

პროექტის დასახელება:

„რთული შედგენილობის, მრავალფუნქციური სასუქის მიღება ადგილობრივი
გლაუკონიტური ფოსფორიტების ბაზაზე“

(გრანტი № 55)

ა ნ გ ა რ ი შ ი

საგრანტო ნომინაცია - გამოყენებითი გრანტი

მიმართულება - არაორგანულ ნივთიერებათა და საყოფაცხოვრებო ქიმიის
პროდუქტების ტექნოლოგია

პროექტის ხელმძღვანელი:

პროფესორი

/ლერი გვასალია/

პასუხისმგებელი შემსრულებელი:

ასოცირებული პროფესორი

/მაია წვერავა/

თბილისი 2011

შინაარსი

შესავალი	1
1. ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის პროცესის ზოგადი მიმოხილვა	2
2. ადგილობრივი ფოსფატების ქიმიური შედგენილობა	3
3. ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის ექსპერიმენტული სამუშაოს ლაბორატორიული დანადგარი და პროცესის მსვლელობა	4
4. ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის ხარისხის განსაზღვრა	5
5. ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის შედეგად მიღებული პულპის ანგარიში	6
6. აზოტმჟავას კონცენტრაციის და ნორმის გავლენა ფოსფორი ამოღების ხარისხზე	8
7. აზოტმჟავური დაშლის პროცესის დროზე დამოკიდებულება	11
8. აზოტმჟავური დაშლის პროცესის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება	12
9. სასუქის მიღების ტექნოლოგიური სქემა	13
10. დასკვნები	15
გამოყენებული ლიტერატურა	16

შესავალი

საქართველოს სახელმწიფო აგრაღური და სასურსათო უზრუნველყოფის პოლიტიკიდან გამომდინარე, ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლების ყოველი ცდა პასუხობს აღიარებულ პრიორიტეტებს და დასახულ ამოცანებს. სწორედ აქეთკენაა მიმართული წარმოდგენილი სამუშაოს განხორციელების მიზამშეწონილობა.

ცნობილია, რომ წლიდან წლამდე მიწათმოქმედებისათვის გამოყენებული ნიადაგები იფიტება, ირღვევა მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებების ბალანსი, უარესდება მიკრობიოლოგიური ფონი. ყოველივე ეს უარყოფით გავლენას ახდენს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ზრდა-განვითარებაზე. აფერხებს დარჩენილი საკვები ნივთიერებების ათვისებას, ამცირებს მავნებლებისა და დაავადებების მიმართ გამძლეობას. უკიდურესად ეცემა მოსავლიანობა და პროდუქციის ხარისხი. ზემოთ აღნიშნულს ემატება ის ფაქტიც, რომ ბოლო წლების განმავლობაში მიმდინარეობს ნიადაგების ცალმხრივი გამოკვება აზოტიანი სასუქით, რამაც უფრო დაამძიმა არსებული მდგომარეობა.

მცენარის ნორმალურ ზრდა-განვითარებას სამი მნიშვნელოვანი მაკროელემენტი გასაზღვრავს აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი. აზოტის ნიადაგისათვის მიწოდების საკითხი მეტ-ნაკლებად დარეგულირებულია საქართველოში წარმოებული სასუქის - ამონიუმის ნიტრატის სახით. დანარჩენი ორი ელემენტი ფოსფორი და კალიუმი ნიადაგს თითქმის არ მიეწოდება, რაც რეალურად აისახება წარმოებული პროდუქციის სასაქონლო სახეზე. მცენარეს ფოსფორი როგორც მინერალური ასევე ორგანული სახით ესაჭიროება. ფოსფორით ნორმალური კვების პირობებში ჩქარდება მცენარის განვითარება და მომწიფება, უმჯობესდება მცენარეული პროდუქციის ქიმიური შემადგენლობა, იზრდება მარცვლეულ და ბოსტნეულ კულტურებში შაქრებისა და სახამებლის შემცველობა.

გასული საუკუნის 30-50 წლებში მეცნიერთა ჯგუფმა წარმატებით იმუშავა საქართველოს ფოსფორიტის ფქვილის შესწავლა-გამოყენებაზე. მოძიებულია ფოსფორიტის საბადოები კახეთ-ელდარის ველზე, რაჭა-ლეჩხუმის, იმერეთის და სამეგრელოს რეგიონებში.

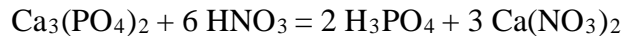
გასული საუკუნის 50-იან წლებში მაღალი შედეგები იქნა მიღწეული იმერეთის (გოდოგნის და ჭოგნარის) ფოსფორიტული ფქვილის გამოყენებით. მოგვიანებით საბჭოთა კავშირის მასშტაბებიდან გამომდინარე ფოსფოროვანი მაღალკონცენტრირებული სასუქები შემოჰქონდათ რუსეთიდან, რის გამოც ადგილობრივი ფოსფორის ფქვილის წარმოება შეწყდა და კარიერებიც დაიხურა. დღეისათვის კი საქართველოსათვის მეტად მნიშვნელოვანია ადგილობრივი მაღალეფექტური და კონკურენტუნარიანი სასუქის წარმოება.

