის ბრუნვისათვის, შეიძლება მიღებულ იქნეს აგრეთვე ან აირების გენერატორებში, ან სპეციალურ წვის კამერებში.

პირველ ტიპს ეკუთვნის ორთქლაირის სტარტერები (ნახ. 4.109). H_2O_2 წყალბადის ზეჟანგი ბალონიდან (1) შესული შეკუმშული ჰაერით ავზიდან (2) გადაიღინება ორთქლაირგენერატორში (3). მასში კატალიზატორის თანაობით ხდება წყალბადის ზეჟანგის დაშლა გადახურებული წყლის ორთქლისა და ჟანგბადისაგან ორთქლაირის ნარევის წარმოქმნით. ორთქლაირი მიემართება იმ ტურბინისაკენ (4), რომ-

ლის მგრეხავი მომენტი რედუქტორითა (5) და გადაბმულობის ქუროთი (6) გადაეცემა ძრავას როტორს.

ასეთი სტარტერის ნაკლოვანებაა ორთქლაირის დაბალი ტემპერატურა (400—500°C) და წყალბადის ზეენგის ფეთქებასაფრთხოება.

4.110 ნახაზზე ნაჩვენებ სტარტერს აქვს წვის კამერა, რომელშიაც იწვის ერთკომპონენტიანი სათბობი. ეს სათბობი კამერას გადაეცემა სხვადასხვა ხერხით. გამოსახულ სქემაში ამუშავებისათვის დენთის ნუხტს (6) ეკიდება ცეცხლი. წარმოქმნილი აირები შედიან წვის კამერაში (2) და აბრუნებენ ტურბინას (3). ამავე დროს, მილაკით (9) მიემართებიან ცილინდრისაკენ (8), ცილინდრიდან სათბობის ჰორციას გადენიან წვის კამერაში (2), სადაც ხდება ამ სათბობის დაშლა. ტურბინის მგრეხავი მომენტი რედუქტორითა (4) და გადაბმულობის ქუროთი (5) გადაეცემა ძრავას როტორს.

ამუშავების შემდეგ დგუშები (7) ზამბარას (10) საშუალებით გადაადგილდებიან საწყის მდგომარეობაში (ნახაზზე მარცხნივ). ამ დროს ისინი აუზიდან (1) უკუსარქვლით (11) შეიწოვენ სათბობის ახალ ჰორციას შედგომი ამუშავებისათვის.

ასეთი სტარტერები მსუბუქია და მცირე გაბარიტების დროს ავითარებენ დიდ სიმძლავრეს.

ჰაერის ტურბოსტარტერების ტურბინები მუშაობენ იმ შეკუმშული ჰაერით, რომელიც შედის ბალონიდან ან ჰაერის აირტურბინული (ატჯ) გენერატორიდან.

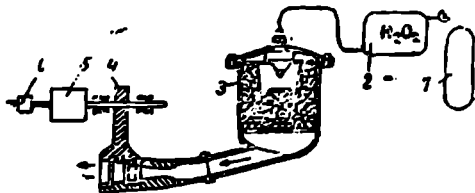
სტარტერის სქემა (ბალონიდან ჰაერის მიწოდებით) ნაჩვენებია 4.111 ნახაზზე. ჰაერი ბალონიდან (1) სარედუქტოო სარქველებით (2 და 4) შედის წვის კამერაში (10) და მილაკით (5)-აკნში (8). ერთდროულად აუზიდან (8) ფრქვევანას საშუალებით (9) სათბობი გადაეცემა კამერას. სათბობის დაწვის გამო ჰაერი თბება და საქშენით (6) გადადის ტურბინაზე (7). მილყელით (3) სტარტერს შეიძლება მივუერთოთ აეროდრომის ბალონი.

ჰაერის სტარტერი მოითხოვს ჰაერის ძალზე დიდ ხარჯს, რაც აძნელებს ავტონომიური ამუშავების განხორციელებას. გარდა ამისა, ჰაერის ბალონები მძიმეა და აქვთ დიდი გაბარიტები, რაც ქმნის დიდ უხერხულობას ასეთი სტარტერების გამოყენების დროს.

ჰაერის სტარტერების სიმძლავრე 220—360 კვტ-ია [300—500 ცქ]. მძიმე თვითმფრინავებზე ჰაერის სტარტერს კვებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჰაერის აირტურბინული გენერატორი, რომელიც შედგება კომპრესორის, წვის კამერისა და ტურბინისაგან.

§ 2. ამუშავების სათბობი სისტემა

ამუშავების სათბობი სისტემის ძირითად ელემენტებს (იხ. ნახ. 4.93) წარმოადგენენ: ასამუშავებელი სათბობი ავზი (თუ ძრავა ამუშავების დროს მუშაობს ბენზინით), რომელიც დადგმულია თვითმფრინავზე, ასამუშავებელი ტუმბო (17). ასამუშავებელი სათბობი კოლექტორი, ასამუშავებელი ფრქვევანა შუქის მაალბლის (3) შემადგენლობაში, უკუსარქველი (1) და ფილტრი (16).

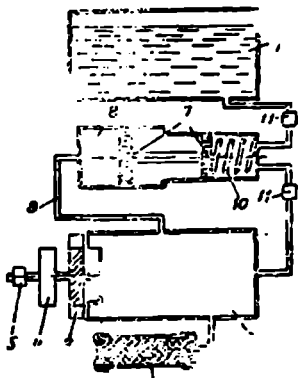


ნახ. 4. 109. ორტლიარის სტარტერის პრინციპული სქემა.

- 1 — ბალონი, 2 — ავზი, 3 — ორტლიარგენერატორი, 4 — ტურბინა, 5 — რედუქტორი, 6 — გადაანმულობის ქერო.

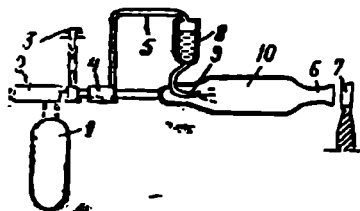
ასამუშავებელი სათბობი ტუმბო მუშაობაში ჩაირთვება ელექტროძრავით. ამუშავების

დროს სათბობი ტუმბოდან უკუსარქველი მიდის ასამუშავებელ ფრქვევანებში. უკუსარქველი ამ სისტემაში ხელს უშლის ავზიდან სათბობის გადაღინებას კოლექტორში და ეწინააღმდეგება წვის კამერა-



ნახ. 4. 110. ერთკომპონენტური სათბობის დაშლის პროდუქტებზე მომუშავე სტარტერის პრინციპული სქემა.

- 1 — ავზი, 2 — წვის კამერა, 3 — ტურბინა, 4 — რედუქტორი, გადაბმულობის ქერო, 6 — დენთის მუხტი, 7 — ღვეუშები, 8 — ცილინდრი, 9 — მილაკი, 10 — ზამბარა, 11 — უკუსარქველები.



ნახ. 4. 111. ჰაერის სტარტერის პრინციპული სქემა.

- 1 — ბალონი, 2 და 4 — საჩედუქციო სარქველები, 3 — მილყელი, 5 — მილაკი, 6 — საქშენი, 7 — ტურბინა, 8 — ავზი, 9 — ფრქვევანა, 10 — წვის კამერა.

დან სათბობის სისტემაში ცხელი აირების შეღწევას, რის შემწეობითაც მცირდება ძრავაზე ხანძრის გაჩენის საშიშროება.

ასამუშავებელი ტუმბო აღჭურვილია იმ სარელექციო სარქველით. რომელიც იცავს სათბობის წნევას ასამუშავებელი ფრქვევანების წიხ 0.16—0.24 მნ/მ² [1.6—2.4 კბ/სმ²] ზღვრებში.

თუ ძრავა ამუშავდება ნავთით. მაშინ ამუშავების ტუმბო ნავთს აიღებს იმ მაგისტრალიდან, რომელიც სათბობს აწვდის ძირითად ტუმბობს.

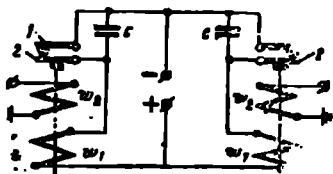
§ 8. აშუშავების ანთების სისტემა

აირტურბინული ძრავას ამუშავების ანთების სისტემის ელემენტებია: ანთების კოქა, ელექტრული ასანთი სანთლები, სადენების კოლექტორები. ელექტრული სანთელი ასამუშავებელ ფრქვევანასთან, ზვეულებრივ, გაერთიანებულა ხოლმე საერთო კორპუსით. ასეთი ბლოკი ატარებს ასამუშავებელი მაალებლის ან საალებელი მოწყობილობის სახელწოდებას.

ანთების კოქები

ანთების ასამუშავებელი კოქების დანიშნულებაა დაბალი ძაბვის მუდმივი დენის გარდაქმნა მაალალი ძაბვის დენად. მაგალითის სახით განვიხილოთ БК—1А და БК—1Ф ძრავებზე დადგებული ასამუშავებელი კოქას მოწყობილობა და მუშაობა (ნახ. 4. 112).

ასამუშავებელი კოქა შედგება იმ ორი ინდუქციური კოქასაგან, რომლებიც ჩართულია პარალელურად. ორივე კოქა მოთავსებულია ერთ ბლოკში. ყოველი ინდუქციური კოქა შედგება გულარის, რომელ-



ნახ. 4. 112. ასამუშავებელი კოქას პრინციპული სქემა.

1 და 2 — კონტაქტები, ω_1 — პირველადი გრაგნილი, ω_2 — მეორეული გრაგნილი, c — კონდენსატორი.

ზედაც მოთავსებულია ორი გრაგნილი (ω_1 პირველადი და ω_2 მეორეული), მწყვეტარა მექანიზმისა და კონდენსატორისაგან, რომელიც ჩართულია მწყვეტარას კონტაქტების პარალელურად.

მწყვეტარა შედგება ორი კონტაქტისაგან (1 და 2 — მოძრავისა და უძრავისაგან). ორივე კონტაქტი გაკეთებულია პლატინაირიდიუმის შენადნობისაგან. მოძრავი

კონტაქტი მიდრეკილია ფირფიტოვანი ზამბარას ბოლოზე.

პირველადი გრაგნილის ერთი ბოლო შეერთებულია დაბალი ძაბვის სადენთან, მეორე — მწყვეტარას მოძრავი კონტაქტის ზამბარასთან. მეორეული გრაგნილის ერთი ბოლო გაყვანილია მასაზე, ხოლო მეორე შეერთებულია მაღალი ძაბვის სადენთან.

ასამუშავებელი კოქა მუშაობს შემდეგნაირად. დაბალი ძაბვის წრედის შერთვისას გულარში წარმოიქმნება მაგნიტური ნაკადი. ამ ნაკადის მოქმედებით გულარი დამაგნიტდება და მიიზიდავს მწყვეტარას კონტაქტს და გაწყვეტს პირველადს წრედს. ამ დროს დენი გაქრება პირველადს წრედში და მაგნიტური ნაკადის გულარში. ზამბარას მოქმედებით კონტაქტები კვლავ შეერთდება და პროცესი განმეორდება.

მაგნიტური ნაკადის მკვეთრი გაქრობა პირველადი წრედის გაწყვეტის მომენტში აინდუქციებს მეორეულ გრაგნილში მაღალი ძაბვის დენს (16000—18000ვ).

პირველადს გრაგნილში წარმოქმნილი თვითინდუქციის ელექტრომამოძრავებელი ძალა აუოენებს დენის გაქრობას პირველადს წრედში, რაც დასწევს მაგნიტური ნაკადის შეცვლის სიმკვეთრეს. გარდა ამისა, ის იწვევს მწყვეტარას კონტაქტების შემოწვას, რაც ამცირებს მათი გამოყენების ვადას. კოქაში თვითინდუქციის ელექტრომამოძრავებელი ძალის მავნე მოქმედების შესამცირებლად გამოყენებულია კონდენსატორი.

მაალებლები

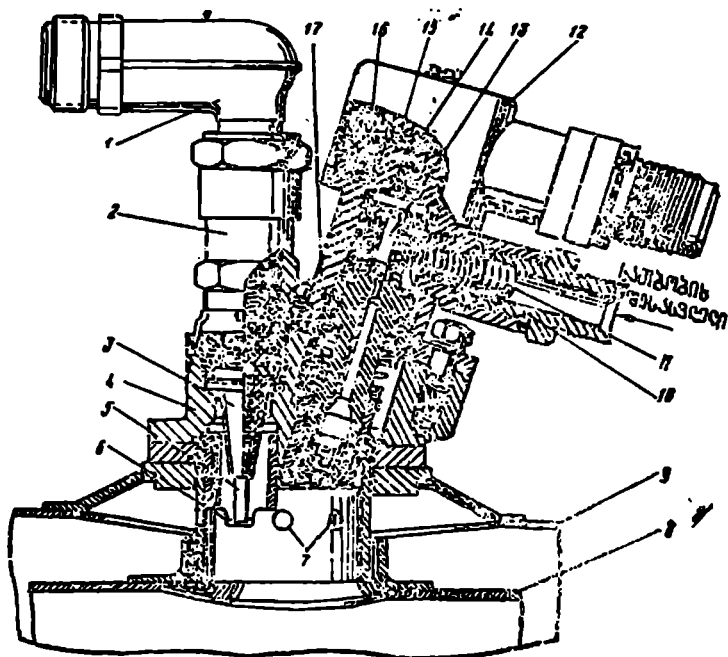
თანამედროვე ატმ-ში ასანთმოწყობილობად ყველაზე ხშირად გამოიყენება ის მაალებელი, რომელიც შედგება ასამუშავებელი ფრქვევანასა და ელექტრული სანთლისაგან. ელექტრული სანთელი მაღალი ძაბვის დენის განმმუხტველია. ელექტრული სანთელი და ფრქვევანა გაერთიანებულია ერთ ბლოკად. ერთ-ერთი ასეთი მაალებელი ნაჩვენებია 4.113 ნახაზზე.

მაალებლის ელექტრულ სანთელს აქვს ერთი ცენტრალური ელექტროდი (5), რომელიც მოთავსებულია კერამიკულ გულარში (3). ელექტროდი იმყოფება სანთლის კორპუსის შიგნით, ხოლო გვერდითი ელექტროდები (6) — მაალებლის კორპუსში (4).

ასამუშავებელი ცენტრიდანული ფრქვევანა (17) აღჭურვილია სოლენოიდური სარქველით (12). გამორთული ასამუშავებელი სისტემის დროს სარქველის ნემსი (13) ზამბარას (14) მოქმედებით გზას გადაუკეტავს სათბობს. ამის შემწეობით, ძრავას მუშაობის დროს ძი-

რითადი რეჟიმებით, წვის კამერიდან აცილებულია ცხელი აირების შესვლა ასამუშავებელ სათბობ კოლექტორში.

მაალებლის კორპუსზე გაკეთებულია ნახვრეტები (7), რომლებითაც ჰაერი მიდის ასამუშავებელი სათბობის წვის ზონაში. ასამუშავე-



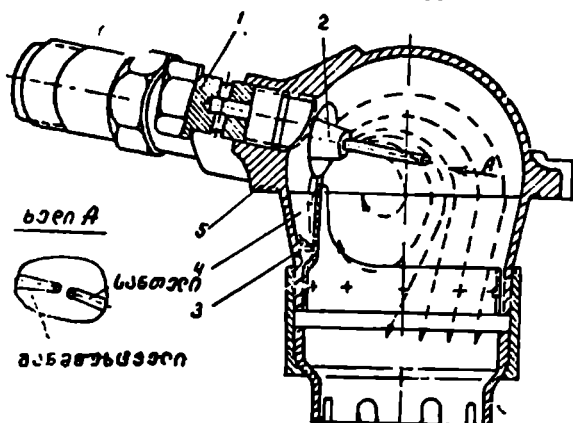
ნახ; 4. 113. BK—1A ძრავას ასამუშავებელი მაალებელი.

- 1 — სანთლის კუთხედი, 2 — ასამუშავებელი სანთელი, 3 — სანთლის გულარი, 4 — მაალებლის კორპუსი, 5 — ცენტრალური ელექტროდი, 6 — გვერდითი ელექტროდი, 7 — ნახვრეტები მაალებლის კორპუსში, 8 — წვის კამერის საცეცხლე მილი, 9 — წვის კამერის გარსაკმი, 10 — ფილტრი, 11 — ფილტრის ზამზარა, 12 — სოლენოიდი, 13 — სარქელის ნემსი, 14 — ნემსის ზამზარა, 15 — სოლენოიდის გულარი, 16 — სოლენოიდის გრაგნილი, 17 — ასამუშავებელი ფრკვევანა.

ბელი სათბობი იწვის ნაწილობრივ ამ ზონაში, ნაწილობრივ თვით წვის კამერაში.

მდგრად წვას მაალებლის კამერებში აღწევენ სხვადასხვაგვარი სტაბილიზატორების საშუალებით. 4.114 ნახაზზე გამოსახულ მაალებელს აქვს წინაფრისებრი ტიპის მასტაბილიზებელი მოწყობილობა. მაალებლის კორპუსში (5) გაკეთებულია ნახვრეტები (3), რომლებიც საჭიროა წვის კამერიდან მაალებლის კამერაში ჰაერის მისაწოდებ-

ლად. წინაფრის მაგვარად დამზადებული დეფლექტორი (ეკრანი 4) განკუთვნილია ჰაერის მიმართულების მისაცემად და დაგრეხისათვის (ნახაზზე ჰაერის მიმართულება ნაჩვენებია ისრებით). ამის შემწეობით მაალბლის კამერაში უზრუნველყოფილია სათბობის კარგი არევა ჰაერთან, და, მაშასადამე, სათბობ-ჰაერის ნარევის კარგი აალება.



ნახ. 4. 114. ასამუშავებელი მაალბელი.

1 — ასამუშავებელი ფრქვევანა, 2 — სანთელი, 3 — ნახერტი ჰაერის გასასელელად, 4 — ეკრანი, 5 — მაალბლის კორპუსი.

§ AM-3 ძრავას ამუშავების სისტემა

ტურბორეაქტიული ძრავას ამუშავების ავტომატური სისტემის შესრულების მაგალითად განვიხილოთ AM-3 ძრავას ამუშავების სისტემის მოწყობილობა და მუშაობა.

ძრავას ამუშავების სისტემა შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან (ნახ. 4.115):

- 1) ტურბოსტარტერის;
- 2) ამუშავების კოჭების ორი ბლოკის;
- 3) ასამუშავებელი კოჭების ორი ბლოკის;
- 4) ოთხი მაალბლის;

5) ასამუშავებელი სათბობი განმანაწილებლის (ახგ), რომელიც განკუთვნილია ამუშავების პროცესში ძირითადი სათბობის დოზვისათვის წვის კამერაში;

6) რელეური კოლოფისა და ტაქოდინამოს მოწყობილობების, რომლებითაც ხდება ამუშავების ყველა აგრეგატის მართვა;

7) ასამუშავებელი კნოპების (ერთი დედამიწაზე ამუშავებისათვის, მეორე — ჰაერში ამუშავებისათვის), ჩამრთველების, ქსელის დაცვის ავტომატების (ქდა) და

8) სტარტერის საკონტროლო ხელსაწყოებისაგან.

ტურბოსტარტერი ძრავას წინა ნაწილშია დაყენებული და მილტუჩით დამაგრებულია ცენტრალური ამძრავის კორპუსთან.

მგრეხავი მომენტი ტურბოსტარტერის ლილვიდან გადაეცემა ძრავას როტორს ცენტრალური ხრუტუნა ქუროთი. ქურო ტურბოსტარტერს ავტომატურად გამორთავს ძრავას როტორის მიერ $n=1200$ ბრ/წთ მილწვევისთანავე.

ჰიდრავლიკური ქურო უზრუნველყოფს ტურბოსტარტერის სწრაფ ბრუნვას. ამიტომ მისი ამუშავებისა და ბრუნვის დროს 29000 ბრ/წთ-მდე ზეთი არ გადაეცემა ქუროს. ამიტომ სტარტერის ბრუნვა არ გადაეცემა ძრავას როტორს.

დაწყებული 29000 ბრ/წთ-დან სპეციალური სათბობ-ზეთის რეგულატორი უზრუნველყოფს ზეთის მიწოდებას ქუროში. იგივე რეგულატორი შემდეგში ბრუნვის სიჩქარის გაზრდის დროს აღიდებს ზეთის მიწოდებას ქუროში ბრუნვის სიჩქარის პროპორციულად.

ტურბოსტარტერი სათბობით იკვებება შემდეგნაირად. სათბობი ავზიდან ფალტრით მიდის ელექტრომაგნიტურ სარქველთან. ხოლო შემდეგ სათბობ-ზეთის რეგულატორის კბილანა ტუმბოსთან. აქედან სათბობი შედის ტურბოსტარტერის ფრქვევანებთან (ასამუშავებლებისა და ძირითადების).

ტურბოსტარტერი ამუშავდება ხოლმე ელექტროსტარტერის საშუალებით. სტარტერის სიმძლავრეა 1200 ვტ. სათბობი ტურბოსტარტერში ინთება ასამუშავებელი კოქსისაგან იმ ორი სანთლით, რომლებიც შედიან მაალეებლებში.

ასამუშავებელი სათბობი განმანაწილებელი (ასგ) განკუთვნილია ამუშავების დროს ძრავას წვის კამერებში ძირითადი სათბობის საფეხუროვანი მიწოდებისათვის.

ასგ წარმოადგენს სამ ელექტრომაგნიტურ მკვეთარულ ონკანს, რომლებიც გაერთიანებულია ერთ კორპუსში. ყოველი ონკანი შედგება გულარიანი ელექტრომაგნიტის, ზამბარისა და მკვეთარასაგან, თუ ელექტრომაგნიტი უდენოა, მაშინ გულარი მკვეთარასთან ერთად ზამბარას მოქმედებით მოვა ისეთ მდგომარეობაში, რომლის დროსაც სათბობი ონკანით გავა, რადგან მკვეთარას რადიალური ნახერცები დაემატხვევა მილისის შიგა რგოლურ განაჩარხს. ელექტრომაგნიტის გამართვის დროს მკვეთარა ონკანით გადახურავს სათბობის გასასვლელს. ამ დროს წყდება სათბობის შესვლა მცირე აირის კოლექტორსა და ფრქვევანაში.

ტაქოდინამო მუდმივი დენის ელექტრული მანქანაა. იგი განკუთვნილია იმისათვის: რომ ძრავას როტორის ბრუნვის სიჩქარე ვადასცეს ასამუშავებელ ავტომატურ სისტემას. ძაბვა ტაქოდინამოს მომჭერებზე ძრავას როტორის ბრუნვის სიჩქარის პროპორციულია.

რელეური კოლოფი უზრუნველყოფს ამუშავების პროცესში არსებულ ოპერაციათა თანმიმდევრობას.

პნევმოკონტაქტორი განკუთვნილია გამომბოლქვი მილის საფარის ავტომატური დახურვისათვის. პნევმოკონტაქტორის მემბრანის სიღრმეში ჰაერი გადადის ძრავას კომპრესორიდან.

ძრავას ამუშავების პროცესის სავსებით ავტომატიზებულია და საჭიროა მხოლოდ ენოპ „ამუშავება“-ზე დაჭერა (წინასწარ, გასაგებია, უნდა შესრულდეს სხვადასხვა ოპერაცია).

ძრავას ასამუშავებელი ავტომატური სისტემა ამუშავდება შემდეგნაირად.

ამუშავების წინ ჩაირთვის ძრავას მთავარი ჩამრთველი ამუშავების დაფაზე. ამ დროს კვება გადაეცემა საფარის ელექტრომექანიზმის ელექტროძრავას. საფარი გაიღება 2—4 წამში.

საფარის გაღების შემდეგ დააქვრენ ენოპს „ამუშავება“. ამ დროს დაიხურება ასამუშავებელი სათბობის გამანაწილებლის (ახგ) სამი ონკანი, გაიღება ტურბოსტარტერის სათბობის ონკანი, ჩაირთვება „ანთება“ და ელექტროსტარტერი. რადგან (ახგ) ონკანები ამუშავდნენ, ისინი გადახურავენ სათბობის გზას მცირე აირის ფრქვევანების კოლექტორისაკენ.

ელექტროსტარტერის ჩართვის დროს იწყებს მუშაობას ის ტურბოსტარტერი, რომლის როტორიც იწყებს ბრუნვას, ამასთან ერთად, იწყებს მუშაობას სათბობის ტუმბო-რეგულატორიც.

როცა ტურბოსტარტერის როტორი მიაღწევს 8000—12500 ბრ/წთ-ს სათბობის „ანთება“ ტურბოსტარტერში გამოირთვება და ამით გამოირთვება ელექტროსტარტერიც. ამის შემდეგ ტურბოსტარტერის როტორზე განაგრძობს ბრუნვას მხოლოდ ტურბინის ჰარბი სიმძლავრის ხარჯით. სათბობი-ზეთის რეგულატორი აღიდებს რა სათბობის მიწოდებას წვის კამერებში, გადაიყვანს ტურბოსტარტერს მუშაობის რეჟიმზე. ჰიდროქუროში ზეთის მიწოდება რეგულატორის მიერ დაიწყება 29000 ბრ/წთ-დან და აქედანვე იწყება ძრავას როტორის ბრუნვა.

ძრავას როტორის ბრუნვის დროს ჩაირთვის ტაქოდინამო და მის კლემებზე წარმოიქმნება მუდმივი დენი. დენი მიდის რელეური ყუთის სასიგნალო რელეებზე. რელეს ყოველი გრაგნილი გაანგარიშებულია გარკვეული ძაბვით მუშაობისათვის, ხოლო ძაბვა, როგორც ეს აღნიშნული იყო, ძრავას როტორის ბრუნვის სიჩქარის პროპორციულია.

სასიგნალო რელეები თანმიმდევრული ამოქმედების დროს ასრულებენ შემდეგ ოპერაციებს:

1) $n=240-280$ ბრ/წთ-ის მიღწევის დროს უზრუნველყოფენ ასამუშავებული კოჭებისა და ასამუშავებელი ტუმბოს ელექტროძრავის ჩართვას;

2) $n=250-340$ ბრ/წთ-ის მიღწევის დროს აღებენ ასგ-ს 1-ლ ონკანს. იწყება ძირითადი სათბობის მიწოდება ძრავას წვის კამერებში, ხდება ამ სათბობის ანთება, რის შედეგადაც მუშაობაში ირთება აირული ტურბინა;

3) $n=740-880$ ბრ/წთ-ის მიღწევის დროს ხდება ასამუშავებელი ტუმბოსა და „ანთების“ გამორთვა; იღება ასგ-ის მეორე სარქველი და იზრდება ძრავას წვის კამერებში მიწოდებული სათბობის რაოდენობა;

4) $n=1150-1250$ ბრ/წთ-ის მიღწევის დროს გაიღება ასგ-ს მესამე ონკანი და გამოირთვება ამუშავების ელექტრული სისტემა.

$n=1800-1940$ ბრ/წთ-ის მიღწევის დროს ამოქმედდება პნევმოკონტაქტორი, რომელიც ზემოქმედებას მოახდენს იმ მექანიზმზე, რომელიც ტურბოსტარტერის გამომბოლქვ მილში გადახურავს საფარს.

XVIII თავი

ტურბომხრახნული ძრავების რელექტორები

VII თავში ნაჩვენებია იყო ტბმ-ს ბრუნთა რიცხვების რელექტორების გამოყენების საჭიროება. გადაცემის რიცხვი ტბმ-თვის 10—15-ია (გადაცემის რიცხვი არის ძრავას როტორის ბრუნთა რიცხვის ფარდობა ხრახნის ლილვის ბრუნთა რიცხვთან).

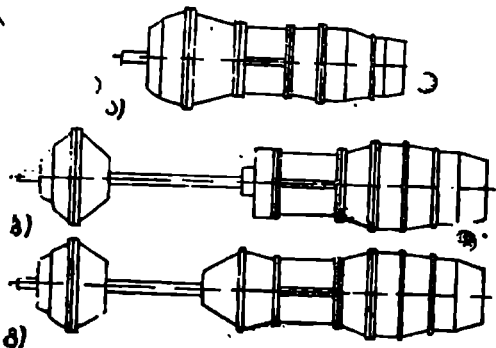
ტბმ-ში საჭირო გადაცემის რიცხვი შეიძლება უზრუნველყოფილი იქნეს ერთი ან რამდენიმე რელექტორის საშუალებით. ტბმ-ში რელექტორების განლაგების შესაძლო სქემები წარმოდგენილია 4.116 ნახაზზე.

პირველ სქემაში (ა), რომელსაც იყენებენ ყველაზე ხშირად, რელექტორი მოთავსებულია ძრავას წინა ნაწილში და წარმოადგენს ერთ მთლიანს ძრავას კონსტრუქციასთან.

მეორე სქემაში (ბ) რელექტორი ცალკეული კონსტრუქციული აგრეგატია, რომელიც ძრავას როტორთან დაკავშირებულია სატრანსმისიო ლილვით. ასეთი სქემა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მძიმე თვითმფრინავზე (ფრთაში ან ფუზელაჟში) ტბმ-ს დაყენების დროს, მა-

შიხ ოოცა ირავა ხრახნიდან მოთავსებულია საკმაოდ დიდ მანძილზე. რამდენადაც სატრანსმისიო ლილვი გამოირჩევა დიდი სიგრძით და მოძრაობს უშუალოდ ძრავას როტორიდან დიდი ბრუნთა რიცხვით, ამდენად ჩნდება მუშაობის კრიტიკული რეჟიმების წარმოქმნის საშიშროება; ამ დროს შეიძლება ლილვმა დაკარგოს მდგრადობა. ამის ასაცილებლად იყენებენ ორ რედუქტორს (სქემა გ): ერთ-ერთი რედუქტორი (დამატებითი) მოთავსებულია უშუალოდ ძრავაზე, მეორე (ძირითადი) დამზადებულია როგორც ცალკეული კონსტრუქციული აგრეგატი.

რედუქტორების განლაგების განხილული სქემები ეკუთვნის ამჟამად თვითმფრინავზე მწვეი ხრახნების გამოყენების ყველაზე უფრო გავრცელებულ შემთხვევებს.



რედუქტორი ტურბოხრახნული ძრავას ერთ-ერთი ყველაზე უფრო საპასუხისმგებლო კვანძია. რედუქტორს წაყენება მთელი რიგი სპეციფიკური მოთხოვნები; მათგან ძირითადია:

რედუქტორის ტურბოხრახნული ძრავას ერთ-ერთი ყველაზე უფრო საპასუხისმგებლო კვანძია. რედუქტორს წაყენება მთელი რიგი სპეციფიკური მოთხოვნები; მათგან ძირითადია:

ნახ. 4. 116. ტბმ-ში რედუქტორების შესაძლო განლაგების სქემები.

