

ტექნოლოგიური პროცესის ოპერატიული მართვისათვის გადაწყვეტილებების მიღების მხარდაჭერი საინფორმაციო სისტემის აგება კირის ღუმელის მაგალითზე

თეიმურაზ მანჯარაშვილი

ელ-ფოსტა: teimuraz.manjafarashvili@tsu.ge

კომპიუტერული მეცნიერებების დეპარტამენტი,
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, უნივერსიტეტის ქ. 13, თბილისი

ფაზი-ლოგიკა არის ახალი და ინოვაციური ტექნოლოგია, რომელიც გამოყენებული იქნა, რათა განევიტარებინათ საინჟინრო კონტროლის რეალიზაციები. ბოლო წლებში ფაზი-ლოგიკამ დაამტკიცა თავისი დიდი პოტენციალი განსაკუთრებით სამრეწველო ტექნოლოგიური პროცესების მართვის მხარდაჭერისა და ავტომატიზაციის აპლიკაციებში, სადაც ის საშუალებას იძლევა მართვის სისტემის დიზაინი ჩამოყალიბდეს უშუალოდ ექსპერტული გამოცდილების და ექსპერიმენტალური შედეგების საფუძველზე. ფაზი-ლოგიკა იძლევა საშუალებას აიგოს გადაწყვეტილებების მიღების მრჩეველი სისტემები ოპერატორების გამოცდილებაზე და ექსპერიმენტების შედეგებზე დაყრდნობით და არა მათემატიკური მოდელების საშუალებით. 2012 წელს მუშაობა მიმდინარეობდა ერთდროულად ორი მიმართულებით:

1. არამკაფიო ლოგიკისა და არამკაფიო მათემატიკის საფუძველზე ჩამოყალიბებული ცოდნის ინჟინერიის მიდგომების საფუძველზე შესაძლებელია დამუშავდეს საწარმოების რეალური, რთული ტექნოლოგიური პროცესების მართვის ხელშემწყობი საინფორმაციო სისტემების აგების თეორიული საფუძვლები. გამოვლინდა, რომ ასეთი ინფორმაციული სისტემების აგებისას გამოყენებული ინფორმაცია ყოველთვის არის ობიექტურ-ექსპერტული სახის – ერთის მხრივ ობიექტური ინფორმაცია, რომელიც კონკრეტულ ტექნოლოგიურ პროცესს აღწერს და რომელიც მოცემულია ამ პროცესის ზოგადად აღმწერ სახელმძღვანელოებში და ნორმატიულ-ტექნიკურ დოკუმენტაციაში, და მეორეს მხრივ სუბიექტური, ექსპერტული ინფორმაცია, რომელიც მიღებული უნდა იქნას კონკრეტული საწარმოს ტექნიკური პერსონალისა და ტექნოლოგებისაგან გამოკითხვების საშუალებით. დამუშავდა მიდგომები, თუ ვინ და როგორ უნდა გამოიკითხოს, რათა ეს ექსპერტული ინფორმაცია რაც შეიძლება სრულად იქნას მიღებული კონკრეტული საწარმოსათვის. შემდეგ ამ ობიექტურ-ექსპერტული ინფორმაციის საფუძველზე ყალიბდება პარამეტრების სია, რომელიც მოცემული საწარმოს კონკრეტულ ტექნოლოგიურ პროცესს ახასიათებს. პარამეტრები აუცილებელია ორ ჯგუფად დაიყოს: მათი ერთი ნაწილი ახასიათებს ზოგადად ამ ტექნოლოგიურ პროცესს და ყველა ანალოგიური საწარმოსათვის პრაქტიკულად ერთნაირია, ხოლო მეორე ნაწილი ახასიათებს მოცემულ კონკრეტულ საწარმოს, მისი საწყობების სიდიდეს, ნედლეულის მიღების გზებს, პროდუქციის გასაღების სქემებს და ა.შ. პარამეტრების ეს ნაწილი ანალოგიური ტიპის საწარმოებისათვის სხვადასხვანაირია და სხვადასხვა ოდენობისაა. ამ ჯგუფებს ჩვენ ვუწოდეთ ტექნოლოგიური პროცესის მყისიერად ცვლადი და დროში წანაცვლებით ცვლადი პარამეტრები შესაბამისად. აღსანიშნავია ისიც, რომ აღნიშნული ჯგუფები ტექნოლოგიური პროცესის მართვაში ხშირად ურთიერთსაწინააღმდეგო ეფექტით მონაწილეობს, რაც ართულებს ამ პროცესის მართვას. შემდეგ არამკაფიო ლოგიკის მიდგომების საფუძველზე დამუშავდა ამ პარამეტრების

