

გემის ენერგეტიკული დანადგარების ავტომატიზაცია

ლექციის კონსპექტი

გემის მექანიკოსის სპეციალობის სტუდენტებისათვის

ბათუმი-2013

1

4.3.2. წყლის დონის ერთიმპულსიანი ავტომატური რეგულირების სისტემა იზოდრომული რეგულატორით.

4.3.3. წყლის დონის მრავალიმპულსიანი რეგულატორები

4.3.4. ქვაბის მკვებავი ტუმბოს წარმადობის რეგულირება.

4.4. გადახურებული ორთქლის ტემპერატურის რეგულირება.

4.4.1. ტემპერატურის რეგულირება კონდენსატის შემზღერებით.

4.4.2. ტემპერატურის რეგულირება ზედაპირულ ორთქლმაგრილებლებში.

4.5. საწვავის წვის რეგულირება

4.5.1. წვის რეგულირების სქემა პარალელურად ჩართული კონტურებით.

4.5.2. წვის რეგულირების სქემა მიმდევრობით ჩართული კონტურებით.

4.6. ქვაბის დაცვისა და სიგნალიზაციის სისტემები.

4.7. დამხმარე და უტილიზაციური ქვაბების რეგულირება.

თავი 5. ორთქლის ტურბინული დანადგარების ავტომატიზაცია.

5.1. ორთქლის ტურბოდანადგარის სარეგულირებელი სიდიდეები.

5.2. ლილვის ბრუნთა სიხშირის რეგულირება

5.3. ორთქლის წნევის რეგულირება შემამჭიდროვებლებში.

5.4. ზეთის ტემპერატურის რეგულირება შეზეთვის სისტემაში

5.5. ორთქლის ტურბოდანადგარის დაცვის სისტემები

თავი 6. გემის დიზელური დანადგარების ავტომატიზაცია.

6.1. ავტომატიკის საერთო საკითხები.

6.2. ბრუნთა სიხშირის რეგულირება

6.2.1. ბრუნთა სიხშირის რეგულატორთა კლასიფიკაცია

6.2.2. ბრუნთა სიხშირის რეგულატორთა სქემები.

6.2.3. პარალელურად მომუშავე ძრავების ბრუნთა სიხშირის რეგულირება.

6.3. გამაგრილებელი გარემოს ტემპერატურის რეგულირება.

6.3.1. ტემპერატურის რეგულატორები.

6.4. საწვავის სიბლანტის რეგულირება.

6.5. სიგნალიზაციისა და დაცვის სისტემები.

6.6. დისტანციური ავტომატიზირებული მართვის სისტემები. (დამ)

თავი 7. დამხმარე მექანიზმებისა და სისტემების ავტომატიზაცია.

7.1. ენერგეტიკული დანადგარის მომსახურე სისტემების ავტომატიზაცია.

7.1.1. საწვავის მომზადების სისტემა.

7.1. 2. შეკუმშული ჰაერის სისტემა

7.2. სამაცივრო დანადგარების ავტომატიზაცია.

7.2.1. ტემპერატურის რეგულირება სამაცივრო კამერებში

7.2.2. კომპრესორების სიცივის წარმადობის რეგულირება.

7.2.3. ამორთქლებელის თხევადი ხლოდოაგენტით შევსების რეგულირება.

შესავალი

საწარმოო პროცესების ავტომატიზაცია წარმოადგენს ტექნიკური პროგრესის წამყვან მიმართულებას და ამასთანავე შრომითი წარმოების ამაღლების ერთ-ერთ ეფექტურ სფეროს.

ავტომატიზაციის დანერგვა საზღვაო ფლოტის გემებზე უზრუნველყოფს ერგეტიკული დანადგარების მოტორესურსისა და მუშაობის ეკონომიურობის ამაღლებას, ამცირებს მომსახურე პერსონალის რიცხვს და ექსპლუატაციურ დანახარჯებს, ამასთანავე საგრძნობლად ზრდის გემის ენერგეტიკული დანადგარების მუშაობის საიმედოობას.

XVII საუკუნის 50-იან წლებში ჰოლანდიელი მეცნიერის ჰიუგენსის მიერ იქნა შექმნილი ავტომატური მოწყობილობა, რომელიც არეგულირებდა საათის სვლას, მაგრამ ავტომატიკის წარმოებაში დანერგვა დაიწყო მას შემდეგ, რაც რუსმა მეცნიერმა ი. პოლზუნოვმა 1765 წელს შეიმუშავა ორთქლის მანქანის ქვაბში წყლის დონის ტივტივა რეგულატორი და ინგლისელმა მექანიკოსმა ჯეიმს უატმა 1784 წელს შექმნა ორთქლის მანქანის ლილვის ბრუნსაა სიხშირის ცენტრიდანული ტიპის რეგულატორი.

ავტომატიკის მთავარ ამოცანას წარმოადგენდა მდგრადობა, რომლის გადაჭრაში დიდი წვლილი შეიტანეს ინგლისელმა მეცნიერმა ე. რაუსმა და გერმანელმა მეცნიერმა ა. გურვიცმა, მათ შეიმუშავეს მდგრადობის გამოკვლევის ალგებრული მეთოდი, ხოლო ამერიკელმა მეცნიერმა ჰ. ნაიკვისტმა და რუსმა ა. მისაილოვმა - მდგრადობის გამოკვლევის სიხშირული მეთოდი.

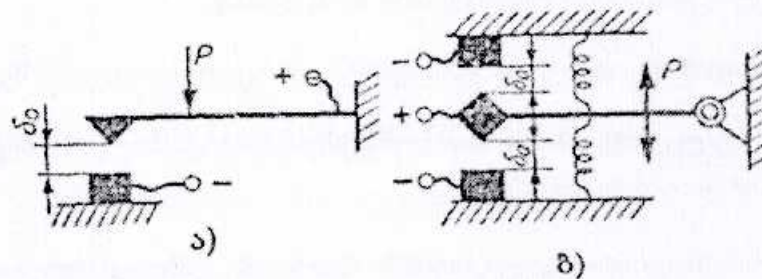
ნახ.1. პირველადი მგრძობიარე ელემენტის გადამწოდებთან შეუღლების სქემა

x_1 - შემაგალი სიგნალი; x_2 -მგრძობიარე ელემენტის გამავალი სიგნალი;

x_3 -გადამწოდების გამავალი სიგნალი.

განვიხილოთ გადამწოდებების ძირითადი ტიპები.

კონტაქტური გადამწოდებები- გამოიყენება რელეურ ავტომატური რეგულირების სისტემაში, იგი გარდაქმნის მგრძობიარე ელემენტის წრფივ ან კუთხურ გადაადგილებას ელექტრულ სიგნალად. არსებობს ცალმხრივი და ორმხრივი კონტაქტური გადამწოდებები ნახ.2



ნახ. 2. კონტაქტური გადამწოდების სქემები

ა-ცალმხრივი; ბ-ორმხრივი.

კონტაქტური გადამწოდების უგრძობლობა დამოკიდებულია დელტა ღრეზოს სიდიდეზე.

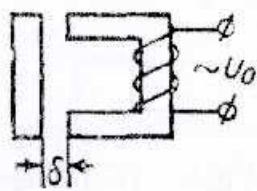
გადამწოდებებს, რომლებიც მუშაობენ ომური წინაღობის ცვლილების პრინციპზე მიეკუთვნებათ პოტენციომეტრული, კუთხოვანი და ტენზომეტრული გადამწოდებები.

პოტენციომეტრული ანუ რეოსტატული გადამწოდებები- გარდაქმნიან კუთხურ ან წრფივ გადაადგილებას ელექტრულ ძაბვაში (ნახ. 3). შემაგალ და გამავალ სიგნალებს შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

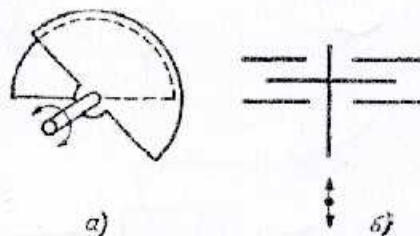
$$U_g = \frac{a}{a_{max}} U_{\phi}$$

სადაც: a - პოტენციომეტრის კონტაქტორის გადანაცვლება;

a_{max} -პოტენციომეტრის მუშა ნაწილის სრული სიგრძე.



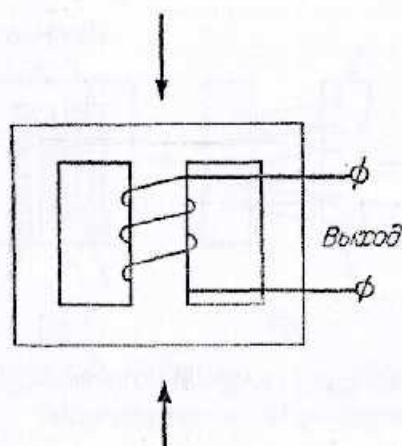
ნახ. 5. ინდუქციური გადამწოდები



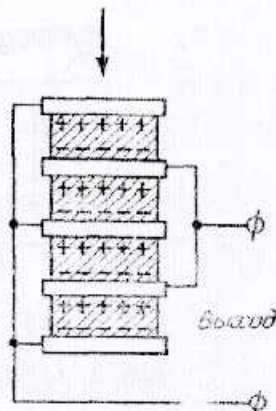
ნახ. 6 ტევადური გადამწოდები

ტევადური გადამწოდები წარმოადგენს კონდენსატორს, რომლის ტევალობა დამოკიდებულია ფირფიტების ფართობზე, მათ შორის მანძილზე და ფირფიტებს შორის არსებული გარემოს დიელექტრიკულ შლწწევალობაზე. ნახ. 6ა-ზე გამოსახულია გადამწოდები ცვლადი ფართობით, ხოლო ნახ. 6 ბ-ზე ფირფიტებს შორის ცვლადი მანძილით.

მაგნიტური გადამწოდებები- შედგება მაგნიტგამტარისაგან, რომელზედაც დამაგრებულია ინდუქციური კოჭა. (ნახ. 7). მაგნიტგამტარის შეკუმშვისას იცვლება მისი მაგნიტური შელწწევალობა, რაც იწვევს ცვლადი დენის წრედში ჩართული კოჭას სრულ ელექტრული წინაღობის ცვლილებას.



ნახ. 7 მაგნიტური გადამწოდები



ნახ. 8. პიეზოელექტრული გადამწოდები.

პიეზოელექტრულ გადამწოდებში (ნახ. 8) გამოყენებულია ზოგიერთი კრისტალის კიდებზე მუხტის წარმოქმნის ეფექტი მათი მექანიკური დეფორმაციის შედეგად. მგრძობიარობის გაზრდის მიზნით გადამწოდებს უმატებენ ფირფიტებს.

ბრუნთა სიხშირის გასაზომად ფართოდაა გამოყენებული მუდმივი და ცვლადი დენის ტახომეტრული გენერატორები. გენერატორის კოლექტორზე წარმოქმნილი ძაბვა პროპორციულია როტორის ბრუნთა სიხშირისა.

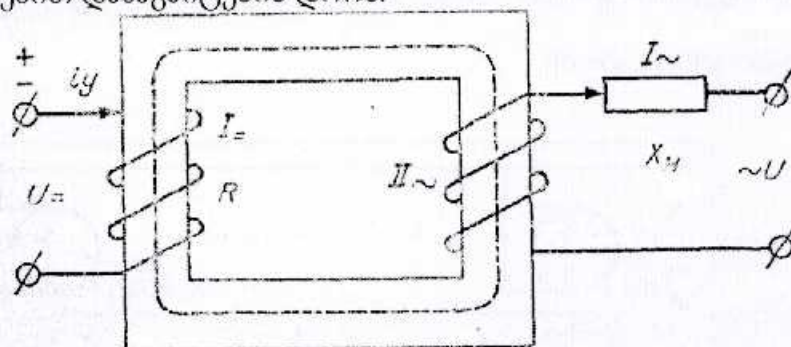
ლილვის კუთხური გადაადგილების მნიშვნელობის შორ მანძილზე გადატანისთვის გამოიყენება კუთხური გადაადგილების გადამწოდები ანუ სელსინი, რომელიც კონსტრუქციულად წარმოადგენს ელექტრულ მანქანას. სელსინის როტორზე

$$k_p = \frac{P_2}{P_1} \quad (3)$$

სადაც P_1 , P_2 — მაძლიერებლის შემავალი და გამავალი სიმძლავრეებია ნომინალურ რეჟიმში მუშაობის დროს.

ავტომატური რეგულირების სისტემაში გამოიყენება ელექტრული, ჰიდრავლიკური, პნევმატიკური და კომბინირებული მაძლიერებლები. მუშაობის პრინციპის მიხედვით ელექტრულ მაძლიერებლებში შედის მაგნიტური, ელექტრონული და ელექტრომანქანური მაძლიერებლები.

მაგნიტური მაძლიერებლების (ნახ.10) მოქმედების პრინციპი დამყარებულია რკინის გულარიანი დროსელის ინდუქციურობის შეცვლაზე მისი მუდმივი დენით დამაგნიტების დროს.



ნახ. 10. მაგნიტური მაძლიერებლის პრინციპული სქემა.

მაგნიტური მაძლიერებელი შედგება რკინის გულარასაგან რომელზედაც დახვეულია ორი ხვია. მმართველ ხვიაში I მიეწოდება დამაგნიტების მუდმივი დენი, ხოლო ხვია II მიმდევრობით არის ჩართული ცვლადი დენის წრედში. ცვლადი დენის წრედის სრული წინაღობა წარმოადგენს ომურ R და ინდუქტიურ L წინაღობათა ჯამს. დამაგნიტების მუდმივი დენის ცვლილების ხარჯზე, რომელიც გაედინება მმართველი ხვიის I გავლით, შეიძლება ინდუქტიური წინაღობისა და შესაბამისად ცვლადი დენის სიდიდის ცვლა დიდ დიაპაზონში. აღნიშნული სქემის მაგნიტური მაძლიერებელი უვარგისია პრაქტიკული გამოყენებისათვის, რადგან დატვირთვის წრედში შეიმჩნევა უქმი სვლის დენები მმართველი სიგნალის არ არსებობის დროს და ცვლადი დენის მაღალი ძაბვა მუდმივი დენის ხვიაში.

მაღალი ძაბვის ცვლადი დენის განდევნის მიზნით, მმართველ ხვიაში იყენებენ ორდროსელიან მაგნიტურ მაძლიერებელს (ნახ.11). მისი უპირატესობაა; მაღალი საიმედოობა, მარტივი კონსტრუქცია და მაღალი მ.ქ.კ. უარყოფითად შეიძლება ჩაითვალოს ინერციულობა.

თუ მართვის ხვიაზე მოვდებთ მცირე სიმძლავრეს და შევქმნით მაგნიტურ ნაკადს, მაშინ ლუზის ბრუნვის დროს მის გამტარებში წარმოიქმნება ე.მ.ძ. მაგრამ იმის გამო, რომ ლუზის ხვიისა და *краткозамкнутой витке* წინაღობა მცირეა, დენი, რომელიც გაედინება *в краткозамкнутом витке*, იქნება საკმაოდ დიდი ძალის, რის შედეგადაც წარმოიქმნება მაგნიტური ნაკადი და მისი ზემოქმედების შედეგად ლუზის გამტარებში გაჩნდება ე.მ.ძ. და წარმოიქმნება ელექტრომანქანური მაძლიერებლის დატვირთვის დენი. დენის მიერ შექმნილი ლუზის გრძივი რეაქცია კომპენსირდება ხვიის მოქმედებით, რის გამოც პირველადი ნაკადი არ იქნება დამოკიდებული დენის მნიშვნელობაზე.

მოცემულ მაძლიერებელში პირველი საფეხური აძლიერებს $P_1 = I_1 U_1$ სიგნალს $P_2 = I_2 E_2$,

სიმძლავრემდე, ხოლო მეორე საფეხური აძლიერებს P_2 სიგნალს $P_{\text{ВЫХ}} = I_{\text{H}} U_{\text{ВЫХ}}$.

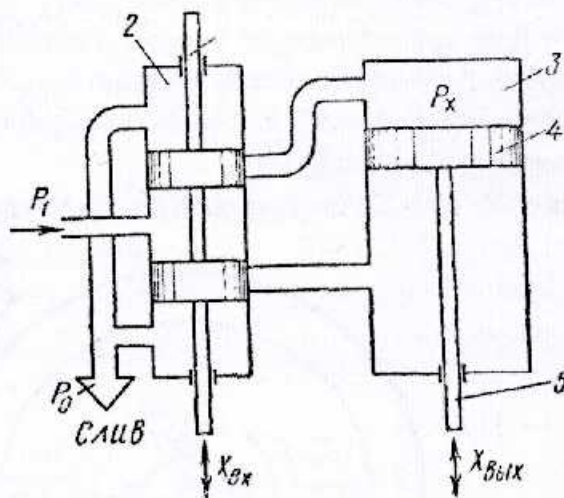
სიმძლავრემდე. ელექტრომანქანურ მაძლიერებლებს აქვთ გამოშავალი სიმძლავრის საკმაოდ დიდი დიაპაზონი.

ჰიდრავლიკური მაძლიერებელი გამოსახულია ნახ.13. იგი შედგება მკვეთარასაგან და

ჰიდრავლიკური სერვოდგუშისაგან. მკვეთარას გადაადგილებისას ზეთი P_1 წნევით

შედის ცილინდრის ზედა ან ქვედა ნაწილში, რაც იწვევს ძალურ ცილინდრში დგუშის

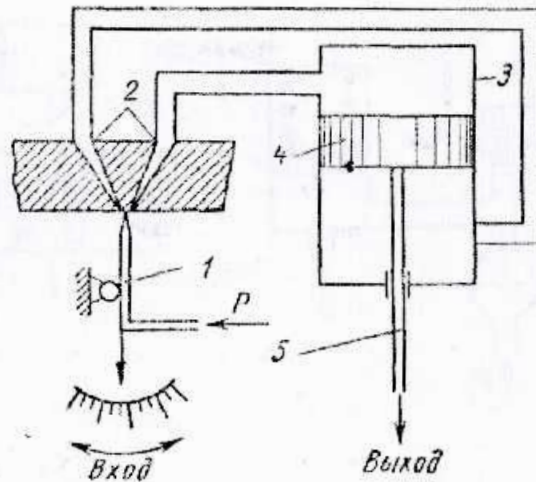
გადაადგილებას. ხოლო საწინააღმდეგო ნაწილიდან ზეთი ჩაედინება კარტერში.



ნახ. 13. ჰიდრავლიკური მაძლიერებელი:

1 - მკვეთარა; 2 - ცილინდრი; 3 - ძალური ცილინდრი; 4 - სერვოდგუში; 5 - ღერო.

ჰაელოური მაძლიერებლების ნახ.14 მოქმედების პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში:



ნახ. 14. ჰავლური მამლიერებელი:
 1 - ჰავლური მილი; 2 - შემავალ არხები;
 3 - ძალური ცილინდრი; 4 - სერვოდგუში; 5 - დგუშის ღერო.

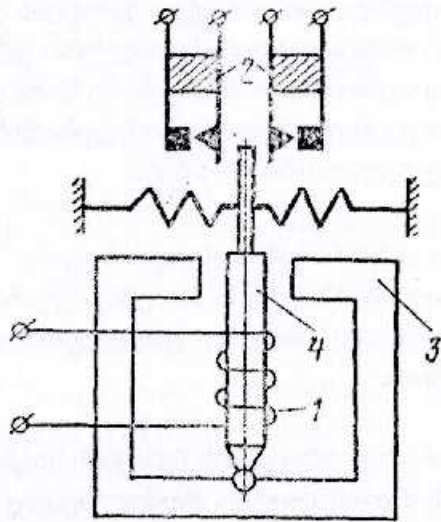
ჰავლური მილიდან სითხე ან ჰაერი წნევით მიეწოდება შემავალ არხებს და ჰავლური მილის გადახრის (მარცხნივ ან მარჯვნივ) შესაბამისად იცვლება წნევა ძალური ცილინდრის არხებში. წნევათა სხვაობის კი იწვევს ძალური დგუშის გადაადგილებას შესაბამისი მიმართულებით.

ცვლადი კვეთის დროსელური მამლიერებლების მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: (ნახ.15)

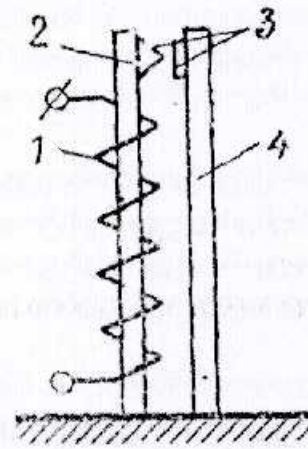
მუშა სხეული (სითხე ან ჰაერი) მუდმივი წნევით დროსელიდან 3 მიეწოდება აძლიერებელს. ზასლონკის მდგომარეობა ანუ დროსელსა და ზასლონკას შორის არსებული ღრეჩო განსაზღვრავს სერვომოტორის ცილინდრში წნევის მნიშვნელობას. სერვომოტორის დგუში იმყოფება წონასწორულ მდგომარეობაში მანამ, სანამ მასზე ზემოდან მოქმედი ზამზარის დაჭიმულობის ძალა, ხოლო ქვემოდან მოქმედი P წნევის ძალა ერთმანეთის ტოლია. თუ დროსელსა და ზასლონკას შორის არსებული ღრეჩო შეიცვლება, მაშინ დაირღვევა ტოლობა ზამზარის ძალასა და P წნევის ძალას შორის, რაც გამოიწვევს ძალოვანი დგუშის გადაადგილებას.

ძალადი გამლიერების კოეფიციენტის მისაღებად გამოიყენება ორკასკადიანი მამლიერებელი ნახ.16

ელექტრომაგნიტური ნეიტრალური რელე ერთნაირად რეაგირებს განურჩევლად დენის პოლარობისა. კოჭაში დენის გავლისას ღუზა ეკვრის გულარას და შეკრავს მარჯვენა კონტაქტებს, ხოლო დენის გამორთვის შემთხვევაში ზამბარა გადაადგებს ღუზას რის შედეგად გაიხსნება მარჯვენა კონტაქტები და შეიკრება მარცხენა. სამპოზიციანი პოლარიზებული რელე ნახ.18 მუშაობს შემდეგნაირად:



ნახ. 18. პოლარიზებული რელე:
1 - კოჭა; 2 - კონტაქტები; 3 - მაგნიტი; 4-ღუზა



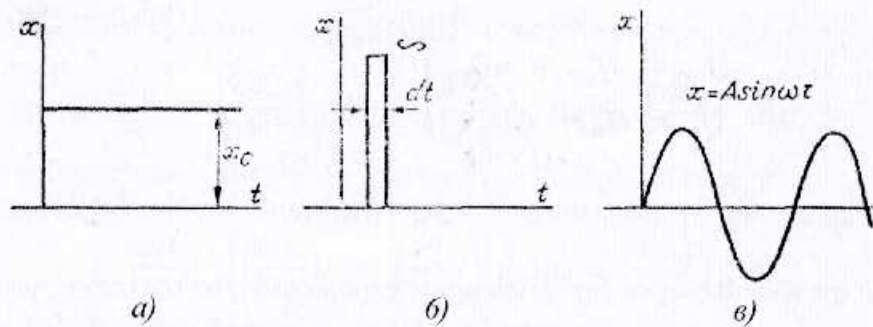
ნახ. 19. ელექტროთერმული რელე
1-ხვია; 2-ბიმეტალური ფირფიტები; 3-ღუზა

როცა წრედი გამორთულია, მაგნიტის პოლუსებს შორის მოთავსებული ღუზა იმყოფება შუაში, კოჭაზე მიწოდებული დენის პოლარობის შესაბამისად ღუზა გადაინაცვლებს მარცხნივ ან მარჯვნივ და შესაბამისად შეკრავს მარცხენა ან მარჯვენა კონტაქტებს.

გარდა ელექტრომაგნიტური რელეებისა, ფართოდ გამოიყენება აგრეთვე ელექტროთერმული რელე (ნახ.19) ხვიაში დიდი ომური წინაღობის დენის გავლისას გამოიყოფა სითბო, რომელიც ახურებს ბიმეტალურ ფირფიტას. ფირფიტა იღუნება და კრავს კონტაქტებს.

1.3 რეგულირების ობიექტები

რეგულირების ობიექტი წარმოადგენს მანქანას, აპარატს, მოწყობილობას ან სისტემას რომელშიც ხდება ერთი ან რამდენიმე სიდიდის რეგულირება. მიუხედავად იმისა, რომ რეგულირების ობიექტები თავისი აგებულებითა და მოქმედების პრინციპით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მათი სტატიკური და დინამიკური თავისებურებები და შესაბამისად მათი მოქმედება გარდამავალ პროცესებში შეიძლება აღიწეროს ერთი ტიპური დიფერენციალური განტოლებით, რომელიც იძლევა ფიზიკური კანონის მათემატიკურ გამოსახულებას და განსაზღვრავს ობიექტის მუშაობას.



ნახ. 21. ტიპური შემსწოთებული ზემოქმედება:
a - ბიჯობრივი; *b* - იმპულსური; *c* - ჰარმონიული

რიგ შემთხვევებში, გარდამავალი პროცესების გამოკვლევა ხდება რეგულირების ობიექტზე ბიჯობრივი შემსწოთების მინიჭებით, ასეთი სახის შემსწოთება არის ერთ-ერთი ძლიერი და იძლევა ობიექტის სტატიკური და დინამიკური პროცესების გამოკვლევის საშუალებას.

1.3.1 ობიექტის დინამიკის დიფერენციალური განტოლება

გამოვიყვანოთ ერთტევადიანი ობიექტის გარდამავალი პროცესის დიფერენციალური განტოლება. ობიექტში მიმდინარე ფიზიკური პროცესების შეიძლება აღწერილ იქნას შემდეგი საერთო განტოლებით:

$$L \frac{dq}{dt} = B, \quad (4)$$

სადაც: t — დრო;

L , q ი B — გაერთიანებული სიდიდეები.

q -წარმოადგენს სარეგულირებელ სიდიდეს, B - ახასიათებს ენერგეტიკულ ზემოქმედებას, რომელიც იცვლება მარეგულირებელი პარამეტრის ზემოქმედების შედეგად, ხოლო L სიდიდე ახასიათებს ობიექტის საკუთარ თვისებებს. საერთო ჯამში კი პარამეტრი B ტოლია შემოსული $Q_{\text{შპ}}$ და გასული $Q_{\text{გ}}$ ენერგიების სხვაობისა ანუ .

$B = Q_{\text{შპ}} - Q_{\text{გ}}$. დამყარებულ რეჟიმში კი $B=0$.

