

**შრობის პროცესის ოპტიმალური მართვის ალგორითმის  
ტექნიკური რეალიზაციის ზოგიერთი საკითხები**

ხათუნა ბარდაველიძე<sup>1</sup>, ავთანდილ ბარდაველიძე<sup>2</sup>

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2-აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (ქუთაისი)

**რეზიუმე**

შრობის პროცესის ოპტიმალური სტაბილიზაციის ალგორითმის ტექნიკური რეალიზაცია მდგომარეობს მის პროგრამირებაში, ოპტიმალური ფილტრაციის და ვექტორულ-მატრიცულ ოპერატორთა არსებული პროგრამული პაკეტების გამოყენებით. აღსანიშნავია, რომ მმართველი კომპიუტერი უწყვეტად უნდა იყოს ჩართული მართვის კონტურში, ოპტიმალური ფილტრაციის და რეგულატორის რეალიზაციის მიზნით. ნაშრომში შემუშავებულია და წარმოდგენილია კონვეიერული საშრობი აპარატის მართვის ავტომატიზებული სისტემის ტექნიკური საშუალებების კომპლექსის სტრუქტურული სქემა, რომლის რეალიზაციის შემთხვევაში მოხმარებული ენერგია 5%-ით დაიზოგება და გაუმჯობესდება პროდუქციის ხარისხი.

**საკვანძო სიტყვები:** ოპტიმალური რეგულატორი. მდგომარეობის ვექტორი. ოპტიმალური ფილტრაცია. კალმანის ფილტრი. მრავალკრიტერიული ოპტიმიზაცია.

**1. შესავალი**

მთელ რიგ სამრეწველო საწარმოებში ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის საშრობი აპარატები, რომლებშიც ტექნოლოგიური პროცესის სწორ, ეფექტურ, ეკონომიურ-ოპტიმალურ წარმართვას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების თვალსაზრისით. საშრობი აპარატის გამოსასვლელზე პროდუქციის ხარისხს კი განსაზღვრავს ნარჩენი ტენშემცველობის სიდიდე. საშრობი აპარატის დღემდე არსებული პროგრამული და ტექნიკური საშუალებები ვერ უზრუნველყოფენ შრობის პროცესის ოპტიმალურ წარმართვას - ენერგიის კუთრი დანახარჯების მინიმუმს და მაქსიმალურ მწარმოებლობას, გამოსაშრობი მასალის ნარჩენი ტენშემცველობის სტანდარტულ დონეზე შენარჩუნებას [1].

დასმული ამოცანის გადაწყვეტისთვის ჩვენს მიერ შემუშავებული იყო საშრობი აპარატურის სტატიკური და დინამიკური რეჟიმების მრავალკრიტერიული ოპტიმიზაციის ალგორითმები, რომლის ბაზაზე წარმოდგენილ ნაშრომში დამუშავებულია საშრობი აპარატების მართვის ავტომატიზებული სისტემების (მას) ტექნიკური უზრუნველყოფის ვარიანტი, კონტროლერებისა და თანამედროვე კომპიუტერული ტექნიკის ბაზაზე [1].

**2. ძირითადი ნაწილი**

დღეისთვის ტექნოლოგიური პროცესების მას-ში ტექნიკური ბაზის სახით გამოიყენება ციფრული მიკროპროცესორული აპარატურულ-პროგრამული საშუალებები, ე.ი. მას-ის ყველა ფუნქცია რეალიზდება პროგრამულად მართვადი პერსონალურ IBM-PC-თან თავსებადი სამრეწველო და მაგიდის კომპიუტერებით, აგრეთვე მაკავშირებელი საშუალებებით, რომელთაც აქვთ მრავალდონიანი ლოგიკური სტრუქტურა [2].