ფაზიფიკაციის სქემები მოძიებული ექსპერტული ინფორმაციის საფუძველზე და ფაზი ცოდნის ბაზის (ან ბაზების ნაკრების – ზოგიერთი რთული ბუნების ტექნოლოგიური პროცესისათვის) აგების გზები მამდანის ან სხვა ცნობილი სქემებისათვის. დამუშავდა ასეთი რთული ტექნოლოგიური პროცესების რეალური მართვის განხორციელებისათვის ალგორითმების ჩამოყალიბების სქემები მართვის ინფორმაციული სისტემის შემდგომი დაპროგრამებისათვის. შედეგად მიღებული იქნა მიდგომა, რომელიც საშუალებას იძლევა აგებული იქნას რეალური ტექნოლოგიური პროცესის მართვის ან მართვის ხელშემწყობი ინფორმაციული სისტემა ნებისმიერი ტექნოლოგიური პროცესისათვის. ამ მიმართულებით მომავალშიც გაგრძელდება მუშაობა.

2. შექმნილი თეორიული მოდელების საფუძველზე მიმართულების მაგისტრანტებთან ერთად განვლილ პერიოდში მიმდინარეობდა მუშაობა ფაზი-მათემატიკისა და ფაზი-ლოგიკის საფუძველზე აგებული მოდელის გამოყენებაზე რეალური, კონკრეტული ამოცანისათვის: ინფორმაციული სისტემის – კირის ღუმელის ოპერატიული მართვისათვის გადაწყვეტილებების მიღების მხარდამჭერი საინფორმაციო სისტემის ასაგებად და დასაწერად საწარმოში. ეს სამუშაოები მიმდინარეობს შპს „ინდუსტრია კირსა“ და თსუ შორის გაფორმებული მემორანდუმის საფუძველზე. მემორანდუმის მიზანი არის რეალური თანამშრომლობის ჩამოყალიბების ხელშეწყობა საგანმანათლებლო-სამეცნიერო დაწესებულებასა და მოქმედ საწარმოს შორის, მეცნიერებისა და ბიზნესის ნამდვილი ურთიერთკავშირების დამყარება, ბიზნესის წინაშე მდგარი ფაქტიური ამოცანების რეალიზაცია ულტრათამედროვე მიდგომების გამოყენებით.

ამ კვლევების მიზანია შეიქმნას ღუმელის მართვისათვის ოპერატიული გადაწყვეტილებების მხარდამჭერი სისტემა, რომელიც ოპერატორებს მისცემდა მყისიერ რჩევებს სწორი გადაწყვეტილებების მისაღებად, რაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებდა ღუმელის მართვას, გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობასა და ხარისხს, ანუ საწარმოს დაეხმარებოდა მთავარი მიზნის მიღწევაში, მაქსიმალური ეფექტიანობით მუშაობაში და მაქსიმალური ფინანსური მოგების მიღებაში. გაჩნდებოდა შესაძლებლობა ღუმელის მართვა ერთნაირად წარმატებულად განხორციელებულიყო როგორც დღის, ისე ღამის ცვლაში. ოპერატიული გადაწყვეტილებების მიღების მხარდამჭერ სისტემაში ჩადებული იქნებოდა როგორც საწარმოს მაღალი კვალიფიკაციის თანამშრომლების, ისე ზოგადად კირის წარმოების ტექნოლოგიაზე არსებული სამეცნიერო ცოდნა, რაც საშუალებას მოგვცემდა ღუმელის მართვაზე ოპერატორებისათვის მიცემული რჩევები ერთნაირად კარგი ყოფილიყო ორივე ცვლაში.

2012 წელს დეტალურად შესწავლილია საწარმოო პროცესი, გამოყოფილია პარამეტრები, რომლებიც მიეკუთვნებიან ღუმელის ისეთ პარამეტრებს, რომლებიც ყოველწამიერად იზომება და მათი მნიშვნელობების დასაშვები არიდან გამოსვლის შემთხვევაში საჭიროა ოპერატორის მხრიდან მყისიერი რეაგირება. წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება მივიღოთ დაბალი ხარისხის პროდუქცია, ღუმელი გადავიდეს მუშაობის არასწორ რეჟიმში და უკიდურეს შემთხვევაში მოხდეს მისი გაჩერებაც კი. ეს ბოლო მდგომარეობა სრულიად მიუღებელია, რადგან ღუმელის ხელახლა ამუშავებას სჭირდება დაახლოებით 3 თვე.