წარმოდგენილი პროექტი ითვალისწინებს სპეციალური ტექნოლოგიით რთული შედგენილობის, მრავალფუნქციური სასუქის მიღებას ადგილობრივი გლაუკონიტური ფოსფორიტების ბაზაზე აზოტმჟავური დამუშავების გზით, რაც საშუალებას მოგვცემს ფოსფორთან ერთად სასუქში შეტანილი იქნას მცენარისათვის ისეთი აუცილებელი საკვები ელემენტი, როგორცაა აზოტი. გარდა ამისა,

ნედლეულის აზოტმჟავური დამუშავება განაპირობებს ფოსფორის გადაყვანას მცენარისათვის ადვილად ასათვისებელ ფორმაში.

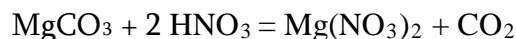
1. აზოტმჟავით ფოსფატების დაშლის პროცესის ზოგადი მიმოხილვა

ფოსფორშემცველი მასალებიდან ფოსფორის ამოღების მიზნით ბუნებრივი ფოსფატების აზოტმჟავური დამუშავება საკმაოდ რთული ფიზიკო-ქიმიური პროცესია. ფოსფატების აზოტმჟავური გადამუშავების ქიმიზმი სისტემის შედგენილობის მრავალფეროვანი სპექტრის გამო საკმაოდ რთულია. უმნიშვნელოვანესი პროდუქტები, რომელებიც ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლის შედეგად მიიღება ფოსფორმჟავა და კალციუმის ნიტრატი. ფოსფატების აზოტმჟავური გადამუშავებისას არ ხდება წარმოქმნილი რეაქციის პროდუქტების კრისტალიზაცია, რაც აადვილებს ტექნოლოგიური პროცესის განხორციელებას. აზოტმჟავათი ფოსფატების სრული დაშლის დროს წარმოიქმნება ფოსფორმჟავასა და კალციუმის ნიტრატის ჰომოგენური ნარევი:



ამ პროცესისათვის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი ფოსფატების დაშლაზე დახარჯული ძირითადი კომპონენტის, აზოტმჟავის ნორმის ანგარიშია. მჟავას რაოდენობა გავლენას ახდენს ფოსფორიტების დაშლის სიჩქარეზე და საერთოდ პროცესის მექანიზმზე. კერძოდ, აზოტმჟავის არასაკმარისი რაოდენობა მონო- და დიკალციფოსფატის წარმოქმნის ალბათობას ზრდის.

ფოსფოროვან ნედლეულში არსებული კალციუმი და მაგნიუმი აზოტმჟავით დამუშავების პროცესში გვამღევს კალციუმისა და მაგნიუმის ნიტრატებს (3-4 რეაქციები).



წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი ხსნარში ქაფწარმოქმნას უწყობს ხელს, რაც ერთგვარად აჩქარებს ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლის პროცესს.

ფოსფორიტების აზოტმჟავური დამუშავების პროცესზე ზეგავლენას ახდენს სისტემის ტემპერატურული ცვლილება. მისი მომატებით მცირდება პულპის სიბლანტე და უმჯობესდება ფოსფატის ზედაპირისკენ მჟავას დიფუზიის პირობები, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს პროცესის წარმართვის სიჩქარის ზრდას.

როგორც ყოველივე ზემოთ განხილულიდან ჩანს, პროექტით გათვალისწინებული სასუქის მიღებისათვის საკმაოდ რთული პროცესების სწორად წარმართვაა საჭირო. ფოსფატების აზოტმჟავური გადამუშავების ქიმიზმის

განხილვამ საშუალება მოგვცა გაგვეანალიზებინა და სწორად შეგვეფასებინა შემდგომი კვლევითი სამუშაოების მიმდინარეობა.

2. ადგილობრივი ფოსფორიტების ქიმიური შედგენილობა

პროექტით გათვალისწინებული სამუშოს პირველი ეტაპი არსებული ნედლეულის ქიმიური შედგენილობის დადგენა გახლდათ. ადგილობრივი, კერძოდ ჭოგნარისა და გოდოგნის გლაუკონიტური ფოსფორიტების ქიმიური შედგენილობა წარმოდგენილია ცხრილში №1.