დავუშვათ, რომ დროის რომელიმე მონაკვეთში მოხდა შემოსული და გასული ენერგიის მყისიერი ΔQ , სიდიდის მცირე ცვლილება, ანუ

ჩავსვათ გამოსახულება (9) განტოლებაში (6), მივიღებთ;

$$L \frac{d\Delta q}{dt} = \left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial t}\right)_0 \Delta l + \left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial q}\right)_0 \Delta q - \left(\frac{\partial Q_p}{\partial q}\right)_0 \Delta q.$$

გადავიტანოთ განტოლების Δq შემცველი წევრები მარცხენა მხარეს;

$$L \frac{d\Delta q}{dt} + \left[\left(\frac{\partial Q_p}{\partial q}\right)_0 - \left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial q}\right)_0 \right] \Delta q = \left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial t}\right)_0 \Delta l.$$

გავყოთ განტოლების ყველა წევრი კვადრატულ ფრჩხილებში მოქცეულ გამოსახულებაზე, მივიღებთ:

$$\frac{L}{\left(\frac{\partial Q_p}{\partial q}\right)_0 - \left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial q}\right)_0} \frac{d\Delta q}{dt} + \Delta q = \frac{\left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial t}\right)_0}{\left(\frac{\partial Q_p}{\partial q}\right)_0 - \left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial q}\right)_0} \Delta l. \quad (10)$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა:

$$T_0 = \frac{L}{\left(\frac{\partial Q_p}{\partial q}\right)_0 - \left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial q}\right)_0}; \quad (11)$$

$$k_1 = \frac{\left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial t}\right)_0}{\left(\frac{\partial Q_p}{\partial q}\right)_0 - \left(\frac{\partial Q_{np}}{\partial q}\right)_0}; \quad (12)$$

$x = \Delta l$ - მარეგულირებელი ორგანოს კოორდინატას ნაზრდი;

$y = \Delta q$ - სარეგულირებელი პარამეტრის ნაზრდი.

მივიღებთ ერთტევადიანი ობიექტის შემდეგი სახის განტოლებას:

$$T_0 \frac{dy}{dt} + y = k_1 x. \quad (13)$$

T_0 - ეწოდება ობიექტის დროის მუდმივა, ხოლო k_1 - გაძლიერების კოეფიციენტი.

დიფერენციალური განტოლებების ჩაწერის ოპერატორული ფორმა.

თუ დიფერენციალურ განტოლებაში წარმოებულის ნიშანს შევცვლით p ასოთი, ანუ აღვნიშნავთ:

$$\frac{d}{dt} = p; \quad \frac{d^2}{dt^2} = p^2; \quad \frac{d^3}{dt^3} = p^3; \quad \frac{d^n}{dt^n} = p^n, \quad (14)$$

მაშინ წარმოებული შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ როგორც:

$$\frac{dy}{dt} = py; \quad \frac{d^2 y}{dt^2} = p^2 y; \quad \frac{d^3 y}{dt^3} = p^3 y; \quad \frac{d^n y}{dt^n} = p^n y. \quad (15)$$

$$y_b = \text{const}; y_b = 0. \quad (23)$$

ინტეგრირების მუდმივებს $C_1, C_2 \dots C_n$

განსაზღვრავენ საწყისი პირობების გათვალისწინებით, რომლებიც შეიძლება ჩავთვალოთ ნულოვანად ანუ $t = 0$ შემთხვევაში.

$$y_c = 0; \quad \frac{dy}{dt} = 0 \quad \text{და ა.შ.} \quad (24)$$

აღნიშნული მეთოდი გამოვიყენოთ ობიექტის (13) განტოლების ამოსახსნელად.

განტოლების (20) შესაბამისი ხარაკტერისტიკისკოეფიციენტი განტოლებას $T_0 p + 1 = 0$ ექნება მხოლოდ ერთი ფესვი $p = -\frac{1}{T_0}$.

მაშინ:

$$y_c = C e^{-\frac{t}{T_0}}. \quad (25)$$

არაერთგვაროვანი განტოლების კერძო ამონახსნს ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$y_b = B; \quad \frac{dy_b}{dt} = 0;$$

ჩავსვათ მნიშვნელობა y_b და $\frac{dy_b}{dt}$ განტოლებაში (13), მივიღებთ:

$$B = kx_c$$

და შესაბამისად

$$y_c = C e^{-\frac{t}{T_0}} + kx_c.$$

ნულოვანი საწყისი პირობებიდან გამომდინარე, ანუ როცა $t = 0$ $y = 0$, მივიღებთ:

$$0 = C + kx_c \quad \text{ანუ} \quad C = -kx_c.$$

განტოლების (13) ამოხსნის საბოლოო სახე ანუ მისი გარდამავალი ფუნქცია იქნება:

$$y = kx_c \left(1 - e^{-\frac{t}{T_0}} \right). \quad (26)$$

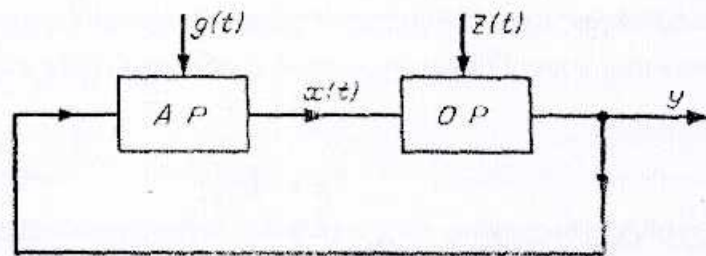
გრაფიკულად გარდამავალ პროცესს, რომელიც შეესაბამება გარდამავალ ფუნქციას (26) ექნება ექსპონენტის სახე რომელიც ნახ.22 არის გამოსახული.

პროპორციულ-ინტეგრალურ-დიფერენციალური, სადაც მარეგულირებელი ზემოქმედება პროპორციულია სარეგულირებელი სიდიდის ცვლილებისა და ცვლილების წარმოებულისა და ინტეგრალისა. პროპორციულ-ინტეგრალურ-დიფერენციალური რეგულატორის დინამიკის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$y = k_1 y + k_2 \int y dt + k_3 \frac{dy}{dt}. \quad (32)$$

1.4.1. რეგულატორისა და ობიექტის ურთიერთქმედება

ვნახოთ, თუ როგორ შეიცვლება გარდამავალი პროცესის ძრითადი მახასიათებლები მაშინ, როცა ადგილი აქვს დადებითი თვითრეგულირების (სამოვირაგნივანიე მქონე ობიექტის ერთობლივ მუშაობას სხვადასხვა ტიპის რეგულატორებთან. როგორც ფუნქციონალური სქემიდან ნახ.23 ჩანს, ობიექტზე მოდებულია ორი ზემოქმედება: გარე შემფოთება $z(t)$ და რეგულატორის მარეგულირებელი ზემოქმედება $x(t)$.



ნახ. 23. ავტომატური რეგულირების სისტემის ფუნქციონალური სქემა.

y — სარეგულირებელი სიდიდე; $z(t)$ — გარე შემფოთება;
 $x(t)$ — მარეგულირებელი ზემოქმედება; $g(t)$ — ძმართველი ზემოქმედება

ობიექტისა და სტატიკური რეგულატორის ერთობლივი მუშაობა.

ავტომატური რეგულირების სისტემის დინამიკა შეიძლება აღწეროთ შემდეგი განტოლებებით:

$$\left. \begin{aligned} (T_0 p + 1)y &= k_x x - k_z z \\ x &= -k_1 y \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

k_x და k_z — საწვავის ტუმბოს რეივისა და დატვირთვის გამლიერების კოეციენტებია;

k_1 и k_2 - რეგულატორის გამლიერების კოეფიციენტები.

ამ განტოლებათა სისტემის ერთობლივი ამოხსნის შედეგად მივიღებთ ავტომატური რეგულირების სისტემის დინამიკის განტოლებას.

$$\left(\frac{T_0}{1+k_1k_x}p + 1\right)y = \frac{k_z}{1+k_1k_x}z. \quad (34)$$

მიღებული განტოლებიდან ჩანს, რომ პროპორციული რეგულატორის მუშაობის შედეგად შემცირდა დროის მუდმივა და შესაბამისად გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა. ასევე შემცირდა გამლიერების კოეფიციენტი და შესაბამისად რეგულირების ცდომილება.

ობიექტისა და ასტატიკური რეგულატორის ერთობლივი მუშაობა.

ავტომატური რეგულირების სისტემის დინამიკა ამ შემთხვევაში შეიძლება აღვწეროთ შემდეგი განტოლებებით:

$$\left. \begin{aligned} (T_0p + 1)y &= k_x x - k_z z \\ px &= -k_1 y \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

ამ განტოლებათა სისტემის ერთობლივი ამოხსნის შედეგად მივიღებთ:

$$(T_0p^2 + p + k_1k_x)y = -k_zpz. \quad (36)$$

რადგანაც სისტემას მიეწოდება ბიჯობრივი (სტუპენჩატოე) შეშფოთება, $z = z_c = \text{const}$, და $pz = 0$, და შესაბამისად $k_zpz = 0$, (მუდმივის წარმოებული) ამიტომ განტოლების მარცხენა მხარეს მივიღეთ მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლებას, ხოლო მარჯვენა მხარე გაუტოლდა 0-ს. შესაბამისად, გარდამავალი პროცესი შეიძლება იყოს რხევითი ან აპერიოდული, მაგრამ რეგულირების ცდომილება იქნება ნულოვანი.

ობიექტისა და იზოდრომული რეგულატორის ერთობლივი მუშაობა.

ავტომატური რეგულირების სისტემის დინამიკა შეიძლება წარმოდგენილი იქნას განტოლებათა შემდეგი სისტემით::

(გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა, რხევა, სტატიკური და დინამიკური ცდომილებები).

ობიექტები, რომლებსაც გააჩნიათ თვითრეგულირების მაღალი ხარისხი, შეიძლება აღჭურვილი იქნან ნებისმიერი ტიპის რეგულატორით. ხოლო იმ შემთხვევაში, როცა გარდამავალი პროცესების მიმართ არ არის განსაკუთრებული მოთხოვნები, შეიძლება გამოყენებული იქნას მარტივი ტიპის პროპორციული და ინტეგრალური რეგულატორები.

მაღალი შეყოვნებისა, (ზაპაზდივანიე) და ამავე დროს შემფოთების ნელი მოქმედების შემთხვევაში გამოიყენება პროპორციულ-ინტეგრალური რეგულატორი, ხოლო მკვეთრი და ხშირი შემფოთების დროს - პროპორციულ-ინტეგრალურ-დიფერენციალური.

უნდა აღინიშნოს, რომ რეგულატორის სწორი შერჩევა ძალიან მნიშვნელოვანია და ამასთანავე საკმაოდ რთული.

რეგულატორის ნასტროიკის დროს არსებობს ორი მიზანი; ავტომატური რეგულირების სისტემის მუშაობის მდგრადობა, რაც გულისხმობს სისტემის უნარს, შემფოთების მიღების შემდეგ დაუბრუნდეს წონასწორულ მდგომარეობას და რეგულირების სათანადო ხარისხი.

რეგულატორის ნასტროიკის პარამეტრებს წამოადგენს გაძლიერების კოეფიციენტი და რეგულირების კანონიდან გამომდინარე დროის სხვადასხვა მუდმივები.

კითხვები თვითშეფასებისთვის

1. როგორ სისტემებს ეწოდება ავტომატური რეგულირების სისტემები ?
2. ავტომატური რეგულირების სისტემების ელემენტები
3. პოტენციომეტრული და ინდუქციური გადამწოდებების დანიშნულება.
4. პიეზოელექტრული გადამწოდებისა და სელსინის მოქმედების პრინციპები.
5. მაგნიტური მაძლიერებლების დანიშნულება და მოქმედების პრინციპი.
6. ობიექტი და სტატიკური რეგულატორი. ავტომატური რეგულირების სისტემის დინამიკა.
7. ობიექტი და იზოდრომული რეგულატორი.

თავი 2

პერდატოჩნიე ფუნქციები და სიხშირული მახასიათებლები

2.1 პერდატოჩნიე ფუნქციები.

გარდა დიფერენციალური განტოლებისა, რგოლის დინამიკური თვისებების აღწერა შესაძლებელია აგრეთვე პერდატოჩნიე ფუნქციებს საშუალებით, რომელიც წარმოადგენს ზემოქმედების ოპერატორული პოლინომის შეფარდებას საკუთარ

$$W(i\omega) = \frac{k(i\omega)}{d(i\omega)} \quad (41)$$

ეს გამოსახულება საერთო სახით შეგვიძლია წარმოვადგინოთ მართკუთხა კოორდინატთა სისტემაში:

$$W(i\omega) = R(\omega) + iQ(\omega), \quad (42)$$

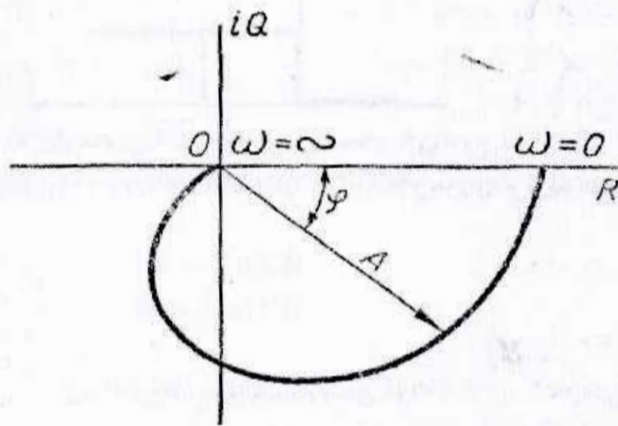
ან პოლარულ სისტემაში მაჩვენებლიანი ფუნქციის სახით:

$$W(i\omega) = A(\omega)e^{i\varphi(\omega)}, \quad (43)$$

სადაც: $A(\omega) = \sqrt{R^2(\omega) + Q^2(\omega)}$ - რხევის ამპლიტუდის განმსაზღვრელი მოდული.

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Q(\omega)}{R(\omega)} \quad \text{-ფაზა.}$$

თუ სიხშირულ ფუნქციას (43) გამოვსახავთ კომპლექსურ სიბრტყეში $R(\omega) + iQ(\omega)$ როგორც ვექტორს, მაშინ ω სიხშირის ცვლილებისას 0- დან ∞ - მდე ვექტორის ბოლო შემოწერს მრუდს, რომელსაც ამპლიტუდურ-ფაზური მახასიათებელი ეწოდება. (ნახ.26).



ნახ.. 26. ამპლიტუდურ-ფაზური მახასიათებელი

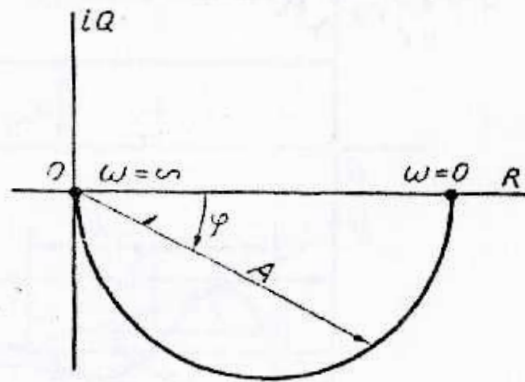
ამპლიტუდურ-ფაზური მახასიათებლები ფართოდ გამოიყენება სისტემების დინამიკური თვისებების გამოსაკვლევადად.

2.3. ტიპური დინამიკური რგოლები.

მიუხედავად იმისა, რომ სხვადასხვა ავტომატური რეგულირების სისტემებში შემაჯავალი დინამიკური რგოლები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან როგორც კონსტრუქციულად, ასევე ფუნქციონალური დანიშნულებით, მათი გაერთიანება მაინც შესაძლებელია მცირე დინამიკურ რგოლში რომელიც გამოირჩევა მსგავსი დინამიკური თვისებებით.

$$W(i\omega) = \frac{k}{1+T_0 i\omega}$$

აპერიოდული რგოლის ამპლიტუდურ ფაზური მახასიათებელი გამოსახულია ნახ.28.



ნახ. 28 პირველი რიგის აპერიოდული რგოლის ამპლიტუდურ ფაზური მახასიათებელი

რხევითი რგოლის დინამიკა აღიწერება შემდეგი განტოლებით:

$$T_2^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T_1 \frac{dy}{dt} + y = kx. \quad (50)$$

ბიკომბრივი შემფოთებისა და ნულოვანი საწყისი პირობების დროს გარდამავალ ფუნქციას ექნება შემდეგი სახე (იხ.ნახ.29):

$$y = kx_c \left[1 - e^{-\frac{t}{T}} \left(\cos \omega t + \frac{1}{T\omega} \sin \omega t \right) \right], \quad (51)$$

სადაც $T = \frac{2T_2^2}{T_1}$ -ექსპონენტას დროის მუდმივა;

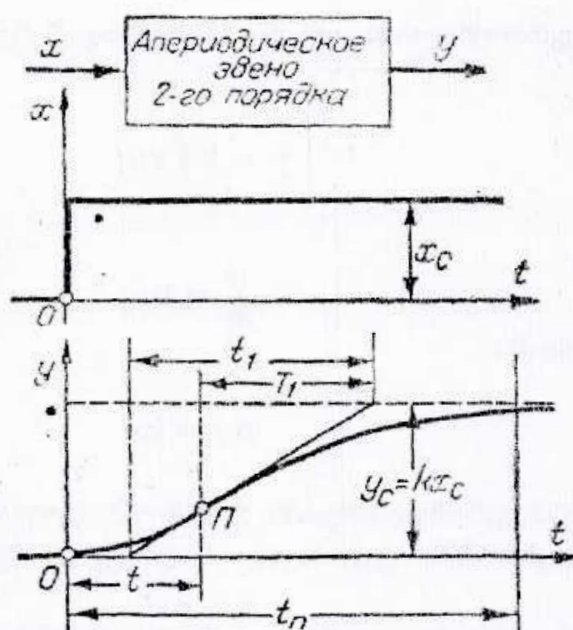
$$\omega = \frac{\sqrt{4T_2^2 - T_1^2}}{2T_2^2}.$$

რხევითი რგოლის პერედატოჩნაია და სიხშირულ ფუნქციებს ექნებათ შემდეგი გამოსახულებები:

$$W(p) = \frac{k}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1}, \quad (52)$$

$$W(i\omega) = \frac{k}{1 + T_1 i\omega - T_2^2 \omega^2}. \quad (53)$$

რხევითი რგოლის ამპლიტუდურ-ფაზური მახასიათებელი გამოსახულია ნახ.28.



ნახ.30. მეორე რიგის აპერიოდული რგოლის გარდამავალი პროცესის გრაფიკი.

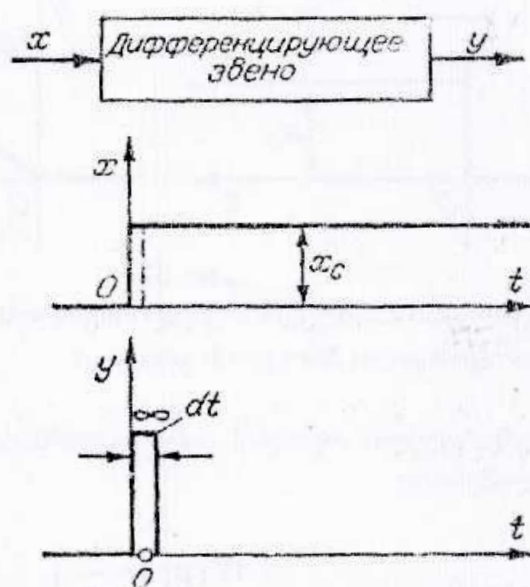


Рис. 31. იდეალური მადიფერენცირებელი რგოლის გარდამავალი პროცესი.

რეალურ სისტემებს ხშირად ახასიათებთ გარკვეული ინერციულობა, ინერციული მადიფერენცირებელი რგოლი აღიწერება შემდეგი სახის განტოლებით:

$$T \frac{dy}{dt} + y = k \frac{dx}{dt} \quad (57)$$

ხშირ შემთხვევებში შემავალი სიგნალის ცვლილების დროს გამოძავალი სიგნალის ცვლილება იწყება არა მყისიერად, არამედ გარკვეული დროის შემდეგ. დროის ამ მონაკვეთს შეყოვნება ეწოდება.

არსებობს ობიექტები სუფთა ანუ ტრანსპორტული შეყოვნებით, რომლის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ლენტური მკვებავი (ნახ.33). შემავალ კოორდინატად თუ ჩავთვლით შიბერის მდგომარეობას მკვებავ ბუნკერზე $I(x)$, და გამოძავალ კოორდინატად ქვიშის რაოდენობას (Q), რომელიც მიეწოდება ბუნკერს, მაშინ გარდამავალი პროცესი აღიწერება შემდეგი განტოლებით:

$$Q(t) = kx(t - \tau_3), \quad (64)$$

სადაც t — არის დრო, ხოლო τ_3 - სუფთა ანუ ტრანსპორტული შეყოვნების დრო.

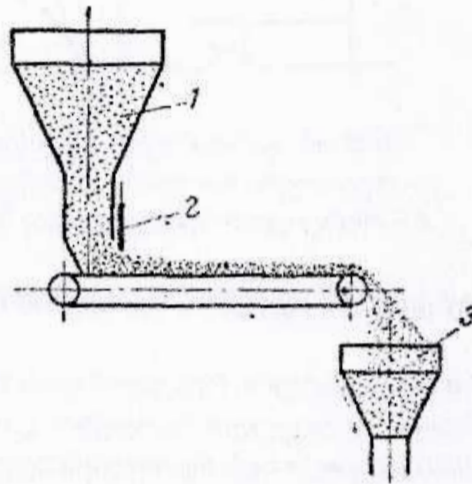


Рис. 33. სუფთაშეყოვნებიანი რგოლი სქემა:

1, 3 - ბუნკერები; 2 - შიბერი.

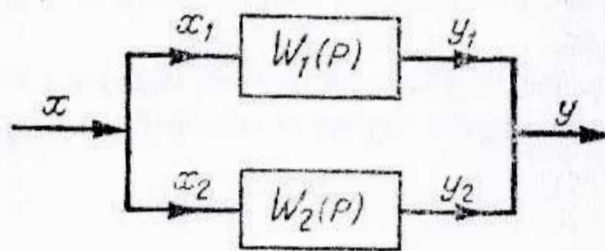
საერთოდ, ნებისმიერი რგოლი შეყოვნებით შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ჩვეულებრივი რგოლი შეყოვნების გარეშე და იდეალური რგოლი სუფთა შეყოვნებით. საერთო შემთხვევაში შეყოვნების მქონე რგოლის პერედატოჩნაია ფუნქციას ექნება შემდეგი სახე:

$$W(p) = W_0(p)e^{-\tau_3 p}, \quad (65)$$

სადაც $W_0(p)$ - შეყოვნების გარეშე რგოლის პერედატოჩნაია ფუნქცია.

შეყოვნების მქონე იდეალური რგოლის და სუფთა შეყოვნების მქონე ინერციული რგოლის გარდამავალი პროცესები ნაჩვენებია ნახ.34.

პარალელური შეერთება. როცა შემავალ და გამავალ კოორდინატებს აქვთ ერთი მიმართულება. ნახ.36

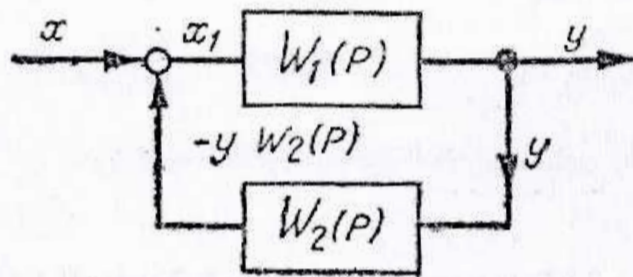


ნახ. 36. რგოლების პარალელური შეერთების სქემა.

პარალელურად შეერთებული რგოლების პერედატოჩნი ფუნქცია ტოლია თითოეული წევრის პერედატოჩნი ფუნქციის ჯამისა:

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p). \quad (67)$$

პარალელური შეერთება როცა შემავალ და გამავალ კოორდინატებს აქვთ საპირისპირო მიმართულება. (რგოლის აჭურვა უკუკავშირით) ნაჩვენებია ნახ.37.



ნახ. 37. რგოლის უკუკავშირით აღჭურვის სქემა.

უკუკავშირის ჩართვის შემთხვევაში შემავალი სიგნალი x ალგებრულად ჯამდება სიგნალთან, რომელიც გაივლის უკუკავშირის რგოლს და უარყოფითი უკუკავშირის შემთხვევაში იგი ტოლია:

$$x_1 = x - yW_2(p).$$

მაშინ პერედატოჩნი ფუნქციას ექნება შემდეგი სახე:

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1+W_1(p)W_2(p)}. \quad (68)$$

რგოლების კომბინირებული შეერთებისას აუცილებელია კონტური დაიყოს ცალკეულ ნაწილებად რომლებშიც ნათლად იქნება ნაჩვენები მიმდევრობითი და პარალელური შეერთებები, შედგეს პერედატოჩნი ფუნქციები ჯერ ამ ნაწილებისთვის, ხოლო შემდეგ

ობიექტი —

$$(T_1 p + 1)y = k_1[f(t) - x_2];$$

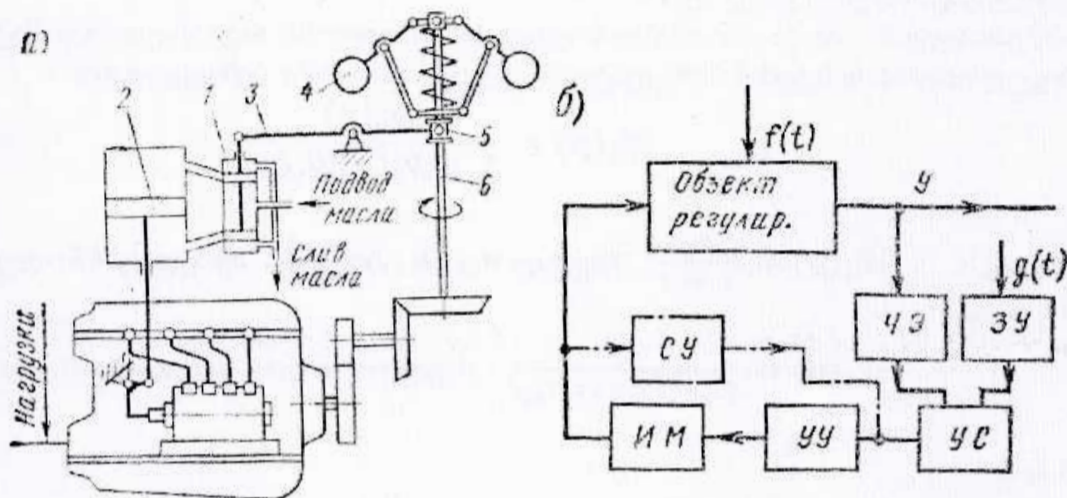
მგრძნობიარე ელემენტი —

$$(T_3 p^2 + T_2 p + 1)x_1 = k_2 y; \quad (70)$$

სერვომოტორი —

$$T_4 p x_2 = x_1,$$

სადაც y — სარეგულირებელი სიდიდე;
 x_2 — საწვავის მარეგულირებელი
 ორგანოს მდგომარეობა.