1) მცირე გაბარიტები და სიმძიმის ძალა (წონა) საჭირო გადაცემის რიცხვის უზრუნველყოფის დროს (რედუქციის ხარისხი);

2) რედუქტორის მაღალი მკვ. რედუქტორის მკვ-ში გულისხმობენ ხრახნისადმი მიწოდებული სიმძლავრის ფარდობას ტურბინის ლილვზე წარმოშობილ ჰარბ სიმძლავრესთან (ე. ი. რედუქტორისადმი მიწოდებულ სიმძლავრესთან). თანამედროვე რედუქტორების მკვ ტოლია 0,97—0,99-ისა.

ტბმ-ში მეტწილად გამოიყენება ის თანაღერძა რედუქტორები, რომლებშიც ძრავას როტორის ღერძი ხრახნის ლილვის ღერძს ემთხვევა. გვხვდება აგრეთვე რედუქტორები გადაადგილებული ღერძებით. ამ რედუქტორებში, რომლებიც უმთავრესად გამოყენებულია შეწყვილებულ ტბმ-ში, ხრახნის ლილვის ღერძი გადაადგილებულია როტორის ღერძის მიმართ.

თანაღერძა რედუქტორები რთულია და შრომატევადი, მაგრამ მათ გადაადგილებულღერძებიან რედუქტორებთან შედარებით აქვთ დიდი

ღირსებანი; კერძოდ, თანაღერძა რედუქტორებში კორპუსის ფორმა ღერძის მიმართ სიმეტრიულია. ამის შედეგად კომპრესორში ჰაერის შედის სიმეტრიულად.

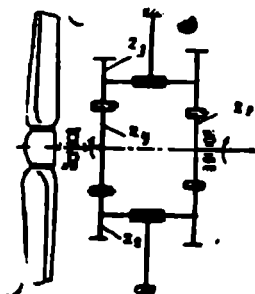
ამ რედუქტორებში აგრეთვე შედარებით მცირეა დატვირთვა კბილებზე, რასაც საბოლოო ანგარიშში მოსდევს გადაცემის გაბზარვებისა და სიმძიმის ძალის (წონის) შემცირება.

§ 1. ტხძ-ს რედუქტორების კინემატიკური სქემაში

ცალკეული ხრახნების ამოძრავებისათვის გამოყენებული თანაღერძა რედუქტორები შეიძლება დაშვადღეს მარტივი ან პლანეტარული, ან-და უფრო რთული სქემების მიხედვით.

4.117 ნახაზზე ნაჩვენებია მარტივი რედუქტორის სქემა ცალკეული ხრახნის ამოძრავებისათვის. გადაცემა Z_1 წამყვანი კბილანიდან Z_4 ამ-ყოლზე ხორციელდება გარემოდებაში მყოფი Z_2 და Z_3 ცილინდრული კბილანების ორი წყვილით. ძრავას როტორისა და ხრახნის ლილვის ბრუნვის მიმართულება ამ სქემაში ერთმანეთს ემთხვევა.

დატვირთვის შემცირების მიზნით კბილანების კბილებზე და რედუქტორის ლილვების საყრდენებზე ზოგჯერ იყენებენ შუალედური კბილანების რამდენიმე წყვილს. კბილანები საკი-როებენ წრეხაზზე თანაბარ განლაგე-ბას; ყოველთვის ამის მიღწევა კი შეუძ-ლებელია. მაგალითად, დიდ გადაცემა-თა რიცხვის დროს კბილანები იმდენად დიდაა, რომ ისინი კომპრესორში ჰაე-რის შესასვლელს მნიშვნელოვნად ხუ-რავენ. ამ შემთხვევაში მხოლოდ ორი შუალედური კბილანას გამოყენება იძ-ლევა შესაძლებლობას, რომ კომპრე-სორს ჰაერი გადაეცეს „გვერდითი მიწოდებით“.



ნახ. 4. 117. ცალკეული ხრახნის ამოძრავებისათვის განკუთვნილი მარტივი რედუქტორის სქემა.

ტხძ-ზე ხშირად გამოიყენება თანაღერძა პლანეტარული რედუქტო-რები. ისინი ნებას იძლევიან იმავე დიამეტრული ზომების დროს, როგორც აქვთ მარტივ გადაცემებს, მივიღოთ გადაცემათა დიდი რი-ცხვი.

პლანეტარული რედუქტორის სქემა ცალკეული ხრახნის ამოძრავებისათვის ნაჩვენებია 4.118 ნახაზზე. წამყვანი კბილანა (1) მოდევ-

ბაშია იმ სატელიტებთან (2), რომლებიც ბრუნავენ სატელიტების სა-
ჭერის (სატარის) ღერძებზე. სატელიტების საჭერი შეერთებულია
ხრახნის ლილვთან. ბრუნვის დროს სატელიტები შემოგორდებიან
უძრავ კბილანაზე (3) და თავის ბრუნვას სატარით ხრახნს გადასცე-
მენ.

კბილანების ერთი და იმავე ზომების, და, მაშასადამე, რედუქტო-
რის ერთი და იმავე დიამეტრული ზომების დროს პლანეტარული რე-
დუქტორებათ შეიძლება უფრო მაღალი გადაცემის რიცხვების მიღე-
ბა, ვიდრე მარტივი რედუქტორებით.

უფრო მაღალი გადაცემის რიცხვების მისაღებად იყენებენ ორსაფე-
ხურიან რედუქტორებს. ისინი წარმოადგენენ ორ თანმიმდევრულად
შეერთებულ თანაღერძა რედუქტორების კომბინაციას (მარტივებისა
და პლანეტარულების).

ყველაზე უფრო დიდი გადაცემის რიცხვს უზრუნველყოფს დი-
ფერენციალური რედუქტორი. რედუქტორის სქემა წარმოდგენილია
4.119 ნახაზზე.

დიფერენციალურ რედუქტორში წამყვანი კბილანა (2) მოდებაშია
კბილანა-სატელიტებთან (3), რომლებიც ბრუნავენ სატარის (1) (სა-
ტელიტების საჭერის) ღერძებზე. სატარი შეერთებულია ხრახნის
ლილვთან (8). ამ რედუქტორში პლანეტარულისაგან განსხვავებით
თავისუფალია შიგამოდების კბილანა (4).

კბილანა (2), სატარი (1) და კბილანა (4) წარმოადგენენ დიფერენ-
ციალ-მექანიზმს თავისუფლების ორი ხარისხით. მართლაც, წამყვანი
კბილანას მიერ (2) მოცემული ბრუნთა რიცხვის დროს კბილანასი (4)
და სატარის (1) ბრუნთა რიცხვები შეიძლება იყოს სხვადასხვაგვარი.
სისტემაში შერთვის წრედის შეტანა აუქმებს თავისუფლების ერთ ხა-
რისხს.

შერთვის წრედი წარმოქმნილია იმ კბილანებით (5), რომელიც
ბრუნავს ხრახნის ლილვთან ერთად, პარაზიტული კბილანით (6) და
კბილანით (7), რომელიც ბრუნავს კბილანასთან (4) ერთად. ასეთ
რედუქტორში სიმძლავრე ხრახნს გადაეცემა ორი მიმართულებით: (1)
სატარით და შერთვის წრედით.

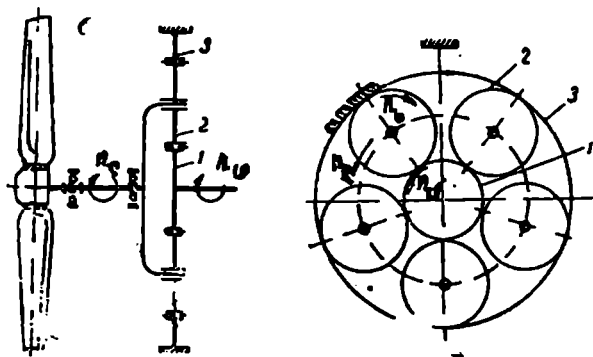
განხილული სქემის მიხედვით დამზადებულია АИ-20А ტხძ-ს რე-
დუქტორი. იგი გამოსახულია 4.120 ნახაზზე.

ძრავას როტორიდან ბრუნვა რედუქტორს გადაეცემა ღრუ ლილვ-
რესორით (7), რომელიც დამზადებულია 40ХНМА ფოლადისაგან.

ლილვის ბოლოებზე გაკეთებულია ევოლვენტური ღარობები. ლილ-
ვის ღარობებზე თავისუფლად დაყენებულია რედუქტორის წამყვანი

კბილანა (8), უკანა ღარობებით ლილვი შეერთებულია კომპრესორის ლილვთან.

წამყვანი კბილანა (8) დამზადებულია 12X2H4A ფოლადისაგან და მოდებაშია ექვს კბილანა-სატელიტთან (11). სატელიტები დამზადებულია 12X2H4A ფოლადისაგან და დადგმულია სატელიტების კორპუსში (6) ორ რიგ გორგოლაქებზე (9). ყოველი სატელიტი დაყენებულია ღერძზე (10) და დამონტაჟებულია სატელიტების კორპუსის სარკმლებში, რომლებიც დამზადებულია 40XHMA ფოლადისაგან. სატელიტების კორპუსი ღარობებით შეერთებულია ხრახნის ლილვის (17) შიგა ღარობებთან. თვით სატელიტები მოდებაშია კბილანასთან (5), რომელიც დამზადებულია 30XMIOA ფოლადისაგან. ამრიგად, სატელიტები შემოგორდებიან რა ბრუნვის დროს კბილანაზე (5), თან წაიტაცებენ სატელიტების კორპუსს (6) და, მაშასადამე, ხრახნის ლილვსაც. საპაერო ხრახნი ამ დროს ღებულობს ძრავას როტორის მიერ გადაცემული მგრეხავი მომენტის 30%-ს.



ნახ. 4. 118. ცალკეული ხრახნის ამოძრავებისათვის განკუთვნილი პლანეტარული რედუქტორის სქემა.

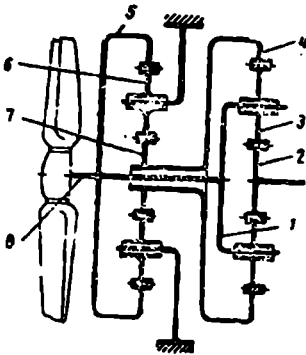
1 — წამყვანი კბილანა, 2 — სატელიტები, 3 — უძრავი კბილანა.

შიგა მოდების კბილანა (5) შეერთებულია მეტნალების (შერთვის წრედის) წამყვან კბილანასთან (2). ეს შეერთება ხორციელდება პლანეტარული მექანიზმის მორგევით (4). მორგევი გარე ღარობებით შეერთებულია (5) კბილანასთან (ამისათვის გამოყენებულია კბილანას გვირგვინას კბილების წინა ნაწილი), ხოლო შიგა ღარობებით — წამყვან (2) კბილანასთან.

მეტნალების წამყვანი კბილანა (2) მოდებაშია ექვს შუალედურ კბილანასთან (2). ეს კბილანები ბრუნავენ თავიანთი ღერძების (12) გარშემო. ეს ღერძები ჩაწნეხილია მეტნალების უძრავ კორპუსში (3), რომელიც, თავის მხრივ, მგრეხავი მომენტის საზომი მექანიზმის საშუალებით შეერთებულია რედუქტორის კარტერთან.

მეტნალების მორგევი (14) დამზადებულია 12X2H4A ფოლადსაგან და გარე ღარობებით შეერთებულია შიგამოდების კბილანასთან (1). ხოლო ღარობებით: (17) ხრახნის ლილვთან. ამრიგად, მგრეხავი მომენტის დანარჩენი ნაწილი გადაეცემა ხრახნის ლილვს.

ღრუ ლილვი, რომელიც განკუთვნილია საპაერო ხრახნისათვის მგრეხავი მომენტის გადასაცემად, დამზადებულია 40XHMA ფოლადისაგან. ის დადგმულია რედუქტორის კარტერში ორ საკისარზე: (16) გორგოლაკიანზე (საყრდენზე) და (15) ბურთულაზე (რადიალურ-მისაბრჯენზე), რომელიც ღებულობს ხრახნის წევას და გადასცემს მას რედუქტორის კარტერს. ხრახნის ლილვის მილტუჩზე საპაერო ხრახნის მილისის დასამაგრებლად გაკეთებულია ტორსული ღარობები.



ნახ. 4. 119. დიფერენციალური რედუქტორის სქემა.
 1 — სატარი, 2 — წამყვანი კბილანა, 3 — კბილანა-სატელიტი, 4 — შიგამოდების კბილანა, 5 — კბილანა, 6 — პარაზიტი კბილანა, 7 — კბილანა, 8 — ხრახნის ლილვი.

ტხმ-ში, რომლის სიმძლავრეც აღემატება 3600—4400 კვტ-ს [5000—6000 კძ] დადგმულია ორი თანაღერძა ხრახნი, რომლებიც ბრუნავენ ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით. ამ ხრახნების

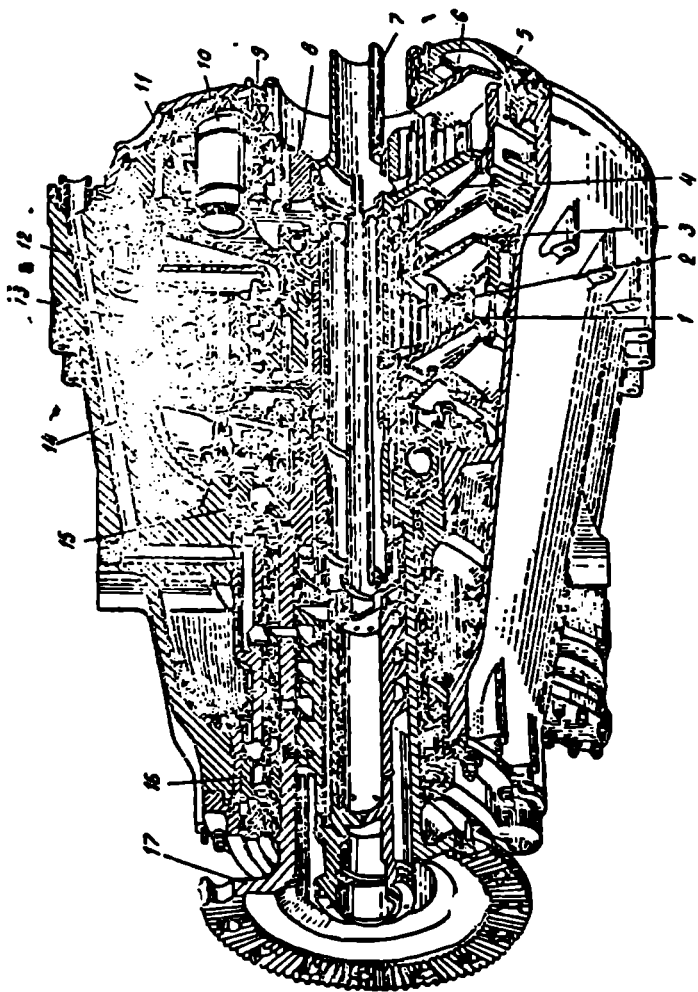
ასამოძრავებლად გამოყენებულია რედუქტორები. რომლებიც წარმოადგენენ მარტივი და პლანეტარული რედუქტორების სხვადასხვა კომბინაციას, და აგრეთვე დიფერენციალური რედუქტორები.

კომბინირებული რედუქტორებით შეიძლება მივიღოთ შედარებით დიდი გადაცემის რიცხვები. ამავე დროს, ისინი გამოირჩევიან კონსტრუქციული სირთულითა და ძორძოხობით.

დიფერენციალური რედუქტორის სქემა ორი თანაღერძა ხრახნის ასამოძრავებლად ნაჩვენებია 4.121 ნახაზზე.

ამ რედუქტორში არის თავისუფლების ორი ხარისხი. წამყვანი ლილვის მოცემული ბრუნთა რიცხვის დროს წინა და უკანა ხრახნების ბრუნთა რიცხვები სხვადასხვაა: ისინი დამოკიდებულია ხრახნების მიერ გადაცემულ სიმძლავრეზე.

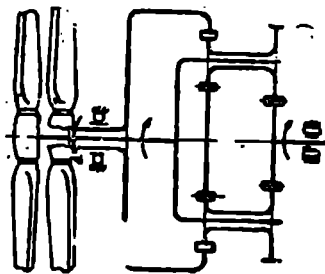
მაგალითად, თუ გავაღიღებთ წინა ხრახნის ფრთების ბიჯს (დავამძიმებთ ხრახნს), მაშინ მისი ბრუნთა რიცხვი შემცირდება. იმისათვის,



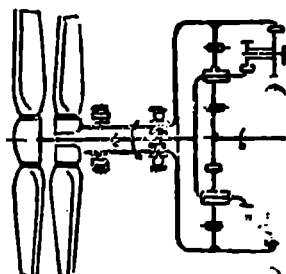
ნახ. 4. 120. АИ-20А ტურბოხაზანდული ძრავის რეკონსტრუქცია.
 1 — შიგომოდების კოლანა, 2 — შეტნადების კოლანა, 3 — კორპუსი, 4 — კლანკარული შეკრებიან მო-
 ბეი, 5 — შიგომოდების კოლანები, 6 — საბელოტების კორპუსი, 7 — წამყვანი ლაღო-რეზინი, 8 — წამ-
 ყვანი კოლანა, 9 — გორგოლაკები, 10 — დერბი, 11 — საბელოტები, 12 — დერბი, 13 — შეკრებიანი კო-
 ლანები, 14 — შეტნადების მობეი, 15 — ბუჩოქსკისარო, 16 — გორგოლაკიანი სკისარო, 17 — ხაზანა
 ლილე.

რომ წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვი დარჩეს მუდმივი, საჭიროა შესაბამისი უკანა ხრახნის ბრუნთა რიცხვის გადიდება, ე. ი. ხრახნის ფრთების გადაყვანა მცირე ბიჯზე. ხრახნების ბრუნთა რიცხვის შეცვლას მოსდევს ხრახნებით გადაცემული სიმძლავრეების შესაბამისი შეცვლა.

ორივე ხრახნის ერთდროულად შემსუბუქების დროს მათი ბრუნთა რიცხვი იზრდება. ბრუნთა რიცხვის მუდმივობის შესანარჩუნებლად საჭიროა ტურბინიდან წამყვანი ლილვისადმი მიწოდებული სიმძლავრის შემცირება, ამასთან, ძრავას როტორის ბრუნთა რიცხვი მუდმივი უნდა იყოს.



ნახ. 4. 121. ორი თანაღერძა ლილვის ამოძრავებისათვის განკუთვნილი დიფერენციალური რედუქტორის სქემა.



ნახ. 4. 122. ორი თანაღერძა ლილვის ამოძრავებისათვის განკუთვნილი დიფერენციალური შეკრული რედუქტორის სქემა.

დიფერენციალური რედუქტორი კომბინირებულთან შედარებით უფრო მარტივი და მსუბუქია და გამოირჩევა უფრო ნაკლები გაბარიტებით. დიფერენციალური რედუქტორის ნაკლოვანებებს უნდა მივაკუთვნოთ ხრახნების მარეგულირებელი სისტემის სირთულე. ამ სისტემაში უნდა იყოს ორი რეგულატორი. ყოველი მათგანი მოძრაობს საკუთარი ლილვიდან (რადგან ამ რედუქტორში თავისუფლების ორი ხარისხია). გარდა ამისა, ხრახნებზე მგრეხავი მომენტის სხვადასხვა სიდიდეს მოსდევს რეაქტიული მომენტის წარმოქმნა, რომელიც გადაეცემა თვითმფრინავთან ძრავას დამაგრების კვანძებს.

აღნიშნული ნაკლოვანებანი არაა დიფერენციალურ შეკრულ რედუქტორში. იგი მიღებულია იავისუფლებდა ორი ხარისხის მქონე რედუქტორისაგან ორ მთავარ წევრს შორის კავშირის დადების გზით. შეკრული დიფერენციალური რედუქტორის სქემა გამოსახულია 4.122 ნახაზზე.

დიფერენციალურ შეკრულ რელუქტორებში მნიშვნელოვნად გამარტივებულია ხრახნების რეგულირება, აცილებულია აგრეთვე რეაქტიული მომენტების მანევრე გავლენა თვითმფრინავზე, რადგან ორივე ხრახნის ფრთების დაყენების კუთხეების ტოლობის გამო ერთნაირი იქნება როგორც ხრახნის მიერ მოხმარებული სიმძლავრე, ისე მგრეხავი მომენტები.

§ 2. მოწყობილობანი მგრეხავი მომენტის გასაზომად რელუქტორებში

რელუქტორის მიერ გადაცემული მგრეხავი მომენტების სიდიდის გასაზომად გამოყენებულია მგრეხავი მომენტების საზომები (შემოკლებით მშს). $M_{გრ}$ მომენტის სიდიდისა და ხრახნის ბრუნთა რიცხვის ცოდნით შეიძლება ნებისმიერ მომენტში განვსაზღვროთ ტურბოხრახნული ძრავას მიერ განვითარებული სიმძლავრე.

ძრავაზე მშს არსებობით შეიძლება:

1) აფრენის რეჟიმზე სწორად დავადგინოთ სიმძლავრე, რომელიც საჭიროა დედაპიწიდან თვითმფრინავის მოწყვეტისათვის, რასაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მძიმე თვითმფრინავებისათვის;

2) დროულად შევაფასოთ ძრავასა და რელუქტორის გადატვირთვა მაქსიმალური სიჩქარით ფრენისას დედაპიწასთან სიახლოვის დროს;

3) საკრეისორო სიჩქარით ფრენის დროს მფრინავმა დაიცვას ძრავას მუშაობა ეკონომიური რეჟიმით;

4) ძრავას მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში მოვიყვანოთ მოქმედებაში ავტომატი, რომელიც ხრახნის ფრთებს დააყენებს საფლუგერო მდგომარეობაში, რითაც თავიდან აცილებული იქნება ძრავას დამტვრევა ხრახნების ავტოროტაციის დროს.

ტბმ-ში გამოყენებული მგრეხავი მომენტის საზომები მუშაობენ ერთ-ერთი შემდეგი ხერხით:

1) მგრეხავი მომენტის რეაქტიული მოქმედების გამოყენებით რელუქტორის უძრავ ელემენტებზე;

2) მგრეხავი მომენტის მოქმედებით რელუქტორის ერთ-ერთი ლილვის გრეხის დეფორმაციის გამოყენებით.

4.123 ნახაზზე გამოსახულია ბერკეტული ტიპის პიდრავლიკური მშს-ის პრინციპული სქემა. იგი გამოყენებულია მგრეხავი მომენტის გასაზომად პლანეტარულ რელუქტორში. ამ სქემაში რელუქტორის უძრავი კბილანა (1) წრიული ძაღვების მოქმედებით ცდილობს შემობრუნებას; ამასთან, იგი შვერილით მოქმედებს კარტერში დადგმული

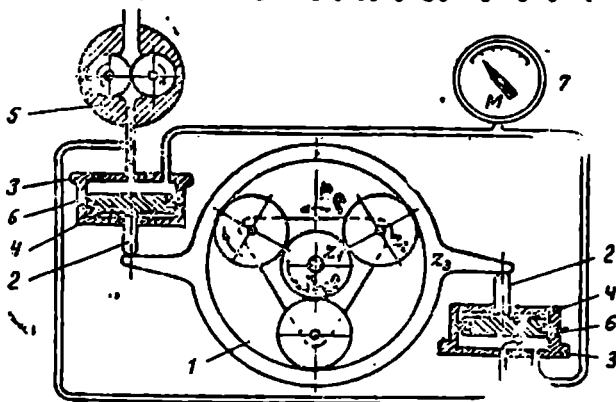
პიდროცილინდრის (3) კოკზე (2). დგუშის (4) ქვეშ არსებულ სიღრუეში ტუმბოთი (5) შეჰყავთ ზეთი. ზეთი ისხმება ნახვრეტით (6).

მუშაობის დამყარებულ რეჟიმზე ($M_{აგრ} = \text{const}$) დგუშზე მიყენებული ძალვა უძრავი კბილანას მხრიდან გაწონასწორდება დგუშით წარმოქმნილი ზეთის წნევის ძალით. $M_{აგრ}$ -ისა და უძრავი კბილანას მხრიდან ძალვის გადიდების დროს დგუში გადაადგილდება, რის შედეგადაც დაიხურება ნახვრეტი (6). ზეთის წნევა დგუშის ქვეშ გაიზრდება მანამ, სანამ ძალვა დგუშზე ზეთის მხრიდან არ გახდება კბილანას მხრიდან არსებული ძალვის ტოლი. ამრიგად, ზეთის წნევა არის მგრეხავი მომენტის სიდიდის პროპორციული.

ზეთის წნევის მაჩვენებლის (7) შესაბამისი ტარირებით შეიძლება $M_{აგრ}$ -ის ათვლა.

პიდრავლიკური მშს-ები მნიშვნელოვნად ართულებენ რედუქტორის კონსტრუქციას, მოითხოვენ სპეციალურ ზეთსისტემას და არ უზრუნველყოფენ მაღალ სიზუსტეს.

განხილულ მშს-ს უმთავრესად იყენებენ რედუქტორებში ცალკეული ხრახნის ამოძრავებისათვის. დიფერენციალურ რედუქტორებში, სადაც აო არის რედუქტორის უძრავ ელემენტებზე მგრეხავი მომენტის



ნახ. 4. 123. ბერკეტის ტიპის მგრეხავი მომენტის პიდრავლიკური საზომის (მშს) პრინციპული სქემა.

1 — უძრავი კბილანა, 2 — კოკი, 3 — პიდროცილინდრი, 4 — დგუში, 5 — ტუმბო, 6 — ნახვრეტი, 7 — ზეთის წნევის მაჩვენებელი.

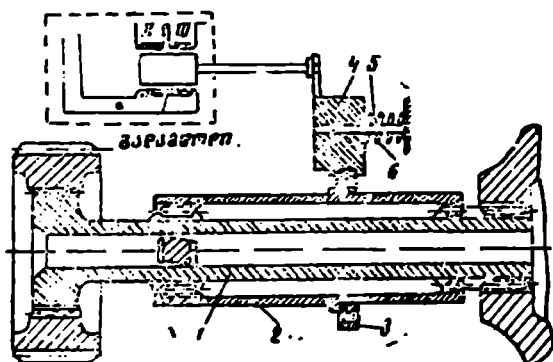
რეაქცია, ასეთი მშს-ის გამოყენება შეუძლებელია. ამ შემთხვევაში სარგებლობენ ტორსული მშს-ით, რომლის მუშაობაც დამყარებულია მგრეხავი მომენტის მოქმედებით გამოწვეული ლილვის გრეხის დე-

ფორმაციის გამოყენებაზე (ეს მშს-ები ზომავენ დრეკალი ლილვის უბნის ნაგრების კუთხეს).

4.124 ნახაზზე მრყვანილია ერთ-ერთი ტორსული მშს-ის პრინციპული სქემა. რომელშიაც ნაგრების კუთხის გასაზომად გამოყენებულია ელექტრომექანიკური დამზნევი სისტემა. წამყვანი ლილვი (1) მგრეხავ ნომენტს გადასცემს რედუქტორს; ამ ლილვის ღარობებზე წამოგებულია მილისა (2). მარცხენა ბოლოთი მილისი შეერთებულია ლილვთან ხრახნული ღარობებით, ხოლო მეორე ბოლოთი — სწორი ღარობებით.

ღერძული ძალის მოქმედებით ლილვის დაგრების დროს ხრახნულ ღარობებში მილისი გადაადგილდება ლილვის გასწვრივ — მარჯვნივ. ამ გადაადგილების სიდიდე ნაგრების კუთხისა და მგრეხავი ნომენტის პროპორციულია.

მილისის გადაადგილება საკისრით (3) გადაეცემა ტრავერსს (4),



ნახ. 4. 124. ტორსული მშს-ის პრინციპული სქემა.

1 — ლილვი, 2 — მილისი, 3 — საკისარი, 4 — ტრავერსი, 5 — მიმმართველი, 6 — ზამბარა.

რომელიც დადგმულია კორპუსში მიმმართველებზე (5). მილისი, საკისარი და ტრავერსი უკუგადაადგილდება ზამბარით (6). ტრავერსთან (4) ხისტად დაკავშირებულია წრფივ გადაადგილებათა ინდუქციური გადამწოდის გულარი. რომელიც ჩართულია გაზომვის ელექტრულ წრედში. გულარის გადაადგილება ცვლის ძაბვას II და III გრავნილებში. მაჩვენებელი აფაქსირებს ამ ძაბვების სხვაობას, რომელიც $M_{გრ}$ -ის პროპორციულია.

ელექტრომექანიკური მშს-ის ძირითად უპირატესობებს წარმოადგენს გაზომვის დიდი სიზუსტე და კონსტრუქციის შედარებითი სიმარტივე.

თხევადი რაკეტული ძრავები

თრძ-ს ძირითად კონსტრუქციულ ელემენტებს წარმოადგენენ:

1) წვის კამერა, რომელიც შედგება თავის, საკუთრივ წვის კამერისა და საქშენისაგან. წვის კამერაში იწვის სათბობი და სითბო გარდაიქმნება აირების ჭავლის კინეტიკურ ენერჯიად. ამის შედეგად წარმოიქმნება რეაქტიული წევა. კამერაში მიმდინარეობს რთული თერმოდინამიკური პროცესი და ადგილი აქვს კოლოსალურ თბონაკადებს;

2) ძრავას სათბობმკვებავი სისტემა, რომელიც შედგება სათბობის ავზების, მოწყობილობების, რომლებიც განკუთვნილია კამერაში სათბობის კომპონენტების მიწოდებისათვის, კომუნიკაციებისა და არმატურისაგან;

3) ანთების სისტემა, რომელიც განკუთვნილია სათბობის ასანთებად ამუშავების დროს. ძრავებს, რომლებიც მუშაობენ თვითმძალებად სათბობზე, ანთების სისტემა არ აქვთ.