ცხრილში №1

ჭოგნარისა და გოდოგნის ფოსფორიტების ქიმიური შედგენილობა

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	Na ₂ O· K ₂ O	სხვა
39.8	5.7	9.9	11.9	26.2	3.0	2	1.5

ცხრილურ მონაცემებს ემატება აღნიშნულ ფოსფორიტებში მიკროელემენტების (მანგანუმის, მოლიბდენის და თუთიის სახით) შემცველობა მცენარისათვის განსაზღვრულ დასაშვებ ნორმატიულ ზღვრებში, რაც თავისთავად მათი გამოყენების ეფექტურობას ამაღლებს. გარდა ამისა, გოდოგნის ფოსფორიტები ნიადაგზე ახდენენ ორმაგ მოქმედებას. ისინი ნიადაგს ამდიდრებენ არა მარტო მაკრო და მიკრო ელემენტებით, არამედ კალციუმის ზემოქმედებით ხორციელდება მჟავა ნიადაგის სარეაქციო არის „შერბილება“.

როგორც ცხრილი №1 მონაცემებიდან ჩანს, ადგილობრივი ფოსფორიტები ფოსფორის დაბალშემცველ მასალეზად შეიძლება მივიჩნიოთ, თუმცადა სასუქების მიღების ქიმიური ტექნოლოგიის პრაქტიკაში ცნობილია მკვებანი ელემენტის კონცენტრირებისათვის საჭირო პროცესების განხორციელება. სწორედ აქეთკენაა იყო მიმართული წარმოდგენილი პროექტის მოსალოდნელი შედეგების მიღწევა.

როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლის პროცესში მიიღება კალციუმის და მაგნიუმის ნიტრატები. საწყის ნედლეულში CaO, MgO და სხვა კათიონების შემცველობა მეტია, ვიდრე ეს საჭიროა მყარი ფოსფოროვანი სასუქის მცენარისათვის ადვილად ასათვისებელი ფორმის შემუშავებისათვის. კალციუმის და მაგნიუმის ნიტრატების სიჭარბე მზა სასუქში იწვევს სხვა გვერდით მოვლენებსაც, კერძოდ სასუქის ჰიგროსკოპულობის ამაღლებას, რაც თავისთავად სასუქის ხარისხობრივ მაჩვენებლებს დაბლა სწევს. ყოველივე განხილულიდან გამომდინარე ცხადია, რომ CaO:P₂O₅ თანაფარდობის შემცირება მნიშვნელოვანი საკითხია ფოსფოროვანი სასუქის წარმოების საქმეში.

ფოსფატების აზოტმჟავური ხსნარებიდან CaO:P₂O₅ თანაფარდობის შემცირების მიღწევა შესაძლებელია:

1. ფოსფატების აზოტმჟავური ხსნარებიდან კალციუმის ნიტრატის გამოყოფით;
2. ჭარბი კალციუმის იონის ხსნარიდან გამოყვანა კალციუმის სულფატის სახით. ამისათვის საჭიროა ფოსფატების დაშლის პროცესში აზოტმავასთან ერთად დამატებით გოგირდმჟავის ჩართვა;
3. ფოსფორმჟავის შეყვანით.

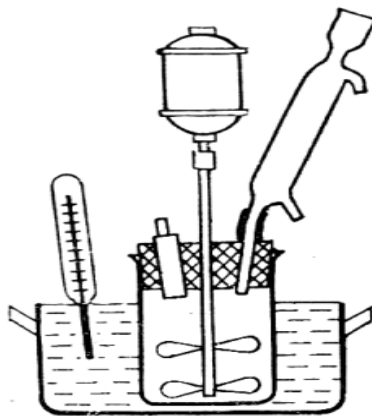
$\text{CaO}:\text{P}_2\text{O}_5$ თანაფარდობის შემცირების მცდელობა ართულებს სასუქის მიღების პროცესის მიმდინარეობას, შესაბამისად ფოსფატების აზოტმჟავური დამუშავების ტექნოლოგიურ სქემას. წარმოდგენილი პროექტის ფარგლებში ამ პროცესის დარეგულირება საკმაოდ სერიოზული შესწავლის საგანი გახდა. წინაპირობად მივიჩნიეთ ტექნოლოგიურ გაანგარიშებებში ფოსფორმჟავის სიჭარბეზე გათვლა. მით უფრო, რომ ადგილობრივ ფოსფორიტებში კალციუმის შემცველობა ნაკლებია სხვა ფოსფორიტებთან შედარებით, რომელთა შდგენილობაში CaO -ს 40÷50% -ს ფარგლებში მერყეობს.

3. აზოტმჟავათი ფოსფატების დაშლის ექსპერიმენტული სამუშაოს ლაბორატორიული დანადგარი და პროცესის მსვლელობა

აზოტმჟავათი ფოსფატების დაშლის სიჩქარე დამოკიდებულია მისი დაფქვის ხარისხისა და პულპის არევის ინტენსივობაზე. ჩვენს მიერ გამოყენებული მასალის დაწვრილმანების და ერთგვაროვნების ხარისხი შეესაბამებოდა სტანდარტს. დასამუშავებელი მასალა წარმოადგენდა $\approx 0.100-0.150\text{მმ}$ ფრაქციას.