ნახ. 39. დიზელ-გენერატორის ბრუნთა სიხშირის ავტომატური რეგულირების სისტემა:

a — პრიციპული; b — ფუნქციონალური;

1 — მკვეთარა; 2 — სერვომოტორის დგუმი; 3 — რუყარ; 4 — ტვირთები;

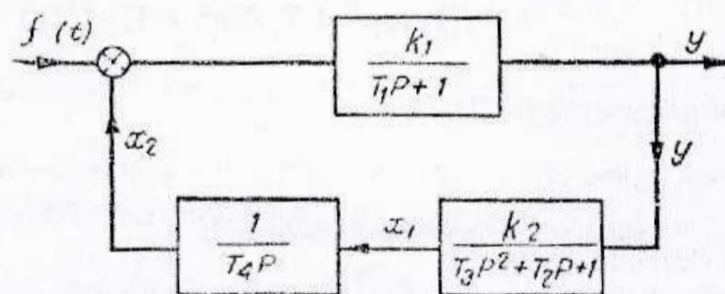
5 — მუფთა; 6 — რეგულატორის ლიღვი;

СУ — მაკორექტირებელი მოწყობილობა; УЗ — მგრძნობიარე ელემენტი;

ЗУ — დამკვეთი მოწყობილობა; УС — შემადარებელი მოწყობილობა;

УУ — მამლიერებელი; ИМ — სემსრულებელი მექანიზმი;

$f(t)$ — შემამფოთებელი ზემოქმედება; $g(t)$ — მმართველი ზემოქმედება.



2. რას წარმოადგენს მყისი იმპულსი?
3. ჩაკეტილი სისტემის დინამიკის განტოლება.

თავი 3

ავტომატური რეგულირების სისტემების მდგრადობა და ხარისხი.

3.1. მდგრადობის განსაზღვრა.

ავტომატური რეგულირების სისტემის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს სათანადო დონეზე შეინარჩუნოს სარეგულირებელი სიდიდის მოცემული მნიშვნელობა სისტემაზე გარე შემფოთების ზემოქმედების დროს. ამიტომ, ავტომატური რეგულირების სისტემა არის მდგრადი მაშინ, როცა წონასწორობიდან გამოსვლის შემთხვევაში გარკვეული დროის შემდეგ უბრუნდება თავის წონასწორულ მდგომარეობას.

სისტემის მდგრადობას განსაზღვრავს თავისუფალი მოძრაობის ხასიათი, რომელიც ერთგვაროვანი დიფერენციალური განტოლებით (მარჯვენა ნაწილის გარეშე). ამიტომ სისტემის დინამიკის განტოლების მარჯვენა ნაწილის ფორმა გავლენას არ ახდენს მდგრადობაზე.

ზოგადად სისტემის თავისუფალი მოძრაობა ერთგვაროვან დიფერენციალურ განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_n y = 0, \quad (72)$$

სადაც: y - სარეგულირებელი სიდიდეა, ხოლო a_0, a_1, \dots, a_n - მუდმივი კოეფიციენტები, რომელთა მნიშვნელობებს განისაზღვრავს პარამეტრის სისტემები.

განსაზღვრის თანახმად, სისტემა იქნება მდგრადი მაშინ, როცა

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y \rightarrow 0 \quad (73)$$

განტოლების (72) ამონახსნი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი ფორმით:

$$y = \sum_{i=1}^n C_i e^{p_i t}, \quad (74)$$

სადაც: C_i - ინტეგრირების მუდმივაა, ხოლო p_i - ხარაკტერისტიკული განტოლების (75) ფესვები, რომლებიც შეესაბამება დიფერენციალურ განტოლებას (72):

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0. \quad (75)$$

ამრიგად, მდგრადობის გამოკვლევა საბოლოო ჯამში დადის ხარაკტერისტიკული განტოლების ფესვთა ვეშესტვენნიე ჩასტის ნიშნების დადგენაზე.

3.2. გურვიცის მდგრადობის კრიტერიუმი

ვთქვათ სისტემის ხარაკტერისტიკულ განტოლებას აქვს სახე:

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0. \quad (76)$$

მაშინ გურვიცის მიხედვით, იმისათვის, რომ ავტომატუტი რეგულირების სისტემა იყოს მდგრადი, აუცილებელი და საკმარისია რომ გურვიცის განმსაზღვრელი, რომელიც შედგება ხარაკტერისტიკულ განტოლების (76) კოეფიციენტებისაგან და ამ განმსაზღვრელის ყველა დიაგონალური მინორი იყოს დადებითი. ამასთანავე დადებითი უნდა იყოს აგრეთვე a_0 .

გურვიცის განმსაზღვრელის აუცილებელია ვიხელმძღვანელოთ შემდეგით:

1. მთავარ დიაგონალზე შეჰყავთ განტოლების (76) ყველა კოეფიციენტი a_1 და a_n - მდე ინდექსთა ზრდის მიხედვით.
2. განმსაზღვრელის ყველა სვეტს დიაგონალის ზემოთ ამატებენ კოეფიციენტებს ზრდადი ინდექსებით, ხოლო დიაგონალის ქვემოთ - კლებადი ინდექსებით.
3. იმ კოეფიციენტების ადგილას, რომელთა ინდექსები მეტია n -ზე და ნაკლებია 0-ზე სვამენ ნულს.

განტოლებისათვის (76) გურვიცის განმსაზღვრელს ექნება სახე:

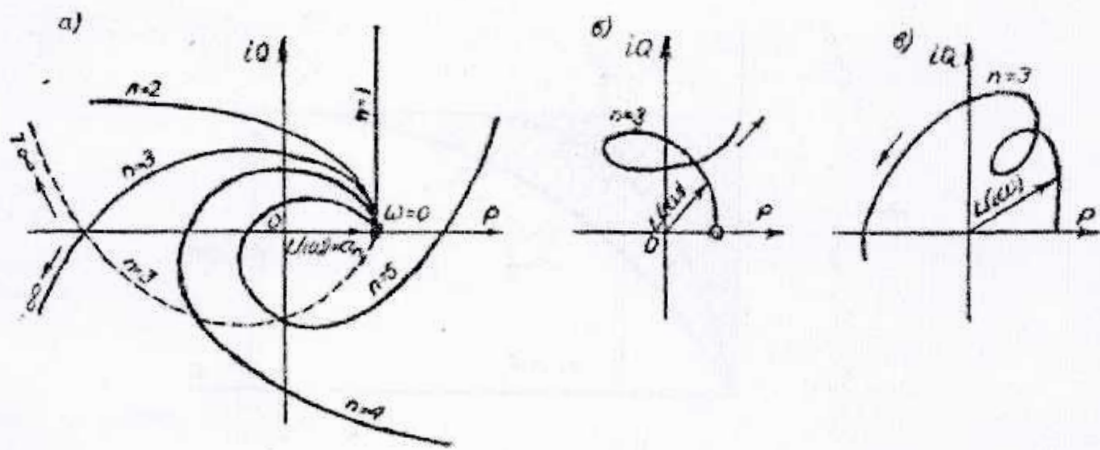
(77)

$$\Delta n = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & \dots & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & a_n \end{vmatrix}.$$

მე-3-ე რიგის განტოლებისათვის გურვიცის მდგრადობის პირობა იქნება:

$$a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0. \quad (78)$$

3.3. მიხაილოვის მდგრადობის კრიტერიუმი



ნახ. 42. მიხაილოვის ჰოდოგრაფები:
 a — მდგრადი სისტემები; b, c — არამდგრადი სისტემები.

3.4. რეგულირების ხარისხი

რეგულირების პროცესის ხარისხს განსაზღვრავენ შემდეგი მაჩვენებლები:

- სტატიკური ცდომილება-რეგულირებადი სიდიდის გადახრა მოცემული მნიშვნელობიდან დამყარებულ რეჟიმში, ანუ გარდამავალი პროცესის დასრულების დროს.
- დინამიკური ცდომილება- რომელშიც იგულისხმება გარდამავალი პროცესის მსვლელობაში რეგულირებადი სიდიდის მაქსიმალური გადახრა დამყარებულ რეჟიმის მნიშვნელობიდან.
- სისტემის სწრაფმოქმედება(ბისტროდესტვიე) - რომელშიც იგულისხმება გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა.
- პროცესის რხევითობა- ორი ან მეტი გადარეგულირების (პერერეგულიროვანიე) პროცესი ითვლება რხევითად.

a)

კითხვები თვითშეფასებისთვის.

1. რა არის აუცილებელი იმისათვის, რომ შევადგინოთ გურვიცის განმსაზღვრელი?
2. მდგრადობის რა პირობებია ჩაკეტილი სისტემისათვის მიხაილოვის მიხედვით?
3. რა მაჩვენებლები ახასიათებენ რეგულირების პროცესის ხარისხს?

ნაწილი II

გემის ენერგეტიკული დანადგარების ავტომატიზაცია

თავი 4

გემის საქვაბე დანადგარების ავტომატიზაცია

4.1. ავტომატიკის საერთო საკითხები

როგორც ცნობილია, მექანიზმის, აგრეგატის, სისტემების და ა.შ. მუშაობის პროცესი რომელიც დაკავშირებულია ენერჯის ან მუშა სხეულის გარდაქმნასთან, ხასიათდებიან გარკვეული რაოდენობის სიდიდეებითა და პარამეტრებით, რომლებიც ექსპლუატაციის პროცესში ან უნდა შენარჩუნდეს მუდმივად, ან შეიცვალოს რომელიმე კანონის შესაბამისად ანუ დარეგულირდეს.

მექანიზმს, აგრეგატს ან სისტემას, რომელშიაც ერთი ან რამდენიმე ფიზიკური სიდიდე რეგულირდება ავტომატურად, რეგულირების ობიექტი ეწოდება.

$$\varphi_k = \frac{\Delta p_k}{p_{k \max}} \quad - \quad \text{ორთქლის წნევის ფარდობითი ნაზრდი};$$

$$\lambda = \frac{\Delta L}{L_{\max}} \quad - \quad \text{ტურბინის მანევრირებელი სარქველის ფარდობითი გადანაცვლება (გარე შეშფოთება).}$$

ამ განტოლებაში (84) φ_k — რეგულირებადი სიდიდეა, μ_b — მარეგულირებელი ზემოქმედება. წევრები, რომლებიც შეიცავენ φ_k , λ და მათ წარმოებულებს დროში, წარმოადგენენ გარე შეშფოთებას. ორთქლის ქვაბის წყლის აკუმულატორის დინამიკის აღწერა შეიძლება შემდეგი სახის დიფერენციალური განტოლებით:

$$W(p) = \frac{1}{T_1 p (T_2^1 p + 1)} \quad (85)$$

სადაც: $T_2^1 = \frac{T_2^2}{T_1}$.

გამოსახულება (85) შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ორი *передаточных* ფუნქციის ნამრავლი. რაც შეესაბამება ორი, ინტეგრირებადი $\frac{1}{T_1 p}$ და აპერიოდული

$\frac{1}{T_2^1 p + 1}$ რგოლის მიმდევრობით ჩართვას და ნიშნავს იმას, რომ წყლის აკუმულატორს არ გააჩნია თვითრეგულირება.

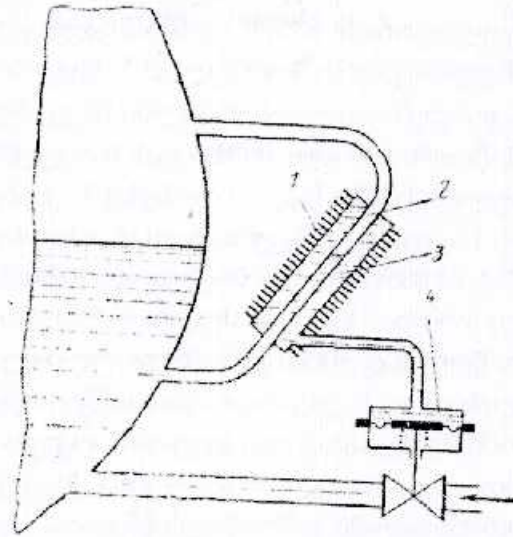
გამოყენებულ იმპულსთა რაოდენობის მიხედვით წყლის დონის ავტომატური რეგულირების სისტემა იყოფა როგორც ერთიმპულსიანი, მრავალიმპულსიანი და გაერთიანებული. მათ შორის კონსტრუქციულად ყველაზე მარტივია ერთიმპულსიანი ავტომარული რეგულირების სისტემა.

4.3.1. წყლის დონის ერთიმპულსიანი ავტომატური რეგულირების სისტემა თერმოჰიდრავლიკური რეგულატორით.

თერმოჰიდრავლიკური რეგულატორის (ნახ.44) მგრძნობიარე ელემენტს წარმოადგენს თერმოგენერატორი, რომელიც შედგება მილისაგან 2, რომელიც გარშემორტყმულია *определённым кожухом* 1. თერმოგენერატორის შიგა სივრცე ანუ მილი 2 აერთებს ქვაბის ორთქლისა და წყლის სივრცეებს. ხოლო თერმოგენერატორის გარე მილი 3 შეერთებულია მემბრანულ მოწყობილობასთან 4 და ქმნის კონდენსატით შევსებულ ჩაკეტულ სივრცეს. სითბოს რაოდენობა, რომელიც შიგა სივრციდან 2 მიეწოდება კონდენსატს გარე სივრცეში 3 განისაზღვრება ქვაბში წყლის რაოდენობით. ეს აიხსნება იმით, რომ სითბოს გადაცემის კოეფიციენტები ორთქლიდან წყალზე და წყალიდან წყალზე მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

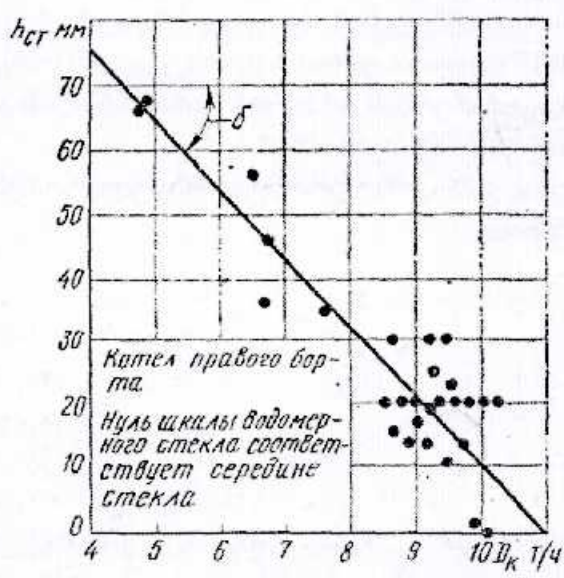
წყლის დონის დაკლების შემთხვევაში მილში 2 წყლის ადგილს იკავებს ორთქლი და იწვევს სივრცეში 3 კონდენსატის ტემპერატურის ზრდას, შესაბამისად იზრდება წნევა

რომლის შედეგად მეშვრანა ჩაიზნიქება და მარეგულირებელ ორგანოს გადაანაცვლებს მკვებავი წყლის მომატების მხარეს. დონის მომატების შემთხვევაში კი ადგილი ექნება მოქმედებას საწინააღმდეგო მიმართულებით

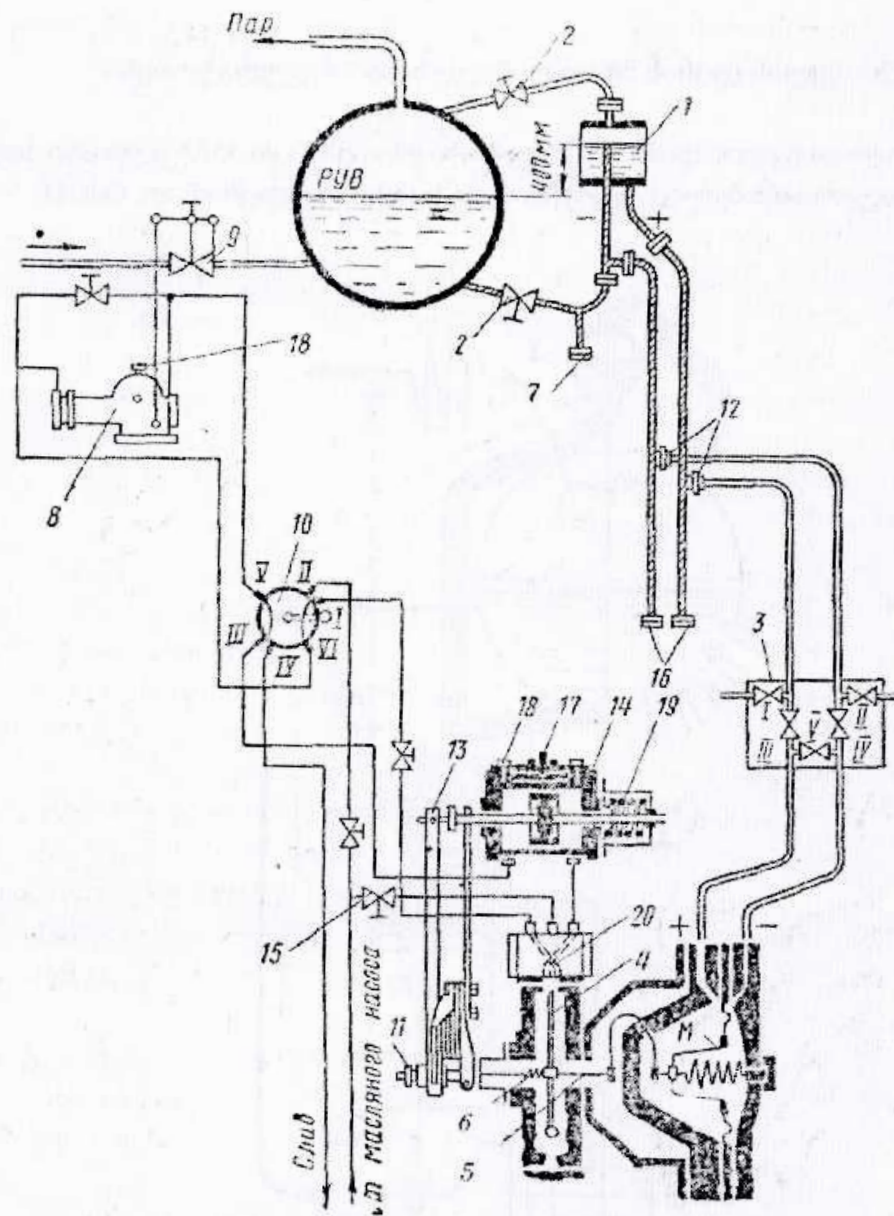


ნახ. 44. თერმოჰიდრავლიკური რეგულატორის პრინციპული სქემა.

აღნიშნული რეგულატორის უპირატესობას წარმოადგენს მარტივი კონსტრუქცია და ის, რომ მგრძობიარე ელემენტი არ შედგება მოძრავი დეტალებისაგან. უარყოფითად შეიძლება ჩაითვალოს მაღალი ინერციულობა და საკმაოდ დიდი სტატიკური ცდომილება. ნახ.45 მოყვანილია ორთქლის ქვაბში წყლის დონის დამოკიდებულება ორთქლწარმადობაზე. როგორც გრაფიკიდან ჩანს, ორთქლწარმადობის 50% ცვლილების შემთხვევაში წყლის დონის უთანაბრობა შეადგენს 50-60 მმ.



ნახ. 45. წყლის დონის დამოკიდებულება ქვაბის დატვირთვაზე.



ნახ. 46. წყლის დონის ერთიმპულსიანი ავტომატური რეგულირების სისტემა იზოდრომული რეგულატორით.

დისტანციური არაავტომატური რეგულირებისათვის, მიღზე, რომელიც სერვომოტორს აწვდის მუშა სითხეს, დაყენებულია სარქველი 10. სარქველთა კოლოფი 3 ემსახურება მემბრანული მოწყობილობის გამორთვისა და მილგაყვანილობის განქრევას. სარქველი 18 უზრუნველყოფს სისტემიდან ჰაერის გამოდევნას.

ქვაბში წყლის დონის მოცემულ მნიშვნელობაზე დაყენება ხდება რიჩაგზე 11 არსებული მარეგულირებელი ჰანჭიკის მიერ ზამბარის 6 დაჭიმულობის ცვლით. რიჩაგზე 13 ნასტროეჩნი მოწყობილობა შესაძლებელს ხდის რეგულატორის უთანაბრობის ხარისხის რეგულირებას.

დონის ნორმალური მნიშვნელობის დროს მემბრანული მოწყობილობა იმყოფება წონასწორულ მდგომარეობაში.

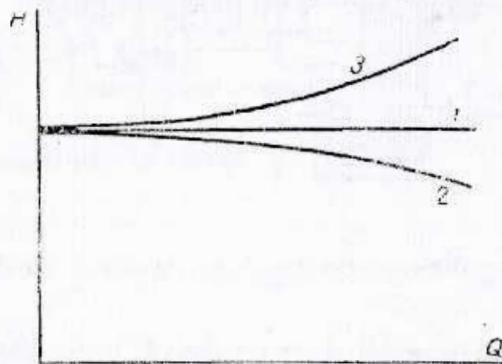
ორთქლის ხარჯის ცვლილებასთან ერთად იცვლება ქვაბის დოლსა და ორთქლის მილში არსებული წნევათა სხვაობა. რის შედეგადაც ქვაბის დოლში წყლის დონის ცვლილებამდე მემბრანაში წონასწორობა დაირღვევა, მემბრანა ჩაიზნეება და რიჩაგების მეშვეობით გადაანაცვლებს მაძლიერებელი მოწყობილობის 2 ჰავლურ მილს, შესაბამისად სერვომოტორის 1 ერთ-ერთ პოლოსტში წნევა აიწევს, სერვომოტორის დგუმს გადინაცვლებს და მარეგულირებელ ორგანოს გადაწევს ქვაბის დოლში წყლის მიწოდების ან მომატებისკენ, ან მოკლებისაკენ.

მარეგულირებელი ორგანოს გადაწვევითანავე მაძლიერებლის ჰავლური მილი, რომელიც მარეგულირებელ ორგანოსთან დაკავშირებულია ხისტი უკუკავშირის რიჩაგებით, დაუბრუნდება საწყის მდგომარეობას.

აღნიშნული სქემიდან თუ ამოვადგებთ ზედა მემბრანას, რომელზეც მოქმედებს ორთქლის წნევა და ხისტ უკუკავშირს შევცვლით იზოდრომულით, მივიღებთ ერთიმპულსიანი იზოდრომული რეგულატორის სქემას რომელიც გამოსახულია ნახ.46-ზე.

ამერიკულ პრაქტიკაში გამოიყენებას ნახულობენ სითხის დონის უფრო მეტად რთული, სამიმპულსიანი რეგულატორები "COPEs", რომელიც ზომავს და ერთმანეთში ათანხმებს სამ სიდიდეს: წყლის დონეს, ორთქლის ხარჯსა და ქვაბში შესული წყლის რაოდენობას. მაგრამ ასეთი ტიპის რეგულატორებმა ფართო გამოყენება ვერ ჰპოვეს იმის გამო, რომ რთული მრავალიმპულსიანი ავტომატური რეგულირების სისტემების გამოყენება საზღვაო გემებზე, ტექნიკური თვალსაზრისით არ არის გამართლებული.

ამრიგად, დონის ავტომატური რეგულირების სისტემების არსებული საშუალებებით შესაძლებლობას იძლევიან მივიღოთ დამყარებულ რეჟიმში ქვაბში წყლის დონესა და ქვაბის დატვირთვას შორის სტატიკური, ასტატიკური და ჰიპერსტატიკური დამოკიდებულებები. ანუ, უზრუნველყოფენ წყლის დონის გარკვეული მნიშვნელობით კლებას დატვირთვის შემცირების შემთხვევაში და დონის მომატებას ქვაბის დატვირთვის გაზრდის დროს. (ნახ.48)



ნახ. 48. წყლის დონის დამოკიდებულება ქვაბის დატვირთვაზე დამყარებულ რეჟიმში:

1 — ასტატიკური რეგულატორით; 2 — სტატიკური; 3-- ჰიპერსტატიკური.

მარტივი ერთიმპულსიანი რეგულატორების გამოყენების შემთხვევაში რეგულირება ხორციელდება შეცდომით, ამიტომ აღნიშნული ტიპის რეგულატორების გამოყენება შესაძლებელია შედარებით მაღალი წყლის შემცველ ქვაბებში.

მოწყობილობისა 7 და სერვომოტორის 9 საშუალებით ცვლის ორთქლის მარეგულირებელი სარქველის მდგომარეობას, რაც იწვევს ტუმბოს ამძრავ ტურბინაში შემავალი ორთქლის რაოდენობის ცვლას, რის შედეგადაც ტურბინის ბრუნთა სიხშირე და შესაბამისად ტუმბოს წარმადობა იცვლება შესაბამისი მიმართულებით.

4.4. გადახურებული ორთქლის ტემპერატურის რეგულირება.

როგორც ცნობილია, გადახურებული ორთქლის ტემპერატურა დამოკიდებულია ქვების მუშაობის რეჟიმზე და იცვლება ქვების მუშაობის რეჟიმის ცვლილების დროს. ამასთან ერთად ტურბინის ეკონომიური და უსაფრთხო მუშაობისათვის აუცილებელია გადახურებული ორთქლის ტემპერატურის დასაშვები მნიშვნელობის შენარჩუნება.

გადახურებული ორთქლის ტემპერატურის რეგულირება ხდება ერთ-ერთი მოცემული საშუალებით:

1. გადახურებული ორთქლის მთავარ მაგისტრალში კონდენსატის შეშხურებით.
2. გადახურებული ორთქლის ნაწილის გაგრილება ორთქლის გამაგრილებლებში.
3. გადახურებული და ნაჯერი ორთქლის ერთმანეთში შერევით.
4. ორთქლის გამახურებელის მოთავსებით ცალკე საცეცხლურში, რომელშიაც წვის პროცესი რეგულირდება.
5. ორთქლის გამახურებელში გაზების რაოდენობის ცვლით.

ჩამოთვლილი საშუალებები ხასიათდებიან თავიანთი დადებითი და უარყოფითი ხარეებით. განვიხილოთ გადახურებული ორთქლის ტემპერატურის ავტომატური რეგულირების ზოგიერთი სისტემა.

4.4.1. ტემპერატურის რეგულირება კონდენსატის შეშხურებით.