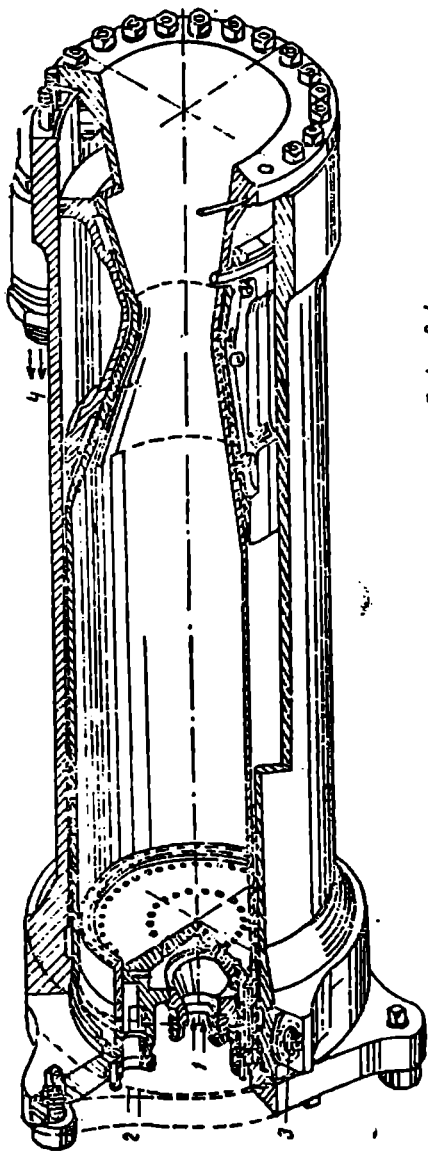
§ 1. თრძ-ს წვის კამერები

ყველაზე მეტად გავრცელებულია ცილინდრული და სფერული (ბურთისებრი და მასთან მიახლოებული ფორმები) წვის კამერები.

ცილინდრული წვის კამერის ღირსებაა (ნახ. 4.125) კონსტრუქციისა და დამზადების სიმარტივე და აგრეთვე მისი მაღალი სიმტკიცე. ასეთი კამერის გაცივების გარეგანი სისტემის ორგანიზება უფრო მარტივია, ვიდრე სხვა რომელიმესი. ასეთი კამერები მომარაგებულია ბრტყელი თავებით. ისინი ფართოდ გამოიყენება როგორც მცირე და საშუალო, ისე დიდი წევის მქონე ძრავებში.

ცილინდრულ კამერებს ეკუთვნის ის კამერა, რომელსაც უწოდებენ „ნახევრადთბილ საქშენს“. ასეთ კამერას აქვს მინიმალურად შესაძლო დიამეტრი, რომელიც საქშენის მინიმალური (კრიტიკული) კვეთის დიამეტრის ტოლია. კერძოდ, ასეთი კამერა დადგმულია „სკრაიმერ“ ძრავაზე. მისი აღწერილობა მოყვანილია ქვემოთ.

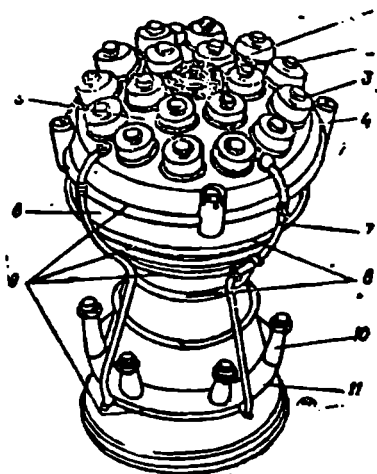
სფერული წვის კამერების უპირატესობაა უმცირესი ზედაპირი, და, მაშასადამე, სითბოს უფრო მცირე გადაცემა გაცივების სისტემაში. ამ კამერების წაკლოვანებებს უნდა მიეკუთვნოს, კერძოდ, კონსტრუქციისა და კამერის დამზადების სირთულე, და აგრეთვე კამერის შედარებით დიდი დიამეტრი, რაც თავს იჩენს იარაღის მოდელზე. სფერუ-



ნახ. 4. 125. თრძის ცილინდრული წყის კამერა.

1 — მკანავის შესასვლელი, 2 — სიწვივის შესასვლელი, 3 და 4 — გამათოვებელი კომპონენტის შეყვანისა და არს-
ნების ადგილები წყის კამერის პერანგში.

ლი კამერები გამოიყენება ძრავებში, რომელთაც აქვთ დიდი წვის უნარი და მუშაობის დიდი ხანგრძლივობა. სფერული წვისკამერა ითრძ-ს მაგალითს წარმოადგენს A—4 ძრავა, რომელიც დადგმული იყო გერმანულ V—2 რაკეტაზე (ნახ. 4.126). სფერულ კამერებს აქვთ უმთავრესად სფერული თავები.



ნახ. 4. 126. თრძ-ს სფერული წვის კამერა.

1 — მილტუჩი მთავარი სპირტის სარქვლის დასამაგრებლად, 2 — ეანგბადის ფრქვევანა, 3 — წინკამერა. 4 — ძალური საყრდენები, 5 — კამერის თავი, 6 — წვის კამერა, 7 — გათვების სისტემის მილსადენი, 8 — ლეარქნილი კამერის გარეგანი ჯარისის თბოგაფართოების საკომპენსაციოდ. 9 — რგოლური სარქვლები კამერაში ეთილის სპირტის მისაწოდებლად, 10 — მილუელი ეთილის სპირტის მისაწოდებლად პერანგთშორის სივრცეში, 11 — საწვავის რგოლური კოლექტორი.

თავი (წვის კამერის წინა ნაწილი) ახორციელებს სათბობის კომპონენტების გაფრქვევას და აორთქლებს საჭირო შედგენილობის ერთგვაროვანი ნარევის მიღების მიზნით. თავზე სათბობის გასაფრქვევად მოთავსებულია ფრქვევანები.

თრძ-ში გამოყენებულია ჰაერული და ცენტრიდანული ფრქვევანები.

ჰაერული ფრქვევანას შეიძლება ჰქონდეს 1—2,5 მმ დიამეტრის მქონე ნახვრეტის სახე, რომელიც უშუალოდ გაბურღილია თავში ან თავზე დაყენებულ ფრქვევანაში.

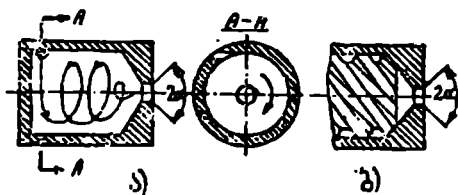
სითხის ჰაერს ფრქვევანას გამოსასვლელთან აქვს 10—15°-ის ტოლი კონუსის კუთხე. კარგი გაფრქვევის მისაღწევად ჰაერული ფრქვევანების გამოყენების დროს ახდენენ მიწოდებული ჰაერების ერთმანეთთან შეჯახებას, რისთვისაც ფრქვევანების ღერძებს განალაგებენ ერთმანეთისადმი კუთხით. ამ დროს შეიძლება მოხდეს შეჯახება როგორც ერთნაირი კომპონენტებისა, ისე სხვადასხვაგვარის.

ცენტრიდანული ფრქვევანები სათბობის კომპონენტებს აფრქვევენ ამ ცენტრიდანული ძალების შემწეობით, რომლებიც ვითარდებიან დაგრეხილ სათბობში. ნაგრეხის მიღების ხერხის მიხედვით ეს ფრქვევანები იყოფიან:

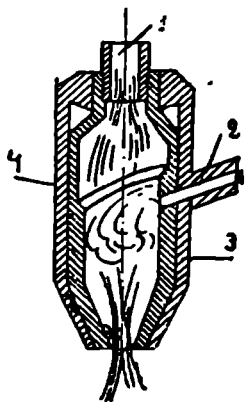
ა) ტანგენციალურად (ნახ. 4. 127, ა), რომლებშიც სათბობის შესასვლელი ნახვრეტი მოთავსებულია მხებად ფრქვევანას ღერძისადმი;

ბ) შნეკურად (ნახ. 4. 127, ბ), რომლებშიც სათბობის დაგრეხა წარმოიქმნება ხრახნული საგრიგლის (შნეკის) საშუალებით.

ცენტრიდანული ფრქვევანებით შესრულებული გაფრქვევა უფრო სრულყოფილია.

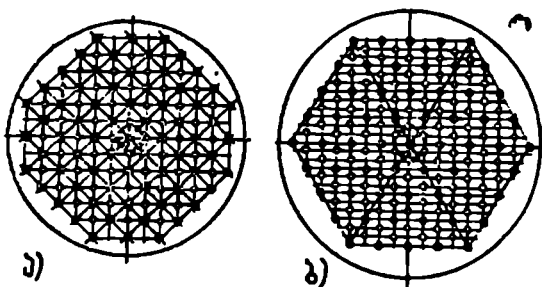


ნახ. 4. 127. ცენტრიდანული ფრქვევანების ტიპები.



ნახ. 4. 128. ფრქვევანები მასში კომპონენტების წინასწარი შერევიით.
1 — საწაფი. 2 — შეანგაფი. 3 — ფრქვევანას კამერა, 4 — საგრიგლი.

ჰველური ფრქვევანები გამოირჩევიან სიმარტივეთა და სიიფიით. ცენტრიდანული ფრქვევანები უფრო რთულია, მაგრამ ისინი უზრუნველყოფენ სათბობის უფრო წმინდა გაფრქვევას, რადგან ჰველს გა-



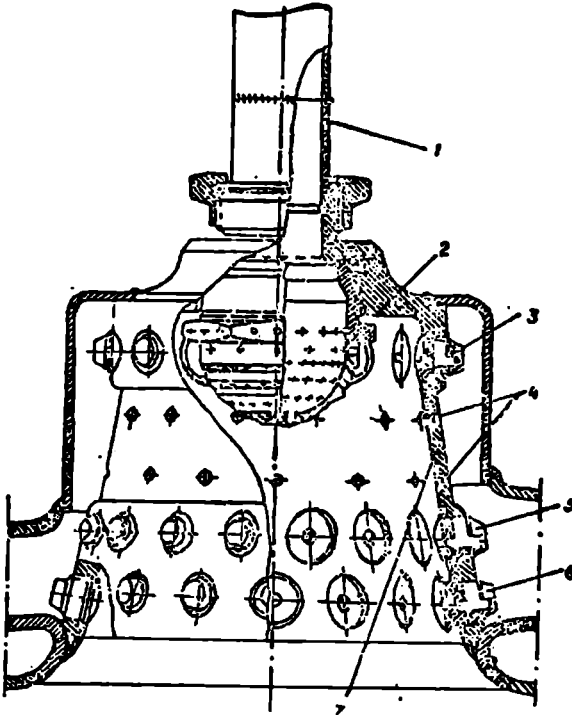
○ — შანბაკის ფრქვევანა
◊ — სანაკის ფრქვევანა

ნახ. 4. 129. ფრქვევანების განლაგების სქემები.

ზოსასვლელთან აქვს 60—100°-ის ტოლი კონუსის კუთხე, რაც უზრუნველყოფს კომპონენტების კარგ განაწილებას კამერის კვეთის მიხედვით. ცენტრიდანულ ფრქვევანებში უზრუნველყოფილია აგრეთვე გამოშვალა სათბობის ჰველების გადაყვითა.

თრძ-ში იყენებენ აგრეთვე ფრქვევანებს, რომლებიც აწვდიან არა მხოლოდ მჟანგავს ან საწვავს, არამედ ორივე კომპონენტს ერთად (ნახ. 4. 128). საწვავი და მჟანგავი შედის ცალკეული ნახვრეტებით და იირევიან ფრქვევანას კამერაში, საიდანაც ნარევი შედის ძრავას კამერაში. ასეთი ფრქვევანებით მიიღწევა კომპონენტების შერევის მაღალი ხარისხი.

სათბობის კომპონენტების კარგი არევა და სათბობის ნარევის თა-



ნახ. 4. 130. თრძ-ს თავის წინკამერა.

- 1 — შილი, 2 — მჟანგავის ჰაერული ფრქვევანა, 3 — საწვავის ჰაერული ფრქვევანები, 5 და 6 — კომბინირებული ფრქვევანები, 7 — წინკამერის კონუსი.

ნაბარი განაწილება კამერის კვეთის მიხედვით უზრუნველყოფილია თავზე ფრქვევანების სათანადო განაწილებით.

4. 129, ა ნახაზზე ნაჩვენებია ფრქვევანების განლაგების ერთ-ერთი

შესაძლო ვარიანტი. ამ სქემაში. სადაც ფრქვევანები განლაგებულია ჰადრაკული წესით, საწვავის ყოველი ფრქვევანა გარემოცულია მჟანგავის ოთხი ფრქვევანათი.

უკეთეს შედეგს იძლევა ფრქვევანების ფიჭა განლაგება (ნახ. 4.129, ბ). განლაგების ამ ხერხის დროს საწვავის თითოეული ფრქვევანა გარემოცულია მჟანგავის ექვსი ფრქვევანათი, რაც უზრუნველყოფს უკეთესი ნარევის წარმოქმნას.

ფრქვევანების განლაგების ერთ-ერთი შესაძლო ვარიანტი ნაჩვენებია 4.130 ნახაზზე.

წინამერის კონუსის (7) გვერდითს ზედაპირზე მოთავსებულია საწვავის ჰაელური (4) და ცენტრიდანული (3) ფრქვევანები და საწვავის კომბინირებული (ჰაელური და ცენტრიდანული) ფრქვევანები (5 და 6). მჟანგავს (თხევად ქანგბადს). მილით (1) აწვდიან მძლავრ ჰაელურ ფრქვევანაში (2), რომელსაც აქვს ნახვრეტების დიდი რიცხვი. ეს ფრქვევანა მოთავსებულია წინამერის კონუსის ფუტეში. ძრავას თავზე განლაგებულია 18 ასეთი წინამერა.

§ 2. ტრამ-ში სათბობის კომპონენტების მიწოდების სისტემა

ტრამ მიწოდების სისტემა უზრუნველყოფს ძრავას მუშაობის დროს წვის კამერაში საჭირო რაოდენობით სათბობის კომპონენტებს მიწოდებას. გარდა ამისა, საჭიროების შემთხვევაში სისტემამ უნდა უზრუნველყოს აგრეთვე სათბობის ჩასხმა და მისი გადმოსხმა.

სათბობის მიწოდების სისტემა შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან:

1) სათბობის ავზებისაგან, სათბობის კომპონენტების — საწვავისა და მჟანგავის მოსათავსებლად;

2) აგრეგატებისაგან, რომლებიც ქმნიან კომპონენტების მიწოდების საჭირო წნევას (ტუმბოებში, აირიანი ბალონები);

3) მილსადენებისა და არმატურისაგან, რომლებიც უზრუნველყოფენ ძრავას რეგულირებას, ამუშავებას და გაჩერებას.

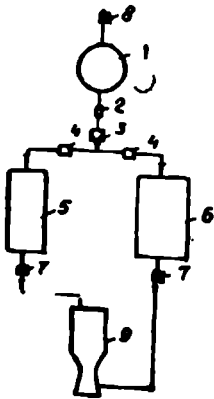
სათბობის კომპონენტების მისაწოდებლად საჭირო წნევა შეიძლება შეიქმნას ან აირით, ან ტუმბოებით. ამის შესაბამისად მიწოდების აღსებული სისტემები შეიძლება დაყვით ორ ჯგუფად:

1) მიწოდების გამომძევებელი სისტემებად და

2) მიწოდების ტუმბური სისტემებად.

მიწოდების გამომძეველი სისტემები

კომპონენტების მიწოდების გამომძეველ სისტემებში აირი, რომელიც მოქმედებს წნევის ქვეშე, სათბობის კომპონენტებს სათბობის ავზებიდან გამოაძევებს წვის კამერაში. აირი მოთავსებულია იჭებში (ბალონებში), რომლებშიც წნევა ტოლია 15—30 მნ/მ²-ისა [150—300 კგ/სმ²]. მიწოდების ასეთ სისტემას უწოდებენ აირბალონურ, ან აირული წნევის აკუმულატორიან მიწოდების სისტემას (აწა).



ნახ. 4. 131. აირული წნევის აკუმულატორიანი მიწოდების გამომძეველი სისტემა.

1 — შეკუმშული აირის ბალონი, 2 — ასამუშავებელი სარქველი, 3 — წნევის რეგულატორი, 4 — უკუსარქველები, 5 — საწვავის ავზი, 6 — მეანგავის ავზი, 7 — ჩამკეტი სარქველები, 8 — შეკუმშული აირის ბალონის მომარაგების ონი, 9 — წვის კამერა.

გარდა ბალონებში მოთავსებული აირისა, სათბობის კომპონენტები შეიძლება გამოძევებულ იქნეს დენის წვის პროდუქტების ან თხევადი ნივთიერებების საშუალებით. ამის შესაბამისად მიწოდების სისტემას უწოდებენ დენის წნევის აკუმულატორიან (დწა) გამომძეველებს და თხევადი წნევის აკუმულატორიან (თწა) გამომძეველებს.

აწა-იო მიწოდების სისტემის პრინციპული სქემა გამოსახულია 4. 131 ნახაზზე. ძრავას ამუშავების დროს საჭიროა წნევის აკუმულატორზე (1) (შეკუმშული აირის ბალონზე) ასამუშავებელი სარქველის (2) გაღება.

აირული წნევის აკუმულატორია შენაბამისი არმატურიანი ბალონი, მასში თავმოყრილია შეკუმშული ჰაერის ან სხვა აირის ის მარაგი, რომელიც განკუთვნილია ბალონიდან ძრავას წვის კამერაში სათბობის კომპონენტების გამოსაძევებლად. აირულ ბალონს ჩვეულებრივ, აქვს სფეროსებრი ფორმა. ბალონებს ამზადებენ გამძლე, კარგად შედუღებული ფოლადისაგან. ბალონს სტარტის წინ დამტენი ონკანით (8) ტენიან აირით.

სამუშაო აირად უფრო ხშირად იყენებენ შეკუმშულ ჰაერს. თუ სათბობის კომპონენტები შედიან ჩიმიურ ურთიერთმოქმედებაში

ჰაერთან, მაშინ იყენებენ შეკუმშულ აზოტს. ჰელიუმს იყენებენ კომპონენტების ძლიერ დაბალი ტემპერატურის დროს, რადგან ამ დროს ჰაერსა და აზოტს შეუძლიათ კონდენსირება და გახსნა კომპონენტებთან შეხებისას.

აწა მიწოდების გამომძეველი სისტემის აუცილებელი საკუთრე-

ბაა წნევის რედუქტორი. რედუქტორი დაწვეს აირის წნევას მიწოდების წნევამდე და, გარდა ამისა, დაიცავს აირის წნევის მუდმივობას ავზებში (ბალონებში). ეს საჭიროა იმისათვის, რომ მქანგავისა და საწვავის ხარჯი კამერაში და, მაშასადამე, წნევაც დარჩეს რედუქტორთუ ბალონებში წნევის მუდმივობა არ იქნება დაკული, მაშინ აირის დახარჯვასთან ერთად ბალონებში წნევა თანდათან დაეცემა და შეიცვლება კამერაში სათბობის მიწოდება.

ავზებიდან გამოძევებული საწვავი და მქანგავი მიემართება წვეს კამერისაკენ (9). კამერაში წნევა და კომპონენტების ხარჯი იცვლება რედუქტორისა (3) და სარქვლების (7) საშუალებით.

კომპონენტების მიწოდების აწა სისტემა გავრცელებულია სიმარტივისა და საიმედოობის გამო. სისტემის ნაკლია სათბობის ავზებისა და აირული ბალონის სიმძიმე (ბალონს აყეთებენ სქელკედლიანს, ჩადგანაც იკავეს მალაწნევიან აირს).

მიწოდების გამომძევებული დწა სისტემის პრინციპული სქემა გამოსახულია 4.132 ნახაზზე. დწა ცხელი აირის გამოსამუშავებელი მოწყობილობაა. ცხელი აირი სათბობის კომპონენტებს ავზიდან ამქვებს ძრავას წვის კამერაში.

დენთის წნევის (1) აკუმულატორებში (დწა) იყენებენ უქვამლო დენსთს. რომელსაც აქვს მოქავშნული კოქების სახე. კოქებს ათავსებენ სპეციალურ სქელკედლიან კამერაში, საიდანაც დენთის აირები საქშენის საშუალებით შედიან სათბობის ავზებში. ძირითადი დენთის მუხტი უქვამლო დენთისაგან დამზადებული მაალებლით (2) აალებბა. მაალებლები ინთება პიროვანით. წვის დროს წარმოქმნილი აირები შედიან ავზებში და საწვავსა და მქანგავს გააძევებენ წვის კამერაში (7).

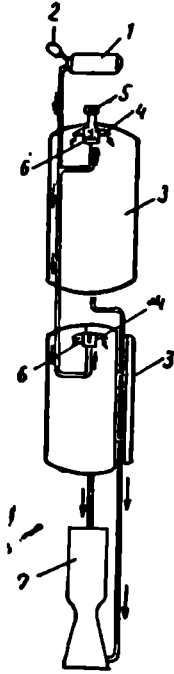
სათბობ ავზებში დენთის აირების შესვლის ადგილას დაყენებულია ამრეკლები (4). მათ სითხის ზედაპირს უნდა ააცილონ ცხელი აირის ქავლის დარტყმა.

იმისათვის, რომ აირის წნევა დწა-ში და, მაშასადამე, მიწოდების წნევა არ აღემატებოდეს მოცემულ სიდიდეს, დენთის წნევის აკუმულატორზე აყენებენ წნევის მუდმივობის სარქველს (5), რომელიც იზორებს აირის ქარბ წნევას.

სისტემაში უქუსარქვლები (6) საჭიროა ძირითადი კამერის საშუალებით ერთ-ერთი კომპონენტის მეორე კომპონენტის ავზში მოხვედრის ასაცილებლად.

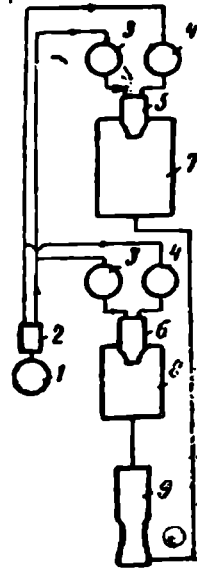
აირულიან შედარებით დენთის წნევის აკუმულატორები უფრო მსუბუქი და კომპაქტურია. მათი ნაკლია აკუმულატორის მუშაობის

დამოკიდებულება გარეშე პირობებზე (გარეშე პირობები მოქმედებენ დენის წვის სიჩქარეზე).



ნახ. 4. 132. დენის წნევის აკუმულატორიანი მიწოდების გამოძევებელი სისტემა.

1 — დენის წნევის აკუმულატორი, 2 — მაალბლები, 3 — სათბობის აეზები, 4 — ამრეკლები, 5 — წნევის მუდმივობის სარქველი, 6 — უკუსარქველი, 7 — წვის კამერა.



ნახ. 4. 133. თხევადი წნევის აკუმულატორიანი მიწოდების გამოძევებელი სისტემა.

1 — შეკუმშული ჰაერის ბალონი, 2 — ჰაერის წნევის რელექტორი, 3 და 4 — აეზები სათბობის დამხმარე კომპონენტებისათვის, 5 და 6 — აირგენერატორები, 7 — ძირითადი შეანგავის აეზი, 8 — ძირითადი საწვავის აეზი, 9 — წვის კამერა.

თხევადი წნევის აკუმულატორი (თწა) ისეთი მოწყობილობაა, რომელიც სათბობის ორი თვითმარეაგირებელი კომპონენტიდან გამოიმუშავებს უხელ აირს. ეს აირი განკუთვნილია ავზებიდან ძრავას წვის კამერაში სათბობის კომპონენტების გამოსაძეველად. თწა-ს პრინციპული სქემა გამოსახულია 4.133 ნახაზზე.

დამხმარე სათბობის კომპონენტები შეკუმშული ჰაერის საშუალებით სპეციალური ავზებიდან (3 და 4) მიემართებიან აირგენერატორებში (5 და 6), რომლებიც განლაგებულია სათბობის ძირითადი კომპონენტების ავზებში (7 და 8). აირგენერატორებში ხდება დამხმარე კომპონენტების თვითაალება და აირის წარმოქმნა, რომელიც საჭიროა ავზებიდან ძირითადი კომპონენტების გამოსაძეველად. თუ გამოყენებულია არათვითაალებადი კომპონენტები, მაშინ ამუშავების წინ აალება ხდება პიროვანების მეშვეობით.

აირგენერატორების (5 და 6) მოწყობილობა თითქმის ერთნაირია. მყანგავის ავზის თწა მუშაობს მყანგავის სიკვარბით, ხოლო საწვავის ავზის თწა—საწვავის სიკვარბით. ეს გაკეთებულია იმ მიზნით, რომ მყანგავისა და საწვავის ავზებში არ მოხდეს კაწვა.

მიწოდების ტუმბური სისტემა

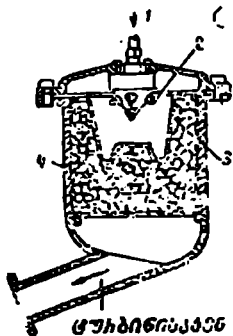
მიწოდების ტუმბურ სისტემაში სათბობის ყველა კომპონენტი ავზიდან შედის ტუმბოში, ხოლო შემდეგ — წვის კამერაში. ტუმბოები შეიძლება ამოძრავდნენ ან ძირითადი ძრავიდან, რომელიც დადგმულია საფრენ აპარატზე, ან ტურბინიდან ავტონომიურად.

საწვავისა და მყანგავის მიწოდების ტუმბოები იმ ტურბინასთან ერთად, რომელიც მათთვის წარმოადგენს ამძრავს, შეადგენენ ტურბო-ტუმბურ აგრეგატს (ტტა). ყველაზე ხშირად იყენებენ ცენტრიდანულ ტუმბოებს, როგორც უფრო მსუბუქს, მცირე ზომების მქონეს და დიდი მწარმოებლობის უზრუნველყოფელს.

ტტა აირული ტურბინებისათვის მუშა სხეულად შეიძლება იყოს: წყალბადის ზეჟანგის ან სხვა ნივთიერებების დაშლის პროდუქტები დაშლის დიდი სითბოთი; აირები წართმეული ძრავის ძირითადი წვის კამერიდან; აირები, მიღებული სათბობის კომპონენტების დაწვის დროს ცალკეულ გენერატორში; ღენტის აირი, მიღებული ღენტის მუხტის ნელი წვის დროს. სიჩქარეთა საფეხურების მქონე ტურბინებს ყველაზე ხშირად ამზადებენ ორსაფეხურიანს.

აირგენერატორის მაგალითად განვიხილოთ იმ ორთქლაირგენერატორის სქემა, რომელშიც იშლება კონცენტრირებული (80—82%) წყალბადის ზეჟანგი. აირგენერატორი (ნახ. 4.134) წარმოადგენს ჰურ-

ველს (3), რომელშიც მიმდინარეობს წყალბადის ზეჟანგის დაშლის რეაქცია. წყალბადის ზეჟანგი შედის მილაკით (1) და შემდეგ მიეწოდება ფრქვევანათი (2). რეაქცია მიმდინარეობს კატალიზატორის (4) თანაობით. კატალიზატორი შეიძლება იყოს ან მყარი, ან თხევადი. თხევადი კატალიზატორია $KMnO_4$ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი. წყალბადის ზეჟანგის დაშლის დროს მიიღება ორთქლაირი, რომლის წნევა 2—3 მწ/მ²-ია [20—30 კბ/სმ²] და ტემპერატურა 380—480°C.



ტურბინისაკენ

ნახ. 4. 134. ორთქლაირვე-
ნერატორის პრინციპული
სქემა.

1 — მილაკი, 2 — ფრქვე-
ვანა, 3 — კუბიკული, 4 —
კატალიზატორი.

ფეხურიანი ტურბინა.

ტურბინის გავლის შემდეგ ნამუშევარი ორ-
თქლაირი გამოიდევენება ატმოსფეროში.

4. 135 ნახაზზე მოყვანილია ერთ-ერთი
ტურბოტუმბური აგრეგატის კონსტრუქციუ-
ლი შესრულების მაგალითი. ტბა შედგება
აირტურბინის (3). მეანგავის ტუმბოსა (2)
და საწვავის ტუმბოსაგან (5). მუშა სხეულად
ტურბინისათვის გამოიყენება ორთქლაირი,
რომელიც ტურბინის საქშენისა და მუშა
ნიჩბების (6) გავლის შემდეგ მოსედება საბ-
რუნ კამერაში (7); ამის შემდეგ ის კვლავ
მიემართება ტურბინის მუშა ნიჩბებისაკენ.
ამრიგად, ტურბინა, მიუხედავად იმისა, რომ
მას აქვს ნიჩბების ერთი რიგი, მუშაობს რო-
გორც სიჩქარის საფეხურების მქონე ორსა-

§ 8. თრძ-ს ბაცივება

თრძ-ს კამერაში წვის პროცესი ხასიათდება სითბოს ძალზე დიდი
ნაკადების არსებობით. კამერის გარსი სითბოს დიდი ნაკადების დროს
კარგავს საჭირო სიმტკიცეს. ამას შეიძლება მოჰყვეს ძრავას დარღვე-
ვა; ამიტომ თრძ-ში წვის კამერის დასაცავად ლებულობენ სპეციალურ
ზომებს. ერთ-ერთ ასეთ ზომას წარმოადგენს კამერის გაცივების ორ-
განიზაცია.

ყველაზე უფრო ეკონომიურია სათბობების კომპონენტების საშუ-
ალეობით კამერის გარეგანი გაცივების ხერხი. ხშირად ამ შემთხვევა-
ში იყენებენ გაცივებას მეანგავით, რომლის ხარჯიც რამდენჯერმე
აღემატება საწვავის ხარჯს. გაცივების ამ ხერხის დროს სათბობის

ერთ-ერთი კომპონენტი იძულებით მოძრაობს პერანგში (ნახ. 4.136), თბება და შემდეგ შედის ფრქვევანებში. გაცივების ასეთ ხერხს უწოდებენ რეგენერაციულს, რადგანაც ამ დროს კამერის გარსის მიერ გამაცივებელი სითხისადმი გადაცემული სითბო შემდეგში ბრუნდება წვის კამერაში.

ყველაზე მარტივია ის პერანგი, რომელსაც გამაცივებელი სითხის გასატარებლად აქვს რგოლური არხი. სითხეს ამ შემთხვევაში აქვს გრძივი მოძრაობა. ზოგ შემთხვევაში. როცა საჭიროა გამაცივებელი სითხის დიდი სიჩქარე. ხოლო პერანგში მის გასასვლელად საჭირო პერიტეს სიდიდე 1—1,5 მმ-ზე ნაკლებია, პერანგს ხრახნულარხებიანს ამზადებენ, როგორც ეს იყო გაკეთებული „სკრაიპერის“ ძრავაზე.

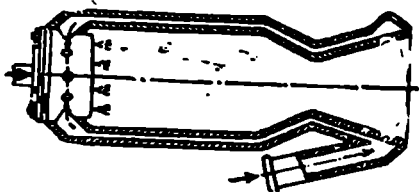
კამერის გასაცივებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ორევე კომპონენტი; ერთ-ერთი მათგანი აცივებს კამერას, მეორე — საქშენს (კომპონენტების არევა გაცივების სისტემაში დაუშვებელია).

გაცივებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე წყალი, ამისათვის კი საჭიროა საფრენ აპარატზე წყლის დიდი მარაგის არსებობა.