აზოტმჟავათი ფოსფატების დაშლის პროცესი მიმდინარეობს ინტენსიური შერევით. პულპის არევის ინტენსივობა მიღწეული იქნა დაახლოებით 500 ბრ/წთ სიჩქარის მქონე შემრევის გამოყენებით.

აზოტმჟავათი ფოსფატების დაშლის ლაბორატორიული დანადგარი წარმოდგენილია სურ. 5.



სურ.5

აზოტმჟავათი ფოსფატების დაშლის ლაბორატორიული დანადგარი

ძირითად ნაწილს წარმოადგენს 400-500მლ მოცულობის მაღალი ხარისხის თერმოდგრადი ჭიქა, რომელშიც ჩადგმულია სარევი, უკუმაცივარი და სინჯის ასაღები ყელი. პროცესის მსვლელობის დროს მუდმივი ტემპერატურის შესანარჩუნებლად სარეაქციო ჭურჭელი თავსდება წყლის თერმომსტატში, რომლითაც ხდება პროსეცის მიმდინარეობის ტემპერატურის რეგულირება. ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლისათვის საჭირო დასამატებელი აზოტმჟავას რაოდენობას, მის ნორმას ვადგენდით წინასწარ კალციუმის ჟანგის შემცველობის გათვალისწინებით. როგორც ზემოთ იყო წარმოდგენილი ადგილობრივ ფოსფორიტებში შედის მაგნიუმის, რკინის და სხვა ჟანგეულები, ამიტომ ვცდილობდით აზოტმჟავის ნორმის გაზრდას სტექქომეტრილ რაოდენობასთან მიმართებაში.

გადათვლილ მჟავას საჭირო რაოდენობას ვათავსებდით სარეაქციო ჭურჭელში და ვაყოვნებდით 15÷20 წუთის განმავლობაში საჭირო ტემპერატურული რეჟიმის დამყარებამდე. როცა მჟავას ტემპერატურა უტოლდება თერმოსტატის წყლის ტემპერატურას, სარეაქციო ჭურჭელში იტვირთება დასამუშავებელი აწონილი ნედლეული. სარევის ჩართვის მომენტში ხდება ფოსფორიტის ფქვილის დაშლის პროცესის დროის ათვლა. ცდებს ვატარებდით მჟავას სხვადასხვა კონცენტრაციის, მისი სხვადასხვა ნორმის, პროცესის მიმდინარეობის განსხვავებული ტემპერატურის და ხანგრძლივობის პირობებში. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია მრუდების სახით. (სურ. 1,2,3,4).

4. ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლის ხარისხის განსაზღვრა

ცდის დამთავრების შემდეგ სარეაქციო ჭურჭელს ვიღებდით თერმოსტატიდან და მასში მოთავსებულ ნარევს ვაზავენდით 2-3-ჯერ მეტი რაოდენობის წყლით. მიღებული მასა სწრაფად გადაგვქონდა ვაკუუმ-ფილტრზე (ბიუხნრის ძაბრი), რათა თავიდან აგვეცილებინა მჟავასა და ფოსფორიტებს შორის შემდგომი ურთიერთქმედება. ამას ხელს უწყობს აგრეთვე ცდის დამთავრების შემდეგ პულპის განზავება. ამ დროს ხდება ცდის ტემპერატურის დაცემა და მჟავის კონცენტრაციის შემცირება. გაფილტვრის პროცესის ხანგრძლივობა შეადგენდა 5 მაქსიმუმ 10 წუთს და მიღებულ პულპაში რეაქციის შემდგომი მიმდინარეობა შეიძლება უგულებელვყოთ. გაფილტვრის დამთავრების შემდეგ მიღებული ნალექი ირეცხება თბილი წყლით ნეიტრალურ რეაქციამდე, რასაც ვამოწმებდით მეთილორანჟის დამატებით. ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლის შედეგად მიღებული ფილტრატი გადაგვქონდა საზომ კოლბაში და ვავსებდით ჭდემდე გამოხდილი წყლით. მიღებული ხსნარიდან პიპეტით ვიღებდით 10 - 25 მლ მოცულობის სინჯს შემდგომი ანალიზისათვის. მიღებული შედეგების მიხედვით გამოითვლება ფოსფორიტის დაშლის ხარისხი %-ში, შემდეგი ფორმულით:

P₂O₅ -ის მიხედვით

$$K_{P_2O_5} = \frac{G_{P_2O_5} V}{0.01 B g \times 1000} \times 100$$

CaO -ს მიხედვით

$$K_{CaO} = \frac{G_{P_2O_5} V}{0.01 C g \times 1000} \times 100$$

სადაც, $G_{P_2O_5}$ და G_{CaO} ხსნარში P₂O₅ და CaO -ს შემცველობაა, გ/ლ; V - ხსნარის მოცულობა (ფილტრატი), მლ; B და C საწყის ნედლეულში P₂O₅ და CaO შემცველობაა, %; g - ფოსფორიტის წონაკია აღებული ცდისათვის.