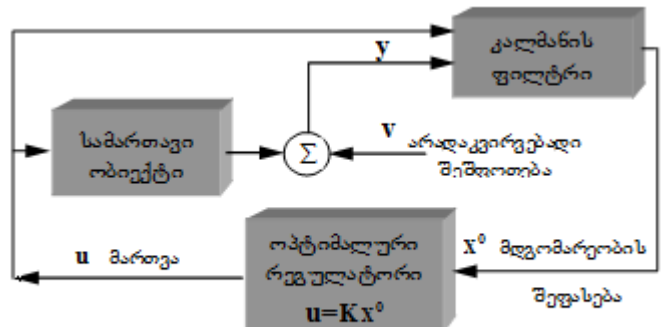
მიუხედავად იმისა, რომ სხვადასხვა ტიპის საშრობი აპარატების მათემატიკური მოდელები და ამოხსნის ალგორითმები არსებობდა განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მაინც შეიძლება გამოვყოთ რამდენიმე საერთო ბაზურ ფუნქციათა ნაკრები: ტექნოლოგიური პარამეტრების გადამწოდებიდან ინფორმაციის შეკრება; სიგნალების დამახინჯებისაგან ფილტრაცია და ფიზიკური სიდიდეების მასშტაბების გადაანგარიშება; ობიექტის პარამეტრების და მართვის სისტემების მონაცემთა ბაზის შეტანა; დროის მოცემულ მომენტში ოპერატორ-ტექნოლოგზე ინფორმაციის წარდგენა; „ადამიანი-მანქანა“ ინტერფერისით მიღებული ინფორმაციის შეტანა; მმართველი ზემოქმედების მიყვანა შემსრულებელ მექანიზმთან.

მას შემდეგ, რაც მმართველი ზემოქმედება გამოითვლება ოპტიმიზატორით, წარმოიქმნება მის მოცემულ დონეზე დაჭერის ამოცანა, ცვლილების მომდევნო ბრძანების გაცემამდე. ეს ამოცანა კი იხსნება ლოკალური (მაგ., -რეგულირება) რეგულატორების დახმარებით მართვის სისტემის დაბალ დონეზე. ჩვენი აზრით, კლასიკური კანონებით ლოკალური რეგულირების ფუნქცია შეიძლება მივაკუთვნოთ ბაზურთა რიცხვს.

ცხადია, რომ ოპტიმალური სისტემის ტექნიკური რეალიზაციის პრობლემის გადაწყვეტა დაიყვანება ოპტიმიზაციის ამოცანის დაპროგრამებაზე. ოპტიმიზაციის „განლაგების“ მიზანშეწონილი სქემა, ჩვენი აზრით, უნდა იყოს მსგავსი კასკადური რეგულირებისა: პროგრამა „ოპტიმიზატორი“ სრულდება მას-ის ყველაზე მაღალ დონეზე, ოპერატორულ ან ინჟინრულ სადგურებში; ოპტიმიზატორის მიერ გამოთვლილი მართვის მნიშვნელობები მიეწოდება კონტროლერს, რომელიც ასრულებს ლოკალური რეგულატორების ფუნქციებს.

უწყვეტი ტიპის საშრობების ოპტიმალური სტაბილიზაციის ამოცანის გადაწყვეტისას ვინილავთ ალგორითმს, რომელიც დაიყვანება მატრიცული განტოლებების პარამეტრების ანალიზზე; ვინაიდან საშრობი მასალის ტენშემცველობა კამერის შიგნით პრაქტიკულად არ იზომება, მდგომარეობის ვექტორის ყველა პარამეტრის ადგენისათვის დამატებით მოითხოვება კალმანის ფილტრი [1]. ოპტიმალური სტაბილიზაციის ამოცანის ამონახსნი მიიღება რეგულირების ალგორითმის ფორმით, რომლის განზოგადოებული სქემა

წარმოდგენილია 1-ელ ნახაზზე. სტაბილიზაციის ალგორითმის ტექნიკური რეალიზაცია მდგომარეობს 1-ელ ნახაზზე მოცემული ალგორითმის პროგრამირებაში. ამ შემთხვევაში სისტემის მართვისათვის უნდა შესრულდეს ძირითადი მოქმედებები: გაზომვების შედეგების ინფორმაციის შეტანა; მდგომარეობის ვექტორის მიმდინარე შეფასება; მმართველი ზემოქმედების ანგარიში; ოპტიმალური მმართველი ზემოქმედების ობიექტზე მიყვანა.