შპს „ინდუსტრია კირის“ კირის ღუმელის ოპერატიული მართვისათვის გადაწყვეტილებების მიღების მხარდამჭერი საინფორმაციო სისტემის აგება და დანერგვა ძალიან მნიშვნელოვანია საწარმოსთვის შემდეგი მიზეზების გამო:

1. საწარმოში მუშაობს 4 ცვლა, ანუ ღუმელს მართავს 4 სხვადასხვა ოპერატორი, რომელთა კვალიფიკაცია და კირის გამოწვის პროცესის ცოდნის დონე არაერთგვაროვანია, რაც ხშირად ღუმელის არასწორ რეჟიმში მუშაობას განაპირობებს. გადაწყვეტილებების მიღების მხარდამჭერი სისტემა მათ მყისიერად მისცემდა რეკომენდაციებს საჭირო მოქმედებების შესახებ, რაც ზემოთ აღნიშნულ არაერთგვაროვნებას მნიშვნელოვანწილად შეამცირებდა
2. ოპერატორებს უჭირთ ღუმელის მართვაზე მეორე ჯგუფის პარამეტრების ზემოქმედების ყოველთვის სწორად გათვალისწინება, რადგან ეს პარამეტრები მართალია ოპერატიულ, მაგრამ გარკვეულწილად მიმდინარე სტრატეგიული მენეჯმენტის განმსაზღვრელები არიან. ოპერატორებს უჭირთ მყისიერ გადაწყვეტილებებში დროის შესაბამის მომენტებში სტრატეგიული ასპექტების გათვალისწინება
3. ღუმელის მართვისთვის განსაკუთრებით მძიმე პერიოდია ღამის ცვლა საღამოს 8 საათიდან დილის 8 საათამდე, როდესაც საწარმოში არ იმყოფებიან მენეჯმენტის წამომადგენლები (ტექნიკური დირექტორი, წარმოების უფროსი, ტექნოლოგი), ამიტომ მხოლოდ ოპერატორების გადაწყვეტილებებზეა დამოკიდებული ღუმელის სწორი მართვის განხორციელება, მითუმეტეს რომ ღამის ცვლაში დამატებითი ხელშემშლელი ფაქტორიცაა - სიბნელე, რაც 40-მეტრიანი სიმაღლის ღუმელის ყველა ნაწილების ვიზუალურ დაკვირვებას ართულებს.
4. ღამის ცვლაში საჭირო მომენტებში ღუმელის მართვაზე მყისიერი გადაწყვეტილებების მიღება ხორციელდება უფრო დაბალი კვალიფიკაციის მქონე თანამშრომლების მიერ (ცვლის უფროსი და ოპერატორი), რომლებსაც კირის წარმოების ტექნოლოგიაზე სრული ცოდნა ნაკლებად აქვთ. ეს შეიძლება იწვევდეს არასწორ გადაწყვეტილებებს.

ოპერატიული გადაწყვეტილებების მხარდამჭერი სისტემა ოპერატორებს მისცემდა მყისიერ რჩევებს სწორი გადაწყვეტილებების მისაღებად ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორების ორივე ჯგუფის გათვალისწინებით, რაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებდა ღუმელის მართვას, გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობასა და ხარისხს, ანუ საწარმოს დაეხმარებოდა მთავარი მიზნის მიღწევაში, მაქსიმალური ეფექტიანობით მუშაობაში და მაქსიმალური ფინანსური მოგების მიღებაში. გაჩნდებოდა შესაძლებლობა ღუმელის მართვა ერთნაირად წარმატებულად განხორციელებულიყო როგორც დღის, ისე ღამის ცვლაში. ოპერატიული გადაწყვეტილებების მიღების მხარდამჭერ სისტემაში ჩადებული იქნებოდა როგორც საწარმოს მაღალი კვალიფიკაციის თანამშრომლების, ისე ზოგადად კირის წარმოების ტექნოლოგიაზე არსებული სამეცნიერო ცოდნა, რაც საშუალებას მოგვცემდა ღუმელის მართვაზე ოპერატორებისათვის მიცემული რჩევები ერთნაირად კარგი ყოფილიყო ორივე ცვლაში.