ნედლეულის სხვა პირობებში დაშლა ანალოგიურად წარმოებს. ყველა შემთხვევაში ხდება პულპის დამუშავება, ხსნარის ანალიზი და შემდეგ დაშლის ხარისხის გამოთვლა, როგორც ფოსფორის ან ჰიდრიდის, ასევე კალციუმის ჟანგის მიმართ. ეს მეთოდი შედარებით შრომატევადია, მაგრამ მის შედეგებზე დაყრდნობა ნამდვილად საიმედოა.

ფოსფორიტის დაშლის სიჩქარის განსაზღვრის, პროცესის ოპტიმალური ხანგრძლივობის დადგენის მიზნით შესაძლოა განსაზღვრის დაჩქარებული მეთოდით სარგებლობა. მისი გამოყენებისას ახდენენ პულპის ორჯერად გატიტვრას ორი ინდიკატორით (იხ. ქვემოთ პულპის ანალიზი). ამ მეთოდისთ შესაძლებელია ფოსფატების დაშლის კოეფიციენტის გამოთვლა (P₂O₅ - ის მიხედვით) პულპაში აზოტმჟავასთან და ფოსფორმჟავასთან მიმართებაში.

ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის ხარისხის (%) ანგარიში შესაძლოა შემდეგი ფორმულით:

$$K = \frac{0.467H}{(0.467A+1) \times 1.38B} \times 100$$

სადაც, H- 100%-იანი HNO₃ -ის ნორმა, გამოსახული გრამებში 100გ ნედლეულზე გადათვლით; A- პულპაში HNO₃ -ის და H₃PO₄ -ის წონითი ფარდობაა; B - P₂O₅ -ის შემცველობაა პროცენტებში.

5. ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლის შედეგად მიღებული პულპის ანგარიში

ფოსფატების აზოტმჟავური დამუშავების პროცესში შეუძლებელი პრაქტიკულად განისაზღვროს მრავაკომპონენტური სისტემის სრული სპექტრი. დაშლის პროცესის მიმდინარეობის შეფასებისათვის საკმარისია ფოსფორიტების გამონაწურში თავისუფალი აზოტმჟავის, ფოსფორმჟავის, საერთო ნიტრატული აზოტის და კალციუმის შემცველობის განსაზღვრა.

აზოტმჟავის და ფოსფორმჟავის კონცენტრაციის დადგენა შესაძლებელია ორი ინდიკატორის გამოყენებით. ანალიზისათვის საკმარისია 5 მლ პულპა. იგი აწონვის გარეშე გადაგვააქვს 250 მლ მოცულობის საზომ კოლბაში და ვავსებთ დისტილირებული წყლით ჭდემდე. მიღებული ხსნარის კარგად შერევის შემდეგ

ვიღებდით 25 მლ მოცულობის ორ სინჯს და გადაგვქონდა კონუსურ კოლბებში. ერთ სინჯს ვაზავედით 100-200 მლ წყლით და ვტიტრავდით 0,1N NaOH-ის ხსნარით მეთილორანჯის თანაობისას. მეორე კოლბაში ვუმატებდით 10მლ 10%-იან კალიუმის ოქსალატის $K_2C_2O_4$ - ის ან 30 მლ 4%-იანი ნატრიუმის ოქსალატის $Na_2C_2O_4$ ხსნარს, 50-100მლ წყალს და ვტიტრავთ 0,1N NaOH-ის ხსნარით, ფენოლფტალეინის თანაობისას. კალიუმის ოქსალატი გამოლექავს ხსნარში მყოფ კალციუმის იონებს. ამ პროცესში გამორიცხულია ორჩანაცვლებული კალციუმის ფოსფატის წარმოქმნა.

კალიუმის და ნატრიუმის ოქსალატის რაოდენობა საკმარისი უნდა იყოს იმისათვის, რომ კალციუმი მთლიანად გამოილექოს, ამიტომ მის რაოდენობას ვიღებდით ჭარბად დაახლოებით 1.5-ჯერ მეტს საჭირო რაოდენობასთან შედარებით.

აზოტმჟავის X_{HNO_3} და $X_{H_3PO_4}$ შემცველობა (გ/ლ) გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$X_{HNO_3} = \frac{0.063 \times 0.1(2a-b) \times 1000 \times 250}{V \times 5}$$

$$X_{H_3PO_4} = \frac{0.098 \times 0.1(b-a) \times 1000 \times 250}{V \times 5}$$

სადაც, a, b - 0,1N NaOH-ის ხსნარის მოცულობებია, რომელიც დაიხარჯა პირველ (მეთილორანჯის თანაობისას) და მეორე (ფენოლფტალეინის თანაობისას) გატიტვრაზე.