კონსტრუქციული და დინამიკური თვალსაზრისით ყველაზე მარტივს წარმოადგენს ავტომატური რეგულირების სისტემა, რომელიც ორთქლის ტემპერატურას არეგულირებს ორთქლის მთავარ მაგისტრალში კონდენსატის შეშხურების გზით. ნახ.50.

მგრძნობიარე ელემენტს წარმოადგენს ინერტული გაზით გავსებული ამპულა 4. ორთქლის ტემპერატურის გაზრდის შემთხვევაში, ამპულაში გაზრდილი წნევა კაპილარული მილით მოქმედებს სილფონზე 1, რის შედეგადაც ხდება მამლიერებელში 6 ზასლონკის გადახრა, რაც თავისთავად იწვევს სერვომოტორის დგუმის 7 და მასზე მიმაგრებული სარქველის დეროს გადაადგილებას რომელიც ფრქვევანას 5 მეშვეობით დოზირებას უწევს ორთქლის მაგისტრალში კონდენსატის მიწოდებას.

იმის გამო, რომ ზოგიერთ გემებზე უკუსვლის ტურბინის ორთქლის ტემპერატურას წაეყენება დამატებითი შეზღუდვები, ამიტომ ავტომატური რეგულირების სისტემაში გათვალისწინებულია კიდევ ერთი დამატებითი მგრძნობიარე ელემენტი სილფონური კამერით 3, რომელიც უზრუნველყოფს ორთქლის ტემპერატურის კიდევ უფრო დაკლებას უკუსვლის ტურბინაში ორთქლის მიწოდების დროს.

მოცემულ მნიშვნელობას მიწოდებული საწვავის რაოდენობის ცვლილებით, ხოლო მეორე კონტური გაზების შემადგენლობის მიხედვით შეინარჩუნებდა ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის სასურველ მნიშვნელობას საცეცხლურში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობის რეგულირებით.

მაგრამ, იმის გამო, რომ არსებული გაზოანალიზატორები გამირჩევინ სიგნალის მიწოდების მაღალი შეყოვნებით და მნიშვნელოვანი ინერციულობით, ამიტომ ზემოთაღნიშნული რეგულირების სქემა არ არის ქმედითუნარიანი.

აქედან გამომდინარე, გემის საქვაბე დანადგარებში ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის საჭირო მნიშვნელობის შენარჩუნება ხდება ირიბი მეთოდით, რაც გულისხმობს საცეცხლურში მიწოდებული საწვავისა და ჰაერის ოფტიმალურ თანაფარდობას.

აღნიშნულ შემთხვევაში ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტისა და წნევის რეგულირების კონტურები არიან ურთიერთშეკავშირებულები და მათი ურთიერთქმედების მიხედვით არჩევენ კონტურების პარალელურად და მიმდევრობით ჩართვის სქემებს.

კონტურთა მიმდევრობითი კავშირის დროს ერთი კონტური წარმოადგენს ძირითადს ანუ წამყვანს, ხოლო მეორე პროგრამულს ანუ მიმყოლს. აღნიშნული სისტემების ფუნქციონალური სქემები მოცემულია ნახ.52

მოყვანილ სქემებში, ორთქლის წნევის მთავარი რეგულატორი უშუალო კავშირშია ქვაბის ორთქლის აკუმულატორთან. კონტურთა პარალელური ჩართვის სისტემაში მთავარი რეგულატორი ერთდროულ ზემოქმედებას ახდენს საწვავის წნევის რეგულატორსა და ჰაერის წნევის რეგულატორზე. კონტურთა მიმდევრობით ჩართვის დროს მთავარი რეგულატორი ზემოქმედებს ან საწვავის წნევის რეგულატორზე- სქემა „საწვავი-ჰაერი“ ან უშუალოდ ჰაერის რეგულატორზე-სქემა „ჰაერი-საწვავი“.

სქემის „ჰაერი-საწვავი“ მნიშვნელოვან უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ საცეცხლურში ჰაერის მიწოდების შეწყვეტის შემთხვევაში ქვაბის დაცვის საკითხი გადაწყვეტილია თავისთავად.

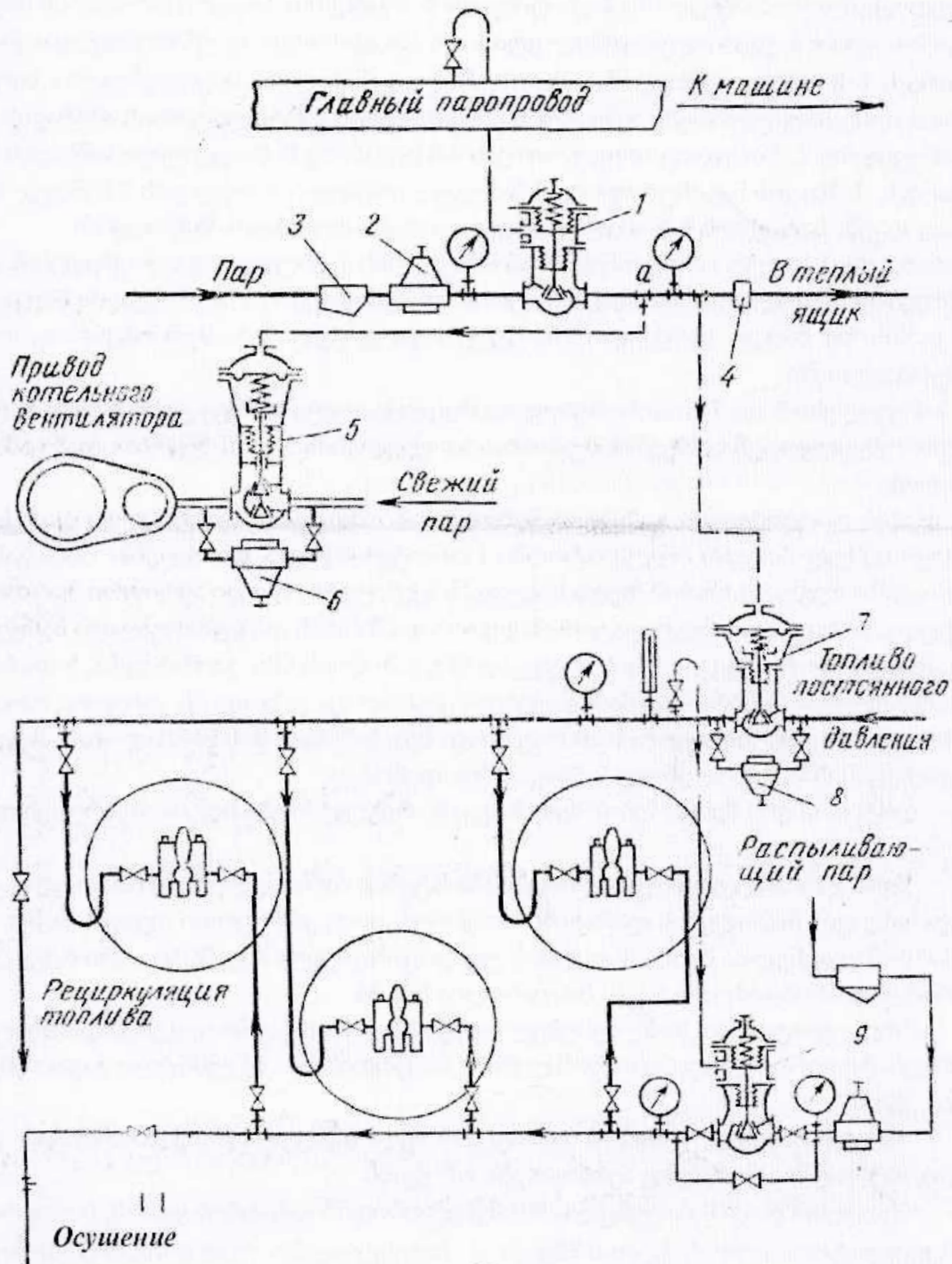
სისტემების სრული დატვირთვით მუშაობის შემთხვევაში სამივე სისტემის ექსპლუატაციური მახასიათებლები პრაქტიკულად ერთნაირია. დატვირთვის მნიშვნელოვნად შეცვლის შემთხვევაში ვლინდება თითოეული სქემის ინდივიდუალური თავისებურებები, რაც აიხსნება ჰაერისა და საწვავის კონტურების განსხვავებული ინერციული თვისებებით.

ამის გამო დატვირთვის მკვეთრი გაზრდისას სქემებში „საწვავი-ჰაერი“ ჰაერის მიწოდების ჩამორჩენა იწვევს გაზების ბოლვას, ხოლო დატვირთვის მოხსნის შემთხვევაში იგივე მიზეზების გამო ბოლვას არ ექნება ადგილი. ხოლო სქემებში „ჰაერი-საწვავი“ დატვირთვის გაზრდას ან შემცირებისას ხდება უკუპროცესი.

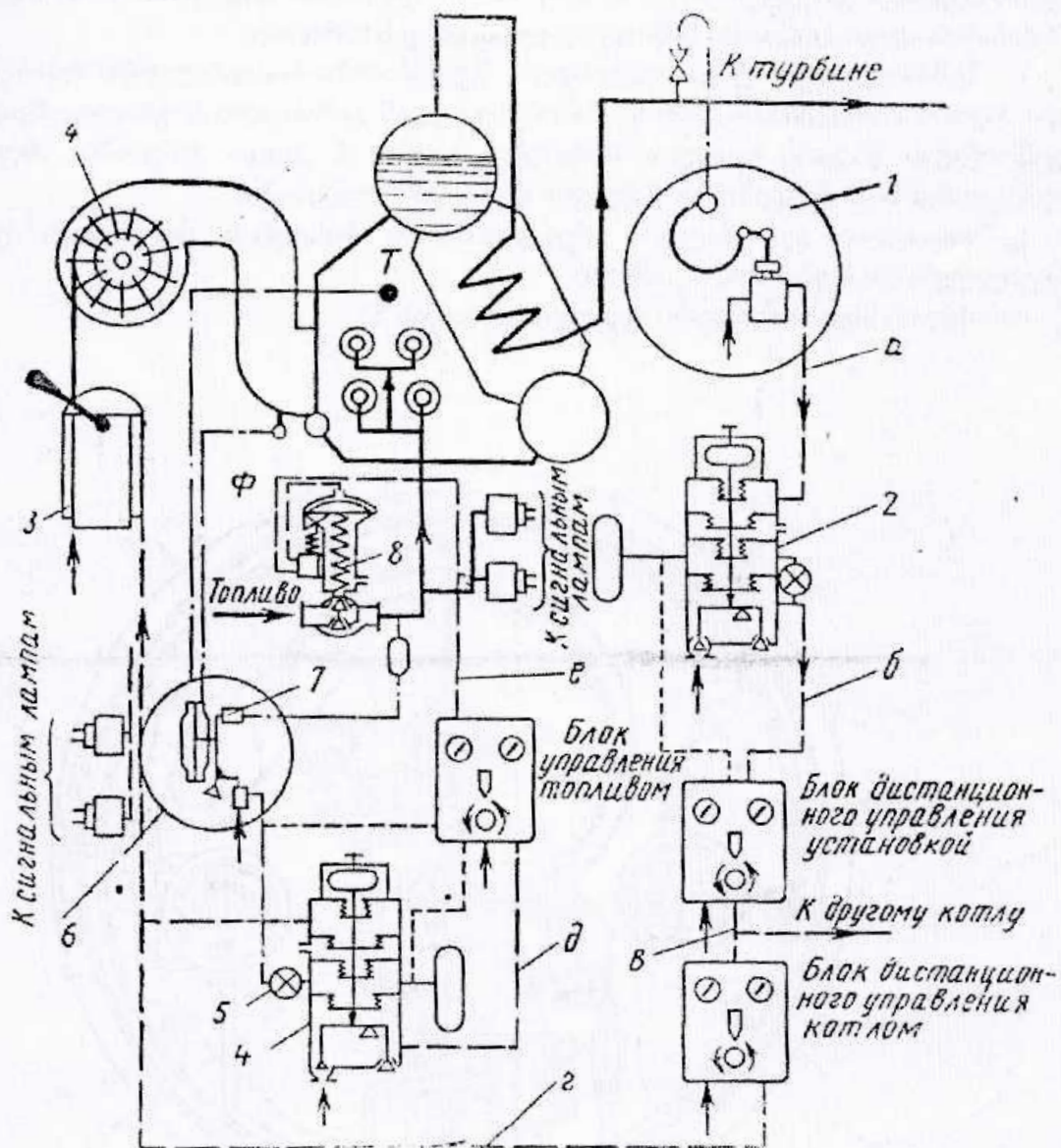
ორთქლის წნევის რეგულირების კონტურის სტრუქტურის თვალსაზრისიდან გამომდინარე, არსებული ავტომატური რეგულირების სისტემები იყოფიან შემდეგ ჯგუფებად:

- სისტემები, რომლებიც მუშაობენ სტატიკური ცდომილებით. რომლებშიაც როგორც წესი, სრულ დატვირთვას შეესაბამება ორთქლის წნევის უმცირესი მნიშვნელობა.
- სისტემები, რომლებშიაც შენარჩუნებულია ორთქლის წნევის მუდმივი მნიშვნელობა ნებისმიერი დატვირთვის შემთხვევაში დამყარებული რეჟიმის დროს. ანუ სისტემა არის ნულოვანი სტატიკური ცდომილებით.

კონტურების ურთიერთზემოქმედების ხასიათიდან გამომდინარე, აღნიშნული ავტომატური რეგულირების სისტემა მუშაობს კონტურების პარალელური ჩართვის სქემით. ოთქლის წნევის ცვლილებისას ერთდროულად მოდიან მოქმედებაში საწვავისა და ჰაერის მიწოდების მარეგულირებელი ორგანოები. ამ სისტემის განმასხვავებელი ნიშანია ის, რომ მასში მუშა სხეულად გამოიყენება ორთქლი. ამ ტიპის ავტომატური რეგულირების სისტემის სქემა მოყვანილია ნახ.53.



იზოდრომის პოლოსტზე 2, რის შედეგად მაგისტრალში n იცვლება იზოდრომიდან გამოსული წნევა. ეს წნევა მაგისტრალებით δ და z გადაეცემა სერვომოტორს 3 რომელიც არეგულირებს ჰაერის მიწოდებას ქვაბში. ამავდროულად, ჰაერის წნევა z მაგისტრალში გადაეცემა საწვავის მიწოდების შემკრები რელეს 4 ზედა ნაწილს.

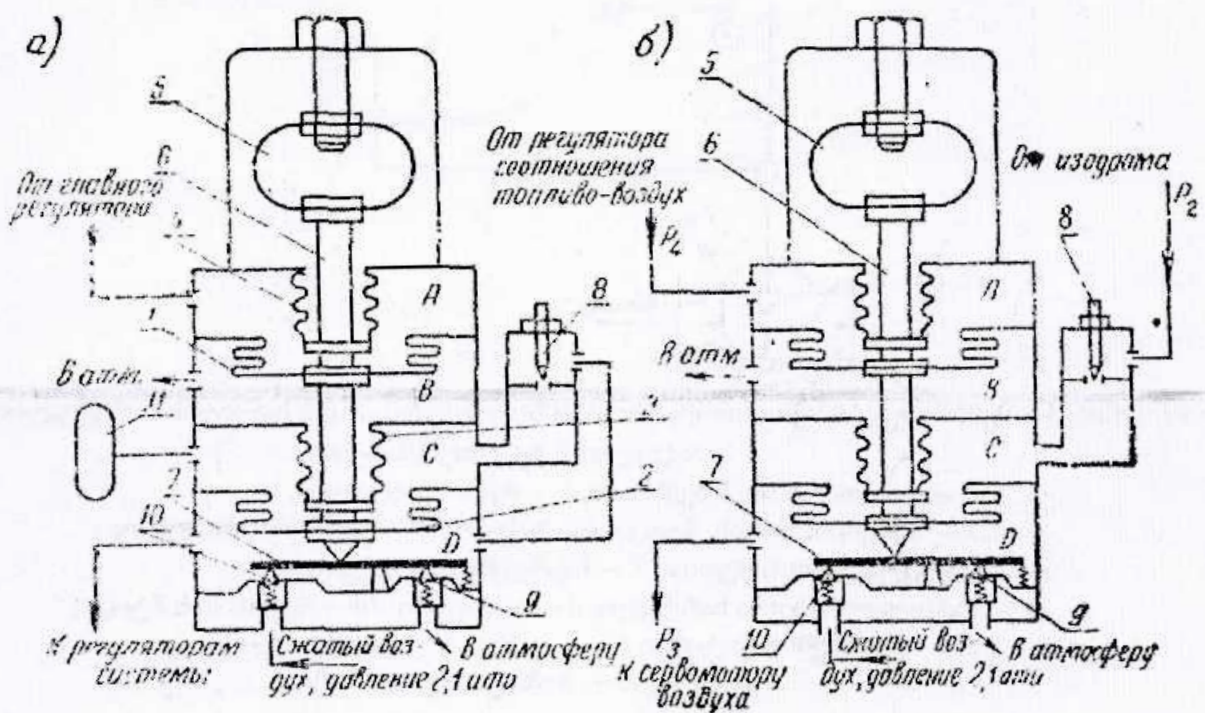


ნახ. 54. წვის ავტომატური რეგულირების სისტემის „ბეილი“ სქემა.

რელეს შუა კამერას სარქველის 5 გავლით მიეწოდება „ჰაერი-საწვავი“-ს კორექტორიდან n გამოსული წნევა. შემკრები რელეს 4 გამოსასვლელში, მაგისტრალში p ჩამოყალიბდება ჰაერის წნევა, რომელიც პროპორციული იქნება ზედა და შუა ნაწილის წნევათა ჯამისა.

ცვლილების დროს ხდება იმპულსურ რელესთან მიერთებული მანომეტრული მილის 1 თავისუფალი ბოლოს და ღეროს 3 გადანაცვლება. ეს გამოიწვევს მთავარი რეგულატორიდან გამომავალი შეკუმშული ჰაერის წნევის ცვლილებას. ჭანჭიკი 8 უზრუნველყოფს წნევის მოცემულ მნიშვნელობაზე დაყენებას. რეგულატორის უსტავკის ცვლილებისას რიჩაგთა სისტემა 6 და 7 გადანაცვლებენ ისარს 5, რომლის მდგომარეობა გვიჩვენებს წნევის მოცემულ მნიშვნელობას.

უნივერსალური მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება როგორც იზოდრომული ასევე როგორც შემკრები რელე, ნაჩვენებია ნახ. 56. აღნიშნული მოწყობილობა აღჭურვილია ოთხი კამერით A, B, C, D, რომლებიც განცალკევებული არიან ერთმანეთისგან მემბრანებით 1 და 2 და სილფონებით 3 და 4. ზამბარა 5 შეერთებულია შტოკთან 6 და ემსახურება მოწყობილობის ნასტროიკას.



ნახ. 56. სისტემა ბეილის უნივერსალური მეორადი ხელსაწყო.

ა — შეერთება, როცა იგი გამოიყენება როგორც იზოდრომული.

ბ — შეერთება, როცა იგი გამოიყენება როგორც შემკრები რელე.

A ან C კამერაში წნევის ცვლის დროს მოხდება შტოკის 6 გადანაცვლება და კორომისლოს 7 მობრუნება, რასაც მოჰყვება ატმოსფერული სარქველის 9 და სარქველის 10 (რომელსაც მიეწოდება შეკუმშული ჰაერი) გაღების ხარისხის შეცვლა. ამის შედეგად კამერაში D წნევა შეიცვლება. ხოლო C და D კამერებში წნევა იქნება თანაბარი იმის გამო, რომ ისინი დროსელური სარქველით 8 დაკავშირებული არიან ერთმანეთთან. დამატებითი მოცულობა 11 წარმოადგენს დემპფერს (ანუ კატარაქტს). C და D კამერებს შორის დნიშნული კავშირის გამო, მოწყობილობა მუშაობს დროებითი სტატიზმით და საკმაოდ მაღალი დინამიკური ხარისხით.

ლილვის 6 მობრუნების დროს ხდება მარეგულირებელი ბლოკის 3 მკვეთარების მობრუნება, რის შედეგად იცვლება ფრქვევანაში მიწოდებული საწვავის რაოდენობა.

მთავარი რეგულატორის ხისტ უკუკავშირს წარმოადგენს ლილვზე 6 დამაგრებული მუშტა, რომელიც რიჩაგთა სისტემით მოქმედებს რეგულატორის მამლიერებელზე.

საცეცხლურში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობა რეგულირდება რეგულატორით 4 რომელიც სერვომოტორის 10 დახმარებით შემოაბრუნებს მიმმართველი აპარატის ფრთებს ქვაბის ვენტილატორის მიმღებზე.

ჰაერის წნევისა და საწვავის ხარჯის დამოკიდებულებას განსაზღვრავს ლილვზე 6 არსებული პროფილირებული მუშტა და მისი მდგომარეობა დამოკიდებულია მარეგულირებელი ბლოკის 3 მკვეთარების შემობრუნების კუთხეზე, რომელიც განსაზღვრავს საწვავის ხარჯს.

ჰაერის ხარჯის რეგულატორი აღჭურვილია იზოდრომული უკუკავშირით, რომელსაც უზრუნველყოფს რგოლი 5.

საწვავის წნევის რეგულირება ხდება რეგულატორით 7, რომელიც სერვომოტორის საშუალებით ზემოქმედებს საწვავის სლივნი სარქველზე 8.

საწვავის მოცემული ტემპერატურისა და მაშასადამე სიბლანტის შესანარჩუნებლად გათვალისწინებულია რეგულატორი 9, მის მგრძნობიარე ელემენტს წარმოადგენს აზოტით ან აცეტონით გავსებული ამპულა, რომელიც კაპილარული მილით შეერთებულია მემბრანულ ან სილფონურ მოწყობილობასთან.

ტემპერატურის მომატების შემთხვევაში ამპულაში და მაშასადამე სილფონში წნევა გაიზრდება, რაც გამოიწვევს მამლიერებელის ზასლონკის გადაადგილებას და შემსრულებელი მექანიზმის მოქმედებაში მოყვანას, რომელიც მიხურავს საწვავის გამათბობელზე მიმავალი ორთქლის რაოდენობის მარეგულირებელ სარქველს. ტემპერატურის დაკლების დროს, ყველაფერი ხდება პირიქით.

4.6. ქვაბის დაცვისა და სიგნალიზაციის სისტემები.

საქვაბე დანადგარის უსაფრთხო და უავარიო მუშაობისათვის გათვალისწინებულია სიგნალიზაციისა და დაცვის სისტემები, რომლებითაც კონტროლდება ორთქლის წნევა ქვაბში, წყლის დონე ქვაბის დოლში და საწვავის ნორმალური წვის მახასიათებელი პარამეტრი.

სიგნალიზაციის სისტემა უნდა იყოს დამოუკიდებელი ავტომატური რეგულირების სისტემისაგან და ამასთანავე უნდა ფლობდეს მაღალ საიმედოობას.

ქვაბის დაცვა ჭარბი წნევისაგან ხორციელდება ცალმხრივი მოქმედებით, რაც იმას ნიშნავს, რომ ის მოქმედებაში მოდის მხოლოდ მაშინ, როცა ორთქლის წნევა 5-6 %-ით გადააჭარბებს ნომინალურ მნიშვნელობას.

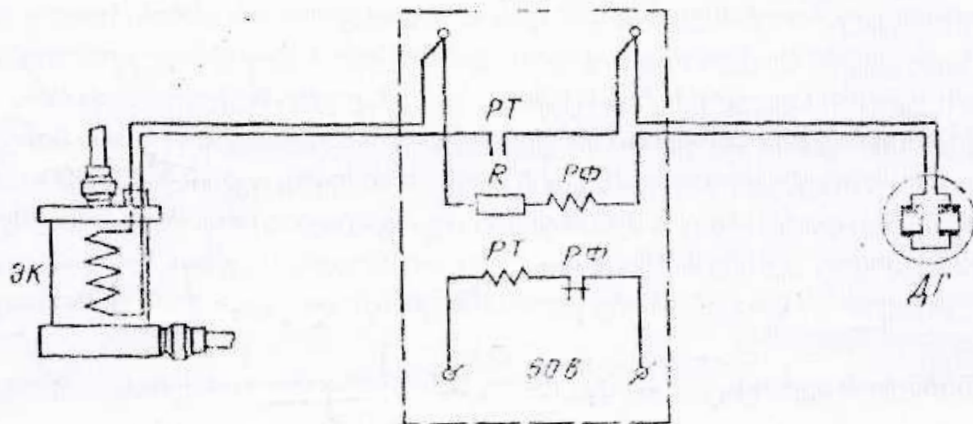
წნევის ამაღლების დასაცავად გამოიყენება დამცავი სარქველები, რომლებიც ჭარბი წნევის შემთხვევაში ხდება ორთქლს განდევნა ატმოსფეროში.

ზოგიერთი ტიპის დამხმარე ქვაბებში დამცავი სარქველების გარდა გამოიყენება წნევის რელე, რომელიც წნევის ნორმაზე მაღლა აწევის შემთხვევაში ზემოქმედებს სწრაფჩამკეტ სარქველებზე და წყვეტს საწვავის მიწოდებას ფრქვევანებში.

ქვაბის დაცვა წყლის დონისაგან, ისევე როგორც წნევისაგან ხდება ცალმხრივი მოქმედებით, ანუ დამცავი მოწყობილობა მოქმედებაში მოდის მხოლოდ წყლის დონის დასაშვები მნიშვნელობიდან დაკლების შემთხვევაში. დაცვის შემადგენლობაში ჩართულია დროის რელე, რომელიც იცავს სისტემას მცდარი სიგნალიზაციისაგან წყლის დონის ხანმოკლე ვარდნის დროს. (მანევრირების დროს).

და ამიტომ აქვს მცირე ელექტრული წინაღობა, რის გამოც ელექტრული წრედი რომელშიც ჩართულია ფოტოწინაღობა შეკრულია და ელექტრომაგნიტური სწრაფჩამკეტი სარქველები ღიაა.

წვის ნორმალური პროცესის დარღვევის ან ცეცხლის გაქრობის შემთხვევაში ფოტოწინაღობის განათების ხარისხი მცირდება და მისი წინაღობა მკვეთრად იზრდება. ელექტრული წრედი რომელშიც ჩართულია ფოტოწინაღობა იღება ხოლო სწრაფჩამკეტი ელექტრომაგნიტური სარქველი იკეტება. ამ დამცავი მოწყობილობის სქემა მოცემულია ნახ.60.