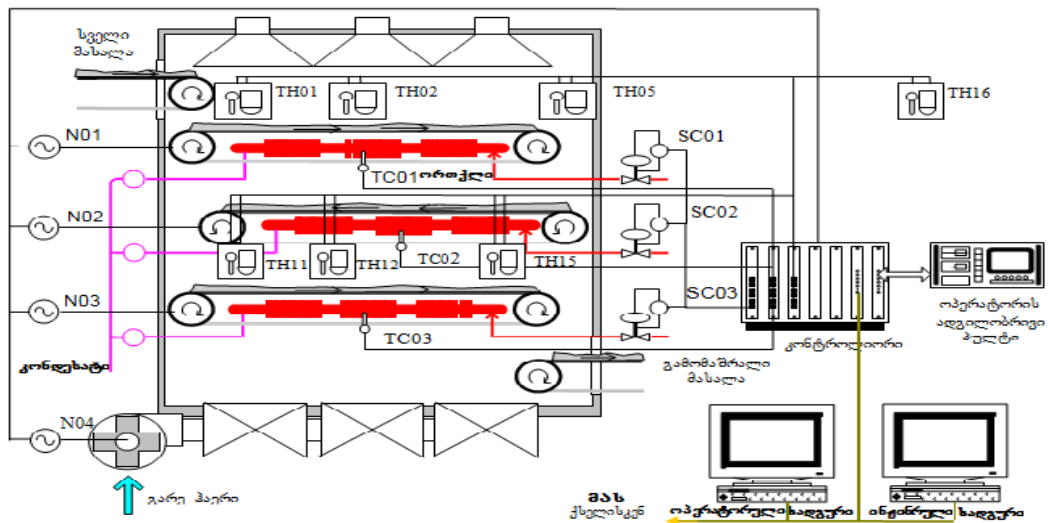
ნახ.1. ოპტიმალური სტაბილიზაციის ალგორითმის განზოგადოებული სტრუქტურული სქემა

გარდა ამისა, სისტემამ უნდა შეასრულოს ზემოთ ჩამოთვლილ ბაზურ ფუნქციები, ასევე მართვის ალგორითმის ინფორმაციის დაჭერის ფუნქციები: მონაცემთა ბაზის შეტანა, რომელიც შეიცავს საშრობის მოდელის კოეფიციენტთა მატრიცას, შესაბამისი ოპტიმალური რეგულატორის გაძლიერების კოეფიციენტთა მატრიცას და სხვა აუცილებელ ნორმატიულ - ინფორმაციას; ოპტიმალური რეგულირების ალგორითმში ოპერატორის ბრძანებით ინფორმაციის ავტომატური შეტანა; ოპტიმალური მმართველი ზემოქმედების ანგარიშის შედეგების ოპერატორთან წარდგენა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მმართველი კომპიუტერი უწყვეტად უნდა იყოს ჩართული მართვის კონტურში, რომლის ფუნქცია იქნება: ოპტიმალური ფილტრაცია კალმანის მიხედვით; ოპტიმალური რეგულატორის რეალიზაცია.

შრობის პროცესის ოპტიმალური მართვის ალგორითმის ტექნიკური რეალიზაციის პრაქტიკული საკითხები განვიხილოთ კონვეიერული საშრობი აპარატის მაგალითზე (ნახ.2). თუ საშრობის გამოსასვლელზე ჰაერის კონტროლირების არეთა რიცხვი 15-ის ტოლია, მაშინ საკონტროლო ცვლადების ვექტორს აქვს 30-ის ტოლი განზომილება, რომელიც შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:

$X = (\Theta_1, \dots, \Theta_{15}; \varphi_1, \dots, \varphi_{15})^T$ , სადაც  $\Theta_i$  - ჰაერის ტემპერატურაა, ხოლო  $\varphi_i$  - ჰაერის ფარდობითი ტემპერატურა  $i$ -ურ არეში,  $i = \overline{1,15}$ .