კერძოდ, გაცივების ასეთი ხერხი გამოყენებული იყო თეიომფრინავის იმ ძრავაზე, რომელიც გამოსახულია 4.137 ნახაზზე.

სხვა ხერხს, რომელსაც რეგენერაციულის დამატებითად იყენებენ წარმოდგენს ფარდის შექმნა. გეარავარებული აირებისაგან ფარდით იზოლირდება კამერის კედლები. ფარდა იქმნება სხვადასხვა გზით.

ზოგიერთი ძრავას კამერის კედლებზე წარმოიქმნება თხევადი აფსკი, რაც გამოწვეულია სარტყელებში (9) არსებული სპეციალური ნახვრეტების მიერ საწვავის მიწოდების გამო (იხ. ნახ. 4.126). მუანგავთან შეკრევით საწვავი თანდათან ამო-



ნახ. 4. 136. თრძ-ს კამერის რეგენერაციული გაცივების სქემა.

იწვება. კედელთან საწვავის სიქარბის გამო წარმოიქმნება შეღარებით დაბალი ტემპერატურის მქონე წვის პროდუქტები.

ამ ხერხის გამოყენება რამდენადმე ამცირებს ძრავას ეკონომიურობას, რადგანაც საწვავი, რომელიც მიდის ფარდის შესაქმნელად, თუმცა კი იწვის, მაგრამ მაინც ნაკლებად ეფექტურია.

სითბოს ნაკადებისაგან კამერის შიგა ზედაპირის იზოლაცია შეიძლება განხორციელდეს აგრეთვე მყარი იზოლაციის შემწვობით. ამ მიზნისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნეს ძნელდნობადი მასალე-

ზი (კერამიკა და სხვ.), რომელთა დნობის ტემპერატურა აირების ტემპერატურაზე მაღალია.

კამერის იზოლაციის ამ ხერხის გამოყენება იმიტომაა გაძნელებული, რომ არსებული ძნელდნობადი მასალები მგრძნობიერია აირების ქიმიური ზემოქმედებისადმი და ტემპერატურის მკვეთრი შეცვლისადმი, რასაც ადგილი აქვს ძრავას ამუშავებისა და გამორთვის დროს. მასალის ტემპერატურის მკვეთრ შეცვლას მოსდევს მასში ბზარების წარმოქმნა და ამოფხვნა, რის შედეგადაც ხდება კამერის ადგილობრივი ამოწვა.

პერსპექტიულად ითვლება გაცივების ის მეთოდი, რომლის დროსაც კამერისა და საქშენის შიგა გარსი კეთდება ფოროვანი მასალისაგან. გამაცივებელი სითხე ფორების საშუალებით შედის კამერის შიგნით. აცივებს გარსს და ქმნის ორთქლის ფარდას, რომელიც აუარესებს აირებიდან სითბოგაცემას.

მუშაობის დროს ფორების გაქუჩყიანება და ამით გამოწვეული კამერის ამოწვა აღნიშნული ხერხის დიდი ნაკლია.

§ 4. ტრძ-ს ამუშავება და გაჩერება

ძრავას ამუშავებისა და გაჩერების საშუალებებმა უნდა უზრუნველყონ ძრავას მდოვრულად გაყვანა მუშა რეჟიმზე და მისი შეუფერხებელი გაჩერება. ტრძ-ს ამუშავება და გაჩერება წარმოადგენს მუშაობის ერთ-ერთ ყველაზე უფრო რთულ ეტაპს. ეს იმით აიხსნება, რომ საწვავისა და მეთანგავის გადაცემიდან აალებამდე გადის რაღაც დრო, რომლის განმავლობაშიაც ხდება კომპონენტების აორთქლება და ქიმიური მოშაღება. ამ დროის განმავლობაში წვის კამერაში გროვდება საწვავი ნარევი. აალების დასაწყისისათვის საწვავი ნარევის საკმაოდ დიდი რაოდენობით დაგროვების დროს აალება ხდება წნევის ზედმეტად გაზრდით, დასაშვები წნევის გადამეტების შემდეგ ძრავა დაირღვევა. ამუშავების დროს კომპონენტების დიდი რაოდენობით დაგროვებისა და აფეთქების თავიდან ასაცილებლად ამუშავების სისტემამ უნდა უზრუნველყოს სათბობის კომპონენტების აალება. კამერაში შესვლის შემდეგ არა უგვიანეს 0,03 წამისა. ამავე მიზნით ასამუშავებელი სარქველები გაიღება არასრულად, კომპონენტების ასამუშავებელი ხარჭი და წნევა კამერაში იქნება საანგარიშოზე მნიშვნელოვნად ნაკლები. ასეთ ამუშავებას, როცა დასაწყისში სათბობი მცირე რაოდენობით აალებდა, ეწოდება საფეხურიანი. კერძოდ, A-4 ძრავაზე 260 კნ [26 ტ] სრული წევის დროს წევის წინასწარი საფეხური (სათბობის მცირე მიწოდების დროს) ტოლია 80 კნ-ისა [8 ტ].

საფეხურიანი ამუშავების გარდა, შესაძლოა ე. წ. „საზარბაზნო ვაშვება“- ასეთი ამუშავების დროს დასაწყისში სათბობის ავზებში წარმოიქმნება წნევა, რომელიც ტოლია ან უახლოვდება მიწოდების მუშა წნევას. შემდეგ ხდება იმ წამკვეთი სარკველების ან მსკდომი მემბრანების მკვეთრი გაღება, რომლებიც საწვავსა და მქანგავს კამერაში არ უშვებენ. სათბობის კომპონენტები მაღალი წნევის მოქმედებით მილსადენებით მიისწრაფვიან წვის კამერაში. ნარევის აალების დროს წნევა კამერაში შეიძლება მკვეთრად გაიზარდოს.

ამუშავების დროს უზრუნველყოფილი უნდა იყოს კამერაში კომპონენტების მიწოდების გარკვეული წესი. რადგან კამერაში კომპონენტების ერთდროული მიწოდების განხორციელება შეუძლებელია, ამიტომ დასაშვებია ერთ-ერთი კომპონენტის მიწოდების დასწრება წამის საწილებში.

სათბობის კომპონენტების ასაალებლად ამუშავების დროს გამოიყენება ანთების სხვადასხვა სისტემა. პიროტექნიკურ ანთებას იწვევს პიროვაზნა. რომლის აალება ხდება ელექტრული ვარჯაგების ძაფით. პიროვაზნა იწვის რამდენიმე წამის განმავლობაში და ისლევა ალის ჩირალდანს 2000°C ტემპერატურით.

ქიმიური ანთების დროს იყენებენ სათბობის თვითაალებად კომპონენტებს. განსაკუთრებით მარტივია ქიმიური ანთება იმ ძრავებში, რომლებიც მუშაობენ თვითაალებადი სათბობებით. თუ ძრავა მუშაობს არათვითაალებადი კომპონენტებით, მაშინ ამუშავების სისტემა ასამუშავებელ კომპონენტებს კამერაში გადასცემს დასაწყისში. ხოლო ძირითად კომპონენტებს — მხოლოდ ალის მძლავრი ჩირალდნის გაჩენის შემდეგ.

მცირე წვეის ძრავებში იყენებენ ანთებას ძრავას თავზე მოთავსებული ელექტრული სანთლის საშუალებით. სანთლის მცირე თბოსიმპლავრე ხელს უშლის ამ ხერხის ფართოდ გამოყენებას.

თანამედროვე თრძ-ს ამუშავების პროცესი სავსებით ავტომატიზებულია.

თრძ ჩერდება ან წამკვეთი სარკველების ჩაკეტვით, რომელიც დადგმულია სათბობის კომპონენტების გზაზე, ან ავზებიდან სათბობის სრული ამოწურვის შემდეგ. ზოგიერთ ძრავაზე ხორციელდება საფეხურიანი გაჩერება — ძრავა დასაწყისში გადაიყვანება მცირე წვეაზე. ხოლო შემდეგ სრულიად ჩერდება.

ძრავას გაჩერების შემდეგ წამკვეთი სარკველების არამჭიდრო გადახურვის გამო შესაძლოა სათბობის კომპონენტების დინება და დაგროვება კამერაში. ცხელ კამერაში დაგროვილი სათბობის აალებას ზოგ შემთხვევაში შეიძლება მოჰყვეს აფეთქება. ამის თავიდან ასაცილებ-

ბლად იღებენ შემდეგ ზომებს: ძრავას ექსპლოატაციაში ყოფნის შემდეგ წვის კამერას გააქრევენ პაერთ ან აზოტით. ხოლო ძრავას კონსტრუქციული გაფორმებისას წამკვეთ სარკველებს მოათავსებენ რაც შეიძლება ფრქვევანებთან ახლოს და ა. შ.

§ 5. თხევადი რაკეტული ძრავების დაზიანების მაგალითები

თხევადი რაკეტული ძრავა „სკრაიმერი“

თქმ „სკრაიმერის“ პრინციპული სქემა მოყვანილია 4.137 ნახაზზე. ძრავას ორთქლიარგენერატორი (ოაგ) მუშაობს სათბობის იმავე კომპონენტებით, რომლებითაც მუშაობს ძრავა. კომპონენტები ოაგ-ს მიწოდება იმ ასამუშავებელი ავზებიდან. საიდანაც კომპონენტებს გამოაძევენ აზოტი. ოაგ ცივდება წყლით, რომელიც გაცივების შემდეგ წარმოებრივ შეიშხაპუნება ოაგ-ის საქშენ ნაწილში და ამით მოახდენს აირების წვის პროდუქტების ტემპერატურის დაწევას 625°C -მდე.

ოაგ-დან წვის პროდუქტები სამი საქშენით მიემართება ტურბოტუმბულო აგრეგატის ტურბინისაკენ. ტურბინა აბრუნებს სამ ტუმბოს—საწვავის, მეანგავისა და წყლის ტუმბოებს. ტურბინის სიმძლავრე 20000 ბრ/წთ-ის დროს დაახლოებით 250 კვტ-ა [350 ცძ].

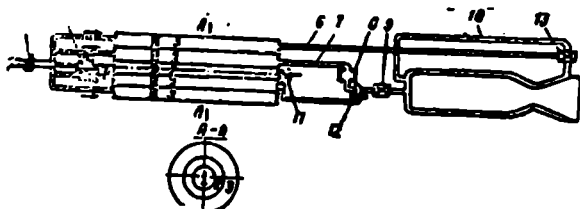
ძრავას ამუშავენა წინკამერულია. წინკამერა პატარა მოცულობის წვის კამერაა. ამუშავების დროს მას მალაქებთან მიეწოდება მცირე რაოდენობის საწვავი და მეანგავი, რომლებიც ააღდებიან ელექტრული ნაპერწკლით. წარმოქმნილი ასამუშავებელი ჩირაღდანი შემდეგში აანთებს სათბობს, რომელიც ძირითადად გადაეცემა წვის კამერას. ანალოგიურად ხდება ოაგ-ის ამუშავებაც.

თხევადი რაკეტული ძრავა „ერლიკონი“

ძრავას პრინციპული სქემა ნაჩვენებია 4.138 ნახაზზე. ძრავა ერთჯერადი მოქმედებისაა და დადგმულია საზენიტო რაკეტა ერლიკონზე. ძრავას წვევა 10000 ნ [1000 კბ]. ძრავა მუშაობდა ნავით და აზოტის ზევათი. კომპონენტების მიწოდება ხდება გამოძევებით.

ძრავა მუშაობს შემდეგი თანმიმდევრობით. მაღალი წნევის აზოტის გამოსვლა ბალონიდან (1) ხდება ასამუშავებელი პიროსარქკლის (4) ამუშავებისას. აზოტი, გაივლის რედუქტორს (5), სადაც წნევა დაიწევა 30-დან 4 მწ/მ²-მდე [300-დან 40 კბ/სმ²]. შემდეგ კი შევა მეანგა-

ვისა და საწვავის ავზებში (2 და 3), რომლებიც აღჭურვილია დგუშებით. დგუშებზე მოქმედებით აზოტი მაგისტრალებით (6 და 7) კომპონენტებს გამოაძევენ წვის კამერაში. ავზში (8) არსებული ასამუშავებელი საწვავი სარქელის (9) გავლით გამოიძეება წვის კამერაში ძირითადი საწვავით — ნაეთით. ამუშავების დროს მქანგავი სარქელის (13) გავლის შემდეგ გაივლის გადასაშვებ მაგისტრალს (10) (იგი გვერდს უვლის პერანგს, სადაც ის მუშაობის დროს აცივებს კამერასა და საქშენს) და შედის კამერაში. შეხებისას ასამუშავებელი საწვავი და მქანგავი ააღდება. რის გამოც ააღდება სათბობის ძირითადი კომპონენტებიც.



ნახ. 4. 138. თბ. „ერლიკონის“ პრინციპული სქემა.

- 1 — ბალონი, 2 და 3 — საწვავისა და მქანგავის ავზები, 4 — ასამუშავებელი პიროსარქველი, 5 — რელუქტორი, 6, 7, 10 — მაგისტრალები, 8 — ავზაქი, 9, 12 და 13 — სარქვლები, 11 — პიროსარქველი.

სარქვლები (9 და 13) უზრუნველყოფენ ამუშავების დროს კომპონენტების მდოვრულ მიწოდებას. ძრავას გასაჩერებლად უნდა ამოქმედდეს პიროსარქველი (11). ამის შედეგად აირი ბალონიდან (1) შევა იმ სარქველში (12), რომლის დახურვის დროსაც შეწყდება კამერაში აირის მიწოდება.

საავიაციო ღებნიანი ძრავები

ზოგადი ცნობები

თანამედროვე ავიაციაში ამჟამადაც გამოიყენება ვარსკვლავისებრი ოთხტაქტიანი საჰაერო გაცივების დგუშიანი ძრავები.

ძრავებს აკეთებენ ცალმწკრივას და ორმწკრივას. ორმწკრივა ვარსკვლავას ცილინდრების უკანა მწკრივს გადაადგილებენ ხოლმე წინა მწკრივის მიმართ და ქმნიან ცილინდრების ჰაერაკულ განლაგებას. ამით მიიღწევა მათი თანბარი გაცივება.

5.01 ნახაზზე, რომელიც მოთავსებულია წიგნის ბოლოში, წარმოდგენილია AIII-82 T საჰაერო გაცივების ორმწკრივა ვარსკვლავისებრი ძრავას გრძივი კრილი. ნახაზის ქვედა ნაწილში ნაჩვენებია წინა მწკრივის ცილინდრი, ხოლო ზედა ნაწილში — უკანა მწკრივის ცილინდრი. კონსტრუქციულად ძრავას ყველა ცილინდრი ანალოგიურია.

ცილინდრებში (1) მოთავსებულია ის დგუშები (2), რომლებიც ბარბაცების (3) საშუალებით დაკავშირებული არიან მუხლა ლილვთან (4); ეს უკანასკნელი დადგმულია ძრავას კარტერში (5) დამაგრებულ საყრდენებზე.

ცილინდრების ყველა მწკრივს აქვს მუშტა საყელური (6) და აირგანაწილების სხვა დეტალები, რომლებიც მოძრაობენ მუხლა ლილვის საშუალებით.

საჰაერო ხრახნისათვის ყველაზე უფრო ხელსაყრელი ბრუნთა რიცხვის უზრუნველსაყოფად ძრავა აღჭურვილია რედუქტორით, რომელსაც აქვს გამოშვებული ლილვი (7); იგი განკუთვნილია საჰაერო ხრახნთან შესაერთებლად. რედუქტორის გადაცემის ფარდობა შერჩეულია იმგვარად, რომ ხრახნის ბრუნთა რიცხვი არ აღემატებოდეს 1500—1800 ბრ/წთ-ს. ბრუნთა ეს რიცხვები უმეტესი ხრახნებისათვის ოპტიმალურია.

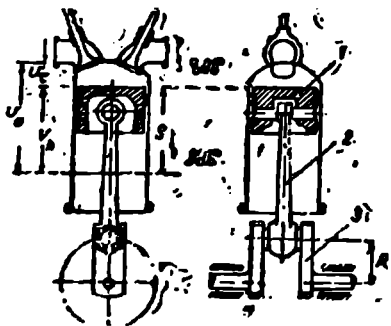
შვეულმფრენზე დგუშიანი ძრავას დადგმის დროს ამძრავ ტრანსმისიაში გათვალისწინებულია დამატებითი რედუქტორი. ამ შემთხვევაში მზიდი ხრახნის ბრუნთა რიცხვია 150—300 ბრ/წთ.

დგუშიან ძრავაში იმ სიტბოს გარდაქმნა, რომელიც გამოიყოფა სათბობის დაწვის დროს ძრავას ცილინდრის შიგნით, მიმდინარეობს შემდეგი პროცესების თანმიმდევრული მონაცვლეობის გზით:

1) ცილინდრში ახალი ნარევის შეშვება ან სათბობის შეშხაუნე-

ბა; 2) კუმშვა; 3) დაწვა; 4) გაფართოება; 5) ნამუშევარი აირების გამოშვება.

მუშაობა აირიდან ძრავას ლილვს გადაეცემა მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმით (ნახ. 5.1), რომელიც შედგება დგუშის (1), ბარბაცას (2) და მრუდმხარასაგან (3); ისინი ერთმანეთთან კინემატიკურ კავშირში არიან. ეს მექანიზმი უკუმოქცევა-გადატანით მოძრაობას გარდაქმნის მუხლა ლერძის ბრუნვითს მოძრაობად.



ნახ. 1. მრუდმხარა-ბარბაცა მექანიზმი.
1 — დგუში, 2 — ბარბაცა, 3 — მუხლა ლილვის მრუდმხარა.

კიდურ მდგომარეობებს, რომლებსაც დგუში დაიკავებს ცილინდრში გადაადგილების დროს. ეწოდება ზედა მკედლარი წერტილი (ჰმწ) და ქვედა მკედლარი წერტილი (ქმწ). მანძილს, რომელსაც დგუში გაილის მათ შორის, ეწოდება დგუშის სვლა და აღინიშნება S ასოთი. დგუში აკეთებს ერთ სვლას მუხლა ლილვის ნახევარ-

ბრუნვით, ე. ი. 180° -ით და დგუშის სვლა მრუდმხარას ორი რადიუსის ($S = 2R$) ტოლია. დგუშის გადაადგილებით იცვლება ცილინდრის შიგა მოცულობა. არჩევენ ცილინდრის სამ მახასიათებელ მოცულობას: კუმშვის კამერის მოცულობას, მუშა მოცულობასა და სრულ მოცულობას.

ცილინდრის მოცულობას დგუშის ზევით, როცა დგუში იმყოფება ჰმწ-ში ეწოდება შეკუმშვის კამერა ან წვის კამერა და აღინიშნება V_c ნიშნით.

ცილინდრის მოცულობას, რომელიც შეესაბამება დგუშის სვლას, ეწოდება მუშა მოცულობა და აღინიშნება V_n -ით. მისი განსაზღვრა დგუშის დიამეტრისა და სვლის მიხედვით ადვილია:

$$V_n = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S.$$

ცილინდრის მოცულობა გამოისახება ლიტრებით.

ძრავას ყველა ცილინდრის მუშა მოცულობას ($V_n i$) ეწოდება ლიტრ აეი. იგი არის ერთი ცილინდრის მუშა მოცულობის ნამრავლი ცილინდრების რიცხვზე.

V_n მუშა მოცულობა კუმშვის კამერის V_c მოცულობასთან ერთად შეადგენს ცილინდრის V_a სრულ მოცულობას:

$$v_a = v_c + v_h$$

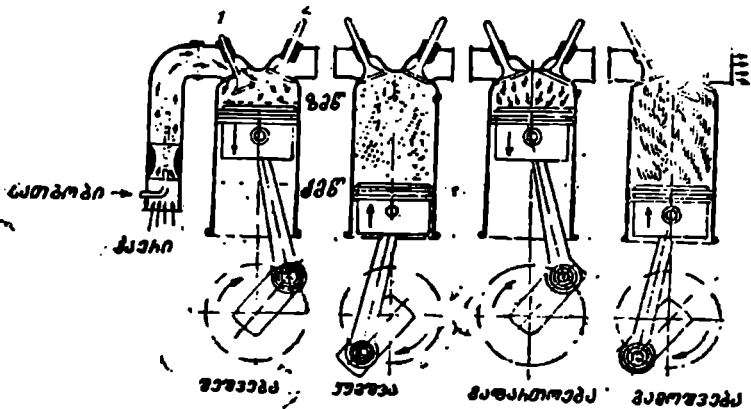
სრული მოცულობის ფარდობას წვის კამერის მოცულობასთან ეწოდება კუმშვის ხარისხი და აღინიშნება ϵ -ით.

$$\epsilon = \frac{v_a}{v_c} = \frac{v_c + v_h}{v_c} = 1 + \frac{v_h}{v_c}$$

ბენზინის ავიოდრავებში კუმშვის ხარისხი $\epsilon = 5 \div 8$.

ყველა იმ პროცესის ერთობლიობას, რომლებიც სრულდება დგუშიანი ძრავას ცილინდრში და რომლებიც უზრუნველყოფენ თბოენერჯიის გარდაქმნას მექანიკურ მუშაობად, ეწოდება ძრავას მუშა ციკლი.

მუშა ციკლის იმ ნაწილს, რომელიც სრულდება დგუშის 1 სეკის დროს, ეწოდება ტაქტი. აქედან გამომდინარეობს, რომ ერთი მუშა ციკლი ოთხტაქტიანი ძრავას ცილინდრში სრულდება მუხლა ლილვის 2 ბრუნით.



ნახ. 5. 2. ოთხტაქტიანი ძრავას მუშაობის სქემა.
1 — შემშვები სარქველი, 2 — გამომშვები სარქველი.

5.2 ნახაზზე წარმოდგენილია ოთხტაქტიანი ძრავას მუშაობის პრინციპი. პირველ ტაქტში დგუში გადაადგილდება ზმწ-დან ქმწ-კენ. ამ დროს შემშვები სარქველი (1) ღიაა. ახალი ნარევი მიემართება ცილინდრისაკენ და ავსებს განთავისუფლებულ მოცულობას.

მეორე ტაქტში დგუში მოძრაობს ქმწ-დან ზმწ-კენ. ამ დროს შემშვები (1) და გამომშვები (2) სარქველები დახურულია. მოცულობის შემცირების გამო ნარევი იკუმშება. კუმშვის პროცესის ბოლოში, ზმწ-მდე დარჩენილ დაახლოებით $20-40^\circ$ კუთხემდე, მუხლა ლილვის

შემობრუნების მიხედვით. ნარევი ააღდება ელექტრული ნაპერწყლით. ნარევის ააღება ზმწ-მდე (ანთების წინსწრება) საჭიროა იმისათვის, რომ ნარევი მოასწროს დაწვა რაც შეიძლება ნაკლებ მოცულობაში, რასაც მოსდევს ძრავას სიმძლავრისა და ეკონომიურობის გადიდება.

მესამე ტაქტში დგუში იმეორებს პირველი ტაქტის მოძრაობას, მაგრამ ორივე სარქველი ამ დროს დახურულია და წვის პროდუქტები გაფართოებით გადაადგილებენ დგუშს.

მეოთხე ტაქტში დგუში იმეორებს მეორე ტაქტის მოძრაობას, მაგრამ ამ დროს გამოსაშვები სარქველი (2) ღიაა და ცილინდრი წარმოქმნილი წვის პროდუქტებისაგან გასუფთავდება. შემდეგ ძრავას მუშა ციკლი მეორდება ტაქტების წინა თანმიმდევრობით.

XX თავი

მანქანათმშენებელი ძრავას მუშა ციკლის პროცესები

§ 1. მუშაობის პროცესი

მუშაობის პროცესის, ანუ გავსების პროცესის, მიზანია ცილინდრის დამუხტვა ახალი ნარევით. ნარევის დაწვის დროს გამოიყოფა სანარგებლო მუშაობის მიღებისათვის საჭირო სითბო.

სავსებით გასაგებია, რომ, რაც უფრო მეტი ნარევი შევა ძრავას ცილინდრში, მით უფრო მეტი სითბო გამოიყოფა დაწვის დროს, მით უფრო მეტი მუშაობა იქნება შესაძლებელი და მით უფრო მეტი სიმძლავრეს განავითარებს ძრავა.

ნარევით ცილინდრების დამუხტვის გასადიდებლად მრავალი ჭრავას ცილინდრში შეშავალ ნარევის ან ჰაერს წინასწარ კუმშავენ საჭიროხნში (ჩვეულებრივ, ცენტრიდანულ კომპრესორში). ძრავაში წინასწარ შეკუმშული ახალი ნარევის ან ჰაერის იძულებით მიწოდებას ჩაბერვა ეწოდება.

გარდა სიმძლავრის გადიდებისა, დედამიწის პირობებში, ჩაბერვა ხიმაღლეზე ასვლისას გამოიყენება აგრეთვე როგორც ხერხი სიმძლავრის დასაცავად.

სათბობ-ჰაერის ნარევის წარმოქმნა კარბურატორიან ძრავაში იწყება ჭერ კიდევ კარბურატორშივე, გრძელდება შემწვავ მილსადენებში და მთავრდება ცილინდრში.

ძრავებში უშუალოდ ცილინდრებში სათბობის შესაბუნებით წარ-

მოიქმნება ნარევი. ამ შემთხვევაში ცილინდრში სუფთა ჰაერი შემავები სარქველებით შედის, ხოლო სათბობი ცილინდრებს ფრქვევანებით მიეწოდება მაშინ, როცა მუხლა ლილვი შეშვების ტაქტში გააკეთებს 30—50°-ის ტოლ შემობრუნების კუთხეს ზმწ-დან.

სათბობ-ჰაერის ნარევის ხარისხის რეგულირება, ე. ი. ნარევი სათბობისა და ჰაერის შეფარდება ხორციელდება იმ სპეციალური მოწყობილობებით, რომლებიც გათვალისწინებულია კარბურატორში ან უშუალო შეშხაუნების სათბობ აპარატურაში.

ოთხტაქტიანი მუშა პროცესის სქემის განხილვისას აღნიშნული იყო, რომ შეშვების და გამომშვების სარქველების გაღება და დახურვა ზუსტად შეესაბამება დგუშის მდგომარეობას ზმწ-ში ან ქმწ-ში. სინამდვილეში ძრავას მუშაობის გასაადვილებლად უფრო მიზანშეწონილია მოვახდინოთ: აირგანაწილების ფაზების გადანაცვლება. ასე, მაგალითად, შემშვებ სარქველს აღებენ წინსწრებით, ე. ი. როცა დგუშს გამომშვების ტაქტში ზმწ-მდე მისვლას აკლია 15—50°, მუხლა ლილვის შემობრუნების კუთხის მიხედვით. ამ კუთხეს უწოდებენ შემშვები სარქველს გაღების წინსწრების კუთხეს (წერტილი 1. ნახ. 5. 3).

ცილინდრის ავსება ახალი ნარევით ხდება ცილინდრს შიგნით წნევის დაცემის გამო. ეს დაცემა წარმოიქმნება ხოლმე დგუშის მოძრაობის დროს ზმწ-დან ქმწ-კენ. დაახლოებით შეიძლება ჩაეთვალო, რომ ნარევის წნევა შეშვების ბოლოს ჩაბერვითს ძრავებში ტოლია:

$$p_n = (0.8 \div 0.9) p_0.$$

სადაც p_0 ატმოსფერული წნევაა.

შემწოვი სარქველის გაღების მომენტისათვის ცილინდრში არსებობს ნარჩენი აირების გადიდებული p_2 წნევა. ამასთან დაკავშირებით ატმოსფეროდან შეწოვის დროს (ძრავებში, რომლებსაც არა აქვთ ჩაბერვა) ნარევი იწყებს შესვლას ცილინდრში მხოლოდ მაშინ, როცა წნევა ცილინდრში გახდება გარემოს წნევაზე ნაკლები.

ჩაბერვითს ძრავებში ნარევი ან ჰაერი იწყებს ცილინდრში შესვლას: შემშვები სარქველის გაღებისთანავე.

ნარევის (ან ჰაერის) ტემპერატურა შეშვების პროცესში აგრეთვე იცვლება.

სათბობის აორთქლების დროს მოსალოდნელი იყო ნარევის ტემპერატურის დაწვეა, მაგრამ ამ უკანასკნელის შეხების გამო გახურებულ დეტალებთან (მილყელებისა და ცილინდრის კედლებთან, სარქველებთან, დგუშის ძროსთან), და აგრეთვე შერევის გამო ცხელ ნარჩენ აირებთან, ნარევის ტემპერატურა შეწოვის ბოლოს მატულობს

ატმოსფეროდან შექმნოვ ძრავებში 340—360° K-მდე, ხოლო ჩაბერეთის ძრავებში — 380—400° K-მდე.

ახალი ნარევის მუხტის გასადიდებლად შემშვები სარქველი იხურება დაგვიანებით (წერტილი 2, ნახ. 5. 3), ე. ი. უკვე დგუშის მოძრაობის პროცესში ზმწ-ის მართულეებისაყენ (კუმშვის ტაქტში). მუხლა ლილეის შემობრუნების კუთხეს, დაწყებულს დგუშის მიერ კმწ-ის მიღწევის მომენტიდან შემშვები სარქელის დახურვის მომენტამდე. ეწოდება შემშვები სარქელის დახურვის დაგვიანების კუთხე. ეს კუთხე შეადგენს 40—65°-ს.

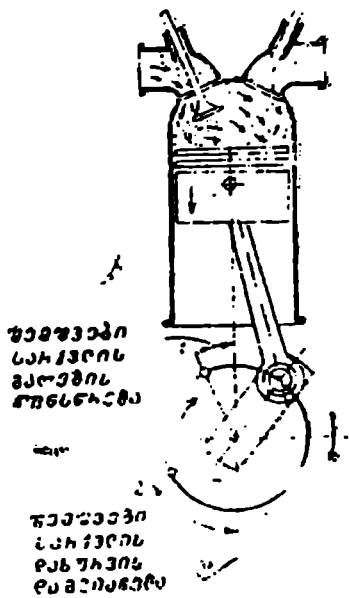
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ნარევი ავსების პროცესში იქენს დიდ სიჩქარეს და ამიტომ მიუხედავად იმისა, რომ დგუშის მოძრაობს კმწ-დან ზმწ-ყენ, ნარევი განაგრძობს ცილინდრში შეყელას, ე. ი. ხდება კამამუხტვა ჩქარული წნევის ხარჯზე. იმასთან დაკავშირებით, რომ არსებობს შემშვები სარქელის გაღების წინსწრება და გამომშვები სარქელის დახურვის დაგვიანება. შეშვების პროცესის საერთო ხანგრძლივობა ან შემშვები სარქელის გაღების ფაზა შეადგენს მუხლა ლილეის შემობრუნების 250—280° კუთხეს.