ნახ. 60. საწვავის წვის რეჟიმის დარღვევის ფოტოელექტრული დამცავი მოწყობილობის სქემა

ЗК — ელექტრომაგნიტური სარქველი; А' — წვის გადამწოდები (ფოტოწინაღობა); ПЗ — დაცვის პულტი; PФ — შუქის რელე; PT — საწვავის სარქველის რელე; R — წინაღობა

თუ ქვაბის ვენტილატორები აღჭურვილია ელექტროამძრავებით, მაშინ გათვალისწინებულია ქვაბის დაცვა მათი გაუდენურობის შემთხვევაში. ასეთი დაცვის უზრუნველსაყოფად სწრაფჩამკეტი ელექტრომაგნიტური სარქველების კვება ხდება ვენტილატორების კვების წრედიდან.

4.7. დამხმარე და უტილიზაციური ქვაბების რეგულირება.

თხევადი ტვირთის გადამზიდ გემებზე დამხმარე ქვაბების დანიშნულებაა: ტვირთის გათბობის სისტემის ორთქლით მომარეგება; ორქლჩაქრობის სისტემა და სატვირთო ორთქლის ტუმბოების მოქმედებაში მოყვანა.

როგორც წესი, ამ ტიპის ქვაბები გამოირჩევიან მაღალი ორთქლწარმადობით, ხოლო ავტომატური რეგულირების სისტემა თითქმის იგივეა რაც მთავარ ქვაბებში.

შშრალ ტვირთმზიდ და საკრუიზო გემებზე ქვაბის დანიშნულებაა საწვავის გათბობის სისტემის და გემის საყოფაცხოვრებო მოთხოვნილებების დაბალი წნევის (4-6 კგ/სმ²) ნაჯერი ორთქლით მომარაგება. ამ ქვაბების ორთქლწარმადობა და შესაბამისად საწვავის ხარჯი დაბალია და ამიტომ მათი ეკონომიურობის გაზრდა ჰაერის სიჭარბის შემცირებით არ არის აქტუალური. ამის გამო ამ ტიპის ქვაბებში ჰაერისა და საწვავის

ორთქლის წნევის მგრძობიარე ელემენტს წარმოადგენს კონტაქტური მანომეტრი 7, რომლის ისარი მართვის ფარისა 5 და მაძლიერებლის 4 საშუალებით მართავს ელექტრომოტორს 8, რომელიც რედუქტორისა და მექანიკური გადაცემის დახმარებით ცვლის საწვავის მარეგულირებელი სარქველისა 9 და ჰაერის შიბერების გაღების ხარისხს.

ორთქლის წნევის 5.8 კგ/სმ^2 -მდე ზრდის შემთხვევაში, სარქველი 9 და ჰაერის შიბერები თითქმის დაკეტილია, ამ დროს შეიკრება *конечный выключатель* (სქემაზე არ არის ნაჩვენები), ამოქმედდება ელექტრომაგნიტური სარქველი 1 და 20-30 წამის შემდეგ ავტომატურად ჩერდება ვენტილატორი, საწვავის ტუმბო და ფრქვევანების ამძრავი.

ორთქლის წნევის 5 კგ/სმ^2 -მდე კლების დროს სარქველის 9 ლილვი შემობრუნდება საწინააღმდეგო მხარეს და ათავისუფლებს *конечный выключатель*-ს, რის შედეგად მიმდევრობით ირთვება საწვავის ტუმბო, ფრქვევანების ამძრავები და ვენტილატორი. ხოლო 20-30 წამის შემდეგ იღება ელექტრომაგნიტური სარქველი 1.

თუ ორთქლის წნევის გაზრდის შემთხვევაში ავტომატური რეგულირების სისტემამ არ იმუშავა და ძირითადი ფრქვევანა განაგრძობს მუშაობას, მაშინ წნევის 7 კგ/სმ^2 მნიშვნელობის მიღწევას ამოქმედდება წნევის რელე 6 და შეკრავს ქვაბის ავარიული დაცვის წრედს. დაცვის ამოქმედებისთანავე იხურება მთავარი და ამანთებელი ფრქვევანების ელექტრომაგნიტური სარქველები 1 და 3. ამის შემდეგ ქვაბის ამუშავება ხდება ხელოვნურად.

წყლის დონის რეგულირება ხდება ელექტრომექანიკური რეგულატორის (IGEMA) საშუალებით, რომელიც მოქმედებს შემდეგი პრინციპით:

ქვაბის დოლში წყლის დონის ცვლილების დროს ტივტივა *A* და მასზე დამაგრებული მაგნიტური ფირფიტა *g* გადაინაცვლებენ. მიმართველ ტივტივებზე განლაგებულია *a, b, d*, ამპულები, რომლებშიაც ჩამაგრებულია კონტაქტები. ამპულებისა და კონტაქტების განლაგება შეესაბამება წყლის დონის ნორმალურ და ზღვრულ დასაშვებ მნიშვნელობებს.

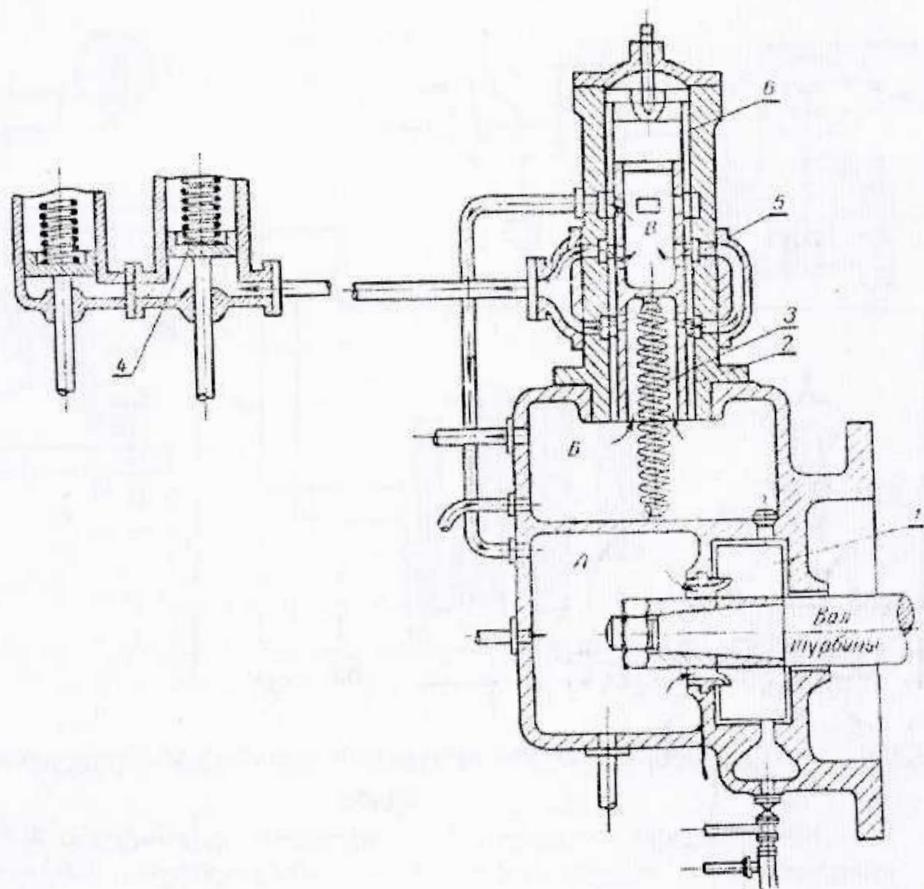
როცა ფირფიტა *g* მიაღწევს იმ სიმაღლეს, რომელზეც განთავსებულია ამპულა *b*, ხდება კონტაქტების გახსნა ამპულაში *b*, რაც იწვევს მკვებავი ელექტრომაგნიტური სარქველის დაკეტვას და ქვაბში წყლის მიწოდების შეწყვეტას.

როცა ფირფიტა *g* ჩამოვა *a* ამპულის სიმაღლეზე, იღება სარქველი 4. დონის მომდევნო კლების შემთხვევაში, როცა ფირფიტა *g* მიაღწევს ამპულას *d*, ჩაირთვება ავარიული სიგნალიზაცია და ჩერდება წვის პროცესი. ეს ხდება მაშინ, როდესაც ადგილი აქვს მორიგე ფრქვევანაში ცეცხლის ჩაქრობას, წყლის დონის ვარდნას ან წნევის მომატებას 7 კგ/სმ^2 -ზე ზემოთ.

უტილიზაციური ქვაბები, რომლებიც მუშაობენ მთავარი ძრავის გამონაბოლქვი გაზების სითბოს ხარჯზე, აღჭურვილი არიან წყლის დონისა და ორთქლის წნევის ავტომატური რეგულირების სისტემებით.

წყლის დონის ავტომატური რეგულირება ხდება ისევე, როგორც დამხმარე ქვაბებში, ხოლო წნევის რეგულირება ხდება ქვაბში შემავალი გაზების რაოდენობის რეგულირებით.

რეგულატორებში შემსრულებელი მექანიზმიც და მაძლიერებელიც ჰიდრავლიკურია. ბრუნთა სიხშირის ერთრეჟიმიანი ჰიდროდინამიკური რეგულატორის სქემა მოცემულია ნახ. 62.



ნახ. 62. ჰიდროდინამიკური რეგულატორის სქემა.

ცენტრიდანული ტუმბო (იმპულერი) 1 რომელსაც აბრუნებს ტურბინის ლილვი აწვდის *A* კამერიდან ზეთს *B* კამერას. ტურბინის როტორის ბრუნთა სიხშირის ცვლილება იწვევს ზეთის წნევის ცვლილებას *B* კამერაში, რის შედეგად მკვეთარა 2 რომელიც ზეთის წნევისა და სამზარის დაჭიმულობის ძალით დინამიკურ წონასწორობაში იმყოფება, შეიცვლის მდგომარეობას.

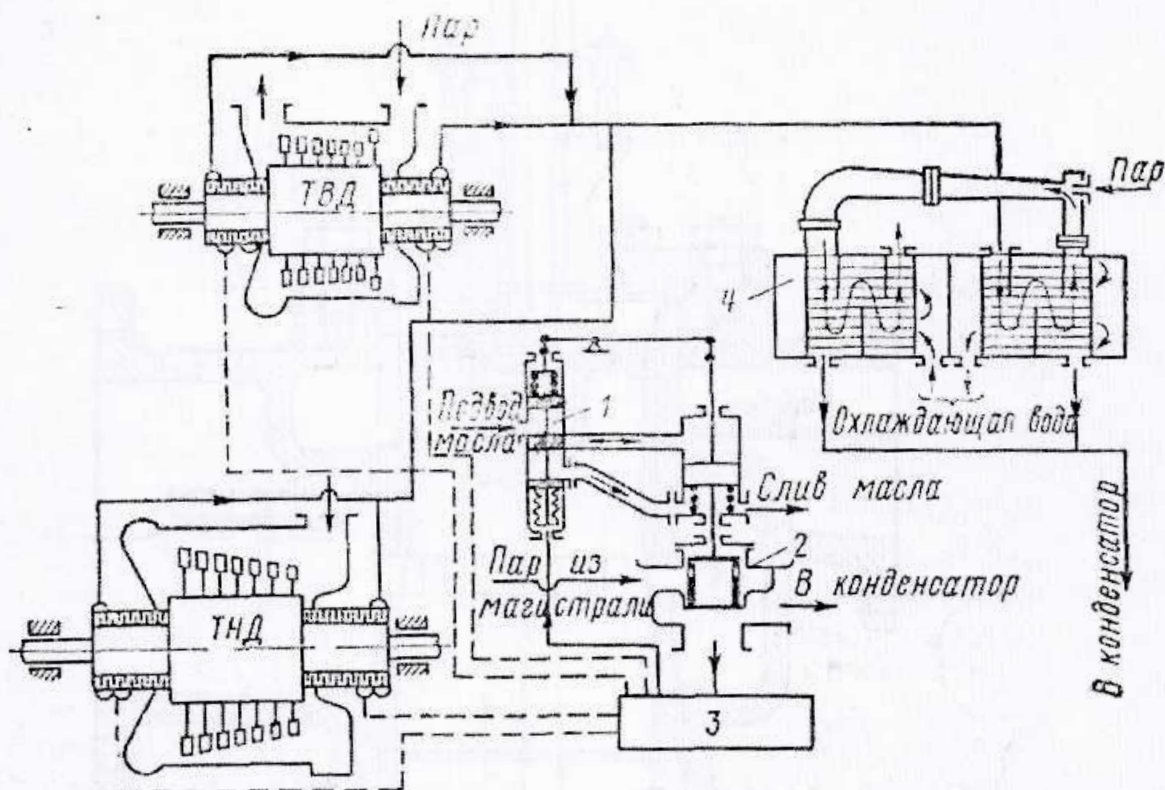
ბრუნთა სიხშირის მომატების დროს ზეთის წნევაც იმატებს და მკვეთარა 2 გადაინაცვლებს ზემოთ, ხოლო ბრუნთა სიხშირის კლებისას - ქვემოთ.

მკვეთარას ზევით გადაადგილების დროს მისი ქვედა ფანჯრები იხურება, ხოლო ზედა ფანჯრები იღება, რის შედეგად სერვომოტორის 4 დგუშის ქვემოთ ზეთის წნევა შემცირდება, დგუშში გადაინაცვლებს ქვემოთ და მიხურავს ტურბინის საქშენ სარქველებს. ბრუნთა სიხშირის კლებისას, რეგულირება ხდება საწინააღმდეგო მიმართულებით.

სერვომოტორის მარეგულირებელი მკვეთარა იქნება ზედა უკიდურეს წერტილში, ხოლო სწრაფჩამკეტი სარქველი იქნება მინიმალურად გაღებული. სწრაფჩამკეტი სარქველი ბოლომდე იხურება მაშინ, როცა ბრუნთა სისშირე 15%-ით გადააჭარბებს ნომინალურ მნიშვნელობას.

5.3. ორთქლის წნევის რეგულირება შემამჭიდროვებლებში.

ტურბინის როტორის შემამჭიდროვებლებში ორთქლის წნევის ავტომატური რეგულირების სისტემის სქემა მოცემულია ნახ.64, ხოლო მარეგულირებელი ორგანოს კონსტრუქცია ნახ.65.



ნახ. 64 ტურბინის როტორის შემამჭიდროვებლებში ორთქლის წნევის ავტომატური რეგულირების სისტემის სქემა.:

1 — წნევის რეგულატორი; 2 — მარეგულირებელი სარქველი; 3 — уравнительный бачок; 4 — შემამჭიდროვებლიდან ორთქლის შემწოვი ელექტორის მაგივარი.

1 — გაძლიერების პირველი კასკადი; 2 — ჩამკეტი მკვეთარა; 3 — სერვომოტორი;
4 — მარეგულირებელი ორგანო

მოცემულ სქემაში გაძლიერების პირველი კასკადი შედგება სილფონური ტიპის მგრძნობიარე ელემენტისაგან და დროსელური მაძლიერებლისგან. მაძლიერებლის კორპუსი ორი ერთმანეთთან ხისტად დაკავშირებული მემბრანებით რომელთა შორის მოთავსებულია ვსტავკა გრძივი და განივი ხვრელებით, გაყოფილია სამ ნაწილად, რომელთაგანაც მემბრანებს შორის არსებული ნაწილი შეერთებულია სლივთან, ხოლო ქვედა ნაწილი შეერთებულია გაძლიერების მეორე კასკადის მგრძნობიარე ელემენტთან. ვსტავკის ბოლოში არსებული მემბრანების გამაერთიანებელი ხვრელი დაკეტილია ზამზარანი ბურთულას საშუალებით.

ზეთის ტემპერატურის მოცემული მნიშვნელობის დროს მაძლიერებლის სამივე სივრცე ერთმანეთისგან დამოუკიდებელია, ხოლო გაძლიერების მეორე კასკადის მკვეთარას უჭირავს შუალედური მდგომარეობა.

ზეთის ტემპერატურის გაზრდის შემთხვევაში სილფონის ფსკერზე ორთქლის წნევა მოიმატებს, რის გამოც მემბრანები და მათ შორის არსებული ვსტავკა გადაინაცვლებენ ქვემოთ და მაძლიერებლის კორპუსს მოაშორებენ ბურთულას, შესაბამისად მემბრანას ქვედა სივრცე და გაძლიერების მეორე კასკადის მგრძნობიარე ელემენტი შეუერთდებიან ზეთის დაწნევის მაგისტრალს.

მეორე კასკადის მკვეთარა გადაინაცვლებს ქვემოთ, ხოლო მაძლიერებლის დგუში გადაინაცვლებს მარეგულირებელ ორგანოს მაცივარში გამაგრებელი წყლის მომატებისაკენ.

ტემპერატურის დაკლების შემთხვევაში, სილფონი და მასთან დაკავშირებული მგრძნობიარე ელემენტის მემბრანები ზამზარის ზემოქმედების შედეგად აიწევინან ზემოთ, ამ დროს შუალედური ვსტავკა მოაშორდება ბურთულას და გრძივი და განივი ხვრელებით შეაერთებს მაძლიერებლის ქვედა და შუა სივრცეს, ამასთანავე მეორე კასკადის მგრძნობიარე ელემენტის ორივე სივრცეს შეაერთებს სლივთან.

ზამზარის ზემოქმედებით მაძლიერებლის მეორე კასკადის მკვეთარა აიწევს მაღლა, ხოლო მაძლიერებლის დგუში გადაინაცვლებს მარეგულირებელ ორგანოს მაცივარში გამაგრებელი წყლის მოკლებისაკენ. სერვომოტორის დგუშის გადაინაცვლების დროს უკუკავშირის ბერკეტი მკვეთარას დააბრუნებს საწყის მდგომარეობაში.

5.5. ორთქლის ტურბოდანადგარის დაცვის სისტემები

ორთქლის თანამედროვე ტურბინები განეკუთვნებიან სითბური ძრავების კატეგორიას, რომლებშიაც მათი საიმედო მუშაობის განმსაზღვრელი ზოგიერთი პარამეტრები ავარიულ სიტუაციის დროს იცვლებიან ისეთი სისწრაფით, რომ მომსახურე პერსონალს არ შეუძლია ავარიის თავიდან აცილების რაიმე ზომების მიღება.

აქედან გამომდინარე, ტურბინულ დანადგარებში უსაფრთხო და უავარიო მუშაობის უზრუნველსაყოფად არსებობს ავარიული დაცვისა და სიგნალიზაციის მოწყობილობები.

თანამედროვე გემის ტურბოდანადგარი აღჭურვილია შემდეგი პარამეტრების დაცვის საშუალებებით:

სამანერო მოწყობილობა:

—/— ახალი ორთქლის ხაზი;

— — — „ძალური“ ზეთი;

— · — · „იმპულსური“ ზეთი.

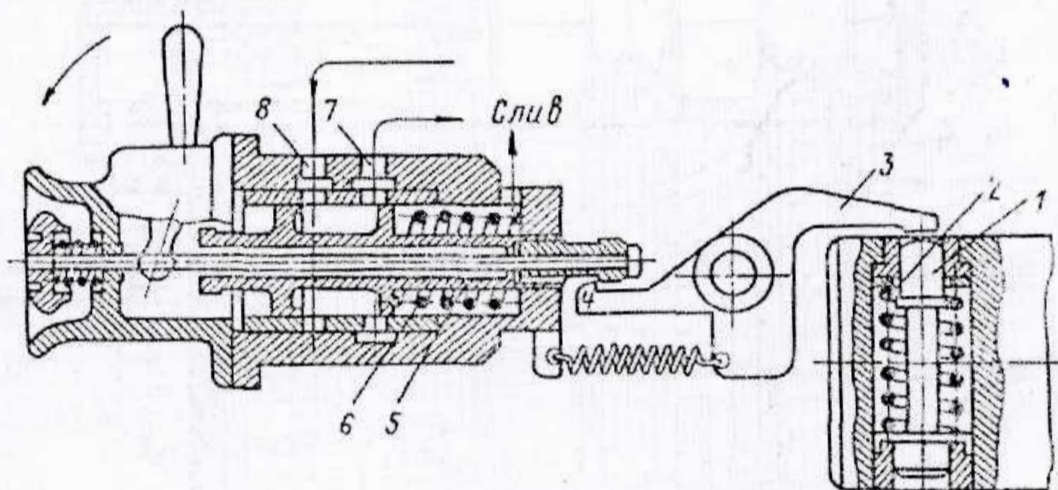
სწრაფჩამკვეტი მოწყობილობა ღია მდგომარეობას ინარჩუნებს დგუშზე მოქმედი ზეთის წნევით, რომელიც მიეწოდება ცილინდრის ზედა სივრცეს.

რომელიმე სარეგულირებელი პარამეტრის ავარიული მნიშვნელობის დროს, ზეთის გამომრთველი წყვეტს ზეთის მიწოდებას სწრაფჩამკვეტ მოწყობილობაში და ზეთი უერთდება სლივნი მაგისტრალს. ამის გამო დგუშის ზედა სივრცეში წნევა ეცემა ატმოსფერულამდე, ზამზარას ზემოქმედების შედეგად იგი სწრაფად გადაადგილდება ზემოთ და დახურავს ორთქლის სარქველს.

ტურბინის დაცვა ბრუნთა გადამეტებული სიხშირისაგან ხდება მაშინ, როდესაც როტორის ბრუნთა სიხშირე გადააჭარბებს ნომინალურს 10-12%-ით.

დამცავი მოწყობილებები კონსტრუქციულად ორი სახისაა: მექანიკური და ჰიდროდინამიკური. ერთი და მეორეც შეიძლება იყოს პირდაპირი ან არაპირდაპირი ქმედების.

მთავარ ტურბოაგრეგატებში გამოიყენება არაპირდაპირი ქმედების დამცავი მოწყობილობები ჰიდროდინამიკური ან მექანიკური მგრძობიარე ელემენტით ნახ.69.



ნახ. 69. ბრუნთა სიხშირის არაპირდაპირი ქმედების ზღვრული რეგულატორის სქემა: 1 - მგრძობიარე ელემენტი; 2, 6 - ზამზარები; 3 - ბერკეტი; 4 - დამკერი; 5 - ზეთის მკვეთარა; 7 და 8 - ფანჯრები.

ბრუნთა სიხშირის მგრძობიარე ელემენტის 1 სიმძიმის ცენტრი აცილებულია ტურბინის ბრუნვის ღერძს. ტურბინის ბრუნვის დროს, როცა მისი სიხშირე არ აღემატება ნომინალური სიხშირის 110-112%-ს, ექცენტრულად დამაგრებულ მასაში ბრუნვის შედეგად წარმოქმნილი ცენტრიდანული ძალა წონასწორდება ზამზარის 2 დაჭიმულობის ძალით.

ბრუნთა სიხშირის გადამეტების დროს ცენტრიდანული ძალაც მოიმატებს და გადალახავს ზამზარას დაჭიმულობის ძალას, მგრძობიარე ელემენტი ამორდება ღერძს

- 4- შეზეთვის ზეთის წნევის დამცველი მკვეთარა;
- 5- გამომრთველის მკვეთარა;
- 6- ხვრელი.

ბრუნთა ნორმალური სიხშირის დროს მკვეთარა იმყოფება ქვედა მდგომარეობაში. ბრუნთა სიხშირის დასაშვებ მნიშვნელობაზე მეტად გაზრდის შემთხვევაში, ზეთის მომატებული წნევის შედეგად მკვეთარა 1 გადაინაცვლებს მაღლა, ხოლო „ძალური“ ზეთი მიეწოდება გამომრთველის მკვეთარას 5 ზედა სივრცეში. ამის გამო მკვეთარა ჩამოიწევს ქვემოთ და სწრაფჩამკეტი მოწყობილობის სარქველის ზედა სივრცეს (ნახეთ ნახ.68) შეაერთებს სლივთან, რის შედეგად სწრაფჩამკეტი მოწყობილობის სერვომოტორის დგუში ზამბარის ძალით აიწევს მაღლა და ჩაკეტავს ორთქლის სარქველს.

ტურბინის დაცვა შეზეთვის სისტემაში წნევის ვარდნისაგან ხდება იმ მოწყობილობით, რომელიც ახორციელებს რეზერვული ზეთის ტუმბოს გაშვებას და იმ შემთხვევაში, თუ ზეთის ტუმბოს გაშვებით ზეთის წნევა არ აიწია, მაშინ მოწყობილობა წყეტს ტურბინაში ორთქლის მიწოდებას.

რეზერვული ტუმბოს ავტომატური გაშვების მოწყობილობის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს წნევის რელე, რომელიც მოქმედებაში მოდის წნევის დავარდნის შემთხვევაში.

თუ რეზერვული ტუმბოს გაშვებისას ზეთის წნევა აგრძელებს ვარდნას, მაშინ ზეთის გამომრთველის მკვეთარა 4 (რომელიც სისტემაში ზეთის წნევის შემოქმედების შედეგად იმყოფება ზედა მდგომარეობაში), ზამბარას ძალით დაიწევს ქვემოთ (ნახ.70) ხოლო სწრაფჩამკეტი მოწყობილობა შეწყვეტს ტურბინაზე ორთქლის მიწოდებას.

ტურბინის დაცვა კონდენსატორში ვაკუუმის ვარდნისაგან.

ვაკუუმის დავარდნა, ანუ წნევის აწევა კონდენსატორში შეიძლება გამოიწვიოს ექვეტორის მყობრიდან გამოსვლამ, კონდენსატორის გერმეტულობის დაკარგვამ და ა.შ. ამიტომ ვაკუუმის დავარდნის 500-550 მმ.ვწყ.სვ. შემთხვევაში, ტურბინა უნდა გაჩერდეს.

კონდენსატორში წნევის გამზომ მგრძნობიარე ელემენტად გამოიყენება ვაკუუმ-რელე, რომლის კონსტრუქცია მოცემულია ნახ.71, რომლის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში:

ვაკუუმის ვარდნისას, ანუ წნევის აწევის დროს კონდენსატორში ვაკუუმ-რელეს მემბრანა 1 ჩაიზნიქება, მკვეთარა 2 ჩამოწევს ქვემოთ და მკვეთარას ზედა და ქვედა ფანჯრები შეუერთდებიან ერთმანეთს. რადგანაც მკვეთარას ერთი ფანჯარა შეერთებულია ძალოვანი ზეთის მაგისტრალთან, ხოლო მეორე ზეთის გამომრთველის მკვეთარასთან 2 (ნახ.70), ამიტომ სწრაფჩამკეტი მოწყობილობის ზეთის სარქველი ამოქმედდება და შეწყვეტს ტურბინაზე ორთქლის მიწოდებას.

ტურბინის დაცვა როტორის წანაცვლებისგან.

ტურბინის ღერძული წანაცვლების მგრძნობიარე ელემენტად გამოიყენება გამჭოლი ღერძული კვების მკვეთარა (ღერძული წანაცვლების რელე) ნახ.72.

ტურბინის როტორის წანაცვლების შემთხვევაში (რაც გამოწვეულია საკისარის მწყობრიდან გამოსვლით), შეიცვლება ტურბინის ლილვს 1 და მკვეთარას გამავალ

კითხვები თვითშეფასებისთვის.