პულპის გატიტვრის მონაცემების მიხედვით შესაძლოა ვიანგარიშოთ აზოტმჟავა და ფოსფორმჟავის თანაფარდობაც.

$$A = \frac{0.063a - (b^1 - a)}{0.098(b^1 - a)} \approx 0.642 \frac{a}{b^1 - a} - 10$$

სადაც, a და b^1 - 0,1N NaOH-ის ხსნარის მოცულობებია, რომლებიც დაიხარჯა პირველ და მეორე ტიტრაციაზე.

6. აზოტმჟავის კონცენტრაციის და ნორმის გავლენა ფოსფორის ამოღების ხარისხზე

ფოსფატების აზოტმჟავური დამუშავების ტექნოლოგიურ პროცესში აზოტმჟავის კონცენტრაცია და ნორმა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ადგილობრივი ფოსფორიტებიდან ფოსფორის ანჰიდრიდის ამოღების ხარისხზე.

შესწავლილი იქნა ადგილობრივი ფოსფორიტების დაშლის პროცესზე მჟავის ნორმის ზეგავლენა. ცდის ხანგრძლივობა განისაზღვრა 2 საათით. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში №2. აზოტმჟავის ნორმა აღებული იქნა მისი სტექეომეტრული რაოდენობების გათვალისწინებით. როგორც ვხედავთ აზოტმჟავის ნორმა ფაქტიურად განსაზღვრავს პროცესის მიმდინარეობას. აქვე უნდა აღინიშნოს, $40 \div 50^\circ C$ ტემპერატურაზე და პროცესის 2 სთ ხანგრძლივობისას მჟავის დაბალ

კონცენტრაციებზეც კი დაშლის მაღალი ხარისხი მიიღწევა. აქედან შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ აზოტმჟავის ნორმის მატება ზრდის ფოსფორიტების აზოტმჟავით დაშლის ხარისხს. ეს უკანასკნელი კი განისაზღვრა P₂O₅-ის მიხედვით.

ცხრილი №2

ადგილობრივი ფოსფორიტების დაშლის ხარისხზე აზოტმჟავის ნორმის გავლენა

აზოტმჟავის ნორმა სტექქომეტრულიდ ან გამომდინარე,%	აზოტმჟავის კონცენტრაცი ა, HNO ₃ , %	ტემპერატურა, °C	დაშლის ხარისხი P ₂ O ₅ -ის მიხედვით
100	15	50	98.6
100	30	40	97.5
100	50	40	99.5
96	15	50	99.5
96	30	40	92.5
95	40	40	94.7
95	30	40	92.5
90	50	50	90.0
90	50	50	91.0

აზოტმჟავის კონცენტრაციის P₂O₅-ის ამოწვლილვის, ანუ მისი ხსნარში გადასვლის ხარისხის ცალკე შესწავლამ გვიჩვენა, რომ უშუალოდ აზოტმჟავის კონცენტრაციის ფაქტორი ნაკლებ ზეგავლენას ახდენს საწყისი ფოსფორიტების დაშლაზე. შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში №3.

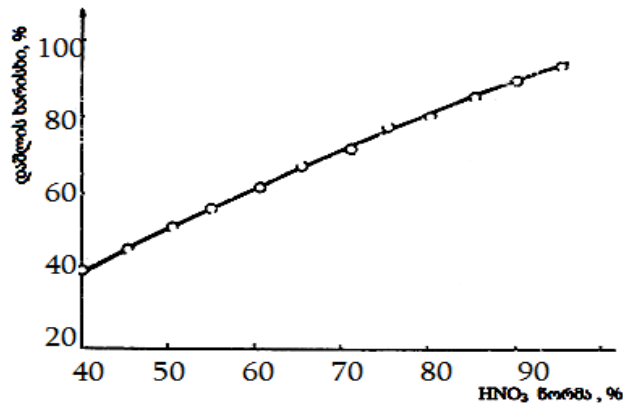
ცხრილი №3

P₂O₅-ის ამოწვლილვის ხარისხი

აზოტმჟავის კონცენტრაცია,%	25	30	40	50	55
P ₂ O ₅ -ის ამოწვლილვის ხარისხი, %	94	96	97	95	93

სტექქომეტრულ რაოდენობაზე ნაკლები აზოტმჟავის გამოყენებისას პროცესი მაინც მიმდინარეობს მჟავის სრულ ამოწურვამდე. ამ დროს 50°C ტემპერატურაზე სისტემაში $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{N}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$ წარმოიქმნება ფოსფორმჟავას არასრული მარილები. აზოტმჟავის რაოდენობა ფოსფატთან მიმართებაში განსაზღვრავს დაშლისას პროცესის ხანგრძლივობასაც. ამ სიტუაციაში აზოტმჟავა იხარჯება მისი ექვივალენტური რაოდენობის ფოსფატების დაშლაზე, რის შედეგადაც მიიღება ფოსფორმჟავა და კალციუმის ნიტრატი. თავად ფოსფორმჟავა რეაგირებს დაუშლელ ფოსფატებთან, რის შედეგადაც მონოკალციფოსფატები წარმოიქმნებიან. ეს პროცესი კი ნამვილად ართულებს სიტუაციას გვერდითი მოვლენების განვითარების გამო. ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლის მეორე სტადიის სიჩქარე დამოკიდებულია წარმოქმნილი ფოსფორმჟავის (ან საწყისი აზოტმჟავას) კონცენტრაციაზე.