ღუმელს მართვა სჭირდება ორ რეჟიმში: არაავარიულ რეჟიმში, ანუ საშტატო სიტუაციაში და ავარიულ რეჟიმში, ანუ არასაშტატო სიტუაციაში. ცხადია, რომ მართვის ზემოქმედებები ამ განსხვავებული სიტუაციებისთვის სხვადასხვანაირია. არაავარიულ რეჟიმში ღუმელის მართვის სისტემის მთავარი ამოცანა არის ღუმელის მაქსიმალური მწარმოებლურობის მიღწევა, ან, სხვანაირად, მაქსიმალური მოგების მიღწევა. ამ რეჟიმში ღუმელის მართვის სისტემამ ღუმელის მდგომარეობა ნელ-ნელა უნდა წაიყვანოს მაქსიმალური მწარმოებლურობის მდგომარეობისაკენ, თუ ღუმელი ჯერ არ არის მაქსიმალური მწარმოებლურობის რეჟიმში. თუ ღუმელის მაქსიმალური მწარმოებლურობის რეჟიმშია, მაშინ მართვის სისტემის ამოცანაა ამ მაქსიმალური მწარმოებლურობის რეჟიმის შენარჩუნება. ავარიულ რეჟიმში ღუმელის მართვის სისტემის მთავარი ამოცანაა არის ღუმელის ავარიული მდგომარეობიდან თანდათან გამოყვანა და მისი დაბრუნება არაავარიულ რეჟიმში. შემდეგ ისევ უნდა ამუშავდეს ღუმელის მართვის სისტემა არაავარიული რეჟიმისათვის.

მოვიყვანოთ პარამეტრების სია, რომელთა გამოყენება საჭიროა ლუმელის მართვის სისტემის შესაქმნელად.

მეისიერად ცვლადი პარამეტრები:

1. ლუმელის აქტიური ზონის ტემპერატურა
2. ლუმელიდან გამომავალი აირების ტემპერატურა
3. ლუმელიდან გამომავალი აირების გამომწოვ მილში წნევა, რომელსაც გაიშვიათებას უწოდებენ
4. ლუმელის ქვედა ნაწილიდან გამოტვირთული კირის ტემპერატურა
5. ლუმელის ქვედა ნაწილში მდებარე სპეციალური მაგიდის მოძრაობის სისწრაფე. ამ მაგიდის მიმოსვლის სისწრაფის რეგულირებით შესაძლებელია ლუმელიდან გამომავალი პროდუქციის რეგულირება
6. ნედლეულის - კირქვისა და ანტრაციტის თანაფარდობა, რომელიც დოზატორების საშუალებით განისაზღვრება. ლუმელში ჩასატვირთ ნარევეში კირქვისა და ანტრაციტის რაოდენობები განისაზღვრება კილოგრამებში.
7. მაჩვენებელი, რომელიც განსაზღვრავს კირი გადამწვარია, თუ არა. ის ორ შესაძლებელ მნიშვნელობას ღებულობს.

პარამეტრების ფაზიფიკაცია

მაგალითად მოვიყვანოთ პირველი პარამეტრის ფაზიფიკაცია, რაც ხორციელდება მოგროვებული ობიექტურ-ექსპერტული ინფორმაციის საფუძველზე.

1. ლუმელის აქტიური ზონის ტემპერატურა

ლუმელის აქტიური ზონის ტემპერატურა, ნორმალური მდგომარეობის და ამ მდგომარეობიდან გადახრის შემთხვევების გათვალისწინებით, მერყეობს 600°C-დან 1400°C-მდე. 600°C-ზე დაბალი ტემპერატურისას არანაირი სახის კირქვის გამოწვა არ ხდება, ხოლო 1400°C-ზე მეტი ტემპერატურისას ლუმელის ზედა ნაწილები იწვება და ლუმელი გამოდის მწყობრიდან.

ჩვენ გამოვიყენებთ შესაბამის ლინგვისტურ ცვლადს სახელით „ლუმელის აქტიური ზონის ტემპერატურა“. ამ ლინგვისტურ ცვლადს გააჩნია 5 ტერი:

A1 – „ძალიან არასასურველი, დაბალი ტემპერატურა“, ეს შემდეგი შუალედია: 600°C-დან 850°C-მდე. ამ ტემპერატურულ შუალედში გამოიწვება მხოლოდ მაგნეზიტიური ტიპის კირქვა. კარბონატული ტიპის კირქვა ამ შუალედში პრაქტიკულად არ გამოიწვება. დედოფლის წყაროს კარიერის კირქვა მცირე ოდენობით (3%-მდე) შეიცავს მაგნეზიურ კირქვას, რომელიც ამ ტემპერატურული შუალედით არის გათვალისწინებული. ეს ტემპერატურული შუალედი ძირითადად კირქვის გასაცხელებლად და გამოწვისათვის მოსამზადებლად არის გათვალისწინებული. (ფაზიფიკაციისას $\mu(x)=1$ შემდეგ ინტერვალზე 600°C ÷ 800°C)