- 1- ორთქლის ტურბოდანადგარის სარეგულირებელი სიდიდეები.
- 2- როგორ ხდება წნევის რეგულირება ორთქლის აღების სისტემაში?
- 3- რა და რა სახის დაცვის მოწყობილობებია თანამედროვე ტურბოდანადგარებში?

თავი 6

გემის დიზელური დანადგარების ავტომატიზაცია.

6.1. ავტომატიკის ძირითადი საკითხები.

თანამედროვე გემის ენერგეტიკული დანადგარი აღჭურვილია ავტომატიზაციის მაღალი კლასის საშუალებებით, რაც იძლევა იმის შესაძლებლობას, რომ ენერგეტიკული დანადგარი გემის სელის დროს იმართებოდეს მხოლოდ ერთი ვახტის მექანიკოსის მიერ, ხოლო დგომის დროს იყოს უვახტო მომსახურება.

ასეთი სქემის განსახორციელებლად გათვალისწინებულია:

- 1) მთავარი ძრავის დისტანციური ავტომატური მართვა ხიდურიდან;
- 2) მთავარი ძრავისა და დიზელ-გენერატორების მომსახურე ტუმბოების ავტომატური და დისტანციურ-ავტომატური მართვა;
- 3) მთავარი კომპრესორების ავტომატური ან დისტანციურ-ავტომატური მართვა;
- 4) გემის ავტომატიზირებული ელექტრო სადგური, რომელიც ითვალისწინებს გენერატორების ავტომატურ სინქრონიზაციას და პარალელურ რეჟიმში შეყვანას. ამასთანავე, ავარიული დიზელ-გენერატორის გაშვებას მაშინ, როდესაც მთავარ გამანაწილებელ დაფას არ მიეწოდება კვება (გაუდენურება).
- 5) დამხმარე და უტილიზაციური ქვაბების ავტომატური მართვა. (ქვაბის მომზადება და გაშვება ხდება ხელოვნურად)
- 6) მთავარი ძრავისა და დიზელ გენერატორების შეზეთვისა და გაგრილების სისტემების ავტომატიზირებული სისტემები;
- 7) სამანქანე განყოფილების სხვადასხვა სისტემების (სახარჯი ტანკის, ზეთისა და საწვავის გათბობა) ავტომატური თერმორეგულირება;
- 8) მძიმე საწვავის სიბლანტის ავტომატური რეგულირების სისტემა;
- 9) ავტომატიზირებული საწვავის სეპარატორები;
- 10) ცილინდრული შეზეთვის ავტომატიზირებული სისტემა;
- 11) სამანქანე განყოფილების ცისტერნების დონის დისტანციური გაზომვა და სიგნალიზაცია მათი საშიში მნიშვნელობის შემთხვევაში;
- 12) სასანძრო ტუმბოების დისტანციური გაშვება და გაჩერება მართვის ცენტრალური პოსტიდან, ხიდურიდან და გემბანის კანცელარიიდან;
- 13) ვენტლატორების დისტანციური გაშვება და გაჩერება მართვის ცენტრალური პოსტიდან და მათი დისტანციური გაჩერება ხიდურიდან;
- 14) დამხმარე მექანიზმების მუშაობის საათების მრიცხველები.

გარდა ამისა, გათვალისწინებულია პარამეტრების მნიშვნელობათა რეგისტრაცია და მათი დარღვევის შემთხვევაში შესაბამისი სიგნალის გადაცემა მექანიკოსის კაიუტაში, კაიუტ-კომპანიაში და სასადილო ოთახში.

სიღლი:

$$\varphi_{\Delta} = \frac{\Delta\omega_{\Delta}}{\omega_{\Delta}^0}; \quad \varphi_{\tau} = \frac{\Delta\omega_{\tau}}{\omega_{\tau}^0}; \quad \varphi_{\Pi} = \frac{\Delta p_{\kappa}}{p_{\kappa}^0}; \quad \zeta = \frac{\Delta p_r}{p_r^0}; \quad \mu = \frac{\Delta h}{h^0}$$

— წარმოადგენს ძრავის ლილვის ბრუნთა სიხშირის, ტურბინის როტორის ბრუნთა სიხშირის, კომპრესორის წნევის, გამონაბოლქვი გაზების წნევის და საწვავის ტუმბოების ბერკეტის გადანაცვლების უგანზომილებო ცვლადებს.

როგორც ცნობილია, მხაფავ ლილვზე მომუშავე გემის დიზელის ძრავი, როგორც ბრუნთა სიხშირის რეგულირების ობიექტი, ხასიათდება დადებითი თვითრეგულირებით. ამიტომ დიდი შემფოთებების არ არსებობის შემთხვევაში, მას შეუძლია იმუშაოს დამოუკიდებლად რეგულატორის გარეშე. მაგრამ იმის გამო, რომ გემის შტორმულ პირობებში ცურვის დროს ბრუნთა სიხშირის რხევები შეზღუდულია და ამასთანავე რეგულატორი უზრუნველყოფს დიზელის დისტანციურ ავტომატურ მართვას, ძრავები აღჭურვილი არიან ბრუნთა სიხშირის რეგულატორებით, რომელთა ტიპები და მახასიათებლები დამოკიდებულია გემისა და პროპულსიური კომპლექსის თავისებურებებზე.

6.2.1. ბრუნთა სიხშირის რეგულატორთა კლასიფიკაცია

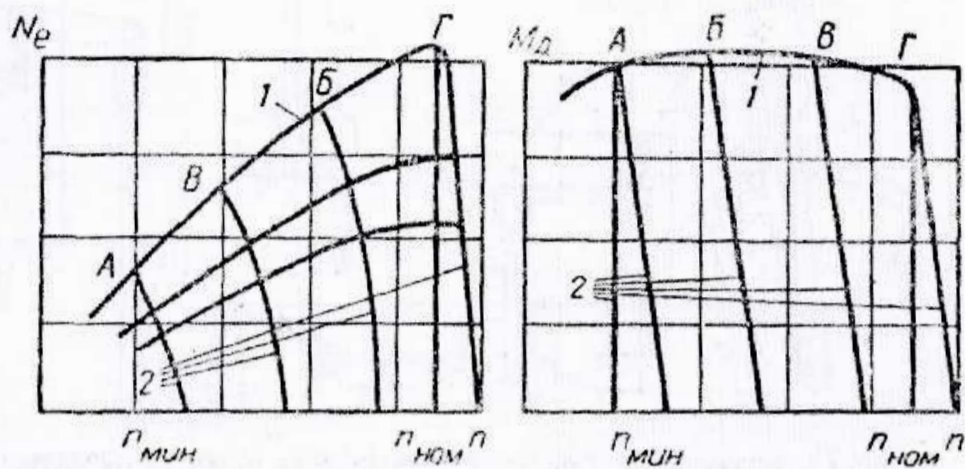
ბრუნთა სიხშირის რეგულატორები მგრძნობიარე ელემენტის მიხედვით კლასიფიცირდებიან როგორც მექანიკური, პნევმატური და ჰიდრაულიკური რეგულატორები. ძრავის მართვის ორგანოებზე სიგნალის გადაცემის მიხედვით კლასიფიცირდებიან როგორც პირდაპირი და არაპირდაპირი რეგულატორები. სიჩქარის რეკიმების რეგულირების მიხედვით კლასიფიცირდებიან როგორც ზღვრული, ერთრეჟიმიანი, ორრეჟიმიანი და მრავალრეჟიმიანი რეგულატორები. უკუკავშირის მიხედვით კლასიფიცირდებიან როგორც რეგულატორები უკუკავშირის გარეშე, ხისტი უკუკავშირით, იზოდრომული უკუკავშირით და კომბინირებული უკუკავშირით. იმპულსთა რაოდენობის მიხედვით როგორც ერთი იმპულსიანი და მრავალი იმპულსიანი რეგულატორები.

გემის ძრავის ბრუნთა სიხშირის სარეგულირებლად ხშირ შემთხვევაში გამოიყენება როგორც ზღვრული, ასევე მრავალრეჟიმიანი არაპირდაპირი მოქმედების რეგულატორები მექანიკური მგრძნობიარე ელემენტებით.

ზღვრული რეგულატორის შემთხვევაში, ძრავის ბრუნთა სიხშირე რეგულირდება მართვის ცენტრალური პოსტიდან საწვავის ტუმბოს მარეგულირებელ ორგანოზე უშუალო ზემოქმედებით. ამ შემთხვევაში, მართვის პოსტის სახელურის ნებისმიერ მდგომარეობას შეესაბამება საწვავის ტუმბოს მარეგულირებელი ორგანოს გარკვეული მდგომარეობა და ძრავის გარკვეული წილობრივი მახასიათებელი. ზღვრული რეგულატორით აღჭურვილი ძრავის მახასიათებლები მოყვანილია ნახ.74

ზღვრული რეგულატორი მოქმედებაში მოდის მხოლოდ მაშინ, როცა ბრუნთა სიხშირე გადააჭარბებს დასაშვებ მნიშვნელობას (ხრახნის დაკარგვის ან გაშიშვლების შემთხვევაში) და გადაანაცვლებს საწვავის მარეგულირებელ ორგანოს მხოლოდ საწვავის მიწოდების დაკლებისაკენ. თუ ბრუნთა სიხშირე ზღვრულ მნიშვნელობაზე ნაკლებია, მაშინ რეგულატორი არ ზემოქმედებს საწვავის მარეგულირებელ ორგანოზე. ზღვრული

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარეობს შემდეგი: ზღვრული რეგულატორის არსებობის შემთხვევაში ძრავში საწვავის ციკლური მიწოდება რჩება უცვლელი, ხოლო



ნახ. 76. მრავალრეჟიმიანი რეგულატორით აღჭურვილი ძრავის მახასიათებლები; 1 — გარე მახასიათებლები; 2 — რეგულატორული მახასიათებლები.

ძრავის ლილვის ბრუნთა სიხშირე გარე დატვირთვის ცვლილებასთან ერთად შეიცვლება ფართო დიაპაზონში (მაქსიმალურად დასაშვებამდე).

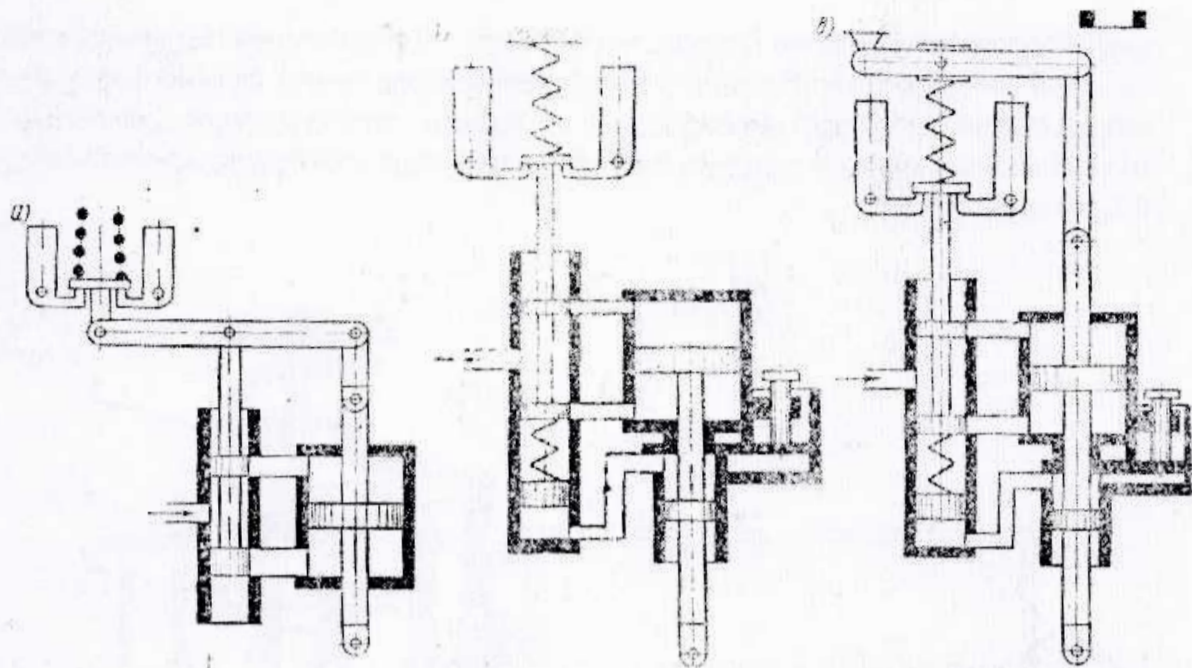
აღნიშნულ შემთხვევაში, ძრავის სითბური დატვირთვა და მასთან დაკავშირებული ტემპერატურული დამაბულობები ცილინდრულ-დგუშურ ჯგუფში პრაქტიკულად უცვლელი რჩება, ხოლო ძრავის მოძრავი დეტალების ინერციის დატვირთვები მიაღწევენ მაქსიმალურ მნიშვნელობებს.

— მრავალრეჟიმიანი რეგულატორის არსებობის შემთხვევაში, გარე დატვირთვის ცვლილების დროს შეიცვლება საწვავის ციკლური მიწოდება ისე, რომ ბრუნთა სიხშირე რჩება უცვლელი. ამ შემთხვევაში ბრუნთა სიხშირის ცვლილების შედეგად გამოწვეულ ინერციულ დატვირთვებს არ ექნებათ ადგილი, მაგრამ სითბური დატვირთვა და ტემპერატურული დამაბულობები მიაღწევენ მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

ანუ როგორც ზღვრულ, ასევე მრავალრეჟიმიან რეგულატორებს აქვთ თავისი უარყოფითი მხარეები. ამიტომ ბოლო წლებში ხრახნთან პირდაპირი შეერთების დიზეინებში გამოიყენება რეგულატორები, რომლებიც მუშაობენ მრავალრეჟიმიან-ზღვრული სქემით. ნახ. 77

მრავალრეჟიმიანი რეგულატორის ჩართვის ასეთი სქემის შემთხვევაში, მას შეუძლია იმუშაოს როგორც მრავალრეჟიმიანი, ასევე ზღვრული რეგულატორი.

რეგულატორის 5 სასურველ რეჟიმზე დაყენება ხდება მართვის ცენტრალურ პოსტში არსებული მქნევარას 1 საშუალებით, რომლის ბრუნვის შედეგად ხდება ზემოქმედება ბერკეტებზე და იცვლება მგრძნობიარე ელემენტის ზამბარას დაჭიმულობა.



ნახ. 78. რეგულატორების სქემები სხვადასხვა სახის უკუკავშირებით.

a — ხისტი; *ბ* — იზოდრომული; *ვ* — კომბინირებული.

როგორც ცნობილია, ხისტი უკუკავშირის არსებობის შემთხვევაში რეგულატორი მუშაობს სტატიკური ცდომილებით ან ნარჩენი უთანაბრობის ხარისხით. კონსტრუქციულად ხისტი უკუკავშირები აგებულია ისე, რომ შესაძლებელია ნარჩენი უთანაბრობის რეგულირება უკუკავშირის ბერკეტთა მხრების ცვლილებით.

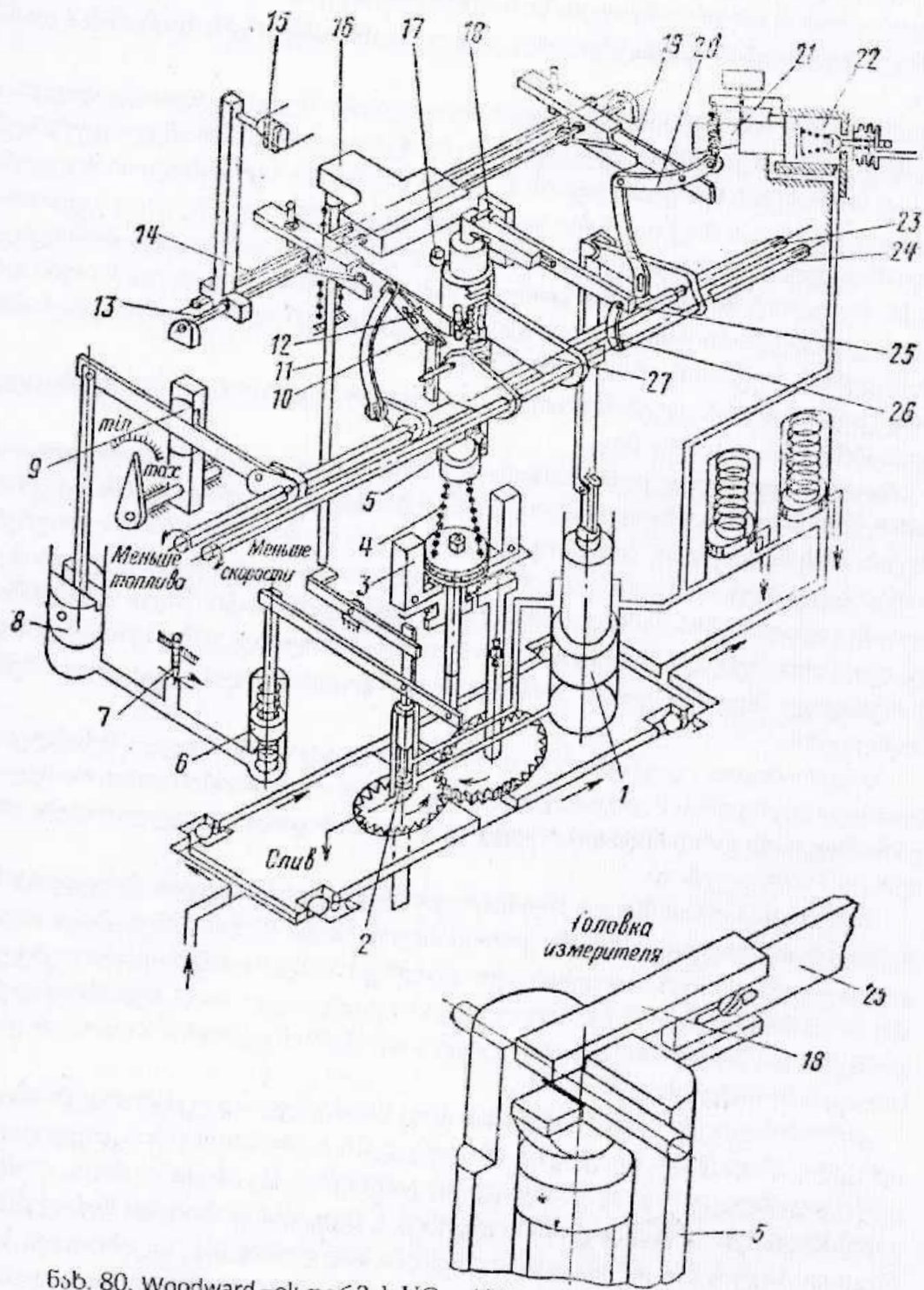
ხისტი უკუკავშირიან რეგულატორებისაგან განსხვავებით, რეგულატორებში იზოდრომული უკუკავშირით უთანაბრობა წარმოიშვება მხოლოდ გარდამავალი პროცესის რეჟიმებში, ხოლო მისი დასრულებისას უთანაბრობა ქრება. ამიტომ იზოდრომულ რეგულატორებს უწოდებენ რეგულატორებს დროებითი სტატიზმით.

კომბინირებულ უკუკავშირიან რეგულატორებში ნარჩენი უთანაბრობის ხარისხის ცვლა მისი ნასტროიკის მიხედვით შესაძლებელია ნულიდან მაქსიმალურ (6-12%) მნიშვნელობამდე. ნარჩენი უთანაბრობის ხარისხი აუცილებელია ძრავების პარალელურ რეჟიმში მუშაობისათვის და ასევე საწვავის ციკლური მიწოდების რხევების შესამცირებლად ძრავის დატვირთვის პერიოდულად ცვლილების პირობებში (მაგ. შტორმის დროს).

6.2.2. ბრუნთა სიხშირის რეგულატორთა სქემები.

თანამედროვე გემების მაღალი სიმძლავრის დიზელის ძრავები აღჭურვილია ფიატის ფირმის არაპირდაპირი ქმედების ზღვრული რეგულატორებით (ნახ.79). რეგულატორის ლილვი 1 მოძრაობაში მოდის ძრავის ლილვის მეშვეობით. თუ ძრავის ბრუნთა სიხშირე გადააჭარბებს დასაშვებ მნიშვნელობას (103-105% ნომინალურიდან), მგრძობიარე ელემენტის ბურთულები 3 ცენტრიდანული ძალების მოქმედების შედეგად გამოიწვევიან და და მუფთას 4 გადაანაცვლებენ ზემოთ. მუფთა ბერკეტის 6 საშუალებით

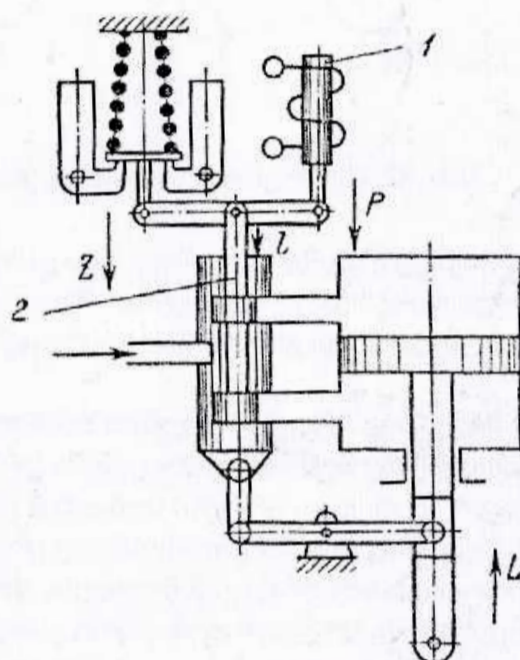
იმ შემთხვევაში, თუ გარდამავალი რეჟიმის დროს ძრავში საწვავის მიწოდება ნაკლებია ვიდრე ღერძის 24 მიერ დანიშნულზე, და ამასთანავე არ შეესაბამება ჩაბურვის ჰაერის წნევას, შეზღუდვის მექანიზმი არ მოდის მოქმედებაში.



ნახ. 80. Woodward-ის ფორმის UG-40TL რეგულატორის სქემა.

რეგულატორის დაყენება სასურველ რეჟიმზე ხდება სექტორის 27 ზემოქმედებით ღერძზე 24. ხოლუნოიდის 15 დანიშნულებაა ძრავის ექსტრემალური დისტანციური გაჩერება საწვავის მიწოდების შეწყვეტით. მინიმალური ბრუნთა რიცხვის დაყენება ხდება ხრახნით 17, რომელიც განსაზღვრავს მილისას 5 სეკას.

რეგულირების ხარისხის ასამაღლებლად (რაც აუცილებელია დიზელ-გენერატორების ბრუნთა სიხშირისთვის) გამოიყენება ორიმპულსიანი რეგულატორები, რომლებშიც ისევე როგორც სხვა დანარჩენ რეგულატორებში ძირითად იმპულსს წარმოადგენს ბრუნთა სიხშირის ცვლილება, ხოლო დამატებით იმპულსად შემოღებულია ან დატვირთვის ცვლილება, ან ლილვის ბრუნთა სიხშირის წარმოებულზე ზემოქმედება. ორიმპულსიანი რეგულატორის დატვირთვის დამატებითი იმპულსით ერთ-ერთი შესაძლო სქემა მოცემულია ნახ.81

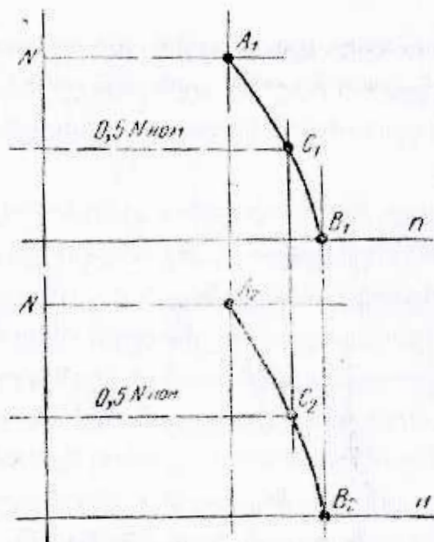


ნახ. 81. ბრუნთა სიხშირის ორიმპულსიანი რეგულატორის სქემა.

დატვირთვის პროპორციული დენი მიეწოდება ელექტრომაგნიტის 1 ხვიას, რომელიც ასრულებს დატვირთვის გამზომის ფუნქციას.

დატვირთვის ცვლილების დროს, როცა ბრუნთა სიხშირე ჯერ კიდევ უცვლელია, დატვირთვის გამზომი 1 გადაანაცვლებს მაძლიერებელი მოწყობილობის მკვეთარას 2, რის შედეგად სერვომოტორის დგუში იმოქმედებს მარეგულირებელ ორგანოზე და შეცვლის საწვავის მიწოდებას, რის შედეგად თვიდან აიცილებს ბრუნთა სიხშირის მნიშვნელოვან ცვლილებას.

რეგულატორის მუშაობის პრინციპის ახსნა, როცა იგი მოქმედებს ბრუნთა სიხშირის წარმოებულზე, შეიძლება ქანქარას მოძრაობის მაგალითზე, რომელიც გამოსახულია ნახ.82. როცა ქანქარა მდებარეობს გადახრის უკიდურეს მდგომარეობაში, იცვლება მისი მოძრაობის მიმართულება და ამიტომ სიჩქარე ნულის ტოლია. მაგრამ აჩქარება ანუ სიჩქარის წარმოებულნი ამ დროს მაქსიმალურია. სწორედ ამ პრინციპით მომუშავე მგრძნობიარე ელემენტის



ნახ. 83. პარალელურად მომუშავე ძრავების რეგულატორული მახასიათებლები. იმის გამო, რომ რეგულატორების სხვადასხვა სიხშირულ რეჟიმზე დაყენებას შეიძლება მოჰყვეს რეგულატორული მახასიათებლების გარკვეული ცვლილებები, აუცილებელია, რომ ეს მახასიათებლები იყოს წრფივი, ან მასთან მიახლოებული. ამავე დროს მდგრადი პარალელური მუშაობისათვის და ძრავებს შორის დატვირთვის სათანადო განაწილებისათვის რეგულატორულმა მახასიათებლებმა უნდა უზრუნველყონ გარკვეული უთანაბრობა. ამიტომ იზოდრომული რეგულატორი, რომლის უთანაბრობა მიახლოებულია ნულთან, პარალელურად მომუშავე დიზელებში არ გამოიყენება.

პარალელურად მომუშავე ძრავების სათანადო რეგულირებისთვის ანუ მდგრადი მუშაობის და დატვირთვის პროპორციულად განაწილების უზრუნველსაყოფად გამოიყენება იზოდრომული რეგულატორები ნარჩენი უთანაბრობით (რბილი და დამატებითი ხისტი უკუკავშირი).