როგორც უკვე აღინიშნა, ძრავას სიმძლავრე დამოკიდებულია ცილინდრის დამუხტვაზე ახალი ნარევიტ. მუხტში გულისხმობენ ნარევის (ჰაერის) იმ რაოდენობას, რომელიც შესულია ცილინდრში და ცილინდრშივეა დარჩენილი სარქვლების დახურვის მომენტისათვის.

არჩევენ ნარევის თეორიულ და ნამდვილ მუხტებს.

ნარევის ნამდვილი მუხტის ფარდობას თეორიულთან ეწოდება η_p გავსების კოეფიციენტი:

$$\eta_p = \frac{m_g}{m_{th}}$$



ნახ. 5. 3 შემშვები სარქელის გაღების წინსწრებისა და დახურვის დაგვიანების გრაფიკული გამოსახვა.

სადაც m_6 არის ნარევის მუხტი, რომელიც ნამდვილად შევიდა ცილინდრში და დარჩა იქ:

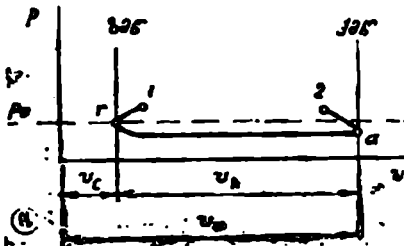
m_m — ნარევის მუხტი, რომელიც შეიძლება მოთავსდეს ცილინდრის მუშა მოცულობაში ცილინდრის შესასვლელთან არსებული ტემპერატურისა და წნევის დროს:

$$m_m = \rho_m \cdot V_m$$

სადაც ρ არის ჰაერის სიმკვრივე ძრავას ცილინდრის შესასვლელთან;

V_m — ცილინდრის მუშა მოცულობა.

გავსების კოეფიციენტი ახასიათებს ნარევით ცილინდრის გავსების სრულყოფის ხარისხს. რაც უფრო მაღალია გავსების კოეფიციენტი, მით მეტია ძრავას სიმძლავრე. არაჩაბერვის საავიაციო ძრავებს საანგარიშო რეჟიმით მუშაობის დროს გავსების კოეფიციენტი აქვთ 0.75—0.9, ხოლო ჩაბერვით ძრავებს — 1.10—1.12.



ნახ. 5. 4. შეშვების პროცესის გრაფიკული გამოსახვა ძრავაში, რომელსაც არა აქვს საჭირხნი.

გავსების კოეფიციენტის გადიდებას აღწევინ: 1) შემწვოვ სისტემაში ჰიდრაულიური წინაღობების შეზღუდვით, 2) იმ დეტალების ტემპერატურის დაწევით, რომლებსაც ეხება ნარევი; ეს დაწევა ხდება ინტენსიური გაცივებით და მათ დასამზადებლად უფრო თბოგამტარი მასალების შერჩევით. 3) აგრეთვე ნარჩენი აირებისაგან ცილინდრების უფრო უკეთესი გასუფთავებით და აირგანაწილების ფაზების შესაბამისი შერჩევით.

თესი გასუფთავებით და აირგანაწილების ფაზების შესაბამისი შერჩევით.

5.4 ნახაზზე გამოსახულია ნარევის შეშვების პროცესი ძრავაში, რომელსაც არა აქვს საჭირხნი. 1— r — a —2 შეშვების ხაზი ახასიათებს წნევის შეცვლას ცილინდრის შიგნით გავსების პროცესში. წერტილი (1) შეესაბამება გალების მომენტს, ხოლო წერტილი (2) — შეშვების სარქელის დახურვის მომენტს. ბუნებრივია, რომ საჭირხნიანი ძრავას შეშვების ხაზი ჰარბი წნევის შედეგად გაივლის უფრო ზევით, ვიდრე ისეთი ძრავასი, რომელსაც არა აქვს საჭირხნი. ატმოსფეროდან ჰაერის შეშვების შემთხვევაში დგუში მოძრაობის დროს დაძლევს იმ p_0 წნევას, რომელიც მასზე მოქმედებს კარტერის მხრიდან. დგუშის მოძრაობის მიმართულებით წარმოიქმნება p წნევა. იგი ნაკლებია p_0 -ზე, ამიტომ ნარევის შესაშვებად საჭიროა შესაბამისი მუშაობის დახარჯვა.

§ 2. კუმშვის პროცესი

კუმშვის პროცესის დანიშნულება შეპირობებულა სითბოს უკეთესი გამოყენების საჭიროებით და აირების მეტი მუშაობის მიღებით მათი შემდგომი გაფართოების პროცესში. ნარევის კუმშვით იქმნება ხელსაყრელი პირობები მისი წვისათვის. შეკუმშულ ნარევს უკავია მცირე მოცულობა, ამის გამო უფრო ნაკლები დრო იხარჯება ალის გასაერცელებლად ნარევის მთელს მოცულობაზე. შეკუმშული ნარევის წვის სიჩქარე იზრდება, ხოლო დრო, რომლის განმავლობაშიც ხდება წვის პროცესი, მცირდება. ცილინდრში კუმშვის პროცესი ხორციელდება მოცულობის შემცირების გამო, რასაც ადგილი აქვს დგუშის მოძრაობის დროს ქმნ-დან ზმწ-მდე. შემგვები და გამომშვები სარქველები ამ დროს დახურულია.

ნარევის კუმშვა რომ განხორციელდეს უიჟო მუდმივი ტემპერატურა დროს. მაშინ ბოილ-მარიოტის კანონით p_c წნევა კუმშვის ტაქტის ბოლოში იქნებოდა:

$$p_c = p_a \varepsilon.$$

სადაც $\varepsilon = \frac{V_a}{V_c}$ კუმშვის ხარისხია.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ კუმშვის ხარისხის გაზრდა აღიღებს სითბოგამოყენებას და ციკლის მუშაობას. ასე. მაგალითად, ε -ის გადიდებისას 6-დან 7-მდე ძრავას სიმძლავრე იზრდება დაახლოებით 6%-ით. მაგრამ მსუბუქი სათბობის (ბენზინის) ძრავებისათვის კუმშვის ხარისხის მაქსიმალური მნიშვნელობა იზღუდება უმთავრესად წვის პროცესის ფეთქებად ფორმში გადასვლის საშიშროებით. ე. ი. დეტონაციის გაჩენის საშიშროებით. რომელზედაც ქვემოთ იქნება ნათქვამი.

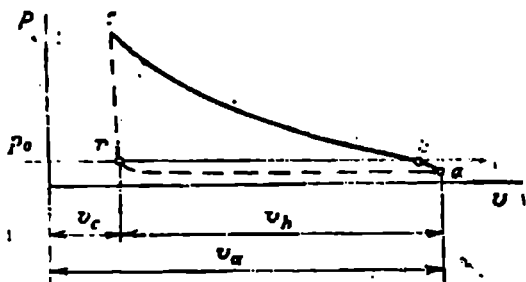
სინამდელიეში ცილინდრში კუმშვის დროს წნევა დიდდება არა მხოლოდ მოცულობის შემცირების შედეგად დგუშის მოძრაობის დროს ზმკ-კენ, არამედ ნარევის ტემპერატურის გადიდების შედეგადაც.

თანამედროვე დგუშიან ჩაბერეთის ავიომძრავებში წნევა და ტემპერატურა კუმშვის ტაქტის ბოლოში იქნება:

$$p_c = 1-2 \text{ მგ/მ}^2, [10-20 \text{ კგ/სმ}^2] \text{ და } T_c = 650-750^\circ \text{K}.$$

კუმშვის პროცესის გრაფიკული გამოსახულება ნაჩვენებია 5.5 ნახაზზე მთლიანი ხაზით, ხოლო წინა პროცესი — პუნქტირხაზით.

$a-2-c$ ხაზი გვიჩვენებს კუმშვის ტაქტში ნარევის წნევისა და მოცულობის შეცვლას საჭირხნიანი ძრავასთვის.



ნახ. 5. 5. კუმშვის პროცესის გრაფიკული გამოსახვა.

სავსებით ნათელია, რომ საჭირხნიან ძრავაში კუმშვის ხაზი გაივლის უფრო ზევით, ვიდრე უსაჭირხნო ძრავაში.

§ 3. წვის პროცესი

მსუბუქი სათბობის ძრავებში წვის პროცესი იწყება ელექტროდებს შორის ნარევის მაალებელი ასანთი სანთლის ნაპერწკლის გავლის მომენტიდან. წვის პირველ პერიოდში, რომელიც გრძელდება $8-10^{\circ}$ -ს მუხლა ლილვის შემობრუნების კუთხის მიხედვით, წნევის გაუზრდელად მიმდინარეობს მოსამზადებელი ქიმიური პროცესები. ამას ეწოდება ფარული წვის პერიოდი.

შემდეგ წვის პროცესში ადგილი აქვს პერიოდს. რომლის განმავლობაშიაც აღინიშნება წნევის გადიდება და რომელსაც ეწოდება ხილული წვის პერიოდი.

შუალედურ დროს. ნაპერწკლის გაჩენის მომენტიდან მაქსიმალური წნევის მიღწევის მომენტამდე. პირობითად ეწოდება წვის ხანგრძლივობა. რომელიც შეადგენს დაახლოებით $0,0003-0,01$ წამს. სწრაფი დანარჩენი თანაბარი პირობების დროს ნარევის წვის ხანგრძლივობა განისაზღვრება ალის გავრცელების სიჩქარით. წვის პროცესის მიმდინარეობის დროს ალის ფრონტის გავრცელების სიჩქარე იცვლება უარყოფით ზღვრებში. საშუალოდ ნორმალური წვის პროცესის დროს ალის გავრცელების სიჩქარეა $20-30$ მ/წმ. წვის ბოლოში წნევა და ტემპერატურა ცილინდრში აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს. ასე, წნევა აღწევს $6-8$ მნ/მ²-ს [$60-80$ კგ/სმ²], ხოლო ტემპერატურა — $2600-2800^{\circ}$ K-ს.

წვის სიჩქარეზე ძლიერ გავლენას ახდენს ნარევის შედგენილობა. დადგენილია, რომ $\alpha=0,85-0,90$ დროს ნარევის წვის სიჩქარე უდიდესია. ძალზე მდიდარი და ძალზე ღარიბი ნარევეების დროს ძრავას მუშაობა შეუძლებელი ხდება მდგრადი წვის დარღვევის გამო. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტებს, რომელთა დროსაც წყდება ალის გავრცელება მოცულობაში, ეწოდებათ აალებადობის ზღვრები. მდიდარი ბენზინჰაერის ნარევისათვის აალებადობის ზღვარია $\alpha=0,3-0,4$. ღარიბი ნარევისათვის— $\alpha=1,3-1,5$.

წვის ხანგრძლივობაზე გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორებიც, როგორცაა ნარევის ტემპერატურა, კუმშვის ხარისხი, ცილინდრში ნარჩენი აირებისა და გრიგლური მოძრაობების არსებობა, მუხლა ლილვის პრუნთა რიცხვი. სანთლების რიცხვი და განლაგება. წვის კამერის ფორმა და სხვ.

რაც უფრო მაღალია ნარევის ტემპერატურა მისი დაწვის წინ. პით პეტია წვის სიჩქარე.

კუმშვის ხარისხის გადიდების დროს ნარევის წვის სიჩქარე დიდდება. რადგანაც დიდდება ნარევის ტემპერატურა მისი აალების მომენტისათვის. ძრავას დროსელირების დროს ნარჩენი აირების რაოდენობა მკვეთრად იზრდება და წვის სიჩქარე მცირდება. ამასთან, უნდა აღვნიშნოთ, რომ ნარჩენი აირები, რომელთა რაოდენობა ახალი ნარევის რაოდენობის 10%-ია, თითქმის არ ახდენს გავლენას წვის სიჩქარეზე.

სანთლების რიცხვის გადიდებისას მცირდება წვის ხანგრძლივობა, რადგან. მაგალითად, იარი საწინააღმდეგოდ განლაგებული სანთლის დროს ალი გავრცელება ორი მხრიდან. რაც ალის მოძრაობის იმავე სიჩქარისას ამოკლებს წვის დროს. ანთების სისტემის გართულების თავიდან ასაცილებლად ცილინდრში ორ სანთელზე მეტს პრაქტიკულად არ იყენებენ.

წვის კამერის ფორმა გავლენას ახდენს წვის ხანგრძლივობაზე. რადგანაც მასზეა დამოკიდებული მანძილი ასანთი სანთლიდან ნარევის მოცულობის ყველაზე უფრო დაშორებულ წერტილამდე. წვის კამერის ყველაზე უფრო საუკეთესო ფორმას წარმოადგენს სფეროსებრი ფორმა ან ფორმა, რომელიც უახლოვდება მას.

ნათქვამიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ყველა ფაქტორი, რომლებზედაც დამოკიდებულია წვის სიჩქარე და რომლებიც გავლენას ახდენენ წვის პროცესის ხანგრძლივობაზე, განსაზღვრავენ სითბოს დროულ გამოყოფას პუშა ციკლში, რასაც აქვს ძალზე დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა.

გამოცდილებით დადგენილია, რომ ყველაზე უფრო სასარგებლო

პირობებს ძრავას მუშაობისათვის ადგილი აქვს იმ შემთხვევაში, როცა მაქსიმალური წნევა ცილინდრებში შეესაბამება ღვუშის მდებარეობას გაფართოების ტაქტში ზმწ-ის ქვემოთ 10—15°-ით მუხლა ლილვის შემობრუნების კუთხის მიხედვით.

რადგან წვის მთელი პროცესი მუხლა ლილვის შემობრუნების კუთხის მიხედვით ძალზე მოკლეა, ამიტომ ზემოთ აღნიშნული პირობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა ნარევის ანთება წინსწრებით, ე. ი. კუმშვის ტაქტის ბოლოს, ვიდრე ღვუში მიღწევდეს ზმწ-ს.

მუხლა ლილვის შემობრუნების კუთხეს, ნარევის ანთების მომენტთან ღვუშის ზმწ-ში მისვლის მომენტამდე, ეწოდება ანთების წინსწრების კუთხე. თუ ანთების წინსწრების კუთხე იქნება მცირე, მაშინ ნარევი იწვია გაფართოების პროცესში, ე. ი. დიდ მოცულობაში, რაც გააღიძებს სითბოს დანაკარგებს ცილინდრის კედლებში: მაქსიმალური წნევა და ტემპერატურა ცილინდრში დაიწვეს, რის შედეგადაც შემცირდება ძრავას სიმძლავრე და ეკონომიურობა. ანთების ძალზე ნაადრევი წინსწრების დროს ნარევის წვა შეიძლება დამთავრდეს ჯერ კიდევ კუმშვის ტაქტში, რასაც მოსდევს მუშაობის ზედმეტ დახარჯვა კუმშვაზე და ძრავას სიმძლავრის შემცირება. ამიტომ შერჩეული უნდა იქნეს ანთების წინსწრების ისეთი კუთხე, რომლის დროსაც ნარევის დროული ანთება მოგვეცემს სითბოს საუკეთესო გამოყენებას. ანთების წინსწრების ეს უხელსაყრელესი კუთხე შეირჩევა ცდის გზით.

ანთების წინსწრების უხელსაყრელესი კუთხის სიდიდეზე გავლენას ახდენს შემდეგი ფაქტორები: ნარევის შედგენილობა, კუმშვის ხარისხი, სანთლებისა და ბრუნთა რიცხვი. მაგალითად, $\alpha = 0.85 - 0.9$ დროს, დანარჩენ თანაბარ პირობებში, ანთების წინსწრების კუთხე უნდა იყოს უმცირესი, რადგან წვის სიჩქარე ნარევის ამ შედგენილობის დროს უდიდესია. კუმშვის ხარისხის გადიდება და სანთელთა რიცხვის გაზრდა მოითხოვს აგრეთვე ანთების წინსწრების კუთხის შემცირებას. საავიაციო ძრავებისათვის ბრუნთა ნომინალურ რიცხვზე მუშაობის დროს ანთების წინსწრების უხელსაყრელესი კუთხე შეადგენს 20—45°-ს ზმწ-მდე.

პრაქტიკულად ძრავას მუშაობის დროს ანთების წინსწრების უხელსაყრელესი კუთხის მიღებაში გათვალისწინებულია მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვი. ძრავას ბრუნთა რიცხვის საშუალებით ნაპერწკლის წარმოქმნის მომენტის შესაცვლელად, ე. ი. ანთების წინსწრების კუთხის შესაცვლელად, მაგნეტოს კონსტრუქციაში იყენებენ სპეციალურ მოწყობილობებს, რომლებსაც ეწოდებათ ანთების წინსწრების რეგულირებები.

ზემოთ განხილული ყველა მდგომარეობა მიეკუთვნება წვის ნორ-
მალური პროცესის განხორციელებას. მაგრამ ძრავას მუშაობის დროს
შეიძლება წარმოიქმნას არანორმალური, ანუ დეტონაციური წვა.

დეტონაციური წვა. ანუ დეტონაცია, ეწოდება ნარევის წვას
ძალზე დიდი სიჩქარით, რომელიც აღწევს 1500—2000 მ/წმ-ს. რაც
შეესაბამება ფეთქებადი ნივთიერების წვის სიჩქარეს.

დეტონაცია შეიძლება წარმოიქმნას კუმშვის ხარისხის. ცილინ-
დრში შემაჯალი ჰაერის ტემპერატურის, ჩაბერვის წნევის. ნარევეთან
შეხებაში მყოფი ცხელი დეტალების ტემპერატურის გადამეტებით
გადიდების დროს და ა. შ. დეტონაციის წარმოქმნაზე ძლიერ მოქმე-
დებს გამოყენებული სათბობის თვისებები და ნარევის შედგენილობა.
დეტონაციისაქენ მიდრეკილებას, ჩვეულებრივ, ღარიბი ნარევეები აჯ-
ლენენ.

არ შეეჩერდებით დაწვრილებით დეტონაციის წარმოქმნის თეორი-
ულ საფუძვლებზე, აღენიშნავთ მხოლოდ. რომ დეტონაცია ხდება
იმის გამო, რომ მაღალი ტემპერატურებისა და წნევების დროს წვის
კამერაში. არსებულ იმ ნარევის მოცულობაში. რომელიც იწვის ბოლო
რიგში. ალის გავლამდე წარმოიქმნება არამდგრადი ქიმიური შენაერ-
თები, ეგრეთ წოდებული ზეჟანგები. კუმშვის გაგრძელებასთან ერთად
ალის მოძრავი ფრონტი ზეჟანგები მიაღწევენ ისეთ კონცენტრაციას.
რომლის დროსაც ხდება მათი თვითაალებადობა (აფეთქება) ალის გავ-
რცელების 1500—2000 მ/წთ სიჩქარით. ე. ი. იწყება დეტონაციური
წვა.

დეტონაციის დამახასიათებელი თვისებებია:

1) გამოშპოლქვი მიღებებიდან გამოისროლება შავი კვამლის
ისეთი ფანტელები. რომელთა გამოჩენის სიხშირე იზრდება დეტონა-
ციის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად;

2) ცილინდრებიდან ისმის ტალღების დარტყმითი მოქმედებით გა-
მოწვეული ლითონის წყარუნის;

3) ადგილი აქვს ცილინდრების თავების ტემპერატურის. ზეთის
ტემპერატურისა და გამაცივებელი სითხის ტემპერატურის გადიდ-
ბას;

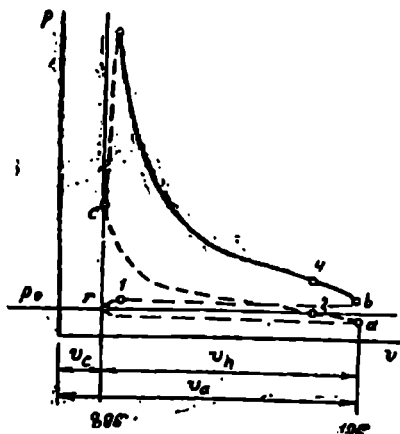
4) ადგილი აქვს ნჯღრევას და ძრავას არამდგრად მუშაობას. დე-
ტონაციის დროს ძრავას მუშაობა დაუშვებელია, რადგანაც შეიძლება
გამოწვეულ იქნეს მთელი რიგი ისეთი დეტალების დაზიანება. როგო-
რიცაა: სარქვლების გაწვა, დგუშების გაწვა და რღვევა, სანთლუპის
ელექტროდების შემოწვა, დგუშის რგოლების გაწვა და დამტკრევა.
იირითადი საკისრების სადებების მწყობრიდან გამოსვლა და სხვა დე-
ფექტები. დეტონაციას მოსდევს ძრავას სიმძლავრის ეარდნა და მისი
ეკონომიურობის მნიშვნელოვანი დაწევა.

დეტონაციის აცილების არსებით ღონისძიებას წარმოადგენს სათბობის ანტიდეტონაციური თვისებების (ოქტანური რიცხვის) ამაღლება. ანტიდეტონატორებად, რომელსაც უმატებენ ბენზინს, გამოიყენება ქლორისა და ბრომის შენაერთებთან შერეული ტეტრაეთილტყვია. ეს დასაშავი ატარებს ეთილის სითხის სახელწოდებას.

§ 4. ბაზარტოვების პროცესი

ძრავას მუშა ციკლში ერთადერთ პროცესს, რომელიც ეწევა სასარგებლო მუშაობას. წარმოადგენს გაფართოების პროცესი. გაფართოების პროცესში სათბობის წვის დროს გამოყოფილი სითბო გარდაქმნება მუშაობად. გაფართოების პროცესის დასაწყისად პირობითად მიღებული უნდა იქნეს დგუშის მდებარეობა. რომელიც შეესაბამება ზმწ-ს (ზოგჯერ გაფართოების დასაწყისად თვლიან ისეთ წერტილს, რომელიც ცილინდრში მაქსიმალურ წნევას შეესაბამება).

როგორც აღნიშნული იყო, დგუშის მდგომარეობის დროს გაფართოების ტაქტიში 10—15°-ით ქვევით ზმწ-დან წვის პროცესი პრაქტიკულად მთავრდება. ამ წერტილს შეესაბამება ტემპერატურისა და აირის წნევის უდიდესი მნიშვნელობები ცილინდრში: $p_c = 5-8$ მნ/მ² [50—80 კგ/სმ²]. $T_c = 2500-2600^{\circ}\text{K}$.



ნახ. 5. 6. გაფართოების პროცესის გრაფიკული გამოსახვა.

შემდეგ გაფართოების პროცესს თან ადევს ინტენსიური სითბოგაცვლა მუშა აირებსა და დეტალებს შორის (უმთავრესად აირებსა და ცილინდრის კედლებს შორის). ცილინდრის კედლებს გადაეცემა სათბობის მიერ შეტანილი სითბოს მთელი რაოდენობის 6—7%. ჰმწ-კენ დგუშის მოძრაობისთანავე აირების ტემპერატურა და წნევა ეცემა როგორც სითბოს მუშაობად გარდაქმნის შედეგად, ისე ცილინდრის კედლებში სითბოგადაცემისა და სხვადასხვაგვარი დანაკარგების შედეგად. გაფართოების პროცესის ბოლოს აირის ტემპერატურაა 1500—1900°K, ხოლო წნევა — 0,4—1 მნ/მ² [4—10 კგ/სმ²].

ძალა. რომელიც მოქმედებს დგუშზე და ქმნის ბუშაობას, 100—150 კნ-ია [10000—15000 კბ]. ეს ძალა იმოქმედებს რა დგუშზე, გადაადგილებს მას ქმწ-კენ და ბარბაცათი მოიყვანს ბრუნვაში მუხლა ლილვის, რომლისაგანაც ბრუნვა გადაეცემა საპაერო. ხრახნს.

5.6 ნახაზზე ნაჩვენებია გაფართოების პროცესი.

z წერტილი ახასიათებს ხალული წვის პროცესის ბოლოს და ფაქტიური გაფართოების დასაწყისს; b წერტილი არის გაფართოების დამთავრება; 4 წერტილი — გამოშვები სარქელის გაღების მომენტი.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ფაქტიურად გაფართოების ტაქტში z წერტილის შემდეგაც გრძელდება წვა, ე. ი. მიმდინარეობს კმაწვა.

§ გამოშვების პროცესი

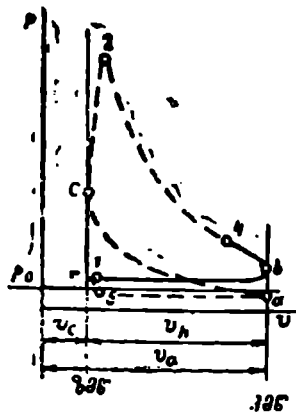
განოშვების პროცესის დანიშნულებაა. ცილინდრის გაწმენდა წვის პროდუქტებისაგან და შემდეგ მისი მომზადება შეშვების ახალი ტაქტისათვის. გამოშვების პროცესი უნდა მიმდინარეობდეს ისე, რომ ნარჩენი აირების წნევა, ე. ი. წნევა გამობოლქვის ბოლოს. იყოს მინიმალური. გარდა ამისა, გამობოლქვის ტაქტი უნდა განხორციელდეს მუშაობის მინიმალური ხარჯით. რაც უფრო ნაკლები წვის პროდუქტები დარჩება ცილინდრში, მით უფრო მეტად დაიმუხტება ცილინდრი ახალი ნარევით და მით უფრო დიდი იქნება ძრავას სიმძლავრე.

განოშვების პროცესის დასაწყისი განისაზღვრება გამოშვები სარქელის გაღების მომენტით. ყველა თანამედროვე სწრაფმავალ ძრავაში გამოშვები სარქველი იღება წინსწრებით იმ მომენტში. როცა დგუშს გაფართოების ტაქტში ქმწ-თან მისვლამდე აკლია 45—75° მუხლა ლილვის შემობრუნების კუთხის მიხედვით. ეს ხელს უწყობს იმ მუშაობის შემციობას, რომელიც იხარჯება მოძრავი დგუშის მიერ წვის პროდუქტების გამოდევნაზე და აუმჯობესებს ცილინდრის გაწმენდას წვის პროდუქტებისაგან, რადგანაც წვის პროდუქტების მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოდევნილი იქნება ცილინდრიდან წინასწარ გაღებულ გამოშვები სარქველით (ცილინდრის შიგნითა და გარემოში არსებულ წნევათა შორის მნიშვნელოვანი სხვაობის შედეგად).

გამოშვები სარქველი ჩვეულებრივ იხურება დაგვიანებით (ზმწ-დან 20—40°-ის შემდეგ, შეშვების ტაქტის დასაწყისში). ეს აუმჯობესებს ცილინდრის გაწმენდას ნარჩენი აირებისაგან. რადგანაც ზმწ-ში დგუშის მისვლის მომენტისათვის, გამოშვების ტაქტის ბოლოს. ცილინდრიდან მიმავალი წვის პროდუქტების სიჩქარე ჯერ კიდევ დიდია და

მათი შემდგომი გასვლა შეიძლება გაგრძელდეს ინერციით დგუშის ზმწ-ში მისვლის შემდეგაც.

5.7 ნახაზზე უწყვეტი ხაზით ნაჩვენებია გამოშვების პროცესის გრაფიკული გამოსახვა. გამოშვების პროცესი იწყება წერტილში (4) და მთავრდება წერტილში (5). რადგან გამოშვების სარქველი იღება წინსწრებით და იხურება დაგვიანებით, ამიტომ გამოშვების სრული პერიოდი, ანუ გამოშვების ფაზა 240—290°-ია.



ნახ. 5. 7. გამოშვების პროცესის გრაფიკული გამოსახვა.

როგორც აღნიშნული იყო, შემშვები სარქველი იღება ზმწ-მდე გამოშვების ტაქტში, ხოლო გამოშვების სარქველი იხურება ზმწ-ის შემდეგ შემშვების ტაქტში. მაშასადამე, ძრავას მუშაობაში არსებობს ისეთი პერიოდი, როცა შემშვები და გამოშვები სარქველები ერთდროულად ღიაა.

ამ პერიოდს ეწოდება სარქველების გადაფარვის პერიოდი. ზოლო მუხლა ლილვის ამ პერიოდის შესაბამის შემობრუნების კუთხეს ეწოდება სარქველების გადაფარვის β_g კუთხე.

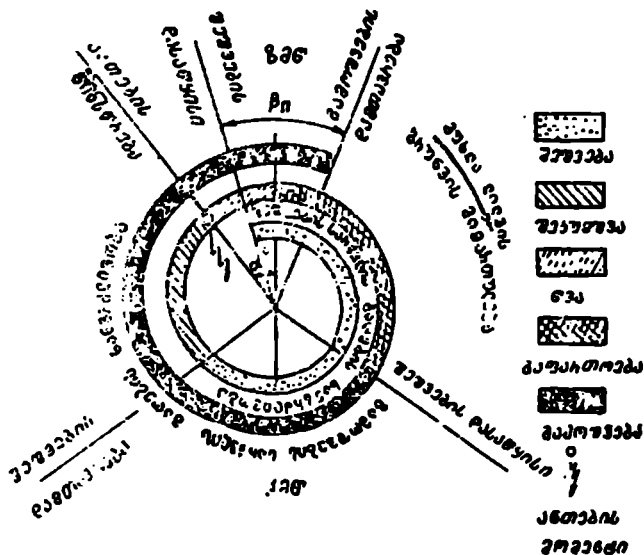
საავიაციო ძრავებში სარქველების გადაფარვის კუთხე იცვლება 30—120° ზღვრებში. ძრავებისათვის, რომლებიც აღქურვილია კარბურატორებით, სარქველების გადაფარვის კუთხე არ აღემატება 40—50°-ს, რადგან გადაფარვის კუთხის დიდი მნიშვნელობების დროს ამ ძრავებიდან ახალი ნარევი გაიდევენება გამომბოლქვ მილუელებში: გარდა ამისა, ამუშავების დროს შემწოვ სისტემაში ნარევის აფეთქების საფრთხე იქმნება. პაერთი ცილინდრის გაქრევის უზრუნველსაყოფად ძრავებში, რომელთა ცილინდრებშიც ხდება სათბობის უშუალო შემხაპუნება. ჰიზანშეწონილია სარქველების გადაფარვის კუთხის გაფართოება. გაქრევით ცილინდრები უკეთესად გაიწმინდება ნარჩენი აირებისაგან. ამას მოადევს ნარევის მუხტისა და, მაშასადამე, ძრავას სიმძლავრის გადიდება დაახლოებით 8—10%-ით.

მუშა ციკლის განხილვიდან ჩანს, რომ მხოლოდ მე-3 ტაქტით (გაფართოების) წარმოიქმნება სასარგებლო მუშაობა, დანარჩენი ტაქტები კი ითვლებიან დამხმარედ და მოითხოვენ მუშაობის დახარჯვას მათ განსახიარციელებლად.