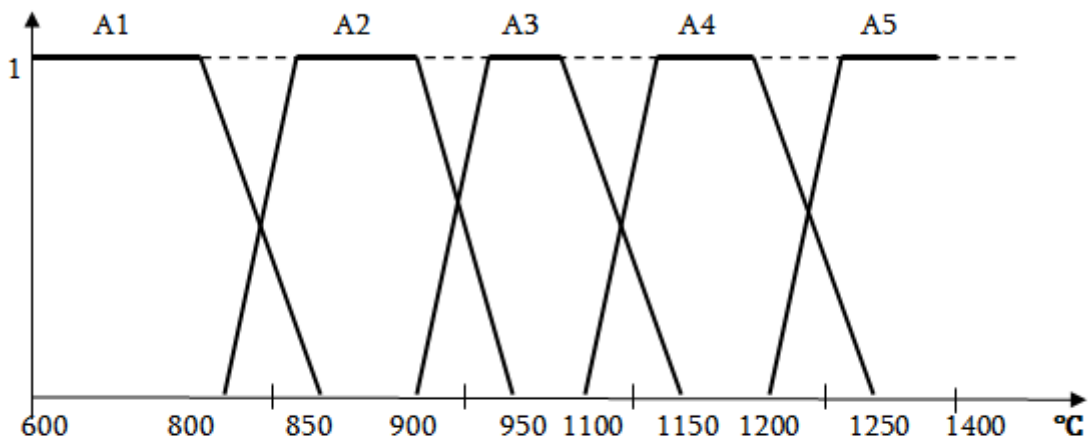
A2 – „არასასურველი, დაბალი ტემპერატურა“, ეს შემდეგი შუალედია: 800°C-დან 950°C-მდე. ამ ტემპერატურულ შუალედში გამოიწვება თიხის მინარევების შემცველი და რბილი კირქვა. მაგარი კირქვები ამ შუალედში არ გამოიწვება. დედოფლის წყაროს კარიერის კირქვა ძირითადად მაგარი კირქვაა, ამიტომ ამ შუალედში ის პრაქტიკულად არ გამოიწვება. დედოფლის წყაროს კარიერის კირქვა შეიცავს 5%-მდე თიხის მინარევს და კირქვის ეს ნაწილი ამ ტემპერატურული შუალედით არის გათვალისწინებული. (ფაზიფიკაციისას $\mu(x)=1$ შემდეგ ინტერვალზე 850°C ÷ 900°C)

A3 – „სასურველი, ოპტიმალური ტემპერატურა“, ეს შემდეგი შუალედია: 900°C-დან 1150°C-მდე. ამ ტემპერატურულ შუალედში გამოიწვება კირქვის ძირითადი ნაწილი - მაგარი კირქვები, როგორც არის დედოფლის წყაროს კარიერის კირქვის უდიდესი ნაწილი. ეს არის კირქვის გამოწვის ძირითადი ტემპერატურული შუალედი. (ფაზიფიკაციისას $\mu(x)=1$ შემდეგ ინტერვალზე 950°C ÷ 1100°C)

A4 – „არასასურველი, მაღალი ტემპერატურა“, ეს შემდეგი შუალედია: 1100°C-დან 1250°C-მდე. ამ ტემპერატურულ შუალედში გამოიწვევა მეტალური მინარევების შემცველი კირქვა. ჩვეულებრივი კირქვის გამოწვისათვის ეს უკვე მაღალი ტემპერატურაა, ეს ტემპერატურა უკვე იწვევს „ასტეროიდების“ გამოჩენას, რომელსაც სჭირდება ღუმელის მესერის მოძრაობით ბრძოლა. თუ გამოწვის ზონაში A4 შუალედის ტემპერატურაა, ღუმელი უკვე არანორმალურ რეჟიმში მუშაობაზე არის გადასული. ამიტომ, ეს შუალედი ნორმალური რეჟიმისათვის არასასურველია. (ფაზიფიკაციისას $\mu(x)=1$ შემდეგ ინტერვალზე 1150°C ÷ 1200°C)

A5 – „მალიან არასასურველი, მაღალი ტემპერატურა“, ეს შემდეგი შუალედია: 1200°C-დან 1400°C-მდე. ამ შუალედის ტემპერატურებზე ღუმელი უკვე არანორმალურ რეჟიმში მუშაობს, რადგან, ერთის მხრივ, გამოსული კირის უდიდესი ნაწილი ასტეროიდებია, რომლებიც გამოყენებისათვის უვარგისია, ანუ ეს წუნდებული პროდუქციაა, მეორეს მხრივ, ღუმელის ზედა ჩასატვირთი ნაწილის მოწყობილობები ამ ტემპერატურაზე უკვე იწვევიან და ღუმელი მთლიანად გამოდის მწყობრიდან, თუ სასწრაფო ღონისძიებები არ იქნა მიღებული. ამ ტემპერატურებზე მთლიანად ჩნდება კირქვაში შემავალი მეტალური მინარევების (Al და Fe) ცუდი გავლენა კირქვის გამოწვის პროცესზე და ღუმელის მუშაობაზე. 1400°C და მეტი ტემპერატურისას ღუმელის მეტალის ნაწილები უკვე იწყებს დეფორმაციას და დნობას. (ფაზიფიკაციისას $\mu(x)=1$ შემდეგ ინტერვალზე 1250°C ÷ 1400°C)