ბოლო წლებში მაღალი ხარისხის რეგულირების მიზნით, პრაქტიკაში შემოდის დატვირთვის მაკორექტირებლები, რომლებშიც სპეციალური მოწყობილობა ახდენს საწვავის ტუმბოების რეიკების შედარებას და მათი უთანაბრობის შემთხვევაში გამოიმუშავებს სიგნალს, რომელიც ზემოქმედებას ახდენს რეგულატორის ზადაიუმზე მოწყობილობაზე.

6.3. გამაგრილებელი გარემოს ტემპერატურის რეგულირება.

თანამედროვე გემებზე ძირითადად გამოიყენება ჩაკეტილი ტიპის გაგრილების სისტემა. გემის დიზელის ოფტიმალურ ტემპერატურულ რეჟიმზე მუშაობისათვის, რომლის დროსაც აღინიშნება ძრავის მუშაობის მაღალი ეფექტური მ.ქ.კ. და ცილინდრულ-დგუმური ჯგუფის მინიმალური ცვეთა, აუცილებელია შიგა კონტურის გამაგრილებელი წყლის ტემპერატურის მოცემული მნიშვნელობის ავტომატურად შენარჩუნება.

ძრავის გამაგრილებელი წყლის ტემპერატურის რეგულირება ხდება შემდეგი სქემებით:

ხდება მაცივარში შემავალი წყლის რაოდენობის ცვლილებით პერეპუსკის მეთოდით.(
გამაგრებელი წყლის ნაწილის მაცივარის გვერდის ავლით).

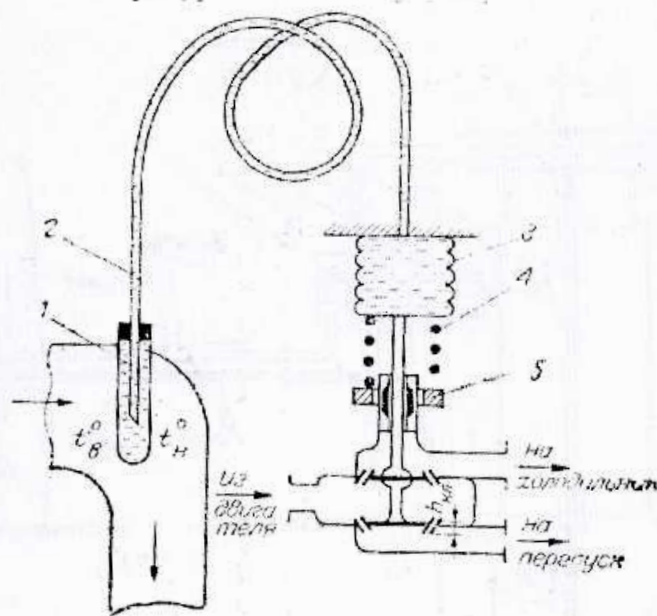
ზეთის ტემპერატურის ავტომატურ რეგულირების სისტემაზე ვრცელდება იგივე
მოთხოვნები, რაც ჩამოთვლილი იყო ზემოთ.

6.3.1. ტემპერატურის რეგულატორები.

არსებობს პირდაპირი და არაპირდაპირი მოქმედების ტემპერატურის
რეგულატორები ანუ თერმორეგულატორები. მცირე სიმძლავრის მქონე გემების
ენერგეტიკულ დანადგარებში გამოიყენება პირდაპირი ქმედების
თერმორეგულატორები, ხოლო მაღალი სიმძლავრის დანადგარებში როგორც
პირდაპირი, ასევე არაპირდაპირი ქმედების თერმორეგულატორები.
თერმორეგულატორებში გამოიყენება მოცულობითი და ორთქლისითხოვანი ტიპის
მგრძნობიარე ელემენტები. პირდაპირი ქმედების რეგულატორში მგრძნობიარე
ელემენტი ჩამონტაჟებულია მარეგულირებელ ორგანოში. პირდაპირი ქმედების
არადისტანციური თერმორეგულატორის სქემა მოცულობითი გამზომით მოყვანილია
ნახ.84, რომელშიც მგრძნობიარე ელემენტს წარმოადგენს ორი სილფონი 2 და 4. გარსსა 1
და სილფონებს შორის არსებული სივრცე გავსებულია გაფართოების დიდი
კოეფიციენტის მქონე სითხით (გლიცერინით).

ტემპერატურის გაზრდის დროს სითხე გაფართოვდება, რის შედეგად სილფონები
2 და 4 შეიკუმშებიან. იმდენად, რამდენადაც სილფონის 4 გადაადგილება არ არის
შეზღუდული, ამიტომ იგი განაგრძობს კუმშვას მანამ, სანამ არ გაქრება ღრეჩო Δ. ამის
შემდეგ, ტემპერატურის კიდევ უფრო მომატებისას იწყებს დეფორმირებას სილფონი 2
და მარეგულირებელ ორგანოებს 5 და 6 გადაადგილებს ქვემოთ, რის შედეგად
გაიზრდება მაცივარში შემავალი წყლის რაოდენობა.

იმ შემთხვევაში, თუ მარეგულირებელი ორგანოები ბოლომდე მოქმედებენ, ხოლო
ტემპერატურა განაგრძობს ზრდას, სარქველის დაზიანების თავიდან ასაცილებლად
გათვალისწინებულია დამცავი ზამზარა 3, რომლის შეკუმშვის დროს ზედა სილფონს
ეძლევა გადაადგილების მეტი საშუალება.



ნახ. 85. პირდაპირი ქმედების დისტანციური თერმორეგულატორის სქემა.

დისტანციური არაპირდაპირი ქმედების პნევმატიკური თერმორეგულატორი, რომლის სქემა მოცემულია ნახ.86, აღჭურვილია მოცულობითი ტიპის მგრძობიარე ელემენტით.

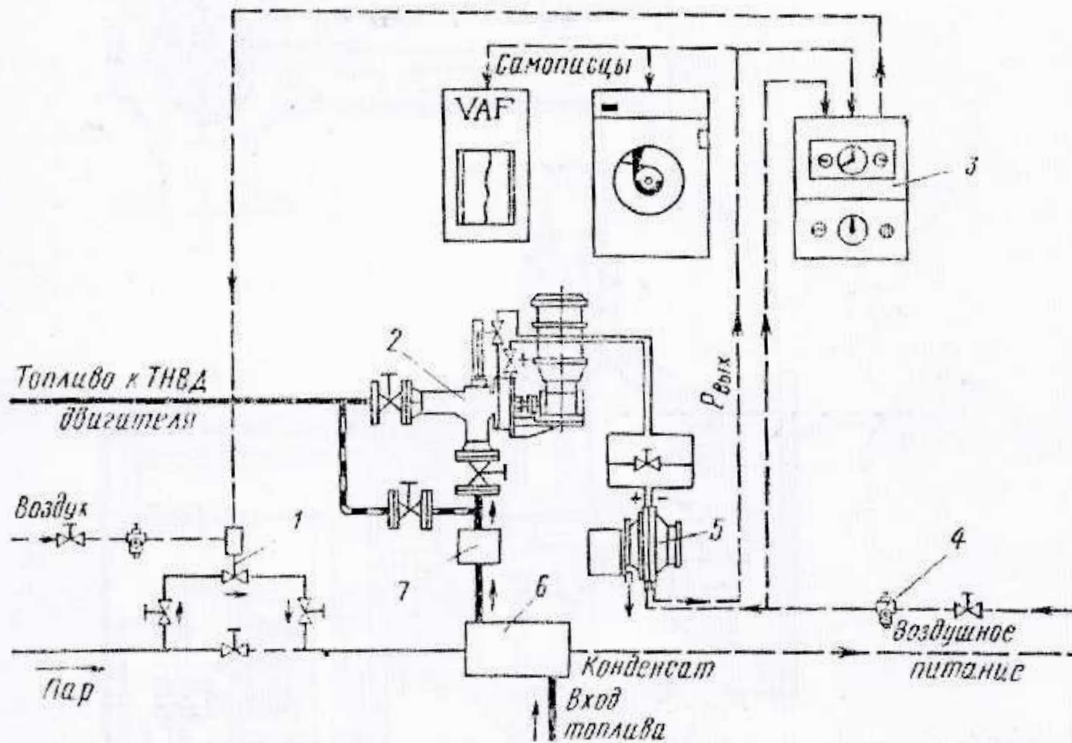
რეგულატორი შედგება შემდეგი კონსტრუქციული კვანძებისაგან: მგრძობიარე ელემენტი A ; მაძლიერებელი მოწყობილობა B ; და მემბრანული ტიპის სერვომოტორი B.

ტემპერატურის გაზრდის შემთხვევაში კოლბაში 19 იზრდება წნევა, რის შედეგად მგრძობიარე ელემენტის 17 ღერო დაიწყებს თავისუფლად გადაადგილებას ზემოთ მანამ, სანამ არ გაქრება დრეჟო A. ხოლო შემდეგი გადაადგილებისას ღერო გადაინაცვლებს დამკვეთი რგოლის 16 ქანჩს და გამზომის ბერკეტის 11 მარცხენა ბოლოს. ამის შედეგად შემცირდება გამზომის 12 სამზარას დეფორმაცია, მემბრანა 10 გადაინაცვლებს ზემოთ და გაზრდის გამავალი კვეთის ფართობს, სადაც გაივლის გამზომის საქშენიდან 20 გამოსული ჰაერი. მემბრანას 10 ქვედა კამერაში და მემბრანა 7-ზე წნევა შემცირდება, რის შედეგად სარქველი 8 რომელიც მართავს ჰაერის ატმოსფეროში გაშვებას გადაინაცვლებს მარჯვნივ და შეამცირებს ჰაერის წნევას კამერაში და სერვომოტორის B ზედა სივრცეში. მემბრანა 3 და მასთან შეერთებული მარეგულირებელი სარქველი 1 გადაინაცვლებენ ზემოთ, მაცივარში მიწოდებული გამაგრებული წყლის რაოდენობა გაიზრდება და ტემპერატურა შემცირდება მოცემულ მნიშვნელობამდე.

რეგულატორის საჭირო ტემპერატურაზე დაყენება ხდება ჰანჭიკის 13 საშუალებით A დრეჟოს ცვლილებით.

დიზელის ძმუნებელი ქარხნის მიერ რეკომენდებული სიბლანტის შესანარჩუნებლად გამოიყენება სიბლანტის სხვადასხვა ტიპის რეგულატორები.

გემის ძალურ დანადგარებში გავრცელებულია გერმანული ფირმის რეგულატორები „ASCANIA VISCOZIMAT“, რომლის მოქმედების პრინციპი ეფუძნება კაპილარულ მილში (რომელშიც ლამინარულად გაედინება სიბლანტის სარეგულირებელი სითხე) წნევათა ვარდნის გაზომვაზე და „VAF VISCOTERM“ რომლის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია ნახ.87.



ნახ. 87. საწვავის სიბლანტის რეგულატორის სქემა:

1 — მარეგულირებელი ორთქლის სარქველი; 2 — მგრძნობიარე ელემენტი; 3 — მართვის სადგური; 4 — ჰაერის რედუქტორიანი ფილტრი; 5 — წნევათა ვარდნის გადამწოდები; 6 — საწვავის გამათბობელი; 7 — საწვავის ფილტრი.

სახარჯი ცისტერნიდან საწვავის მიმწოდებელი ტუმბოს საშუალებით საწვავი გამათბობელისა 6 და ფილტრის 7 გავლით მიეწოდება ჯერ მგრძნობიარე ელემენტს 2, ხოლო შემდეგ საწვავის მაღალი წნევის ტუმბოებს. მგრძნობიარე ელემენტი, რომლის სქემა მოცემულია ნახ.88 ა, შედგება კუთხური მილისაგან, რომელშიც განთავსებულია შესტერიონნი ტუმბო 1, რომელიც მოქმედებაში მოდის ელექტროძრავისა და რედუქტორის მეშვეობით. ტუმბო 1 საშუალებით საწვავი კაპილარულ მილში უწყვეტად გაედინება და საწვავის ლამინარული მოძრაობის გამო, მილში წნევათა ვარდნა პირდაპირპროპორციული იქნება მისი სიბლანტისა.

წნევათა ვარდნის Δp_k სიგნალი მიეწოდება გადამწოდებს(ნახ. 88 ნ), რომელიც ამ სიგნალს გარდაქმნის ისე, რომ მმართველი ჰაერის გამომავალი წნევა საწვავის სიბლანტის პროპორციული ხდება. ამის შემდეგ გამომავალი სიგნალი მიეწოდება მართვის სადგურს, სადაც ხდება სიბლანტის ნამდვილი და მოცემული

1. გაგრილების სისტემის წნევა და ტემპერატურა;
2. შეზეთვის სისტემის წნევა და ტემპერატურა;
3. საწვავისა და გამაგრილებელი წყლის დონე ცისტერნებში;
4. ლილვის ბრუნთა სიხშირე;
5. საკისრების ტემპერატურა;
6. გამონაბოლქვი გაზების ტემპერატურა;

ავტომატიზირებულ ენერგეტიკული დანადგარებში პარამეტრების ინდიკაციის სქემა მოყვანილია ტაბულის სახით:

დიზელური ძრავის ავტომატიზირებული გემების პარამეტრები, რომლებიც ექვემდებარებიან ინდიკაციას, სიგნალიზაციასა და დაცვას

№ ი/ი	საკონტროლო სიდიდე	ინდიკაცია (მაჩვენებელი ხელსაწყოები)	სიგნალიზაცია (ა.გ.ს)	დაცვა: გაჩერება ან რეჟიმის შეცვლა
I. ძრავი				
1.	მთავარი ძრავის ბრუნთა სიხშირე	მუდმივი	—	—
2.	ძრავის თითოეული ცილინდრიდან გამოსული გაზების ტემპერატურა	მუდმივი ან გამომახებით	მაღალი	—
3.	ტემპერატურა გამონაბოლქვი გაზების კოლექტორში	მუდმივი		
4.	ძრავის დატვირთვა	—	მაღალი (რ)	—
II. საწვავის სისტემა				
5.	ძრავში შემავალი საწვავის სიბლანტე ან ტემპერატურა	—	მაღალი, დაბალი	
6.	საწვავის წნევა მაღალი წნევის ტუმბოს წინ	გამომახებით	—	—
7.	სახარჯო ცისტერნის დონე	გამომახებით (რ)	დაბალი	—
8.	საწვავის ტემპერატურა ცისტერნაში	გამომახებით (რ)	მაღალი	—
9.	საწვავის დონე დამლექ ცისტერნაში	გამომახებით (რ)	მაღალი	
10.	სეპარატორის ვიბრაცია	—	მომატებული	სეპარატორი ს გაჩერება
11.	საწვავის ნაკადი სეპარატორში	—	არ არსებობა	—
III. ზეთის სისტემა				

	გამაგრებელი სითხის წნევა			
28.	წყლის ნაკადი თითოეულ დგუშში	—	შემცირება	—
29.	წყლის დონე გაფართოების ცისტერნაში	—	დაბალი	—
V. ზღვის წყლის სისტემა				
30.	მაცივრის წინ ზღვის წყლის ტემპერატურა	გამოძახებით	—	—
31.	ზღვის წყლის წნევა	მუდმივი	დაბალი	—
VI. ჩაბერვის სისტემა				
32.	გაზების ტემპერატურა გაზოტურბინულ დამჭირხნის წინ და შემდეგ	გამოძახებით	—	—
33.	ჰაერის ტემპერატურა რესივერში	გამოძახებით (რ)	—	—
34.	გაზოტურბინულ დამჭირხნის ბრუნთა სიხშირე	მუდმივი	—	—
35.	ჰაერის წნევა რესივერში	მუდმივი	—	—
VII. გამშვები ჰაერის სისტემა				
36.	ჰაერის წნევა ბალონებში	მუდმივი	დაბალი	კომპრესორი ს გამშვება
37.	კომპრესორიდან გამომავალი ჰაერის ტემპერატურა	—	მაღალი	—
38.	გამაგრებელი წყლის წნევა კომპრესორში	—	დაბალი	კომპრესორი ს გაჩერება
39.	ზეთის წნევა კომპრესორში	—	დაბალი	კომპრესორი ს გაჩერება

შენიშვნა: ცხრილში მოცემულია შემდეგი აღნიშვნები:

„მუდმივი“ — პარამეტრის მნიშვნელობის ჩვენება უნდა წარმოებდეს უწყვეტად;
 „გამოძახებით“ — პარამეტრის მნიშვნელობის ჩვენება უნდა წარმოებდეს დოის გარკვეულ ინტერვალში. (შემოვლითი კონტროლი ან ოპერატორის მოთხოვნით)

არსებობს შემთხვევები, როდესაც მოსალოდნელი ავარიული სიტუაციის დროსაც კი ძრავის გაჩერება არ შეიძლება, რადგანაც მან შეიძლება გამოიწვიოს გემის დაღუპვა (მაგ. შტორმის დროს გემის სვლა არხში და ა.შ.). ამიტომ დაცვის სისტემები როგორც წესი, მზადდება ისე, რომ შესაძლებელი იყოს მათი გამორთვა. შეუძლებელია მხოლოდ ბრუნთა სიხშირის დაცვის გამორთვა, რადგანაც ამ პარამეტრის ზღვრული მნიშვნელობის გადაჭარბება იწვევს ძრავის მწყობრიდან გამოსვლას. დაცვისა და სიგნალიზაციის სისტემები დამოუკიდებელია ავტომატური რეგულირების სისტემისაგან.

სიგნალიზაციისა და დაცვის სისტემა შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან:

10. ძრავის დაცვა გადატვირთვისაგან, გადაჭარბებული ტემპერატურებისაგან, ზეთის წნევის ვარდნისაგან, აფეთქებისაგან კარტერში მომატებული ზეთის ნისლის გამო და სხვა;
11. მანევრირების ოპერაციებისა და პარამეტრების რეგისტრაცია დამყარებულ რეჟიმში;
12. დისტანციურ ავტომატურ მართვის სისტემაში არსებული ბლოკების მდგომარეობის კონტროლი;
13. დისტანციურ ავტომატურ მართვის სისტემის უწყესივრობის შემთხვევაში ავტომატური გადასვლა ძრავის დისტანციურ ან ხელოვნურ მართვაზე;
14. ავარიული კვების ავტომატური ჩართვა;
15. სისტემის კონსერვატულობა, რაშიც იგულისხმება სისტემის უნარი, მისი მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში დარჩეს ავარიის გამოყენებული ენერჯის მიხედვით ყველაზე უფრო პოპულარულია დისტანციური ავტომატური მართვის ის სისტემები, რომლებშიაც ლოგიკური ნაწილი შექმნილია ელექტრონული აპარატურის ბაზაზე, ხოლო შემსრულებელი ნაწილი პნევმატიკურია.

თავი 7. დამხმარე მექანიზმებისა და სისტემების ავტომატიზაცია.

7.1. ენერგეტიკული დანადგარის მომსახურე სისტემების ავტომატიზაცია.

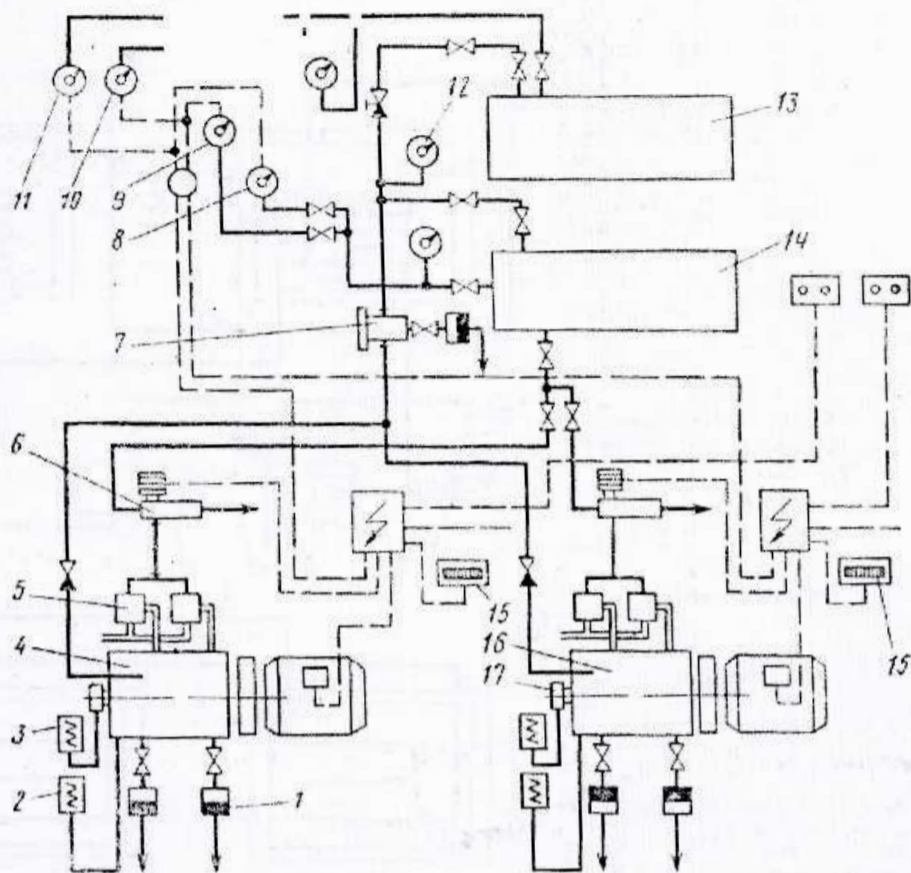
7.1.1. საწვავის მოშაადების სისტემა.

თანამედროვე გემებზე დაყენებულია თვითგამწმენდი სეპარატორები პერიოდული გაწმენდითა და უწყვეტი ავტომატური გაწმენდით.

სამანქანე განყოფილების უვახტო მომსახურების დროს სეპარატორების საიმედო მუშაობისათვის ავტომატიზირდება შემდეგი ოპერაციები: სეპარირებადი საწვავის მოცემული ტემპერატურის დაჭერა, სეპარატორების განტვირთვა, წყლის მოცემული ტემპერატურის დაჭერა. ამასთანავე სეპარატორების მართვის დაფაზე დაყენებულია მუშაობის საათების მრიცხველი და სიგნალური ნათურები რომლებიც აჩვენებენ სეპარატორების მუშაობის ნორმალურ ან არანორმალურ მდგომარეობას.

ავარიული სიგნალის ამოქმედების შემთხვევაში ავტომატურად წყდება საწვავის მიწოდება სეპარატორის დოლში და სეპარატორი მუშაობს რეცირკულაციის რეჟიმში. ვიბრაციების წარმოქმნისას სეპარატორი ჩერდება ავტომატურად. საწვავის ავტომატური სეპარაციის სქემა მოცემულია ნახ.89.

დაკიდული ტუმბოს 17 საშუალებით. ჰაერის ბალონებისა და კომპრესორის მაცივრის განქრევისათვის გათვალისწინებულია სარქველები 1 და 7.



ნახ. 90. შეკუმშული ჰაერის ავტომატური დანადგარის სქემა.

გამაგრებული წყლისწნევისა და ზეთის წნევის დაცემის შემთხვევაში მოქმედებაში შედის წნევის რელე 2 და 3 და აჩერებს კომპრესორს. კონტაქტური მანომეტრი 12 კომპრესორს აჩერებს მაშინ, როცა ჰაერის წნევა გადააჭარბებს დასაშვებ მნიშვნელობას. კომპრესორების მუშაობის ხანგრძლივობას აკონტროლებს მრიცხველი 15.

აღნიშნული სისტემის ხელოვნურად მართვა შესაძლებელია ადგილობრივი პოსტიდანაც, რისთვისაც საჭიროა მართვის პულტზე არსებული გადამრთველის გადაყვანა ავტომატური მართვიდან ხელოვნურ მართვაზე.

7.2. სამაცივრო დანადგარების ავტომატიზაცია.

სამაცივრო დანადგარის ავტომატური რეგულირების დროს ხდება საჭირო ტემპერატურის უფრო ზუსტი დაჭერა პროვიზიულ კამერებში, დანადგარის უწყვეტი კონტროლი, ავარიისგან დაცვა და ამასთანავე მისი საიმედო ექსპლუატაცია.

სამაცივრო დანადგარის ავტომატიზაციის მოცულობა დამოკიდებულია მის დანიშნულებაზე, ზომებზე და დანადგარის გაგრილების სისტემაზე.

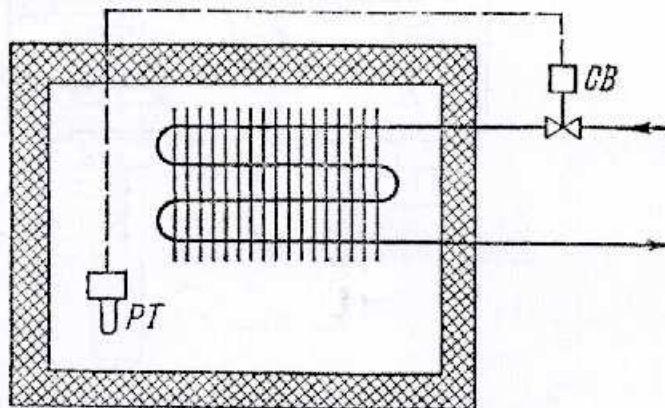
სამაცივრო დანადგარებში ხდება ზეთის დაბრუნება ზეთის გამცალკევებელი კამერიდან კომპრესორში და სისტემიდან ჰაერის გამოღევნა.

განვიხილოთ ჩამოთვლილი სიდიდეების რეგულირების მეთოდები და საშუალებები.

7.2.1. ტემპერატურის რეგულირება სამაცივრო კამერებში

რამოდენიმე კამერის მქონე სამაცივრო დანადგარში ტემპერატურული დატვირთვები იცვლება არაერთნაირად. თითოეულ კამერაში მოცემული ტემპერატურის შენარჩუნება ხდება გამაცივებელი ბატარეების სიცივის წარმადობის ცვლით. იმის გამო, რომ გემის სამაცივრო დანადგარის სითბური ინერციულობა საკმაოდ მაღალია და დატვირთვა იცვლება ნელა, ტემპერატურის რეგულირება ხდება არაპირდაპირი ქმედების ორპოზიციური რეგულატორის საშუალებით. რეგულატორი შედგება კამერაში დამონტაჟებული ტემპერატურის რელესაგან (PT), და სოლენოიდური ვენტილისაგან (CB).

რეგულირების მოცემული სქემა ნაჩვენებია ნახ.92.