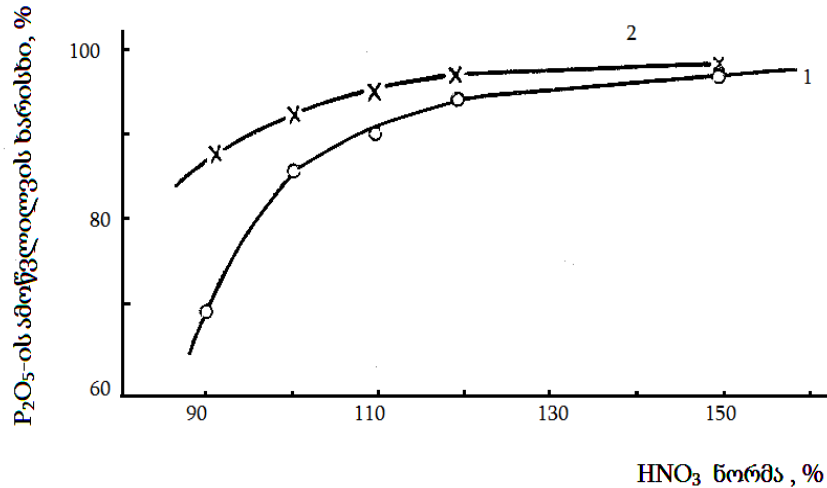
შესწავლილი იქნა ფოსფორიტების სუსტი აზოტმჟავით დაშლის დროს მჟავის სტექქომეტრული რაოდენობის 40-100% შუალედში P_2O_5 -ის ამოწვლილვის, ანუ მისი ხსნარში გადასვლის ხარისხი, რაც ფაქტიურად მჟავის ნორმის ტოლი აღმოჩნდა იხ. სურ.1. ექსპერიმენტის ხანგრძლივობა შეადგენდა 30 წუთს, გამოყენებული აზოტმჟავის კონცენტრაცია კი 50%-ს.



სურ. 1

გოდოგნის ფოსფატების დაშლის ხარისხის მჟავის ნორმაზე დამოკიდებულება

ექსპერიმენტის შედეგებზე დაყრდნობით, დაშლის მაღალი ხარისხისა და სიჩქარის მისაღწევად მიზანშეწონილად მივიჩნით აზოტმჟავის მის სტექქომეტრულ რაოდენობასთან მიმართებაში ჭარბად გამოყენება. ექსპერიმენტისათვის შეირჩა აზოტმჟავის ორი კონცენტრაცია 45% და 55%. მიღებული შედეგების საფუძველზე განისაზღვრა დამოკიდებულება აზოტმჟავის რაოდენობის (ნორმის) გოდოგნისა და ჭოგნარის ფოსფორიტების დაშლის ხარისხზე (განსაზღვრული ამოწვლილვის ხარისხით) იხ. სურ.2.



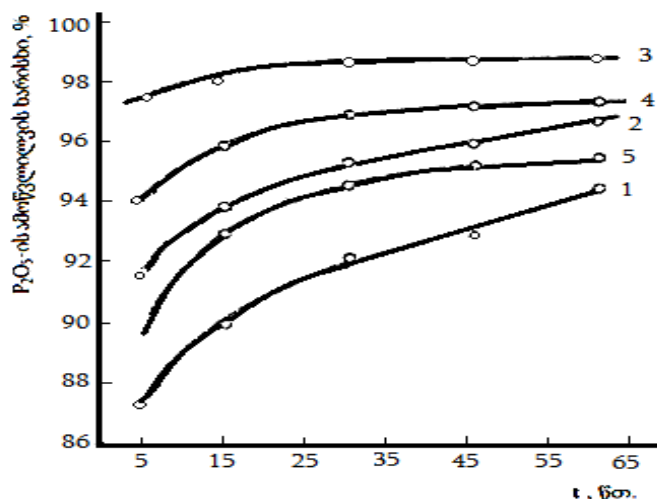
სურ.2

აზოტმჟავის რაოდენობის (ნორმის) დამოკიდებულება გოდოგნის ფოსფატების დაშლის ხარისხზე (P₂O₅-ით განისაზღვრა)

პროცესის ხანგრძლივობა შეადგენდა 30 წუთს, სურ. 2-ზე წარმოდგენილი მრუდი 1 შესაბამეა გამოყენებული მჟავის 45% კონცენტრაციას, მრუდი - 2 - 55%-ს. როგორც ამ დამოკიდებულებიდან ირკვევა აზოტმჟავის რაოდენობის (ნორმის) ზრდა იწვევს ფოსფორიტების დაშლის ხარისხის ზრდას და დაახლოებით 105-110% შუალედში აღწევს მაქსიმუმს. აქედან შესაძლოა გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ფოსფორიტების დაშლის პროცესის სწორად წარმართვის აუცილებელია მჟავის სიჭარბე და მისი სიდიდე სტექქომეტრული რაოდენობიდან 105-110% შეადგენს.