ტრაპეციოდალური რიცხვებით ფაზიფიკაცია შესაძლებელია ასე:



სურ. 7.1. ღუმელის აქტიური ზონის ტემპერატურა

ანალიზურად მიკუთვნების ფუნქციები ასე განისაზღვრება:

$$\mu_1^1(x) = \begin{cases} 1, & x \in [600, 800] \\ -0.02x + 17, & x \in (800, 850] \\ 0, & x \in (850, 1400] \end{cases}$$

$$\mu_2^1(x) = \begin{cases} 0, & x \in [0, 800] \\ 0.02x - 16, & x \in (800, 850] \\ 1, & x \in (850, 900] \\ -0.02x + 19, & x \in (900, 950] \\ 0, & x \in (950, 1400] \end{cases}$$

$$\mu_3^1(x) = \begin{cases} 0, x \in [0, 900] \\ 0.02x - 18, x \in (900, 950] \\ 1, x \in (950, 1100] \\ -0.02x + 23, x \in (1100, 1150] \\ 0, x \in (1150, 1400] \end{cases}$$

$$\mu_4^1(x) = \begin{cases} 0, x \in [0, 1100] \\ 0.02x - 22, x \in (1100, 1150] \\ 1, x \in (1150, 1200] \\ -0.02x + 25, x \in (1200, 1250] \\ 0, x \in (1250, 1400] \end{cases}$$

$$\mu_5^1(x) = \begin{cases} 0, x \in [0, 1200] \\ 0.02x - 24, x \in (1200, 1250] \\ 1, x \in (1250, +\infty) \end{cases}$$

24-საათში ცვლადი პარამეტრები:

1. მომხმარებლებზე მიყიდული კირის აქტივობა, რომელიც განისაზღვრება თითოეული მიწოდებული ავტომანქანისთვის აქტივობის პროცენტის სახით. ეს პარამეტრი გამოშვებული პროდუქციის ხარისხის ძირითადი მაჩვენებელია
2. დღე-ღამის განმავლობაში გამოშვებული კირის რაოდენობა კილოგრამებში, რომელიც ასევე დაითვლება 24 საათში ერთხელ
3. 24 საათის განმავლობაში ღუმელში ჩატვირთული კირქვის რაოდენობა კილოგრამებში, რომელიც დაითვლება დოზატორის ჩვენებების მიხედვით
4. 24 საათის განმავლობაში ღუმელში ჩატვირთული ანტრაციტის რაოდენობა კილოგრამებში, რომელიც დაითვლება დოზატორის ჩვენებების მიხედვით
5. გასული დღე-ღამის განმავლობაში რკინიგზით შემოსული კირქვის რაოდენობა ტონებში
6. საწარმოს ტერიტორიაზე არსებული კირქვის მარაგების ოდენობა ტონებში
7. საწარმოს ტერიტორია არსებული ანტრაციტის მარაგების ოდენობა ტონებში
8. ანტრაციტის ამ მარაგის ხარისხი, რომელიც იზომება ლაბორატორიულად კილოკალორია/კილოგრამებში.

გამომავალი ცვლადი

გამომავალი ცვლადის „ღუმელის მდგომარეობის შეცვლა“ ფაზიფიკაცია შესაძლებელია შემდეგნაირად:

ზემოთ ჩამოთვლილი პარამეტრების მნიშვნელობების შემოწმება მართვის სისტემის მიერ მოხდება ყოველ ნახევარ საათში და მიღებული მნიშვნელობებიდან გამომდინარე გამომუშავდება რეკომენდაცია იგივე დარჩეს თუ არა ღუმელის მდგომარეობა, თუ ღუმელის მდგომარეობა შეიცვალოს მაქსიმალური მწარმოებლურობისაკენ. გამომავალი ცვლადი უნდა დახასიათდეს 3 მაჩვენებლის ერთობლიობით, ესენია : გაიშვიათების ცვლილება, საცერის სისწრაფის ცვლილება და ღუმელში ჩასატვირთ ნარევი ანტრაციტის რაოდენობის ცვლილება. აქედან ცხადია, რომ ლინგვისტური ცვლადი „ღუმელის მდგომარეობის შეცვლა“ ფაქტიურად წარმოადგენს სამი ლინგვისტური ცვლადის ერთობლიობას: ერთია „გაიშვიათების ცვლილება“, მეორეა „საცერის სისწრაფის ცვლილება“ და მესამეა „ნარევი ანტრაციტის რაოდენობის ცვლილება“. პირველი ლინგვისტური ცვლადი დავახასიათოთ 3 ტერმით: გაიშვიათების გაზრდა 50 ერთეულით; გაიშვიათების არსებული მნიშვნელობის