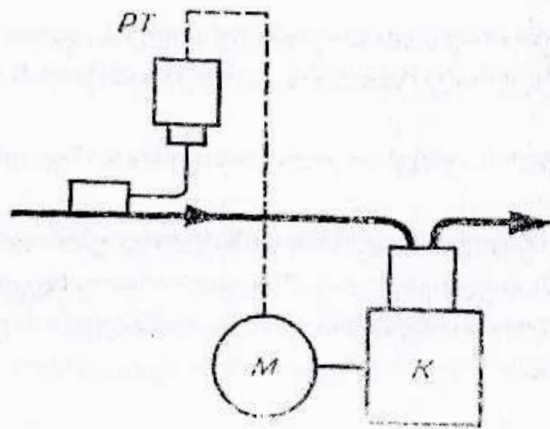
ნახ. 92. სამაცივრო კამერაში ტემპერატურის რეგულირების სქემა:

PT — ტემპერატურული რელე; CB — სოლენოიდური ვენტილ

კამერაში ტემპერატურის მომატების შემთხვევაში იღება სოლენოიდური ვენტილ და გამაცივებელი სითხე მიეწოდება ბატარეას, რის გამოც კამერაში ტემპერატურა დაიკლებს. როცა ტემპერატურა მიაღწევს მოცემულ მნიშვნელობას, ტემპერატურის რელეს კონტაქტები გაიხსნება, სოლენოიდური ვენტილ გაუდენურდება და დაიხურება. კამერის გაცივება გაჩერდება.

7.2.2. კომპრესორების სიცივის წარმადობის რეგულირება.

კომპრესორების სიცივის წარმადობის რეგულირება შეიძლება ფანხორციელდეს მდოვრედ ან ბიძგობრივად და პოზიციურად. მდოვრე რეგულირება ხდება კომპრესორის ლილვის ბრუნთა სიჩქარის ცვლილებით, შესაწოვი ორთქლის დროსელირებით, დამჭირხნი სისტემიდან შემწოვ სისტემაში გადადინებით და ა.შ.



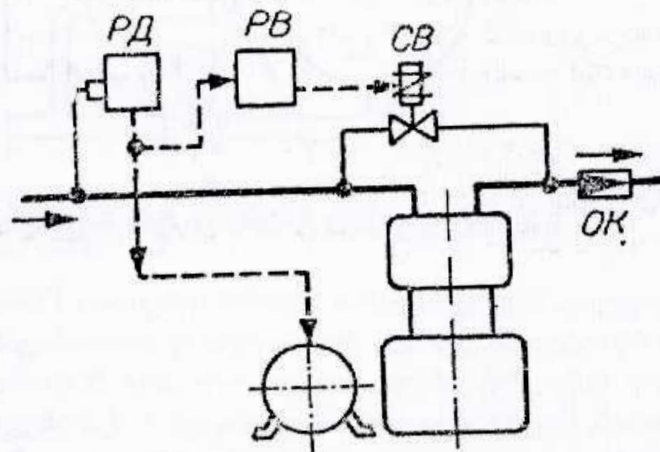
ნახ. 94. ტემპერატურის ორპოზიციანი რელეს განლაგება:
PT — ტემპერატურის რელე; *K* — კომპრესორი; *M* — ელექტროძრავი

შემწოვ მაგისტრალზე დაყენებული ტემპერატურის (ან წნევის) მგრძობიარე ელემენტი ზემოქმედებს კონტაქტურ მოწყობილობაზე, კრავს წრედს და უშვებს კომპრესორის ელექტროძრავს. გასაცივებელ კამერებში ტემპერატურის დაკლების შემთხვევაში აღნიშნული პროცესი ხდება პირიქით.

წნევის რელე განსხვავდება ტემპერატურის რელესგან იმით, რომ მას არ აქვს თერმობალონი და ამიტომ შემწოვ მაგისტრალში არსებული ორთქლების წნევა უშუალოდ მოქმედებს სილფონზე 6.

კომპრესორის გაშვების გასაადვილებლად გათვალისწინებულია მოწყობილობა, რომელიც ავტომატურად განტვირთავს კომპრესორს გაშვების წინ.

განტვირთვის ერთ-ერთ გავრცელებულ მეთოდს წარმოადგენს კომპრესორის გაშვების დროს დამჭირხნი მილის შემწოვ მილთან დაკავშირება. (ნახ.95)



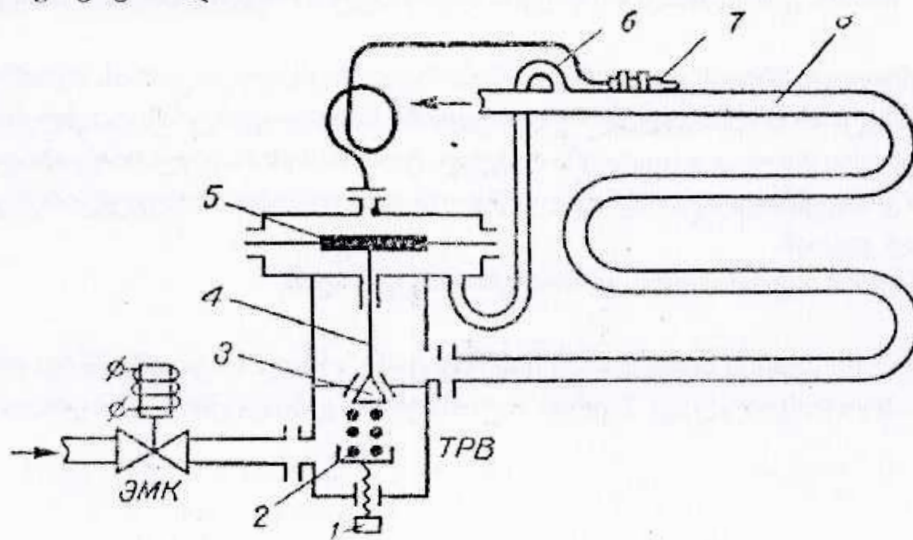
ნახ. 95 კომპრესორის გაშვების წინ განტვირთვის სქემა:
PD — წნევის რელე; *PB* — დროის რელე; *CB* — სოლენოიდური
 ვენტილს; *OK* — невозвратный клапан

წნევის რელეს *PD* საშუალებით ელექტროძრავის გაშვების დროს დროის რელე *PB* აღებს სოლენოიდურ ვენტილს *CB*, რომელიც აერთებს დამჭირხნი მილს შემწოვ მილთან.

ორთქლისა და დუდილის ტემპერატურებს შორის სხვაობას. იმის გამო, რომ დუდილის ტემპერატურის გაზომვა რთულია, ამიტომ იზომება დუდილის წნევა, რომელიც მასთან პირდაპირ კავშირშია.

თერმობალონში 7 არსებული გადახურების ტემპერატურის პროპორციული წნევისა და ამორთქლებელში არსებული დუდილის ტემპერატურის პროპორციული წნევის ზემოქმედების შედეგად მემბრანა 5 იმყოფება წონასწორულ მდგომარეობაში. თერმომარეგულირებელი ვენტილის რეგულირება ხდება ვინტის 1 საშუალებით, რომელიც ზემოქმედებს ზამზარაზე 2. ხოლო ხლოდაგენტის ხარჯის რეგულირება ხდება სარქველით 3.

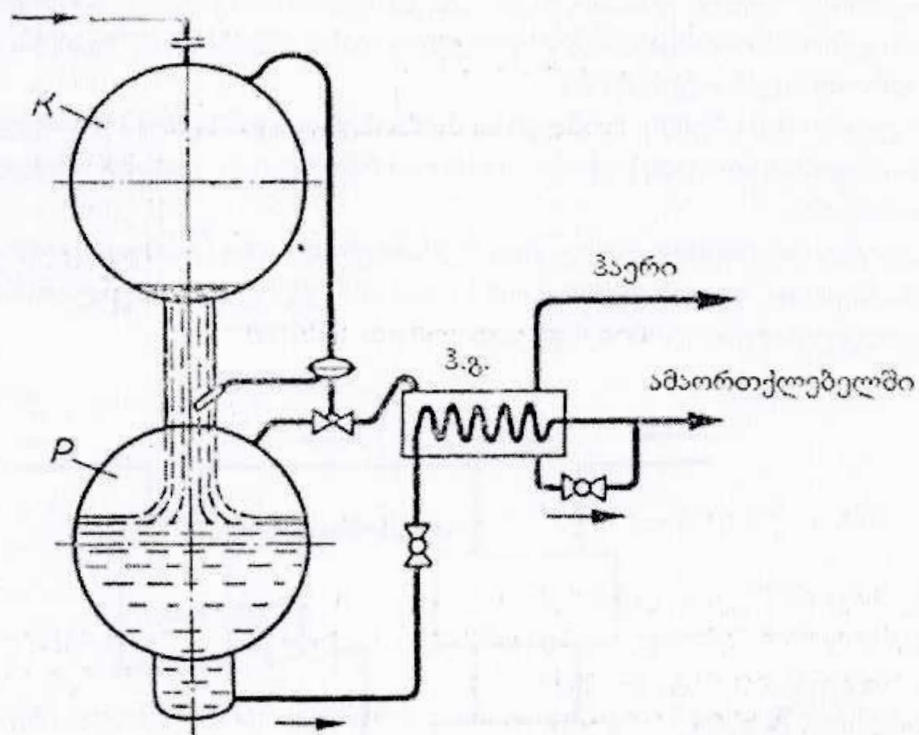
გადახურების მატების შემთხვევაში მემბრანა 5 ჩაიზნიქება ქვემოთ და დეროს 4 საშუალებით სარქველი 3 უფრო მეტად გაიხსნება, შესაბამისად გაიზრდება ამორთქლებელში შემავალი ხლოდაგენტის რაოდენობა. ელექტრომაგნიტური სარქველის დანიშნულებას წარმოადგენს მაგისტრალის სრული გადაკეცვა კომპრესორის გაჩერების დროს.



ნახ.97. დონის თერმორეგულატორით რეგულირების სქემა.

7.2.4. კონდენსაციის წნევის რეგულირება

კონდენსაციის წნევის კლების დროს მცირდება კომპრესორის მიერ გამოყენებული სიმძლავრე, კონდენსაციის წნევა კი დამოკიდებულია გამაგრებელი წყლის ხარჯზე და მის ტემპერატურაზე, ანუ კონდენსაციის ტემპერატურის კლების დროს ცირკულაციური ტუმბოს ამძრავს სჭირდება მეტი ენერგია. აქედან გამომდინარე, დანადგარის ეკონომიური მუშაობისათვის უმჯობესია კონდენსაციის წნევის მოცემულ ფარგლებში შენარჩუნება. წნევის მოცემული მნიშვნელობის უზრუნველყოფა შესაძლებელია წნევის რეგულატორის ანუ წყალ-რეგულატორის (წ.რ.) საშუალებით ნახ.98



ნახ.99. სამაცივრო მანქანიდან ჰაერის გამოდევნის ავტომატური სისტემის სქემა.

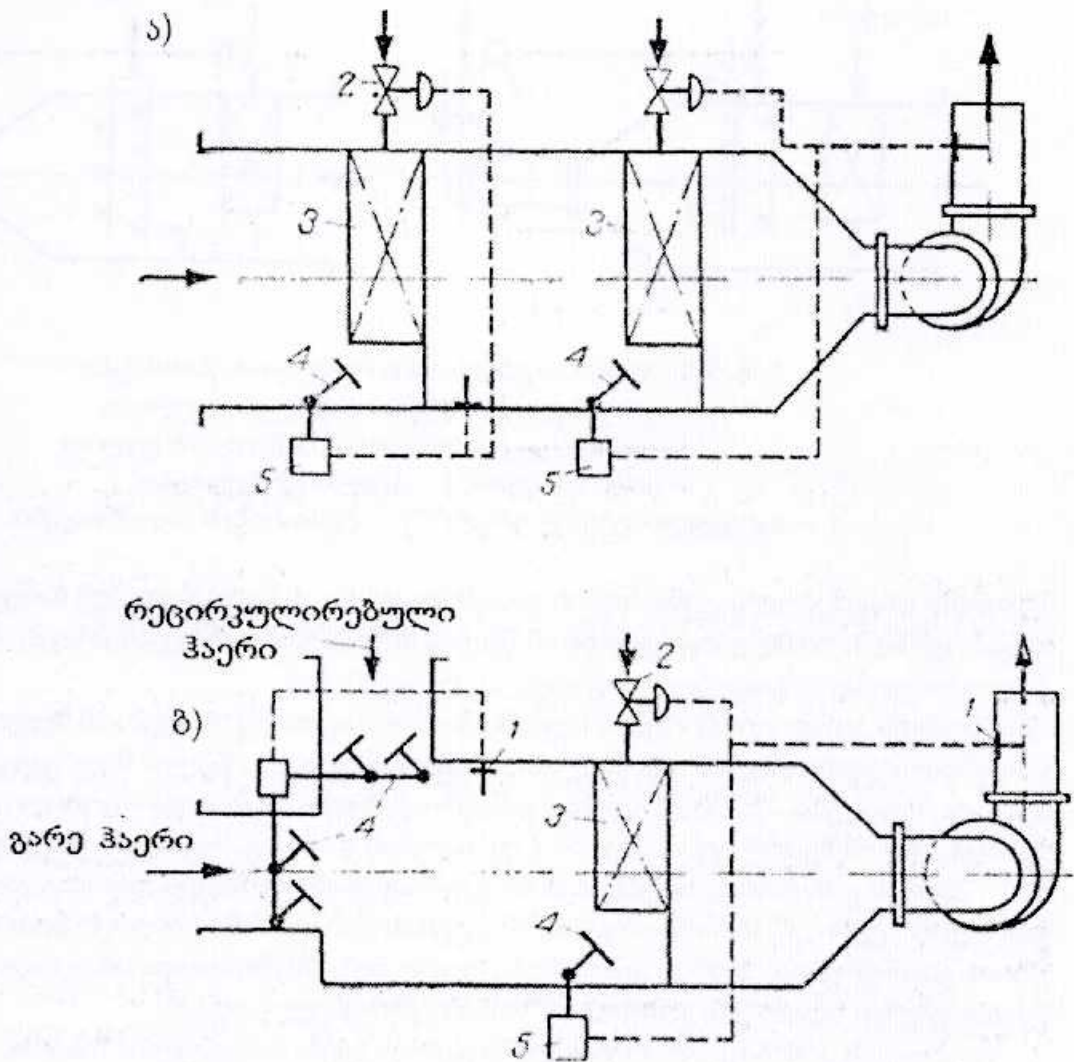
ამ მოწყობილობის მოქმედების პრინციპი დამყარებულია კონდენსატორის წნევასა და კონდენსაციის ტემპერატურის შესაბამის წნევას შორის სხვაობაზე.

კონდენსაციის წნევის გასაზომად კოლექტორში, რომელიც აერთებს კონდენსატორს (K) რესივერთან (P), მოთავსებულია ხლოდოგენტით შევსებული თერმობალონი. თერმობალონში არსებული კონდენსაციის ტემპერატურის შესაბამისი წნევა ერთი მხრიდან მიეწოდება მემბრანულ მოწყობილობას, ხოლო მემბრანის მეორე მხარე შეერთებულია კონდენსატორთან. როცა სისტემაში ჰაერი არ არის, მაშინ სარქველი, რომელზეც შემოქმედებს მემბრანული მოწყობილობა დაკეტილია. კონდენსატორში ჰაერის შეპარვის შემთხვევაში, მემბრანის შესაბამის სივრცეში წნევა გაიზრდება, სარქველი გაიღება და ჰაერისა და ხლოდოგენტის ნარევი გადავა ჰაერის განმაცალკეველში (ჰ.გ.), საიდანაც კონდენსირებული ხლოდოგენტი გადადის ამორთქლებელში, ხოლო ჰაერი განიდევნება ატმოსფეროში.

7.2.6. ზეთის დონის რეგულირება ზეთის განმაცალკეველში.

გემის ჰაერის კონდიციონერული დანადგარები მუშაობის რეჟიმების მიხედვით იყოფიან შემდეგ ჯგუფებად: - ზაფხულის, რომელშიც ხდება ჰაერის მხოლოდ გაგრილება და გაშრობა, - ზამთრის, რომელშიც ხდება ჰაერის გათბობა და გატენიანება და საერთო, რომელიც წელიწადის დროის მიხედვით მუშაობს როგორც ზაფხულის ასევე ზამთრის რეჟიმებში. გარდა ამისა, კონდიციონირების სისტემას შეუძლია იმუშაოს ღია ან რეგირკულაციის ციკლზე, რომლის დროსაც ხდება გარე ჰაერის შერევა შენობაში არსებულ ჰაერთან.

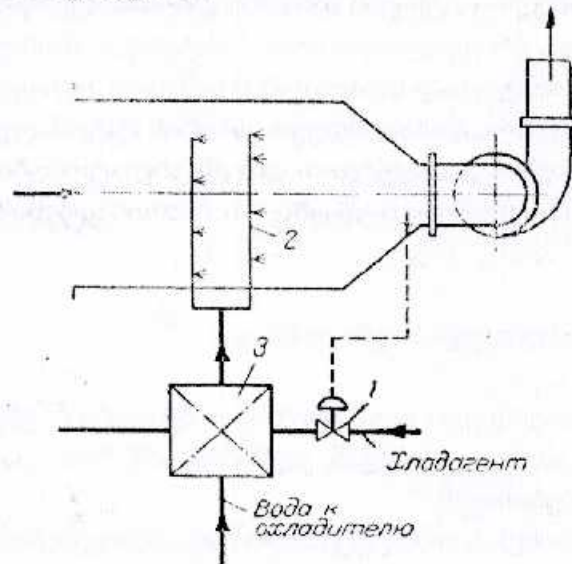
განვიხილოთ გემებზე არსებული ჰაერის კონდიციონირების ავტომატური რეგულირების სისტემის ტიპური სქემები. ნახ.101.



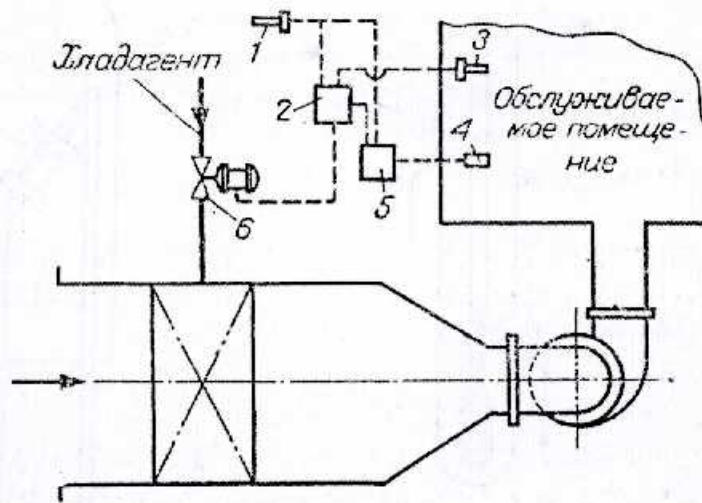
ნახ.101. ჰაერის მომზადების სქემა.:

- ა — უცირკულაციო ორსაფეხურიანი; ბ — რეგირკულაციით:
 1 — ტემპერატურის გადაძწოდებები; 2 — ორთქლის მიწოდების მარეგულირებელი ორგანოები;
 3 — კალორიფერები; 4 — регулирующие заслонки; 5 — приводы заслонок

ჩამოთვლილი სიდიდეების რეგულირება წარმოებს პნევმატიკური, ელექტრული ან სხვა ტიპის რეგულატორების საშუალებით.



ნახ.103. ჰაერის გაგრილების ავტომატური რეგულირების სქემა:
 1 — ტემპერატურის რეგულატორი; 2 — წყლის ფრქვევანები;
 3 — წყლის გამაგრილებელი



ნახ.104. ზაფხულის კონდიციონირების ავტომატური რეგულირების სქემა.
 1 — ავტოკორექტორის გადამწოდები; 2 — ტემპერატურის რეგულატორი;
 3 — ტემპერატურის რეგულატორის მგრძნობიარე ელემენტი; 4 —
 ტენიანობის რეგულატორის მგრძნობიარე ელემენტი; 5 — ტენიანობის
 რეგულატორი; 6 — შემსრულებელი მექანიზმი.

7.4. ხანძარსაწინააღმდეგო სისტემების ავტომატიზაცია.

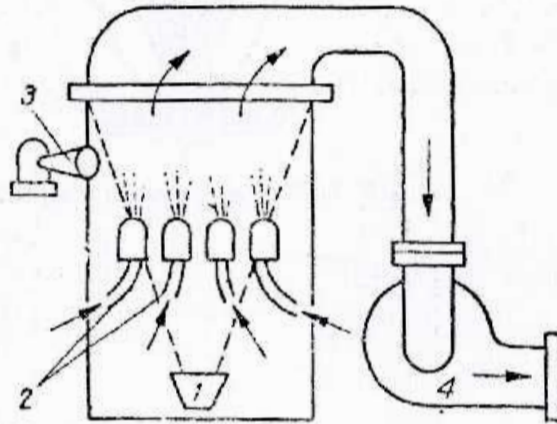
a — ვერცხლისწყლიანი; *ბ* — ნახევარგამტარული; *გ* — ბიმეტალური

ვერცხლისწყლიან გადამწოდებში (ნახ.104 *ა*) ოთახში ტემპერატურის მომატების დროს ვერცხლისწყალი ფართოვდება, კრავს კონტაქტებს და ირთვება სიგნალიზაცია.

ნახევარგამტარული გადამწოდებები (ნახ. 104 *ბ*) გამოირჩევიან მცირე ინერციულობით. ჭიქის ამპულაში 2 განთავსებულია თერმოწინალობა 1. ტემპერატურის გაზრდის დროს თერმოწინალობის ელექტროგამტარიანობა ნახტომისებურად იცვლება და რთავს სიგნალიზაციის წრედს.

ბიმეტალურ გადამწოდებში (ნახ. 104 *ვ*) ტემპერატურის მომატების დროს ბიმეტალური ფირფიტა 1 იზნისება ქვევით, მოძრავი კონტაქტი 2 ეხება უძრავ კონტაქტს 3 და შეიკვრება სიგნალიზაციის წრედი. გადამწოდების საჭირო ტემპერატურაზე დაყენება ხდება კონტაქტებს 2 და 3 შორის არსებული ღრეჩოს რეგულირებით. აღნიშნული გადამწოდების უარყოფით თვისებას მიეკუთვნება მოჭარბებული ინერციულობა.

ხანძარსაწინააღმდეგო სიგნალიზაციის სხვა ტიპს მიეკუთვნება სიგნალიზაცია კვამლის მაუწყებლით, რომლის სქემა მოცემულია ნახ.106.



ნახ.106. კვამლური სახანძრო სიგნალიზაციის ცენტრალური აპარატის სქემა.

დაცული ოთახიდან მიღებით 2 ჰაერი შეიწოვება ვენტილატორით 4 და მიეწოდება აპარატის კამერას, რომელშიც მოთავსებულია ნათურა 1 და ფოტოელემენტი 3. კვამლის გაჩენის შემთხვევაში სინათლის სხივი არ ეცემა ფოტოელემენტს 3, რის შედეგადაც ჩაირთვება სიგნალიზაცია.

7.4.2. ხანძრის ჩამქრობი სისტემები

ხანძრის ჩამქრობი სისტემების ერთ-ერთ გავრცელებულ სახეს წარმოადგენს სპრინკლერული სისტემა, რომელიც შედგება სპრინკლერული თავისაგან (ნახ.107). ტემპერატურის მომატების დროს, დაბალი დუღილის ტემპერატურის მქონე სითხით შევსებული კოლბა 3 იმსხვრევა, რის შედეგად მეტალური ოპრავა 1 და სარქველი 2 ვარდება და უშვებს წყალს გამფრქვევში, საიდანაც გაფრქვეული წყალით იფარება გარკვეული ფართობი.

10. Сыромятников В.Ф., Лубочкин Б.И. Автоматическое регулирование судовых паровых котлов. М.: Транспорт, 1968. 213 с.

სარჩევი
შესავალი

ნაწილი 1. ავტომატური რეგულირების თეორიის ძირითადი დებულებები.

თავი 1. ავტომატური რეგულირების სისტემების საერთო ცნებები.

1.1. ავტომატიზაცია და მექანიზაცია.

1.2. ავტომატური რეგულირების სისტემების ელემენტები.

1.2.1. მგრძნობიარე ელემენტები და გადამწოდებები.

1.2.1. მაძლიერებლები.

1.2.3 ელექტრომაგნიტური რელეები

1.3. რეგულირების ობიექტები

1.3.1 ობიექტის დინამიკის დიფერენციალური განტოლება

1.3.2. დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა

1.4. ავტომატური რეგულატორები

1.4.1. რეგულატორისა და ობიექტის ურთიერთქმედება

1.4.2. რეგულატორის ტიპის შერჩევა და ნასტროიკა

თავი 2. პერედატოჩნიე ფუნქციები და სიხშირული მახასიათებლები

2.1. პერედატოჩნიე ფუნქციები.

2.2. სიხშირული მახასიათებელი

2.3. ტიპიური დინამიკური რგოლები.

2.4. პერედატოჩნია ფუნქციების ალგებრა. რგოლების შეერთება.

2.5. ჩაკეტილი სისტემის დინამიკის განტოლება.

თავი 3. ავტომატური რეგულირების სისტემების

მდგრადობა და ხარისხი.

3.1. მდგრადობის განსაზღვრა.

6.3.1. ტემპერატურის რეგულატორები.

6.4. საწვავის სიბლანტის რეგულირება.

6.5. სიგნალიზაციისა და დაცვის სისტემები.

6.6. დისტანციური ავტომატიზირებული მართვის სისტემები. (დამ)

თავი 7. დამხმარე მექანიზმებისა და სისტემების ავტომატიზაცია.

7.1. ენერგეტიკული დანადგარის მომსახურე სისტემების ავტომატიზაცია.

7.1.1. საწვავის მოშადების სისტემა.

7.1.2. შეკუმშული ჰაერის სისტემა

7.2. სამაცივრო დანადგარების ავტომატიზაცია.

7.2.1. ტემპერატურის რეგულირება სამაცივრო კამერებში

7.2.2. კომპრესორების სიცივის წარმადობის რეგულირება.

7.2.3. ამორთქლებელის თხევადი ხლოდოაგენტით შევსების რეგულირება.

7.2.4. კონდენსაციის წნევის რეგულირება

7.2.5. ჰაერის ავტომატური გამოდევნა სისტემიდან.

7.2.6. ზეთის დონის რეგულირება ზეთის განმაცალკეებელში.

7.2.7. გამაცივებელ ზედაპირზე წარმოქმნილი ყინულის (შუბა) მოშორება

7.3. ჰაერის კონდიციონირების ავტომატიზაცია.

7.4. ხანძარსაწინააღმდეგო სისტემების ავტომატიზაცია.

7.4.1. ხანძარსაწინააღმდეგო სიგნალიზაცია

7.4.2. ხანძრის ჩამქრობი სისტემები

ლიტერატურა