§ 8. აირგანაწილების დიაგრამა

ძრავას მუშა ციკლის ყველა პროცესის განხილვის საფუძველზე შეიძლება აირგანაწილების დიაგრამის აგება. ძრავას აირგანაწილების სისტემის რეგულირების განსახორციელებლად მას აქვს გამოყენებითი მნიშვნელობა.

აირგანაწილების დიაგრამა გვიჩვენებს სარქველების გაღებისა და



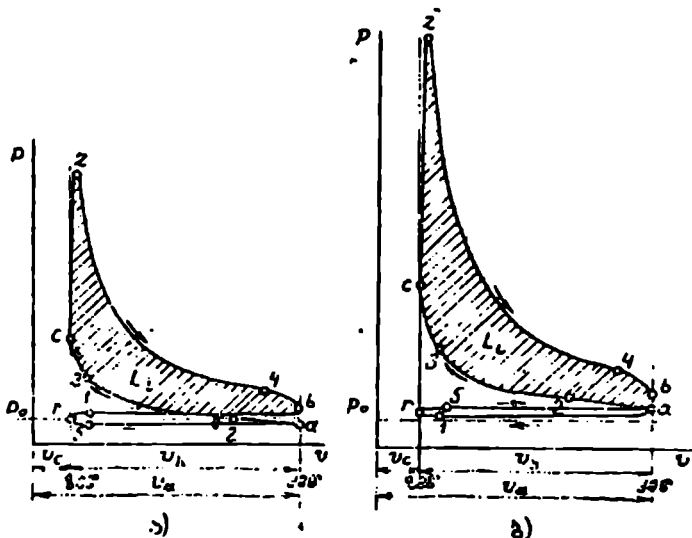
ნახ. 5. 8. აირგანაწილების დიაგრამა.

დახურვის მომენტებს, მათ გადაფარვას, ცალკეული პროცესების ხახვადობა მუხლა ლილვის შემობრუნების კუთხის მიხედვით და ანთების წინსწრების უხელსაყრელს მომენტს. ასეთი დიაგრამა გამოსახულია 5.8 ნახაზზე.

ძრავას სიმძლავრე და ეკონომიურობა

§ 1. ინდიკატორული დიაგრამა

ძრავას მუშა ციკლის ყველა პროცესის გრაფიკულად გამოსახვას $p-v$ დიაგრამაში ინდიკატორული დიაგრამა ეწოდება. ეს დიაგრამა, რომელიც ცილინდრში არსებულ წნევასა და მოცულობის შეცვლას შორის ადგენს დამოკიდებულებას, შეიძლება გადაღებულ იქნეს მომუშავე ძრავადან სპეციალური ხელსაწყოს—ინდიკატორის საშუალებით. ინდიკატორული დიაგრამის აგება შეიძლება აგრეთვე ძრავას თბოანგარიშის საფუძველზე.



ნახ. 5. 9. ინდიკატორული დიაგრამა. ა — უსაჰირხნო ძრავა, ბ — საჰირხნიანი ძრავა.

ინდიკატორიული დიაგრამით შეიძლება ძრავას სიმძლავრის განსაზღვრა, აგრეთვე ძრავას ყველა პროცესის მიმდინარეობის ხარისხის, აირგანაწილების სისწორისა და ნარევის აალების დროულობის გამორკვევა.

5.9 ნახაზზე წარმოდგენილია უსაჰირხნო ძრავასი (ა) და საჰირხნი-

ანი ძრავას (ბ) ინდიკატორული დიაგრამები. მუშა პროცესის მახასიათებელი წერტილები დიაგრამაზე აღნიშნულია ციფრებით:

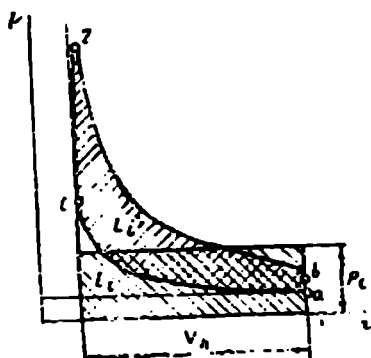
- 1 — შემშვები სარქველის გაღება;
- 2 — შემშვები სარქველის დახურვა;
- 3 — ნარევის ააღება;
- 4 — გამომშვები სარქველის გაღება;
- 5 — გამომშვები სარქველის დახურვა.

თუ შევადარებთ 5.9 ნახაზზე ნაჩვენებ (ა) და (ბ) დიაგრამებს, დაინახავთ, რომ საჭიროხნიანი ძრავას ინდიკატორული დიაგრამა განირჩევა უსაკირხნო ძრავას ინდიკატორული დიაგრამისაგან წნევით უფრო დიდი აბსოლუტური სიდიდით და აგრეთვე გამომშვებისა და შემშვების ხაზების ხასიათით; ეს ხაზები გადიან ატმოსფერულ წნევაზე ზევით.

ინდიკატორული დიაგრამის ფართობი ახასიათებს იმ მუშაობას, რომელსაც აირები ასრულებენ ძრავას მუშა ციკლის განმავლობაში. შეშვებისა და გამომშვების ტაქტების განსაზოცილებლად დახარჯული მუშაობა (ტუმბური სვლების მუშაობა) ციკლის მთელი მუშაობის დაახლოებით 1.5—2.0%-ია. ტუმბურ სვლების მუშაობა მიეკუთვნება ძრავას მექანიკურ დანაკარგებს. ასეთი დაშვება იმითაა მოხერხებული, რომ პრაქტიკულად მექანიკური დანაკარგები (დანაკარგები ხახუნზე) ყველაზე უფრო ხშირად განისაზღვრება გამთბარი ძრავას მუხლა ლილვის ელექტროძრავისაგან გამოწვეული ბრუნვით. ამ შემთხვევაში ცხადია, რომ ამ ბრუნვაზე დახარჯულ სიმძლავრეში ის სიმძლავრეც შედის, რომელიც იხარჯება ნარევის შეშვებაზე და ძრავადან პაერის გამომშვებაზე, ე. ი. ტუმბური სვლების სიმძლავრეც.

ნამდვილი ციკლის დიაგრამა, რომელიც შეკუმშვისა და გაფართოების ტაქტებისათვის აგებული ინდიკატორული დიაგრამაა, წარმოდგენილია 5.10 ნახაზზე.

სხვაობა გაფართოების მუშაობისა და კუმშვის მუშაობის სიდიდეებს შორის წარმოადგენს L_1 ციკლის სასარგებლო. ანუ ინდიკატორულ მუშაობას, რომლის სიდიდეც ხასიათდება $e_{ხიდე}$ ფართობით.



ნახ. 5. 10. სრული ინდიკატორული წნევის განსაზღვრისათვის.

შედარებითი შეფასებისა და თბური გაანგარიშებისათვის მოსახერხებელია ვისარგებლოთ რომელიღაც პირობითი p_i საშუალო ინდიკატორული წნევით. საშუალო ინდიკატორული წნევა წარმოადგენს ცილინდრში ისეთ პირობით მუდმივ წნევას, რომელიც გაფართოების სვლის განმავლობაში მოქმედებისას შეასრულებს ციკლის ინდიკატორული მუშაობის ტოლ მუშაობას.

როგორც 5.10 ნახაზზე ნაჩვენებია, საშუალო ინდიკატორული წნევა აკოეფტრიულად შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს როგორც ისეთი მართკუთხედის სიმაღლე, რომელიც ინდიკატორული ფართობის ტოლდინია და ფუძე აქვს ცილინდრის v_h მუშა მოცულობის ტოლი.

თუ p_i საშუალო ინდიკატორული წნევაა. ხოლო F —დგუშის ფართობი, მაშინ დგუშზე მოქმედი აირების წნევის ძალა ტოლი იქნება საშუალო ინდიკატორული წნევისა და დგუშის ფართობის ნამრავლისა, ე. ი. $p_i F$ -ისა.

ინდიკატორული მუშაობა, შესრულებული აირების მიერ დგუშის გადაადგილების დროს ზმწ-დან კმწ-მდე, ე. ი. S მანძილზე, რომელიც დგუშის სვლის ტოლია, გამოისახება ფორმულით:

$$L_i = p_i F S.$$

დგუშის ფართობის ნამრავლი მის სვლაზე წარმოადგენს ცილინდრის მუშა მოცულობას: $F S = v_h$;

მაშინ

$$L_i = p_i v_h.$$

§ 2. ინდიკატორული სიმძლავრე და სათბობის ხარჯი

სიმძლავრეს, რომელსაც ავითარებენ მუშა აირები ძრავას ცილინდრის შიგნით, ეწოდება ინდიკატორული და აღინიშნება N -თ.

ძრავას ეკონომიურობა ფასდება სათბობის კუთრი ხარჯით. ეს სიდიდე სითბოს ის რაოდენობაა, რომელიც იხარჯება ძრავას მიერ სიმძლავრის ერთეულზე საათში. თუ სათბობის კუთრი ხარჯი განისაზღვრება ინდიკატორული სიმძლავრით, მაშინ მას ეწოდება სათბობის ინდიკატორული კუთრი ხარჯი და აღინიშნება C -თ.

მაშასადამე, თუ ცნობილია C სათბობის საათობრივი ხარჯი და N_i ინდიკატორული სიმძლავრე, მაშინ კუთრი ინდიკატორული ხარჯი

$$C_i = \frac{C_h}{N_i}.$$

ძრავაში სათბობით შეტანილი იმ სითბოს გამოყენების ხარისხი, რომელიც საჭიროა ინდიკატორული მუშაობის მისაღებად, განისაზღვრება ინდიკატორული შქა-ით.

ძრავას ინდიკატორული შქა-ში გულისხმობენ ინდიკატორული მუშაობის ფარდობას სითბოსთან. რომელიც შეტანილია ძრავაში სათბობით.

ძირითად ფაქტორებს, რომლებიც გავლენას ახდენენ ინდიკატორულ შქა-ზე, წარმოადგენენ α კუმშვის ხარისხი და α პაერის სიქარბის კოეფიციენტი.

ინდიკატორული შქა-ის დამოკიდებულება კუმშვის ხარისხზე ნარევის თეორიული შედგენილობის დროს ნაჩვენებია 5.11 ნახაზზე. კუმშვის ხარისხის გადიდებასთან ერთად დიდდება აირების გაფართოების ხარისხიც, ხოლო ამასთან ერთად იზრდება ციკლის L , ინდიკატორული მუშაობაც.

ცდების მონაცემებით ძრავებისათვის, რომელთა ცილინდრის დიამეტრი 160 მმ-ზე ნაკლებია და რომლებიც მუშაობენ $\alpha=1$ ნარევის დროს, ინდიკატორული შქა გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$\eta_{\text{შქა}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{0.25}}$$

გრაფიკიდან (იხ. ნახ. 5.11), რომელიც აგებულია აღნიშნული ფორმულის მიხედვით, ჩანს, რომ ინდიკატორული შქა კუმშვის მცირე ხარისხების უბანზე მკვეთრად იზრდება, ხოლო კუმშვის ხარისხის გადიდებისას ასეთი ზრდის ინტენსიურობა მცირდება.

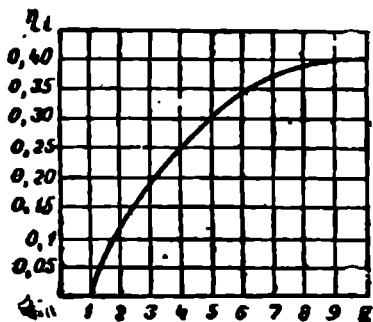
საავიაციო ძრავებისათვის, რომელთა კუმშვის ხარისხი $\varepsilon=5,0-7,5$, $\alpha=1$ ნარევის შედგენილობის დროს ინდიკატორული შქა $\eta_{\text{შქა}}=0,3 \div 0,37$. ეს ნიშნავს, რომ იმ ძრავებში სათბობით შეტანილი სითბოს 30—37% გარდაიქმნება ინდიკატორულ მუშაობად.

საშუალო ინდიკატორული წნევისა და ინდიკატორული შქა დამოკიდებულება α პაერის სიქარბის კოეფიციენტზე ნაჩვენებია 5.12 ნახაზზე.

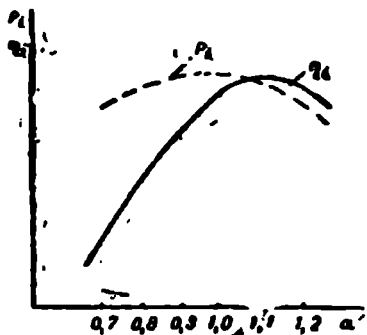
როგორც ჩანს, ნარევის გამდიდრებასთან ერთად მცირდება ინდიკატორული შქა, რადგან მუხანგავის ნაკლებობის გამო აღვილი აქვს სათბობის უკმარწვას. ნარევის გაღარიბების დროს ინდიკატორული შქა პირველად რამდენადმე იზრდება და აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას $\alpha=1,05-1,15$ დროს, ხოლო ამის შემდეგ მკვეთრად ეცემა. ასე ხდება იმიტომ, რომ ნარევის შემდგომი გაღარიბებისას მკვეთრად ეცემა წვის სიჩქარე, რასაც მოსდევს ინდიკატორული მუშაობის შემ-

ცირება და სითბოს დანაკარგის გაზრდა გამობოლქვილ აირებთან ერთად.

ρ_1 საშუალო ინდიკატორული წნევის დამოკიდებულების ხასიათი α პერის სიქარბის კოეფიციენტზე რამდენადმე განსხვავებულია (იხ. ნახ. 5.12). ეს იმით აიხსნება, რომ საშუალო ინდიკატორული წნევა დამოკიდებულია არა მარტო ციკლში თბოგამოყენების ხარისხზე, არამედ ძრავას ცილინდრში შეტანილი სითბოს რაოდენობაზეც. მაქსიმალური მნიშვნელობა ρ_1 -ს აქვს იმ ნარევის დროს, როცა $\alpha \approx 0,85-0,9$. ეს აიხსნება უმთავრესად წვის სიჩქარის გადიდებითა და სრული ინდიკატორული დიაგრამის გაზრდით.



ნახ. 5. 11. ინდიკატორული მარჯი ქმედების კოეფიციენტის დამოკიდებულება კუმშვის ხარისხზე.



ნახ. 5. 12. საშუალო ინდიკატორული წნევისა და ინდიკატორული მარჯის დამოკიდებულება პერის სიქარბის კოეფიციენტზე.

მაშასადამე, მაქსიმალური სიმძლავრის მისაღებად სხვა დანარჩენი α -ნაბარი პირობების დროს, საჭიროა ნარევის გამდიდრება, ხოლო უდიდესი ეკონომიურობის მისაღებად — გაღარიბება. ნარევის შედგენილობას, რომელიც შეესაბამება $\alpha \approx 0,85-0,9$, ეწოდება მაქსიმალური სიმძლავრის შედგენილობა, ხოლო ნარევის შედგენილობას, რომელიც შეესაბამება $\alpha \approx 1.05-1.1$, ეწოდება მაქსიმალური ეკონომიურობის შედგენილობა.

სათბობით ძრავაში შეტანილი სითბოს განაწილებას სასარგებლო მუშაობაზე და სხვადასხვაგვარ დანაკარგებზე ეწოდება ძრავას სითბური ბალანსი.

მაგალითისათვის შეიძლება მოვიყვანოთ სითბოს შემდეგი განაწილება ბენზინის ძრავაში ($\epsilon=6,0$ კუმშვის ხარისხით), როცა ნარევის შედგენილობა $\alpha=0.7$ და $\alpha=1.0$:

$\alpha = 0,7$ $\alpha = 1,0$

1. სითბო, გარდაქმნილი ინდიკატორულ მუშაობად	23%	33%
2. სითბო, დაკარგული უსრულო წვის გამო	38%	7%
3. სითბო, გადაცემული ცილინდრის კედლებისადმი	6%	10%
4. სითბო, წაღებული გამონაბოლქვი აირებით	33%	50%

სითბური ბალანსის ხასიათი დიდადაა დამოკიდებული ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტზე.

მოყვანილი მონაცემების შედარებიდან ეხედავთ, რომ ნარევის გაღარიბებისას მატულობს სითბოს ის ნაწილი, რომელიც გარდაიქმნება ინდიკატორულ მუშაობად, მაგრამ იზრდება აგრეთვე ის სითბოც, რომელიც თან მიაქვს გამონაბოლქვ აირებს.

კუმშვის ხარისხის ამალღების დროს ინდიკატორული მუშაობა დიდდება, ხოლო სითბოს რაოდენობა. რომელიც იკარგება გამონაბოლქვ აირებთან ერთად, მცირდება.

თუ მოყვანილ მაგალითში $\alpha = 1,0$ დროს კუმშვის ხარისხს გავზრდით $\varepsilon = 6$ -დან $\varepsilon = 7$ -მდე, მაშინ ინდიკატორულ მუშაობაზე დახარჯული სითბო გადიდდება 33%-დან 36%-მდე, ხოლო სითბო, დაკარგული გამონაბოლქვ აირებთან ერთად, შემცირდება 50%-დან 47%-მდე.

ძირითად სიდიდეს, რომელიც მოქმედებს ძრავას სიმძლავრეზე. წარმოადგენს ჰაერის ხარჯი. ჰაერის ხარჯი შეიძლება გადიდდეს სხვადასხვა გზით: v_h ცილინდრის მუშა მოცულობის, i ცილინდრების რიცხვის, n ბრუნთა რიცხვისა და p_c ჩაბერვის წნევის გადიდებით. ჰაერის ხარჯისა და შესაბამისად ძრავას სიმძლავრის გადიდების ყველაზე უფრო რაციონალურ ხერხს წარმოადგენს ჩაბერვის გამოყენება.

§ 3. ეფექტური სიმძლავრე და ეკონომიურობა

ძრავას N_r ეფექტური სიმძლავრე ეწოდება იმ სიმძლავრეს, რომელიც გადაეცემა საჰაერო ხრახნს ან ენერჯიის სხვა მომხმარებელს. რომლისთვისაც განკუთვნილია ძრავა.

ეფექტური სიმძლავრე ყოველთვის ნაკლებია N_i ინდიკატორულ სიმძლავრეზე, რადგანაც ინდიკატორული სიმძლავრის ნაწილს ძრავა ხარჯავს თვითმომსახურებაზე: ახალი ნარევის შეწოვაზე და წვის პროდუქტების გამოდევნაზე, ხახუნის დაძლევაზე და აგრეგატების მოქმედებაში მოყვანაზე. თვითმომსახურებაზე წასულ სიმძლავრეს პირობითად ეწოდებენ N_r ხახუნის სიმძლავრეს.

თუ ვიცით ხახუნის სიმძლავრე, შეგვიძლია განვსაზღვროთ ეფექტური სიმძლავრე:

$$N_r = N_i - N_f.$$

ჩაბერვითს ძრავაში ინდიკატორული სიმძლავრიდან იხარჯება აგრეთვე სიმძლავრე საჭირხნის ამძრავზე. ამ შემთხვევაში ეფექტური სიმძლავრე გამოისახება სხვაობით:

$$N_r = N_i - N_k - N_f.$$

η_e ეფექტურ შქა-ში გულისხმობენ ეფექტური მუშაობის ფარდობას ძრავაში სათბობით შეტანილ სითბოსთან:

$$\eta_e = \frac{L_r}{Q}.$$

ეფექტური შქა ითვალისწინებს ძრავაში ენერგიის ყველა დანაკარგს:

$$\eta_e = \eta_i \eta_m.$$

თანამედროვე დგუშიანი ავიომძრავებისათვის ეფექტური შქა 0,20—0,28-ია.

სათბობის კუთრი ინდიკატორული ხარჯის ანალოგიურად კუთრი ეფექტური ხარჯი შეიძლება განვსაზღვროთ, როგორც სათბობის საათობრივი ხარჯის ფარდობა ეფექტურ სიმძლავრესთან:

$$C_r = \frac{C_h}{N_r}.$$

XXII თავი

საავიაციო დგუშიანი ძრავების მახასიათებლები

§ 1. ზოგადი ცნობები

მოცემული ძრავიანი თვითმფრინავის საფრენი პარამეტრების განსაზღვრისათვის საჭიროა ვიცოდეთ ძრავას ეფექტური სიმძლავრისა და სათბობის კუთრი ეფექტური ხარჯის დამოკიდებულება ძრავას ბრუნ-

თა რიცხვზე, ლილვის დატვირთვისა და ფრენის სიმაღლეზე. ეს დამოკიდებულებანი ძრავას მახასიათებლებია.

მახასიათებლები, ჩვეულებრივ, წარმოდგენილია გრაფიკებით, რომლებშიც ორდინატთა ღერძზე გადაიდება ეფექტური სიმძლავრის, სათბობის კუთრი ხარჯისა და ჩაბერვის წნევის მნიშვნელობა, ხოლო აბსცისათა ღერძზე — ბრუნთა რიცხვი ან ფრენის სიმაღლე.

ძრავას მახასიათებლები შეიძლება მიღებულ იქნენ გაანგარიშების გზით ან ძრავას გამოცდის შედეგების მიხედვით საცდელ სტენდზე; მათგან ძირითადია გარეგანი, დროსელტური და მალლოვი მახასიათებლები.

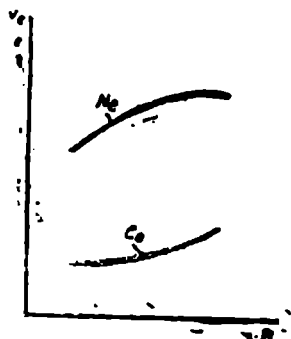
§ 2. გარეგანი მახასიათებელი

გარეგანი მახასიათებელი ეწოდება ეფექტური სიმძლავრისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას ბრუნთა რიცხვზე ჩაბერვის მაქსიმალურად დასაშვები წნევის დროს (საჭირხნიან ძრავაში) ან დროსელის საფარის სრული გაღების დროს (უსაჭირხნო ძრავაში).

ძრავას მუშაობის დროს გარეგანი მახასიათებლის მიხედვით ნარევის შედგენილობა ყველა ბრუნთა რიცხვზე რჩება მუდმივი და $\alpha \approx 0,85$ -ის ტოლი, ე. ი. სიმძლავრის მაქსიმალური მნიშვნელობის შესაბამისი. ანთების წინსწრება რეგულირდება იმგვარად, რომ ყველა ბრუნთა რიცხვზე მიღებულ იქნეს მაქსიმალური სიმძლავრე. მაშასადამე, გარეგანი მახასიათებლით განისაზღვრება უდიდესი სიმძლავრეები, რომლებიც შეიძლება განაერთაოს ძრავამ მუხლა ლილვის მოცემულ ბრუნთა რიცხვის დროს.

გარეგანი მახასიათებლის აღების დროს ბრუნთა რიცხვი იცვლება ძრავას ლილვზე დატვირთვის შეცვლით, რისი მიღწევაც შეიძლება ცვლადბიჯიანი ხრახნით (ცბხ), მულინეტით — სპეციალური საპაერო მუხრუჭით ან პიდრავლიკური მუხრუჭის საშუალებით.

ძრავას გარეგანი მახასიათებელი აღდება საგამოცდო სტენდზე.



ნახ. 5. 13. გარეგანი მახასიათებელი.

გავზომავთ სტენდზე მგრეხავ მომენტს და თუ ვიცით ბრუნთა რიცხვი, შეგვიძლია განვსაზღვროთ ძრავას სიმძლავრე.

თუ გვეცოდინება ბრუნთა რიცხვი და მათი შესაბამისი სიმძლავრე, და აგრეთვე სათბობის ხარჯი, შეიძლება კოორდინატთა მიღებულ სისტემაში დავნიშნოთ გარეგანი მახასიათებლის პირველი წერტილები. გარეგანი მახასიათებლის შემდგომი წერტილების მისაღებად დროსელის საფარს დატოვებენ სრულიად ღიას ან მისი საშუალებით დაინარჩუნებენ მაქსიმალურად დასაშვებ ჩაბერვას, ხოლო ხრახნის ფრთების დაყენების კუთხეს (დატვირთვის ლილვზე) შეეცლიან და, ამგვარად, მიიღებენ N_c და C_c მთელ რიგ მნიშვნელობებს, რომელთა მიხედვითაც აგებენ მახასიათებელს.

5.13 ნახაზზე წარმოდგენილია ძრავას გარეგანი მახასიათებელი. მოყვანილი მრუდებიდან ჩანს, რომ ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად ძრავას ეფექტური სიმძლავრე პირველად მატულობს და რომელიღაც ბრუნთა რიცხვის დროს აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას. ხოლო შემდეგ იწყებს დაცემას. C_c სათბობის კუთრი ხარჯი ბრუნთა რიცხვის გადიდებასთან ერთად განუწყვეტლივ იზრდება. სიმძლავრის შეცვლის ასეთი ხასიათი გარეგანი მახასიათებლის მიხედვით აიხსნება იმით, რომ ეფექტური სიმძლავრის შეცვლა დამოკიდებულია ინდიკატორული სიმძლავრისა და ხახუნის სიმძლავრის $N_c = N_i - N_f$ შეცვლაზე.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ხახუნის სიმძლავრე დამოკიდებულია ბრუნთა რიცხვზე მეორე ხარისხში ($N_f = AN^2$), ამიტომ ბრუნთა რიცხვის ზრდასთან ერთად ხახუნის სიმძლავრის ზრდა თანდათან უსწრებს ინდიკატორული სიმძლავრის ზრდას. ამ დროს მცირდება მექანიკური მჭკ-ც. რასაც მოსდევს სათბობის კუთრი ეფექტური ხარჯის გადიდება, რადგან

$$C_c = \frac{C_i}{\eta_m}$$

ხოლო C_i სათბობის ინდიკატორული ხარჯი α ჰაერის სიქარბის კოეფიციენტის მუდმივობის დროს რჩება მუდმივი.

§ 8. ხრახნული (დროსელური) მახასიათებელი

ძრავას ხრახნული (დროსელური) მახასიათებელი ეწოდება ეფექტური სიმძლავრისა და სათბობის კუთრი ეფექტური ხარჯის დამოკიდებულებას ბრუნთა რიცხვზე, როცა ძრავას ლილ-

ვზე დატვირთვა მუდმივი სიდიდისა და დრო-სელის საფარი ღებულობს ცვლად მდებარეობას. ხრახნული მახასიათებლების ასაგებად საჭირო მონაცემები განისაზღვრება ძრავას საწონასწორებელი ჩარხით გამოცდის დროს. ძრავას ამუ-შავეებისა და გახურების შემდეგ ზომიერ მგრეხავ მომენტს, ბრუნთა რიცხვსა და სათბობის საათობრივ ხარჯს დროსელის საფარის სხვადა-სხვა მდებარეობისა და ხრახნის ფრთების მუდმივი კუთხით დაყენების დროს. ეფექტური სიმძლავრისა და სათბობის კუთრი ხარჯის გამოან-გარიშების შემდეგ მათ გამოსახავენ გრაფიკულად. როგორც ეს ნაჩ-ვენებია 5.14 ნახაზზე.

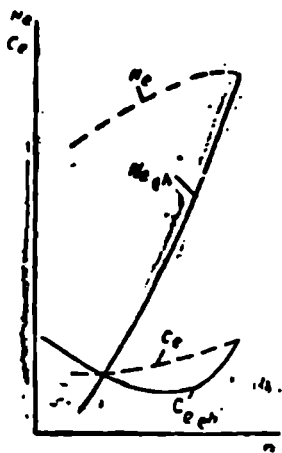
ხრახნის საბრუნებლად გამოყენებული სიმძლავრე გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$N_g = A n_g^3$$

სადაც A კოეფიციენტი, დამოკიდებული ჰაერის სიმკვრივეზე. ხრახ-ნის დიამეტრზე და მისი ფრთების დაყე-ნების კუთხეზე.

თუ ხრახნის ფრთები ფიქსირებული გარკვეულ მდგომარეობაში, მაშინ გა-რემომცველი ჰაერის სიმკვრივის მუდ-მივობის დროს სიმძლავრე, რომელიც საჭიროა ხრახნის ბრუნვისათვის, შეიც-ვლება ბრუნთა რიცხვის კუბის პრო-პორციულად. ამიტომ ხრახნული მახა-სიათებელი იქნება კუბური პარაბოლა.

5.14 ნახაზზე პუნქტირით მოცემუ-ლია აგრეთვე გარეგანი მახასიათებე-ლიც. დროსელის საფარის გაღებასთან ერთად ძრავას ბრუნთა რიცხვი და სიმ-ძლავრე იზრდება და მაქსიმალურ მნიშ-ვნელობას აღწევს დროსელის საფა-რის სრული გაღების დროს. როცა დროსელის საფარი მიიხურება, მაშინ ხდება ძრავას ცილინდრებში ახალი ნა-რევის მუხტისა და ძრავას ლილვზე მგრეხავი მომენტის შემცირება. ამ დროს ძრავას ბრუნთა რიცხვი აგრეთვე იქამდე მცირდება, ვიდრე ხრახ-ნის წინალობის მომენტი არ გახდება მგრეხავი მომენტის ახალი მნიშ-ვნელობის ტოლი. ერთი და იმავე ბრუნთა რიცხვის დროს ძრავას სიმ-



ნახ. 5. 14. ხრახნული (დროსელური) მახასიათებელი.

ძლავრე ხრახნული მახასიათებლის მიხედვით ნაკლებია სიმძლავრეზე გარეგანი მახასიათებლის მიხედვით (სიმძლავრის მაქსიმალური მნიშვნელობის ჩაუთვლელად). ამის მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ ნარევის მუხტი გარეგანი მახასიათებლის მიხედვით მეტია, ვიდრე ხრახნულის მიხედვით დროსელის საფარის სხვადასხვა სიღლით გაღების გამო.

ხრახნული მახასიათებლის მიხედვით ძრავას სიმძლავრე ძლიერ იცვლება ბრუნთა რიცხვის შეცვლის დროს. ასე, მაგალითად, ბრუნთა რიცხვის ორჯერ შემცირებისას ძრავას სიმძლავრე იცვლება რვაჯერ.

C_{rel} სათბობის კუთრი ხარჯი დროსელური მახასიათებლის მიხედვით ბრუნთა რიცხვის გადიდებისთანავე მცირდება და ბრუნთა რიცხვის რაღაც მნიშვნელობის დროს აღწევს მინიმალურ მნიშვნელობას. ხოლო ბრუნთა რიცხვის შემდგომ ზრდასთან ერთად მაქსიმალურ მნიშვნელობამდე კვლავ გადიდდება.

სათბობის კუთრი ხარჯის შეცვლის ასეთი ხასიათი გამოწვეულია საექსპლოატაციო საჭიროებით და უზრუნველყოფილია კარბურატორის ან უშუალო შემხაპუნების აპარატის შესაბამისი რეგულირებით.