დატოვება; გაიშვიათების სემცირება 50 ერთეულით. მეორე ლინგვისტური ცვლადი შესაძლებელია დახასიათდეს 3 ტერმით: საცერის სისწრაფის გაზრდა 2 ერთეულით; საცერის არსებული სისწრაფის დატოვება; საცერის სისწრაფის შემცირება 2 ერთეულით; მესამე ლინგვისტური ცვლადი დავახასიათოთ 3 ტერმით: ანტრაციტის რაოდენობის გაზრდა 2 კილოგრამით; ანტრაციტის რაოდენობის იგივე ოდენობის დატოვება; ანტრაციტის რაოდენობის შემცირება 2 კილოგრამით. ამგვარად პირველი გამომავალი ლინგვისტური ცვლადის ტერმები შეიძლება განვსაზღვროთ შემდეგნაირად:

R1 – „გაიშვიათება გაიზარდოს 50 ერთეულით“;

R2 - „გაიშვიათება დარჩეს იგივე“;

R3 - „გაიშვიათება შემცირდეს 50 ერთეულით“.

ამგვარად მეორე გამომავალი ლინგვისტური ცვლადის ტერმები შეიძლება განვსაზღვროთ შემდეგნაირად:

V1 – „საცერის სისწრაფე გაიზარდოს 2 ერთეულით“;

V2 - „საცერის სისწრაფე დარჩეს იგივე“;

V3 - „საცერის სისწრაფე შემცირდეს 2 ერთეულით“.

ამგვარად მესამე გამომავალი ლინგვისტური ცვლადის ტერმები შეიძლება განვსაზღვროთ შემდეგნაირად:

Q1 – „ანტრაციტის რაოდენობა გაიზარდოს 2 კილოგრამით“;

Q2 – „ანტრაციტის რაოდენობა დარჩეს იგივე“;

Q3 – „ანტრაციტის რაოდენობა შემცირდეს 2 კილოგრამით“.

შემდეგ აგებული იქნა სისტემის ცოდნის ბაზა. მაგალითად მოვიყვანოთ მყისიერი პარამეტრებისთვის ლოგიკური წესების ცოდნის ბაზა:

№1

IF A=(A3) AND B=(B3) AND C=(C4 OR C5) AND D=(D1 OR D2) AND E=(E3) AND F=(F1 OR F2) AND G=(G1) THEN R=(R2) AND V=(V2) AND Q=(Q2); [0,6]

№2

IF A=(A1 OR A2) AND B=(B1 OR B2) AND C=(C1 OR C2 OR C3) AND D=(D3 OR D4) AND E=(E1 OR E2) AND F=(F3) AND G=(G1) THEN R=(R1) AND V=(V1) AND Q=(Q1); [0,6]

№3

IF A=(A1 OR A2) AND B=(B1 OR B2) AND C=(C1 OR C2 OR C3 OR C4 OR C5) AND D=(D1 OR D2) AND E=(E1 OR E2 OR E3) AND F=(F2 OR F3) AND G=(G1) THEN R=(R1) AND V=(V2) AND Q=(Q1); [0,6]

№4

IF A=(A4 OR A5) AND B=(B4 OR B5) AND C=(C1 OR C2 OR C3 OR C4 OR C5) AND D=(D3 OR D4) AND E=(E1 OR E2 OR E3 OR E4) AND F=(F2 OR F3) AND G=(G1 OR G2) THEN R=(R2 OR R3) AND V=(V2) AND Q=(Q3); [0,6]

№5

IF A=(A1 OR A2 OR A3) AND B=(B1 OR B2 OR B3 OR B4 OR B5) AND C=(C1 OR C2 OR C3 OR C4) AND D=(D1 OR D2 OR D3 OR D4) AND E=(E1 OR E2) AND F=(F1 OR F2 OR F3) AND G=(G1 OR G2) THEN R=(R1) AND V=(V1 OR V2) AND Q=(Q2); [0,6]

№6

IF A=(A1 OR A2 OR A3 OR A4 OR A5) AND B=(B1 OR B2 OR B3 OR B4 OR B5) AND C=(C1 OR C2 OR C3 OR C4) AND D=(D3 OR D4) AND E=(E1 OR E2 OR E3 OR E4) AND F=(F1 OR F2 OR F3) AND G=(G1 OR G2) THEN R=(R1) AND V=(V2) AND Q=(Q2); [0,6]