ნახ.2 კონვეიერული საშრობი აპარატის ავტომატიზაციის ტექნიკური საშუალებების კომპლექსის სტრუქტურული სქემა

საბოლოო ტენშემცველობაზე ზემოქმედება ხორციელდება ხაზოვანი სიჩქარით, კალორიფერთა ტემპერატურისა და საშრობში ჰაერის საერთო ხარჯის ცვლილების საშუალებით. თუ საშრობ აპარატში გამოიყენება კონვეიერთა ხაზოვანი სიჩქარის, კალორიფერთა ტემპერატურის რეგულირების სამ-სამი არხი და ჰაერის საერთო ხარჯის რეგულირების არხი, მაშინ მართვის ვექტორის საერთო განზომილება შეადგენს 7-ს და მართვა შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:

$$u = (t_1, t_2, t_3; v_1, v_2, v_3; q)^T,$$

სადაც  $t_1, t_2, t_3$  - 1, 2 და 3 კალორიფერთა ტემპერატურაა,  $v_1, v_2, v_3$  - კონვეიერთა შესაბამისი ხაზოვანი სიჩქარეებია,  $q$  - საშრობში ჰაერის საერთო ხარჯია. მართვის სისტემის ტექნიკური საშუალებების

კომპლექსის სტრუქტურული სქემა წარმოდგენილია მე-2 ნახაზზე, ხოლო ავტომატიზაციის ტექნიკური საშუალებების აუცილებელი მონაცემები №1 ცხრილში.

**კონვეიერული საშრობი აპარატის ავტომატიზაციის ტექნიკური საშუალებების მონაცემები ცხრ. №1**

გადაფორმის ტიპი	საკონტროლო პარამეტრების დასახელება	აღნიშვნა	მიმართულება	სიზნალი
TH01...TH15	საშრობის ტემპერატურა და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა საშრობის 1-15 არეებში	$T_1, \dots, T_{15}$	შესასვლელი	30 (4...20) მა
TH16	არემოს ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა და ტემპერატურა	$T_{16}, T_{17}$	შესასვლელი	2 (4...20) მა
TC01...TC03	კალორიფერტა ტემპერატურა	$T_1, \dots, T_3$	გამოსასვლელი	3 ( $\pm 100$ ) მკ
SC01...SC03	კალორიფერტებში ორთქლის მიმწოდებელ სარქველთა მდებარეობა		გამოსასვლელი	3 (4...20) მა
N01...N03	კონვეიერთა წრფივი სიჩქარის დისტანციური მავალელები	$u_1, \dots, u_3$	გამოსასვლელი	0-20 ვ
N04	ვენტილატორის კუთხური სიჩქარის დისტანციური მავალელები	$q$	გამოსასვლელი	0-20 ვ

**3. დასკვნა**

ნაშრომში შემუშავებული კონვეიერული საშრობი აპარატის მართვის ავტომატიზებული სისტემის ტექნიკური საშუალებების კომპლექსის სტრუქტურული სქემის რეალიზაციის შემთხვევაში 5%-ით დაიზოგება მოხმარებული ენერგია და გაუმჯობესდება პროდუქციის ხარისხი.

**ლიტერატურა:**

1. ბარდაველიძე ხ., ბარდაველიძე ა. გამოსაშრობი მასალის ნარჩენი ტენშემცველობის ავტომატური რეგულირების სისტემის სინთეზი. საქმეცნ.აკად. მართვ.სისტ.ინსტ. შრ.კრ., თბ., „მოდეკსტა“.2002, გვ.128-131.
2. ... .., 1987, 8. .39-40.

**THE PROBLEMS OF TECHNICAL REALIZATION OF DRYING TECHNOLOGICAL PROCESS FOR ALGORITHM OF OPTIMAL CONTROL**

Bardavelidze Khatuna -Georgian Technical University,  
Bardavelidze Avtandil -Akaki Tsereteli State University (Kutaisi)

**Summary**

Technical realization of the drying process optimum stabilization algorithm consists in its programming with the usage of existing software packages of an optimum filtration and vector-matrix operators. It should be noticed that the operating computer should be continuously included in a contour of management with the purpose of an optimum filtration and a regulator realization. As an example, a structural diagram of automatized control system hardware of conveyor drying device is elaborated and presented. In this case 5% of consumed energy will be saved and product quality will be improved. In the given paper there is represented the structural diagram of a complex automated control system for the conveyor drying device, in case of which realization it would save 5 % of consumed energy and improve the quality of production.