მცირე ბრუნთა რიცხვისას ძრავას მდგრადი მუშაობის მისაღებად ნარევი უნდა იყოს მდიდარი ($\alpha = 0,65 - 0,7$), რამდენადაც ძრავას მუშაობას მოცემულ რეჟიმზე თან სდევს ნარევის წარმოქმნის გაუარესება და ცილინდრში ნარჩენი აირების რაოდენობის გადიდება (დროსელირების გამო).

ძრავას ექსპლოატაცია, მისი სამსახურის ვადის უდიდესი ნაწილის განმავლობაში, ხდება საშუალო ბრუნთა რიცხვზე. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს იმას, რომ ძრავას მუშაობის ეს რეჟიმი გამოირჩეოდეს რაც შეიძლება მეტი ეკონომიურობით, რათა შესაძლებელი იყოს ფრენის სიშორისა და ხანგრძლივობის გადიდება სათბობის მოცემული მარაგის დროს. ეს უზრუნველყოფილია ნარევის $\alpha = 0,9 - 1,0$ შედგენილობის დაცვის დროს.

შემდეგში ძრავას ბრუნთა რიცხვისა და სიმძლავრის მაქსიმალურ მნიშვნელობებამდე გადიდებისას ნარევი უნდა გამდიდრდეს ძრავას გადახურებისა და დეტონაციის წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად. ფორსირებულ ძრავებში მაქსიმალურ სიმძლავრეზე გადასვლის დროს ნარევი მდიდრდება $\alpha = 0,65 - 0,75$ მნიშვნელობამდე, რასაც მოსდევს სათბობის კუთრი ეფექტური ხარჯის გადიდება.

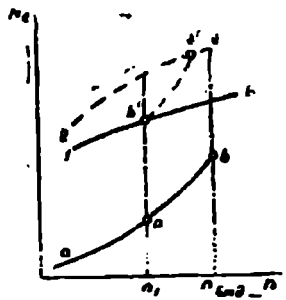
განხილული ხრახნული მახასიათებელი ეკუთვნის მოცემული ძრავასათვის სპეციალურად შერჩეულ საჰაერო ხრახნს. ამგვარი მახასია-

ათებლები შეიძლება აიგოს მთელი რიგი სხვა ხრახნების მქონე ერთი და იმავე ძრავასათვის.

ამჟამად საფრენად გავერცელებულია ცვლადბიჯიანი ხრახნები (ცბხ). ცვლადბიჯიანი ხრახნების უპირატესობა ფიქსირებულბიჯიან ხრახნებთან შედარებით იმაში მდგომარეობს, რომ მათი საშუალებით შეიძლება ფრენის ნებისმიერ პირობებში შეირჩეს ისეთი შეხამება სიმძლავრესა და ბრუნთა რიცხვს შორის, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილი იქნება ძრავას უდიდესი ეკონომიურობა და საპაჟარო ხრახნის მაღალი შკკ. ამის შემწეობით უზრუნველყოფილია აგრეთვე ხრახნის უდიდესი წვევა აფრენის დროს.

5. 15 ნახაზზე წარმოდგენილია ცვლადბიჯიანი ხრახნის (ცბხ) მქონე ძრავას ხრახნული მახასიათებლები ხრახნის ბრუნთა რიცხვის ავტომატური რეგულატორის არსებობის დროს.

2—C პუნქტირული მრუდი წარმოადგენს გარეგან მახასიათებელს ჩაბერვის მაქსიმალურად დასაშვები წნევის დროს, ხოლო 1—1 მრუდი გარეგან მახასიათებელს ჩაბერვის ნომინალური წნევის დროს. თუ ხრახნის ფრთები დაყენებულია მინიმალურ საყენებელ კუთხეზე, ხოლო ავტომატს დავალებული აქვს ნომინალურ ბრუნთა რიცხვის დაცვა, მაშინ დროსელის საფარის გაღებისთანავე ძრავას სიმძლავრე დაიწყებს ზრდას კუბური პარაბოლის მიხედვით ($a-b$ მრუდი), როგორც ეს იყო ფიქსირებულბიჯიანი ხრახნის მუშაობის შემთხვევაში. დროსელის საფარის გაღების შემდგომი გადიდების დროს ($n_{\text{ნომ}}$ მიღწევის შემდეგ) ავტომატი იწყებს ფრთების შემობრუნებას უფრო მეტ საყენებელ კუთხეზე. ამ დროს დაიწყებს გადიდებას ხრახნის მიერ აღვიებული სიმძლავრე, ხოლო ბრუნთა რიცხვი დარჩება მუდმივი ($b-c$ ხაზი).



ნახ. 5. 15. ძრავას ხრახნული მახასიათებელი ცბხ ხრახნით.

თუ ავტომატი დაყენებულია $n_{\text{ნომ}}$ -ზე ნაკლებ n_1 ბრუნთა რიცხვზე, მაშინ ძრავას სიმძლავრე შეიცვლება $a-a'-b'$ მრუდის მიხედვით. ამ შემთხვევაში ხრახნის ბრუნთა რიცხვი შენარჩუნებული იქნება მანამ, სანამ მისი ფრთები არ დაიკავენ ავტომატის მიერ დავალებულ მდგომარეობას. სიმძლავრის შემდგომ გადიდებას მოსდევს ბრუნთა რიცხვის გადიდებაც $b'-c'$ მრუდის მიხედვით, როგორც ეს იყო ფიქსირებულბიჯიანი ხრახნის შემთხვევაში.

§ 4. მაღლივი მახასიათებლები

არაჩაბერვითი ძრავას მაღლივი მახასიათებელი ეწოდება მისი ეფექტური სიმძლავრისა და სტაბობის კუთრი ეფექტური ხარჯის დამოკიდებულებას ფრენის სიმაღლეზე. როცა მთლიანად გადებულია დროსელის საფარი, ბრუნთა რიცხვი მუდმივია და ნარევის ხარისხი უცვლელი.

მიღებულია, რომ უსაჭირხნო ძრავებს უწოდონ არამაღლივი. ამგვარ ძრავებში სიმძლავრის ვარდნა სიმაღლეზე ასვლის შესაბამისად მეტად დიდია. ასე, მაგალითად, 5000 მ სიმაღლეზე არამაღლივი ძრავას ეფექტური სიმძლავრე 2-ჯერ უფრო ნაკლებია, ვიდრე დედამიწაზე იგივე ბრუნთა რიცხვის დროს.

სიმძლავრე, რომელსაც ავითარებს ძრავა სიმაღლეზე დროსელის საფარის სრული გაღების, მუდმივი ბრუნთა რიცხვისა და ჰაერის სიჭარბის მუდმივი კოეფიციენტის დროს. განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$N_{eH} = N_{e0} A,$$

სადაც N_{eH} არის ძრავას სიმძლავრე სიმაღლეზე დროსელის საფარის სრული გაღების დროს;

N_{e0} — ძრავას სიმძლავრე დედამიწასთან, გარეგანი მახასიათებლის მიხედვით.

A — ძრავას სიმძლავრის ვარდნის კოეფიციენტი სიმაღლეზე ასვლისას.

A კოეფიციენტი დამოკიდებულია გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურასა და წნევაზე და გამოიანგარიშება შემდეგი მიახლოებული ფორმულით:

$$A = 1,11 \frac{p_H}{p_0} \sqrt{\frac{T_0}{T_H}} - 0,11.$$

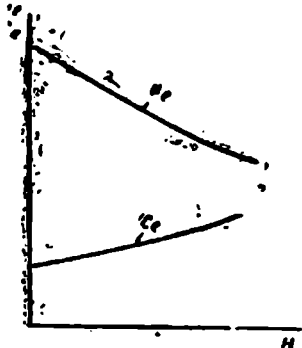
სადაც p_H და T_H არის ჰაერის წნევა და ტემპერატურა მოცემულ სიმაღლეზე.

p_0 და T_0 — ჰაერის წნევა და მოცულობა დედამიწაზე სტანდარტული პირობების დროს.

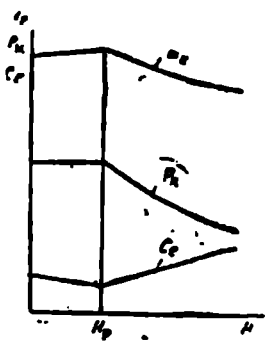
5.16 ნახაზზე ნაჩვენებია უსაჭირხნო ძრავას მაღლივი მახასიათებელი.

მაღლივი ეწოდებათ ძრავებს, რომლებიც სიმძლავრეს ინარჩუნებენ იმ რომელიდაც სიმაღლემდე. რომელსაც ეწოდება. საანგარიშო.

სიმაღლეზე ფრენისას ძრავას სიმძლავრის შესანარჩუნებლად ფართოდ გამოიყენება ამძრავის ცენტრიდანული საჭირხნი (აცხ). საჭირხნს შეიძლება ჰქონდეს მუხლა ლილვიდან ერთი ან რამდენიმე გადაცემის რიცხვი, რის მიხედვითაც მას უწოდებენ ერთსიჩქარიანს, ორსიჩქარიანს და მრავალსიჩქარიანს.



ნახ. 5. 16. უსაჭირხნო ძრავას მაღლივი მახასიათებელი.



ნახ. 5. 17. ერთსიჩქარიანი საჭირხნიანი ძრავას მაღლივი მახასიათებელი. H_p საანგარიშო სიმაღლე.

საჭირხნიანი ძრავას მაღლივი მახასიათებელი ეწოდება მისი ეფექტური სიმძლავრისა და სათბობის კუთრი ხარჯის დამოკიდებულებას სიმაღლეზე, როცა ბრუნთა რიცხვი, ნარევის შედგენილობა და ჩაბერვის წნევა საანგარიშო სიმაღლემდე მუდმივია.

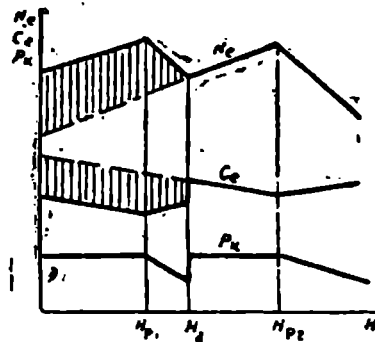
5.17 ნახაზზე წარმოდგენილია ერთსიჩქარიანი (აცხ) ძრავას მაღლივი მახასიათებელი. როგორც ჩანს, p_c ჩაბერვის წნევა H_p საანგარიშო სიმაღლემდე რჩება მუდმივი. მის შესანარჩუნებლად ყველა სიმაღლეზე დედამიწიდან საანგარიშო სიმაღლემდე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა ხერხი.

მახასიათებლიდან ჩანს, რომ ეფექტური სიმძლავრე საანგარიშო სიმაღლემდე დიდდება, ხოლო სათბობის კუთრი ეფექტური ხარჯი მცირდება.

ჩაბერვის წნევის მუდმივობის დროს ეფექტური სიმძლავრის საანგარიშო სიმაღლემდე გადიდების მიზეზებია: 1) გარემომცველი ჰაერის ტემპერატურის შემცირებისა და საჭირხნის გამოსასვლელთან ჰაერის

სიმკვრივის გადიდების დროს ახალი ნარევით ცილინდრის მუხტის გადიდება:

2) ატმოსფერული წნევისა და, მაშასადამე, გამობოლქვისადმი საწინააღმდეგო წნევის შემცირება, რაც ხელს უწყობს ცილინდრის უკეთეს გაწმენდას ნარჩენი აირებისაგან და, საბოლოო ანგარიშით, გავსების კოეფიციენტის გადიდებას, და აგრეთვე ტუმბური სელების მუშაობის შემცირებას გამობოლქვის ტაქტებში, რის შედეგადაც მექანიკურ წინაღობათა სიმძლავრე მცირდება.



ნახ. 5. 18. ორსიჩქარიანი საკირხნის მქონე ძრავას მაღლივი მახასიათებელი. H_{P1} — პირველი საანგარიშო სიმაღლე, H_{P2} — მეორე საანგარიშო სიმაღლე, H_3 სიჩქარეთა გადართვის სიმაღლე.

თვის H_3 სიმაღლემდე. ეს მოგება ხასიათდება დაშტრინული ფართობებით.

ორსიჩქარიანი აცს მქონე ძრავას მაღლივი მახასიათებელი წარმოდგენილია 5.18 ნახაზზე. აქედან გამომდინარეობს, რომ ერთსიჩქარიანი აცს-თან შედარებით ორსიჩქარიანი აცს-ის გამოყენება იძლევა მოგებას ძრავას სიმძლავრესა და ეკონომიურობაში დედამიწიდან სიჩქარეთა გადართვის H_3 სიმაღლემდე. ეს მოგება ხასიათდება დაშტრინული ფართობებით.

§ 5. ღვუზიანი ძრავების მუშაობის რეჟიმები

ექსპლოატაციის პროცესში ძრავას მუშაობის საჭირო ხანგრძლივობისა და საიმედოობის უზრუნველსაყოფად შემოღებულია ცნებები ძრავას სხვადასხვა სიმძლავრისა და მუშაობის რეჟიმების შესახებ.

ყოველი რეჟიმისათვის დადგენილია უწყვეტი მუშაობის საგარანტიო ხანგრძლივობა და ძრავას სამსახურის დადგენილი ვადის განმავლობაში საერთო ხანგრძლივობა ყოველ რეჟიმზე.

არაჩაბერვით ძრავაში დადგენილია მუშაობის შემდეგი რეჟიმები: მაქსიმალური, ნომინალური, საექსპლოატაციო და საკრეისერო.

მაქსიმალური რეჟიმი ხასიათდება უდიდესი სიმძლავრით, რომელიც შეუძლია განავითაროს ძრავამ. უწყვეტი მუშაობის დასაშვები ხანგრძლივობა ამ რეჟიმზე უნდა იყოს არა უმეტესი 5 წთ-ისა.

ნომინალური რეჟიმი და მისი შესაბამისი სიმძლავრე წარმო-

ადგენენ გამოსავალს ძრავას თბური და სიმტკიცეზე გაანგარიშებისას. ნომინალური სიმძლავრის მიხედვით ხდება აგრეთვე გაანგარიშება თვითმფრინავის პარამეტრებისა, რომელთა უზრუნველყოფაც ძრავას შეუძლია ფრენის პირობებში. ;

საექსპლოატაციო რეჟიმით ძრავა ავითარებს ისეთ სიმძლავრეს, რომელიც უსაჭირხნო ძრავასათვის ნომინალური სიმძლავრის 90%-ია, ხოლო შესაბამისი ბრუნთა რიცხვი დაახლოებით 4%-ით უფრო ნაკლებია ნომინალურ რეჟიმზე მუშაობის დროს მიღებულ ბრუნთა რიცხვზე. საექსპლოატაციო რეჟიმზე ძრავას უწყვეტი მუშაობის ხანგრძლივობა არ არის შეზღუდული.

საკრეისერო რეჟიმით ძრავა ავითარებს ნომინალურის 30—75% სიმძლავრეს. საკრეისერო სიმძლავრეებზე, შეიძლება მიღწეულ იქნეს ფრენის მაქსიმალური სიშორე და ხანგრძლივობა.

ძრავას მუშაობის დაახლოებითი ხანგრძლივობა სხვადასხვა სიმძლავრეზე პროცენტობით (ექსპლოატაციის საერთო ვადიდან კვლავ აწყობამდე) შეადგენს:

მაქსიმალური სიმძლავრე	1—2 %
ნომინალური სიმძლავრე	10 %
საექსპლოატაციო და საკრეისერო სიმძლავრეები	88 %

ჩასაბერი ძრავებისათვის, ჩვეულებრივ, უნდა განვასხვაოთ მუშაობის შემდეგი რეჟიმები: ნომინალური, აფრენის, საბრძოლო, საგანგებო და საკრეისერო.

ნომინალური ეწოდება ძრავას მუშაობის ძირითად საანგარიშო რეჟიმს.

ამ რეჟიმზე ძრავა ავითარებს 100%-იან სიმძლავრეს. არჩევენ ნომინალურ სიმძლავრეს დედამიწაზე და ნომინალურ მაღლივ სიმძლავრეს.

სიმძლავრეს, რომელსაც ავითარებს ძრავა დედამიწაზე ან ფრენისას დედამიწასთან ახლოს ნომინალურ ბრუნთა რიცხვზე და ნომინალური ჩაბერვის დროს, ეწოდება მიწისპირა ნომინალური სიმძლავრე.

მაღლივი ნომინალური სიმძლავრე ეწოდება ძრავას სიმძლავრეს, რომელსაც ის ავითარებს საანგარიშო სიმაღლეზე ნომინალური ბრუნთა რიცხვისა და ნომინალური ჩაბერვის დროს.

აფრენის სიმძლავრე ეწოდება ფორსირებულ

რეჟიმს. რომელზეც ძრავა მუშაობს თვითმფრინავის აფრენისას გაქანების სიგრძის შესამცირებლად.

სიმძლავრის ფორსირებას საფრენ რეჟიმზე აღწევენ ჩაბერვისა და ბრუნთა რიცხვის გადიდებით. ძრავას სიმძლავრე აფრენის რეჟიმზე აღწევს ნომინალურის 110%—120%-ს.

აფრენის რეჟიმზე ძრავამ საიმედოდ უნდა იმუშაოს სამსახურის ვადის 5%-მდე (პერიოდებით არა უმეტეს 5 წუთისა).

საბრძოლო სიმძლავრე ეწოდება ძრავას მუშაობის ფორსირებულ რეჟიმს, რომელიც გამოიყენება სიმძლავრის გასაღიდეზღად საბრძოლო პირობებში.

სიმძლავრე ამ რეჟიმზე აღემატება ნომინალურს, მაგრამ ის ნაკლებია აფრენის რეჟიმზე. საბრძოლო რეჟიმზე ძრავამ უნდა იმუშაოს თავისი მუშაობის ვადის დაახლოებით 15—20%. როცა მუშაობის უწყვეტი პერიოდები 10—15 წუთია.

საგანგებო სიმძლავრე ეწოდება ძრავას მუშაობის მაქსიმალურად ფორსირებულ რეჟიმს, რომელიც გამოიყენება მხოლოდ უკიდურესი საჭიროების დროს.

სიმძლავრე ამ რეჟიმზე ნომინალურის 130—160%-ია. სიმძლავრის გადიდება აღწევენ ჩაბერვის წნევის მნიშვნელოვანი გადიდებით. საგანგებო რეჟიმზე ძრავამ საიმედოდ უნდა იმუშაოს სამსახურის ვადის დაახლოებით 3%, ამასთან, უწყვეტი მუშაობის პერიოდები 2—3 წთ-ს არ უნდა აღემატებოდეს. საგანგებო რეჟიმზე მუშაობის შემდეგ აუცილებელია ძრავას შემოწმება.

საკრეისერო სიმძლავრე ეწოდება ძრავას მუშაობის ისეთ რეჟიმებს, რომელთა დროსაც მისი სიმძლავრე ნომინალურის 30-დან 75%-მდეა.

არჩევენ სამ ძირითად საკრეისერო რეჟიმს: მაქსიმალურს, უხელსაყრელს და ეკონომიურს.

მაქსიმალურ საკრეისერო რეჟიმებზე სიმძლავრე შეადგენს ნომინალური სიმძლავრის 75%-ს. უხელსაყრელს საკრეისერო რეჟიმზე ადგილი აქვს სათბობის უმცირეს ხარჯს კილომეტრ გზაზე. სიმძლავრე ამ რეჟიმზე შეადგენს ნომინალურის 50—60%-ს. ეკონომიურ საკრეისერო რეჟიმზე ადგილი აქვს სათბობის მინიმალურ საათობრივ ხარჯს და, მაშასადამე, ფრენის უდიდეს ხანგრძლივობას. ამ რეჟიმზე ძრავას სიმძლავრე შეადგენს ნომინალური სიმძლავრის 30—40%-ს.

ნარევის წარმოქმნა

§ 1. ზოგადი ცნობები

სამუშაო ნარევის წარმოქმნა დიდ გველენას ახდენს წვის პროცესის ხასიათზე. მასზე დამოკიდებულია ძრავას სიმძლავრე და ეკონომიურობა.

ძრავას ნომინალური მუშაობისათვის საჭიროა ცილინდრში ცაკლის განმავლობაში მოხვედრილი სათბობის მთელი პორციის დროულ აორთქლება. სათბობის საუკეთესო შერევა ჰაერთან და ნარევის იმ შედგენილობის მდგრადობა, რომელიც შეესაბამება ძრავას მუშაობის დასახელებულ რეჟიმს.

სათბობ-ჰაერის ნარევის დამზადებაზე განკუთვნილია დროის მცირე შეაღწედი, რომელიც შეადგენს წამის ასეულ ნაწილებს. ამიტომ ზოგჯერ საჭირო ხდება ცილინდრში შემავალი ჰაერის ან ნარევის წინასწარი შეთბობა.

§ 2. კარბურატორული ნარევის წარმოქმნა და უშუალო შეზნაპუნება

ნარევი მსუბუქი სათბობის დგუშიან ავიაძრავებში წარმოიქმნება გარეგანი და შინაგანი ხერხებით.

გარეგანი ან კარბურატორული ნარევის წარმოქმნის დროს ძრავას ცილინდრებში შედის თითქმის მზა ნარევი, რომელიც მოზადებულია სპეციალურ ხელსაწყოში — კარბურატორში. კარბურატორებ-კონსტრუქციული თავისებურებებით და სათბობ-ჰაერის ნარევის წარმოქმნის მიხედვით სხვადასხვაგვარია.

განვიხილოთ უმარტივესი კარბურატორის მუშაობის პრინციპი.

5. 19 ნახაზზე წარმოდგენილია ტიპიური კარბურატორის ელემენტარული სქემა. ელემენტარული კარბურატორი შედგება დიფუზორის (1), სათბობის ეილერის (2), ტიპიურ კამერისა (5) [მასში მოთავსებული ტიპიური (4) და კონუსური სარქელით (7)] და დროსტლის საფარისაგან (3).

ძრავას მუშაობის დროს თვითმფრინავზე მოთავსებული ბენზინის ავზიდან სათბობი ტუმბოს საშუალებით გადადის კარბურატორის ტიპიურ კამერაში კონუსური სარქელის ქვეშ არსებული ნახრეტით (7).

დანიშნულ დონემდე ტივტივას კამერის ავსებისას ტივტივა ამოტივტივდება, შემობრუნდება ლერძის (6) ზარშემო და დააქერს კონუსურ სარქველს (7). რომელიც ქვევით დაწვეით სათბობს გადაულობავს გზას ტივტივას კამერისაკენ.

სათბობის დონის დაწვევისას ტივტივა დაეშვება და გააღებს კონუსურ სარქველს. ამრიგად, ტივტივას კამერაში ყოველთვის დაცულია სათბობის მუდმივი დონე. ტივტივას კამერიდან დიფუზორის ყველაზე უფრო ვიწრო ადგილას გამოყვანილია ეიკლერიანი საფრქვეველის ძილი.

როცა ძრავა არ მუშაობს და არ არის ჰაერის მოძრაობა დიფუზორში, მაშინ სათბობი გამფრქვევის მილაკში დადგება იმავე დონეზე. როგორცაა ტივტივას კამერაში. იმისათვის, რომ არამომუშავე ძრავაში ეიკლერის ნაპირებიდან არ გადაიღვაროს სათბობი, ეიკლერიან კიდეებს აკეთებენ ტივტივას კამერაში სათბობის არსებულ დონეზე 1,5—2 მმ-ით მაღლა.

როცა ძრავა მუშაობს და ჰაერი გადის დიფუზორში, მაშინ ნაკადის სიჩქარე ვიწრო კვეთში იზრდება, ხოლო წნევა ეცემა. ამრიგად, წარმოიქმნება ჰაერის წნევის სხვაობა ტივტივა კამერასა და დიფუზორში. წნევის ამ სხვაობის მოქმედებით სათბობის დონე ეიკლერში აიწევს და შემდეგ იგი გაედინება დიფუზორში. მოძრავი ჰაერის ნაკადი წაიტაცებს სათბობს, გააფრქვევს და მასთან აირევა. ამ დროს სათბობი ორთქლდება.

მარტივი სქემებით შესრულებულ კარბურატორებს არ შეუძლიათ ყველა რეჟიმზე ძრავას კვების უზრუნველყოფა საჭირო შედგენილობის ნარევეთ. ამიტომ თანამედროვე კარბურატორებს აქვთ მთელი რიგი დამატებითი მოწყობილობანი, რომელთა ერთობლივი მოქმედება უზრუნველყოფს ძრავას საიმედო ამუშაებას და ნარევის საჭირო შედგენილობას მუშაობის ყველა რეჟიმზე. კარბურატორებში ამ პირობების შესასრულებლად გათვალისწინებულია სამი მდოზავი სისტემა:

1) მცირე აირის სისტემა, 2) მთავარი მდოზავი სისტემა, 3) გამამდიდრებელი სისტემა ან სრული აირის სისტემა.

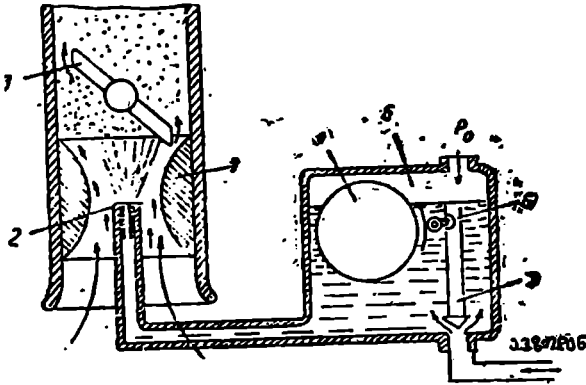
მცირე აირის სისტემა ჰაერის მცირე ხარჯის დროს უზრუნველყოფს ნარევის საჭირო გამდიდრებასა და ძრავას მდგრად მუშაობას.

მთავარი მდოზავი სისტემა გაანგარიშებულია ძრავას მუშაობის ძირითად რეჟიმებზე. ის სათბობს აწვდის წნევითა იმ ვარდნის გამო, რომელსაც კმნის დიფუზორი, როცა ჰაერის ხარჯი კარბურატორში მნიშვნელოვანია.

სრული აირის სისტემა უზრუნველყოფს ნარევის საჭირო გამდიდრებას მაქსიმალურ და ნომინალურ რეჟიმებზე. ამავე დროს, სათბო-

ბის დამატებითი მიწოდება დოფუზორში უზრუნველყოფილია ჩვე-
ულურივი დამატებითი სარქელის გაღების შემწეობით.

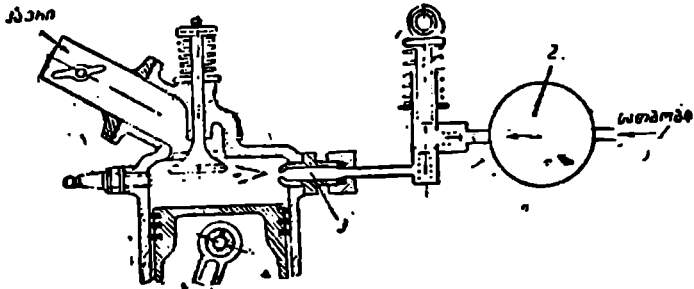
გარდა მღოზავი სისტემებისა, საავიაციო კარბურატორები აღქურ-



ნახ. 5. 19. კარბურატორის ელემენტარული სქემა.

- 1 — დოფუზორი, 2 — ფიკლერი, 3 — დროსელის საფარი,
4 — ტიეტოვა, 5 — ტიეტოვას კამერა. 6 — ღერძი,
7 — კონუსური სარქველი.

ვილია კიდევ შემდეგი დამატებითი მოწყობილობებით: მიმღებიანო-
ბის ტუმბოთი, მალლივი კორექტორით და საჩერი ოქანით.



ნახ. 5. 20. სათობის უშუალოდ შესაბუნების სქემა.

- 1 — სათობის ტუმბო, 2 — ჰერისა და ორთქლის გამყოფი, 3 — ფრქვევანა,
4 — დროსელის საფარი.

მალლივი კორექტორი უზრუნველყოფს ნარევის შედგენილობის
მუდმივობას, რომელიც შეესაბამება მუშაობის მოცემულ რეჟიმს.
მალლივი კორექტორები არის ზოგორც ავტომატური მოქმედების, ისე
ხელსამართი. მათი მუშაობა ზემოქმედებას ახდენს კარბურატორის დი-

ფუზორში არსებულ წნევათა ვარდნილის სიდიდეზე, და, მასთან, მთავარ მდოზავ სისტემაში გამავალ სათბობის ხარჯზე.

მიმღებიანობის ტუმბო უზრუნველყოფს ძრავას სწრაფ და მდოვრულ გადაავლას მინიმალური ბრუნთა რიცხვიდან მაქსიმალურზე, ე. ი. კარგ მიმღებიანობას. ძრავას სწრაფი გადაყვანა მცირე აირიდან დიდ სიმძლავრეზე ხორციელდება დროსელის საფარის მკვეთრი გაღებით. ამ დროს ჰაერის დიდი პორციები შედის ცილინდრში, ხოლო სათბობი ვერ ასწრებს საჭირო რაოდენობით შესვლას, რის შედეგადაც ნარევი ძლიერ გაღარიბდება.

მიმღებიანობის ტუმბოს ამოცანაა დაიცვას ნარევი ასეთი გაღარიბებისაგან სათბობის საჭირო დამატებითი პორციის მექანიკური შეშხაპუნების გზით.

საჩერი ონკანი განკუთვნილია ძრავას სწრაფი გაჩერებისათვის, რომელიც დროსელის საფარის დახურვის შემდეგ მოითხოვს სათბობის მიწოდების შეწყვეტას მცირე აირის სისტემით.

შიგა ნარევის წარმოქმნის დროს სათბობის საჭირო რაოდენობა სპეციალური ფრქვევანათი შეშხაპუნდება უშუალოდ ცილინდრში, ხოლო ჰაერი შევა შემშვები სარქვლებით. შესვლა დოზირდება დროსელის საფარით (4). 5.20 ნახაზზე წარმოდგენილია უშუალო შეშხაპუნების სისტემის პრინციპული სქემა. უშუალო შეშხაპუნების სისტემაში შედის სათბობის ტუმბო (1) ჰაერისა და ორთქლის გამომყოფი (2), ფრქვევანები (3) და ნარევის შედგენილობის რეგულატორი (სქემაზე არ არის ნაჩვენები).