№7

IF A=(A3 OR A4 OR A5) AND B=(B3 OR B4 OR B5) AND C=(C1 OR C2 OR C3 OR C4 OR C5) AND D=(D1 OR D2) AND E=(E1 OR E2) AND F=(F1 OR F2 OR F3) AND G=(G1 OR G2) THEN R=(R2) AND V=(V1) AND Q=(Q2); [0,6]

№8

IF A=(A3 OR A4 OR A5) AND B=(B3 OR B4 OR B5) AND C=(C3 OR C4 OR C5) AND D=(D1 OR D2 OR D3 OR D4) AND E=(E1 OR E2 OR E3 OR E4) AND F=(F1 OR F2 OR F3) AND G=(G1 OR G2) THEN R=(R2) AND V=(V2) AND Q=(Q2 OR Q3); [0,6]

წესებს ბოლოში მიწერილი აქვს წონები. ექსპერტული შესწავლის შედეგად წესებისათვის განსაზღვრული იქნა შემდეგი წონები:

24–საათიანი წესები, რომლებიც შეიცავენ R3, V3, Q3 – 0,9

24–საათიანი წესები, რომლებიც შეიცავენ R2, V2, Q2 – 0,6

24–საათიანი წესები, რომლებიც შეიცავენ R1, V1, Q1 – 0,4

მყისიერად ცვლადი პარამეტრების შემცველი წესები – 0,6

2012 წელს შექმნილია ოპერატიული გადაწყვეტილებების მხარდამჭერი სისტემა ღუმელის მართვისათვის არაავარიულ რეჟიმში, ანუ სისტემის პირველი ნაწილი. ის ოპერატორებს აძლევს მყისიერ რჩევებს სწორი გადაწყვეტილებების მისაღებად ყველა ფაქტორების გათვალისწინებით, რაც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ღუმელის მართვას, გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობასა და ხარისხს, ანუ საწარმოს ეხმარება მთავარი მიზნის მიღწევაში, მაქსიმალური ეფექტიანობით მუშაობაში და მაქსიმალური ფინანსური მოგების მიღებაში. პროცედურა მეორდება ყოველ ნახევარ საათში ერთხელ შემავალი პარამეტრების ახალი მნიშვნელობების მიღების შემდეგ. შედეგად ოპერატორს ყოველ ნახევარ საათში ეძლევა რჩევა, თუ როგორი ზემოქმედებით ჯობია ღუმელის მდგომარეობის შეცვლა (ან იგივე მდგომარეობის დატოვება). ზემოქმედება ხდება სამი სხვადასხვა პარამეტრის მიხედვით: გაიშვიათების შეცვლა, საცერის სისწრაფის შეცვლა, ანტრაციტის რაოდენობის შეცვლა.

შექმნილი პროგრამული პროდუქტი წარმოადგენს windows აპლიკაციას. გამოყენებულია პროგრამირების ენა C# და Devexpress-ის კომპონენტები. საინფორმაციო სისტემის მუშაობა შემოწმებულია რეალურ წარსულ მონაცემებზე. ამ შემოწმებამ აჩვენა, რომ სისტემა მუშაობს გამართულად.

ამ ინფორმაციული სისტემის მეორე ნაწილის – ღუმელის მართვა ავარიულ რეჟიმში – შექმნის სამუშაოები გრძელდება. როგორც გამოირკვა, ამ რეჟიმში საჭიროა არა ერთი, არამედ სამი ცოდნის ბაზის ერთობლიობა, რაზედაც მიდის აქტიური მუშაობა მეორეკურსელ მაგისტრანტებთან ერთად. შედეგად შეიქმნება დასრულებული პროგრამული პროდუქტი, რომელიც საინტერესო იქნება რეალურად მომუშავე დიდი და საშუალო საწარმოების მენეჯმენტისათვის. ასეთი სისტემების მნიშვნელობა ცხადია; ისინი საწარმოს საშუალებას აძლევენ ტექნოლოგიური პროცესების მიმდინარეობა და მართვა მნიშვნელოვნად გააუმჯობესონ, ერთგვაროვანი გახადონ, რაც საწარმოს წარმატებული საქმიანობის მყარ გარანტიას წარმოადგენს. შესაძლებელია ასეთი ინფორმაციული სისტემის გამოყენება ტექნოლოგიური პროცესის მმართველი ოპერატორების სწავლებითვისაც.

ასეთი მრჩეველი სისტემების შექმნის ტექნოლოგიების დამუშავების და ტესტირების შემდგომ ნავარაუდევია მეორე ნაბიჯის გადადგმაც – საწარმოების ტექნოლოგიური პროცესების მართვის მთლიანად ავტომატიზებული საინფორმაციო სისტემების შექმნის ინფორმაციული ტექნოლოგიების დამუშავებაც.