XXIV თავი

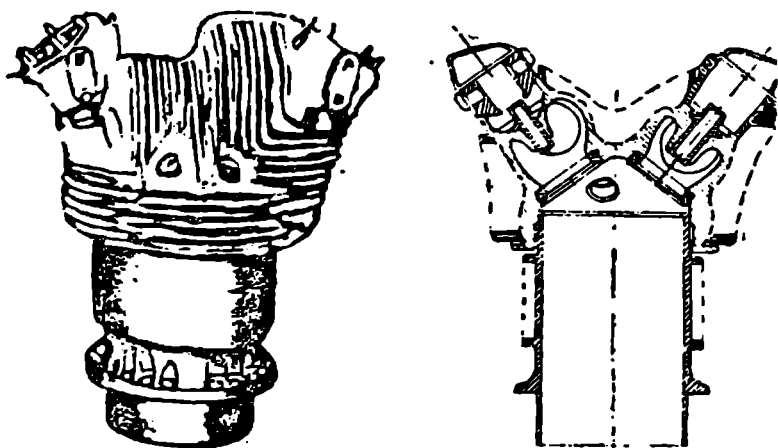
ზოგადი ცნობები ძრავას ძირითადი კვანძებისა და დეტალების კონსტრუქციის შესახებ

§ 1. ცილინდრი

5.21 ნახაზზე წარმოდგენილია ცილინდრი, რომელიც ჰაერით ცივდება. იგი შედგება ფოლადის შეწიბოებული მასრისა და ალუმინის ძლიერ შეწიბოებული თავისაგან. მასრის გულდასმით დამუშავებულ და დაზოტებულ შიგა ზედაპირს ცილინდრის სარქვს უწოდებენ. მასრა თავთან ერთდება სპეციალური პროფილის მქონე კუთხვილის საშუალებით. შეერთებაში კარგი შემჭიდროების უზრუნველსაყოფად იქმნება საუკეთესო ჰეჰი. ჰეჰი ცივ მდგომარეობაში ტოლია 0,45—

0,55 მმ-ისა. ძრავას მუშაობის პროცესში ჰექი რამდენადმე მცირდება, რადგანაც ალუმინის თავი ფართოვდება უფრო მეტად, ვიდრე ფოლადის მასრა.

თავთან მასრის შეერთების გასაადვილებლად თავს მონტაჟის დროს ახურებენ 280—300°C-მდე.



ნახ. 5. 21. AIII-82T ძრავას ცილინდრი.

ცილინდრის მასრას ქვედა ნაწილში აქვს მილტუჩი. მისი მეშვეობით ცილინდრი მაგრდება კარტერთან. დამაგრება ხორციელდება სარქვებით (16). მასრას ზედაპირზე აქვს დაახლოებით ოცდაათი გამაცივებელი წიბო, რომელთა სიმაღლეა დაახლოებით 15 მმ. ცილინდრის მასრის შეწიბოების საერთო ზედაპირი 5000 სმ²-ზე მეტია.

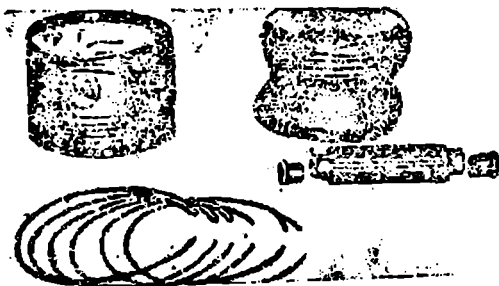
ცილინდრის თავზე გამაცივებელი წიბოები განლაგებულია დიფერენციალურად. უფრო ინტენსიურად დაწიბოებულია გამომბოლოქვე სარქველთან მიმდებარე თავის ნაწილი, რადგანაც ის უფრო მეტად ხურდება მუშაობის პროცესში.

თავის შეწიბოების ზედაპირი მნიშვნელოვნად უფრო დიდია, ვიდრე მასრისა. და იგი 12000 სმ²-ზე მეტია.

ცილინდრის თავს აქვს სფერული წვის ორსარქველიანი (შემშვები და გამოსაბოლოქვე) კამერა. ეს სარქველები ერთმანეთის მიმართ განლაგებულია 75°-იანი კუთხით.

შიგაწევის ძრავას დგუში განკუთვნილია აირული ძალების ასათვისებლად და ბარბაცას საშუალებით მათ გადასაცემად მუხლა ლილვზე.

5.22 ნახაზზე ნაჩვენებია ძრავა, რომელიც ცივდება ჰაერით. მასში არჩევენ შემდეგ ძირითად კონსტრუქციულ ელემენტებს: ძროს, გვერდითს ზედაპირს და ნუქრებს. დგუში დამზადებულია ტვიფვრით ალუმინის შენადნობისაგან და აქვს ბრტყელი ძრო, რომელიც ძლიერ გაწიბობებულია შიგა მხრიდან. გაწიბობება ამალღებს ძროს სიხისტენს და აუმჯობესებს სითბოს არინებას. გარე მხრიდან ძროს აქვს ორი ამონაღები, რომლებიც განკუთვნილია სავსებით გაღებული სარქველების ძროზე მიბჯენის თავიდან ასაცილებლად, როცა დგუში აღწევს ზმწ-ს.



ნახ. 5. 22. AIII-82T ძრავას დგუში.

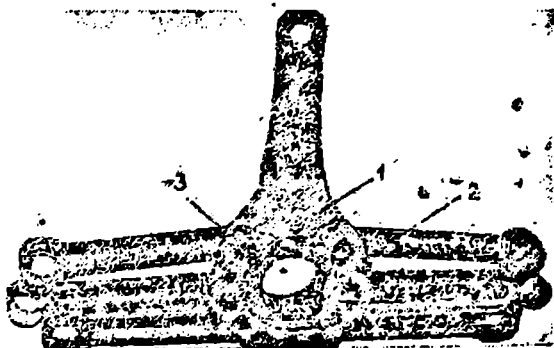
დგუშის გვერდითი ზედაპირის ზედა ნაწილში გაჩარხულია ოთხი ღარაკი, ხოლო ქვედა ნაწილში — ერთი. ზემო სამ ღარაკში მოთავსებულია სამი სამჭიდროებელი რგოლი, მეოთხე ღარაკში (ნახვრეტებიანში) — ორი ზეთმომშორებელი რგოლი. რგოლების ასეთი განლაგება უზრუნველყოფს ზეთის

აფსკის, არსებობას ზედა და ქვედა ზეთმომშორებელ რგოლებს შორის, რაც ამცირებს დგუშის გვერდითი ზედაპირის სახუნს.

ფოლადის დგუშის თითის დანიშნულებაა დგუშის შეერთება ბარბაცასთან. ჩვეულებრივ, დგუშის თითს აქვს ღრეჩო როგორც ნუქრების ნახვრეტებში, ისე ბარბაცას ზედა თავის ნახვრეტში, ე. ი. თავისუფლადმცურავია. გრძივად გადაადგილებისაგან დგუშის თითი დაცულია ორი სახშობით ან მართკუთხა კვეთის მქონე საჩერ-მზამბარავი რგოლით, რომლებიც მოთავსებულია ნუქრების სათანადო განაჩარხებში.

§ 8. ბ ა რ ბ ა ც ე ბ ი

ბარბაცა დგუშს აკავშირებს მუხლა ლილვთან. იგი ითვისებს და მუხლა ლილვს გადასცემს ყველა ძალვას, რომლებიც წარმოიქმნებიან დგუშის უკუმოქცევ-გადატანითი მოძრაობის დროს.



ნახ. 5. 23. АИИ-82Т ვარსკვლავისებრი ძრავის ბარბაცები.

1 — მთავარი ბარბაცა, 2 — მისაბმელი ბარბაცები, 3 — ფოლადის მილისი.

5.23 ნახაზზე ნაჩვენებია საპაერო გაცივების ვარსკვლავისებრი ძრავას ერთი რიგის ბარბაცები — მთავარი (1) და მისაბმელები (2). მისაბმელი ბარბაცები (6 ცალი) შეერთებულია მთავარ ბარბაცასთან თითებით, რომლებიც განლაგებულია მთავარი ბარბაცას ქვედა თავის ყბებში ტოლი კუთხეებით.

ვარსკვლავისებრ ძრავებში მთავარი ბარბაცა მისაბმელი ბარბაცებიდან იტვირთება დიდი ძალებით, რის გამოც მთავარ ბარბაცას ამზადებენ არაგასართს. მუხლა ლილვთან ბარბაცა მექანიზმის შესაერთებლად ამ უკანასკნელს ამზადებენ გასართს.

მუხლა ლილვის ყელის საკისარს წარმოადგენს ფოლადის მილისი (3), რომელშიც ჩასხმულია ტყვიოვანი ბრინჯაო. მილისი ჩაწნეხილია მთავარი ბარბაცის ქვედა თავის ნახვრეტში. მილისი ფიქსირებულია შემობრუნებისაგან სპეციალური საკეტით, რომელიც წამოცმულია მილისის ტორსებზე ამოჭრილ ღარობებზე. საკეტი აგრეთვე მაგრდება ჭანჭიკებით მისაბმელი ბარბაცების თითებთან.

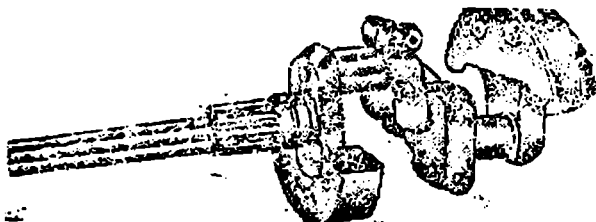
მთავარი ბარბაცას ღეროს აქვს ორტესებრი კვეთი, რომლის თაროები განლაგებულია ბარბაცას ქანაობის სიბრტყის პარალელურად.

ლეროს ასეთი ფორმა თუმცა ლუნვისადმი ამცირებს წინალობის მონენტს და იწვევს ბარბაცას დამძიმებას, სამაგიეროდ ამარტივებს მინი დამზადების ტექნოლოგიას. ბარბაცა მზადდება ტვიფერით მაღალხარისხოვანი ფოლადისაგან. ბარბაცას თითები ფოლადისაა — დააზოტებული.

მილისები, რომლებიც ჩაწნებილია მთავარი ბარბაცას ზედა თავში და მისაბმელი ბარბაცების ზედა და ქვედა თავებში, დამზადებულია თხელკედლიანი ფურცლოვანი გაგლინული ბრინჯაოსაგან.

§ 4. მუხლა ლილვები

მუხლა ლილვი განკუთვნილია იმისათვის, რომ ძრავას ცილინდრში მიღებული მუშაობა გადასცეს მომხმარებელს, მაგალითად, საპაერო ხრახნს. ლილვის შიგა სიღრუე გამოიყენება ზეთის მაგისტრალად. მუხლა ლილვების დასამზადებლად გამოყენებულია მაღალხარისხოვანი ფოლადის ნაჭედები ან ნატვიფრები.



ნახ. 5. 24. AIII-82T ძრავას მუხლა ლილვი.

5.24 ნახაზზე წარმოდგენილია საპაერო გაცივების ვარსკვლავისებრი ძრავას მუხლა ლილვი. მას აქვს ორი მუხლი და შედგება სამი ნაწილისაგან, რომლებიც შეერთებულია ბარბაცას ყელთან შუა საყრდენის მხრიდან. ლილვის შუა ნაწილის ყებებთან გაკეთებულია ნახერტები ისეთი დიამეტრებით, რომლებიც ლილვის ბარბაცის ყელების დიამეტრების ტოლია, ხოლო თვით ყებებს აქვს გრძივი განაპერი და მათი მოჭიმვა შეიძლება შემაერთებელი ჭანჭიკით. ჭანჭიკის მოჭიმავი ძალა მონტაჟის დროს კონტროლდება ჭანჭიკის გამოჭიმვის მიხედვით.

მუხლა ლილვი დადგმულია კარტერში სამ საკისარზე. ლილვის კიდური ყებების გაგრძელებაზე დაყენებულია ჭანჭარის ტიპის საპირწო-

ნეები, რომლებიც განკუთვნილია ბარბაცას ყელებს ლერძებზე მიყენებულ წყვილი ძალის გასაწონასწორებლად. ისინი აგრეთვე წარმოადგენენ დემფერებს გრეხილი რხევების ჩასაქრობად.

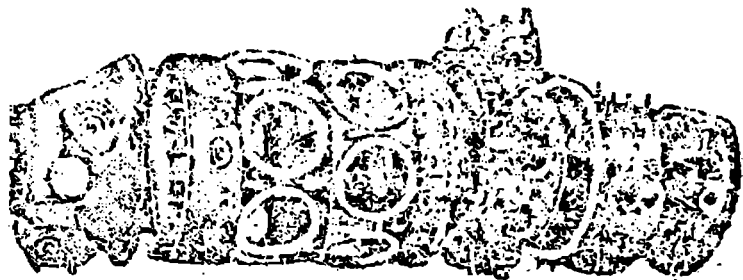
იმ აგრეგატების აძერისათვის, რომლებიც განლაგებულია ძრავს უკანა ნაწილში, ლილვის ბოლოვანაში ჩაწნეხილია ქურო, რომელიც ჩამაგრებულია ლილვზე ხრახნებით. ეს ხრახნები ქუროს იცავენ შემობრუნებისაგან.

ბრუნვა მუხლა ლილვიდან საპაერო ხრახნს გადაეცემა იმ რედუქტორით, რომელიც ხრახნის ბრუნთა რიცხვს ამცირებს მუხლა ლილვის ბრუნთა რიცხვთან შედარებით. რედუქტორის გამოყენება იძლევა ხრახნის მკვ-ის გადილების საშუალებას.

§ პ ა რ ტ მ რ ა ე ბ ი

კარტერი ძრავს ძირითადი ძალური კორპუსია. კარტერზე დამაგრებულია ცილინდრები, რომლებშიც მოთავსებულია მუხლა ლილვის საყრდენები; თვითმფრინავზე გაკეთებულ შესაბამის ჩარჩოზე ძრავს კარტერით ამაგრებენ. გარდა ამისა, კარტერი გამოიყენება დამხმარე მექანიზმებისა და აგრეგატების დასაყენებლად და წარმოადგენს რეზერვუარს იმ ზეთისათვის; რომელიც მოხახუნე ზედაპირების გაზეთვის შემდეგ ჩამოიღვრება.

კარტერებს, ჩვეულებრივ, აწნადებენ მსუბუქი ალუმინის შენადნობებისაგან ჰელდით ან ტეფერით.



ნახ. 5. 25. АИИ-82Т ორმწკრივია ვარსკვლავისებრი ძრავს კარტერი.

5.25 ნახაზზე ნაჩვენებია ორმწკრივია ვარსკვლავისებრი ძრავს კარტერი. კარტერებს, ჩვეულებრივ, აკეთებენ შედგენილს რამდენიმე ნაწილისაგან, რომელთა დაცენტრვა ერთმანეთის მიმართ ხდება რგოლური კინტებით ან მცენტრავი შტიფტების საშუალებით.

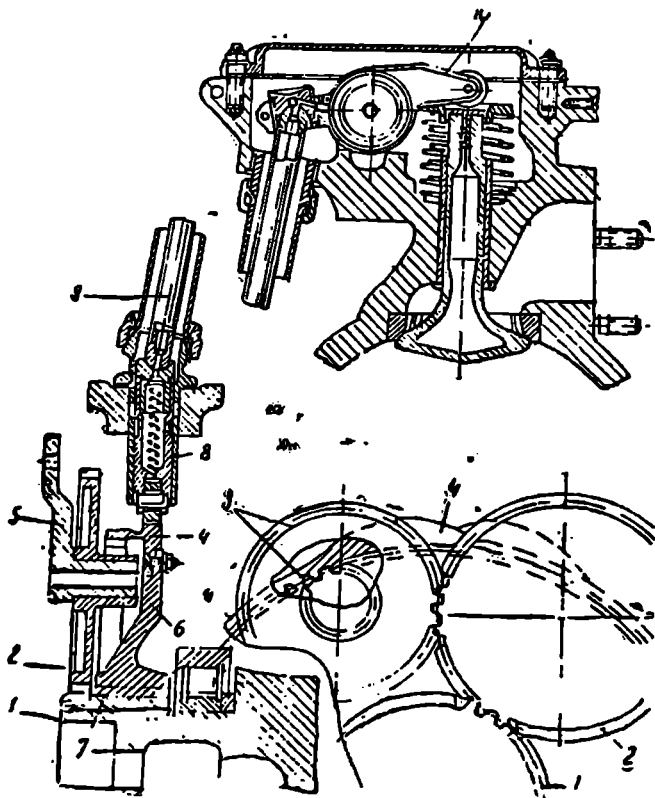
ძალურ კორპუსს, რომელზეც მაგრდება ცილინდრები, ქმნიან კარ-

ტერის შუა ნაწილები. ზოგიერთ შემთხვევაში ძალური კორპუსი მზადდება ფოლადისაგან.

§ 6. აირგანაწილების მექანიზმი

აირგანაწილების მექანიზმის დანიშნულებაა სარქველების დროული გაღება და დახურვა და მათი მოძრაობის უზრუნველყოფა განსაზღვრული კანონის მიხედვით.

აირგანაწილების მექანიზმის მუშტა საყელური მოძრაობს მუხლა



ნახ. 5. 26. AM-82T ძრავის აირგანაწილების მექანიზმი.

- 1 — წაშვანი კბილანა, 2 — შუალედური კბილანა, 3 — ორმაგი კბილანა, 4 — დიდი კბილანა, 5 — ბრჩენი, 6 — დისკო, 7 — მილისი, 8 — საბიძველა, 9 — საწვეი, 10 — მხრეულო.

ლილვიდან კბილანა, გადამცემის საშუალებით. იგი მოთავსებულია კარტერზე.

კინემატიკური კავშირი მუშტასა და სარქველს შორის მყარდება საბიძგელასა, საწვევისა და ბერკეტ-მხრეულის საშუალებით. სარქველის მოძრაობის მოცემული კანონის შესრულება უზრუნველყოფილია პროფილის ამორჩევიტა და მუშტას მოთავსებით სამუშტო საყელურზე.

5.26 ნახაზზე წარმოდგენილია ორმწკრივია ვარსკვლავისებრი ძრავას აირგანაწილების მექანიზმი.

ცილინდრების წინა მწკრივის განაწილების მექანიზმი მოთავსებულია კარტერის წინა ნაწილში, ხოლო უკანასი — უკანა ნაწილში. ყოველი მუშტა საყელურის ამძრავი შედგება ცილინდრული კბილანების სისტემისაგან. წამყვანი კბილანა (1) დამაგრებულია მუხლა ლილვზე და აბრუნებს შუალედურ კბილანას (2). უკანასკნელი მოდებამია ორმაგი კბილანას (3) დიდ გვირგვინთან. კბილანა (3) დამონტაჟებულია სპეციალურ ბრჯენზე (5). ორმაგი კბილანას პატარა გვირგვინი შედის მოდებაში დიდ კბილანასთან (4), რომლის კბილებიც მოჭრილია მუშტა საყელურის ფერსოს შიგა მხარეზე. ამგვარი გადაცემის დროს მუშტა საყელური ბრუნავს მუხლა ლილვის ბრუნვის მიმართულებით.

ფოლადის მუშტა საყელურის გარე ზედაპირზე არის ორი ბილიკი, რომლებზედაც მოთავსებულია ოთხი მუშტა. მუშტების ერთი მწკრივი მართავს გამომბოლქვ, ხოლო მეორე — შემწოვ სარქველებს.

მუშტა საყელური დამაგრებულია ალუმინის დისკოზე (6) ბრინჯაოს მილისით (7). დისკო ბრუნავს მუხლა ლილვის ირგვლივ. საბიძგებლები (8) მიიღებენ მოძრაობას მუშტებისაგან და მას გადასცემენ სარქველს საწვეითა (9) და ბერკეტი (10) (მხრეულით).

აირგანაწილების მექანიზმის ძლიერ საბასუნისმგებლო დეტალებია შემწვები და გამომწვები სარქველები. ამათ ამზადებენ ღრუ ფორმისას. სარქველის ყველაზე უფრო გახურებული ნაწილისაგან (სოკოსაგან) სითბოს უკეთესი არინებისათვის მათი შიგა სიდრუეები ნაწილობრივ ამოვსებულია ნატრიუმით. შემწვებ სარქველებს აქვთ ტიტანისებრი სოკოების სახე. ყოველი სარქველი ბუდეებზე მიჭერილია ზამბარებით.



ს ა რ ჩ ე ვ ი

წინასიტყვაობა
წესდელი

**3
5**

პ ი რ ვ ე ლ ი გ ა ნ ე ო ო ო ო ლ ი ბ ა

ტექნიკური თერმოდინამიკის საფუძვლები

I	თ ა ვ ი. აირები. აირების ძირითადი კანონები	19
	§ 1. ტექნიკური თერმოდინამიკის საგანი	19
	§ 2. ცნება იდეალურ და რეალურ აირებზე	19
	§ 3. აირის პარამეტრები	21
	§ 4. აირების ძირითადი კანონები	25
	§ 5. აირის სითბოტევადობა	28
	§ 6. თერმოდინამიკის პირველი კანონი	34
II	თ ა ვ ი. თერმოდინამიკური პროცესები	39
	§ 1. ცნება თერმოდინამიკურ პროცესზე	39
	§ 2. იზოქორული პროცესი	41
	§ 3. იზობარული პროცესი	44
	§ 4. იზოთერმული პროცესი	49
	§ 5. ადიაბატური პროცესი	51
	§ 6. პოლიტროპული პროცესი	56
III	თ ა ვ ი. თერმოდინამიკის მეორე კანონი	60
	§ 1. ცნება წრიულ პროცესებზე (ციკლებზე)	60
	§ 2. ციკლის მარტივ შემდგომი თერმული კოეფიციენტი	62
	§ 3. თერმოდინამიკის მეორე კანონი	63

მ ე ო რ ე გ ა ნ ე ო ო ო ლ ი ბ ა

საავიაციო სათბობები და ზეთები. სათბობის დაწვა

IV	თ ა ვ ი. საავიაციო სათბობები და ზეთები	64
	§ 1. საავიაციო სათბობებისა და ზეთების შილბა	64
	§ 2. საავიაციო სათბობები	65
	§ 3. საავიაციო ზეთები	71
V	თ ა ვ ი. სათბობის დაწვა	72
	§ 1. ცნება დაწვის პროცესზე. დაწვის ქიმიური რეაქციების განტოლებები	72
	§ 2. ენგბალისა და ჰაერის თეორიულად საჭირო რაოდენობა	74
	§ 3. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი	75
	§ 4. დაწვის სიჭარბე	77
	§ 5. სათბობისა და ნარევის წვის სითბო (თბოუნარჩიანობა)	78

მ ე ს ა მ ე ბ ა ნ ე მო ფ ი ლ ე ბ ა

რეაქტიული ძრავების თეორია

VI თავი. ტურბორეაქტიული ძრავები	80
§ 1. ტურბორეაქტიული ძრავის სქემა და მისი მუშაობის პრინციპი	80
§ 2. ტურბორეაქტიული ძრავის წვეის ძალა	86
§ 3. ტრძ-ს მარჯი კმედების კოეფიციენტი და თბობალანსი	92
§ 4. ტრძ-ს წვიისა და ეკონომიურობის დამოკიდებულება პროცესის პარამეტრებზე	96
§ 5. ტრძ-ს შესასრული მოწყობილობა	107
§ 6. კომპრესორები	106
§ 7. წვის კამერები	135
§ 8. აირული ტურბინები	142
§ 9. რეაქტიული საქშენი	159
§ 10. ტრძ-ს წვეის ფორსირება	161
§ 11. ტურბორეაქტიული ძრავების მახასიათებლები	165
§ 12. ორკონტურიანი ტურბორეაქტიული ძრავები	177
VII თავი. ტურბოხრახნული ძრავები	177
§ 1. ტხძ-ს მოწყობილობა და მუშაობის პრინციპი	179
§ 2. ტხძ-ს წვეა და სიმძლავრე	181
§ 3. ტხძ-ს მახასიათებლები	184
VIII თავი. წინდენითი კაერ-რეაქტიული ძრავები	187
§ 1. წინდენითი კაერ-რეაქტიული ძრავების სქემა და მუშაობის პრინციპი	187
§ 2. წპრძ-ს მახასიათებლები	190
IX თავი. თხევადი რეაქტიული ძრავები	193
§ 1. მუშა პროცესი თხევად რეაქტიულ ძრავებში	193
§ 2. თრძ-ს ძირითადი პარამეტრები	194
§ 3. თრძ-ს მახასიათებლები	198
§ 4. თრძ-ს ლირსებანი, ნაქლოვანებანი და გამოყენების არეები	202
მ ე მო ტ ხ ე ბ ა ნ ე მო ფ ი ლ ე ბ ა	
რეაქტიული ძრავების კონსტრუქცია	
X თავი. კომპრესორები	206
§ 1. ლერძული კომპრესორები	206
§ 2. ცენტრიდანული კომპრესორები	223
XI თავი. აირული ტურბინები	229
§ 1. აირული ტურბინების დისკოები	230
§ 2. მუშა ნიჩბები	235
§ 3. საქშენი აპარატები	237
§ 4. აირული ტურბინების გაყვება	242
XII თავი. წვის კამერები	245
§ 1. მილოვანი (ინდივიდუალური) წვის კამერები	246
§ 2. მილოვან-რგოლური წვის კამერები	250

§ 3. რგოლური წვის კამერები	253
XIII თ ა ვ ი. გამომბოლქვი მოწყობილობები, ფორსაჟული კამერები	255
§ 1. არასარეგულირებელი გამომბოლქვი მოწყობილობები	255
§ 2. სარეგულირებელი გამომბოლქვი მოწყობილობები	259
§ 3. მაგრძელებელი მილები	264
§ 4. წყვის რევერსირებისა და დევიაციის მოწყობილობანი	264
§ 5. ხმაურის დასაღწეველი მოწყობილობები	267
§ 6. ფორსაჟული კამერები	267
XIV თ ა ვ ი. აირტურბინული ძრავების ძალური სისტემები. აგრეგატების ამძრავები	271
§ 1. ძრავში მოქმედი ძალები და მომენტები	271
§ 2. ძრავების ძალური სისტემები	279
§ 3. თვითმფრინავზე ძრავას დამაგრება	286
§ 4. აგრეგატების ამძრავები	288
XV თ ა ვ ი. შეზღვევის სისტემები და მათი ელემენტები. სუფლირება	293
§ 1. შეზღვევის სისტემები	293
§ 2. ზეთის ტუმბოები	298
§ 3. ზეთის ფილტრები	299
§ 4. ჰაერგამყოფები	301
§ 5. ზეთის ფრქვევანები	302
§ 6. ძრავას სუფლირების სისტემა	303
XVI თ ა ვ ი. სათბობმკვებავი სისტემა	305
§ 1. სათბობის ფილტრები	307
§ 2. სათბობის ტუმბოები	307
§ 3. სათბობის ფრქვევანები	314
§ 4. რეგულირება ძრავას სათბობმკვებავ სისტემაში	317
XVII თ ა ვ ი. ამუშავების სისტემა	318
§ 1. სტარტერები	320
§ 2. ამუშავების სათბობი სისტემა	329
§ 3. ამუშავების ანთების სისტემა	330
§ 4. AM-3 ძრავას ამუშავების სისტემა	333
XVIII თ ა ვ ი. ტურბოხრახნული ძრავების რელექტორები	337
§ 1. ტბმ-ს რელექტორების კინემატიკური სქემები	339
§ 2. მოწყობილობანი მგრეხავი მომენტის გასაზომად რელექტორებში	345
XIX თ ა ვ ი. თხევადი რაკეტული ძრავები	348
§ 1. თრძ-ს წვის კამერები	348
§ 2. თრძ-ში სათბობის კომპონენტების მიწოდების სისტემა	353
§ 3. თრძ-ს გაყოფება	358
§ 4. თრძ-ს ამუშავება და გაჩერება	361
§ 5. თხევადი რაკეტული ძრავების დამზადების მაგალითები	363

მ ე ხ ე თ ე ბ ა ნ ე წ ო ფ ი ლ ი ბ ა

ხაავიაციო დგუშინი ძრავები

XX	თ ა ვ ი . ოთხტაქტიანი ძრავას მუშა ციკლის პროცესები	369
§ 1.	შეშვების პროცესი	369
§ 2.	კუმშვის პროცესი	373
§ 3.	წვის პროცესი	374
§ 4.	გაფართოების პროცესი	378
§ 5.	გამოშვების პროცესი	379
§ 6.	აირგანაწილების დიაგრამა	381
XXI	თ ა ვ ი . ძრავას სიმძლავრე და ეკონომიურობა	382
§ 1.	ინდიკატორული დიაგრამა	382
§ 2.	ინდიკატორული სიმძლავრე და სათბობის ხარჯი	384
§ 3.	ეფექტური სიმძლავრე და ეკონომიურობა	387
XXII	თ ა ვ ი . საავიაციო დგუშოანი ძრავების მახასიათებლები	388
§ 1.	ზოგადი ცნობები	388
§ 2.	გარეგანი მახასიათებელი	389
§ 3.	ზრახნული (დროსელური) მახასიათებელი	390
§ 4.	მალღივი მახასიათებლები	394
§ 5.	დგუშოანი ძრავების მუშაობის რეჟიმები	396
XXIII	თ ა ვ ი . ნარევის წარმოქმნა	399
§ 1.	ზოგადი ცნობები	399
§ 2.	კარბურატორული ნარევიწარმოქმნა და უშუალო შეშხაპუნება	399
XXIV	თ ა ვ ი . ზოგადი ცნობები ძრავას ძირითადი კვანძებისა და დეტალების კონსტრუქციის შესახებ	402
§ 1.	ცილინდრები	402
§ 2.	დგუშები	404
§ 3.	ბარბაცები	405
§ 4.	მუხლა ლილვები	406
§ 5.	კარტერები	407
§ 6.	აირგანაწილების მექანიზმი	408

მთარგმნელი დ. შერკვილაძე

რედაქტორი მ. შრელაშვილი
მხატვრული რედაქტორი ე. სულთანაშვილი
ტექნიკური რედაქტორი ბ. ბარბაქაძე
კორექტორი ე. გაფრინდაშვილი.

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20/XII-71 წ. ქალაქის ზომა 60×90¹/₁₆
ნაბეჭდი თაბახი 26 სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 22,58
ტირაჟი 1000 შეკვ. 5218
ფასი 1 მან. 07 კაპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, კამოს ქ. 18
Издательство «Ганатლება», Тбилиси, ул. Камы, 18
1971

საქართველოს სსრ მინისტრთა საბჭოს ბეჭდვითი სიტყვის
სახელმწიფო კომიტეტის მთავარპოლიგრაფმრეწველობის სტამბა № 5
ქუთაისი, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 11.
Типография № 5 Главполиграфпрома Государственного комитета
Совета Министров Грузинской ССР по печати,
г. Кутаиси, пр. И. Чавчавадзе, 11.