7. აზოტმჟავური დაშლის პროცესის დროზე დამოკიდებულება

ზემოთ იყო აღნიშნული, რომ ფოსფორიტების აზოტმჟავაში გახსნის პროცესის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია პროცესში გამოყენებული აზოტმჟავის კონცენტრაციასა და ნორმაზე. მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ გოდოგნის ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის პროცესის დროზე დამოკიდებულების შესწავლა. გოდოგნის ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის პროცესის დროზე დამოკიდებულების შესწავლის მიზნით გამოვიყენეთ აზოტმჟავას შემდეგი კონცენტრაციის ხსნარები: 15%, 25%, 35%, 45%, 55%. მჟავის ნორმა შეადგენდა 120%-ს, ხოლო პროცესის ტემპერატურა 40°C. მიღებული შედეგების საფუძველზე აგებული იქნა ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის პროცესის დროზე დამოკიდებულების მრუდები, იხ. სურ. 3.



სურ.3
ფოსფატების დაშლის ხარისხის დროზე დამოკიდებულება

1 - მრუდი შეესაბამება აზოტმჟავის 15% კონცენტრაციას, 2 - მრუდი აზოტმჟავის 25% კონცენტრაციას, 3 - მრუდი აზოტმჟავის 35% კონცენტრაციას, 4 - მრუდი აზოტმჟავის 45% კონცენტრაციას, 5 - მრუდი კი - აზოტმჟავის 55% კონცენტრაციას.

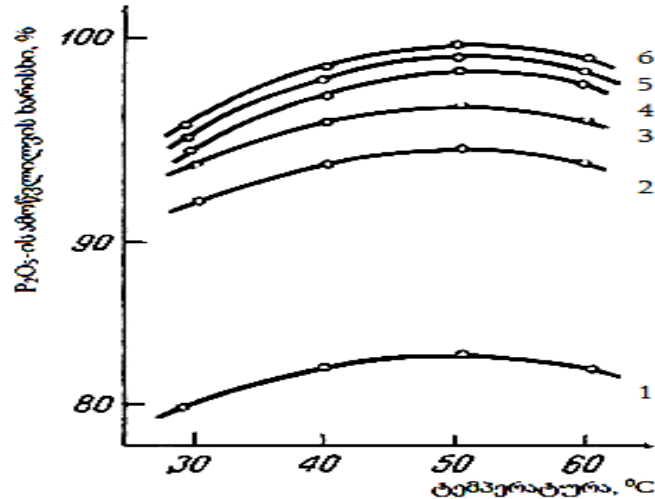
როგორც დამოკიდებულებიდან ირკვევა დაბალი კონცენტრაციის 15-25% აზოტმჟავას შემთხვევაში წონასწორობა მყარდება 60 წუთის შემდეგ, უფრო მაღალი - 35-55% შემთხვევაში - 20-30 წუთის შემდეგ. აქვე უნდა აღინიშნოს, P_2O_5 -ის ამოწვლილვის ხარისხი აღარ იზრდება 45-55% აზოტმჟავას გამოყენებისას. ეს პროცესი შეიძლება აიხსნება იმით, რომ წარმოდგენილი ფოსფოროტების დაშლის პროცესში აზოტმჟავას გარკვეული ნაწილი იხარჯება ორვალენტიანი რკინის და სხვა მინარევების ჟანგვაზე.

8. აზოტმჟავური დაშლის პროცესის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება

ტემპერატურის მომატებისას ფოსფორიტების დაშლის, P_2O_5 -ის ამოწვლილვის ხარისხი იზრდება. ამ დროს მცირდება სარეაქციო არის სიბლანტე და უმჯობესდება ნივთიერებათა დიფუზიის პირობები.

შესწავლილი იქნა პროცესის ტემპერატურის ზეგავლენა ადგილობრივი ფოსფორიტებიდან P_2O_5 -ის ამოწვლილვის ხარისხზე. სურათის ნათლად გამოვლენის მიზნით მჟავის რაოდენობა ავიღეთ დიდი სიჭარბით მისი სტექქომეტრული რაოდენობიდან 80%, 100%, 120%, 140%, 150%. პროცესის ხანგრძლივობა შეადგენდა 60 წუთს, გამოყენებული აზოტმჟავის პროცენტული კონცენტრაცია 50%, ტემპერატურული ინტერვალი 30-60°C. მიღებული შედეგების საფუძველზე

განისაზღვრა ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის პროცესის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება, იხ. სურ. 4.



სურ.4

ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის პროცესის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება

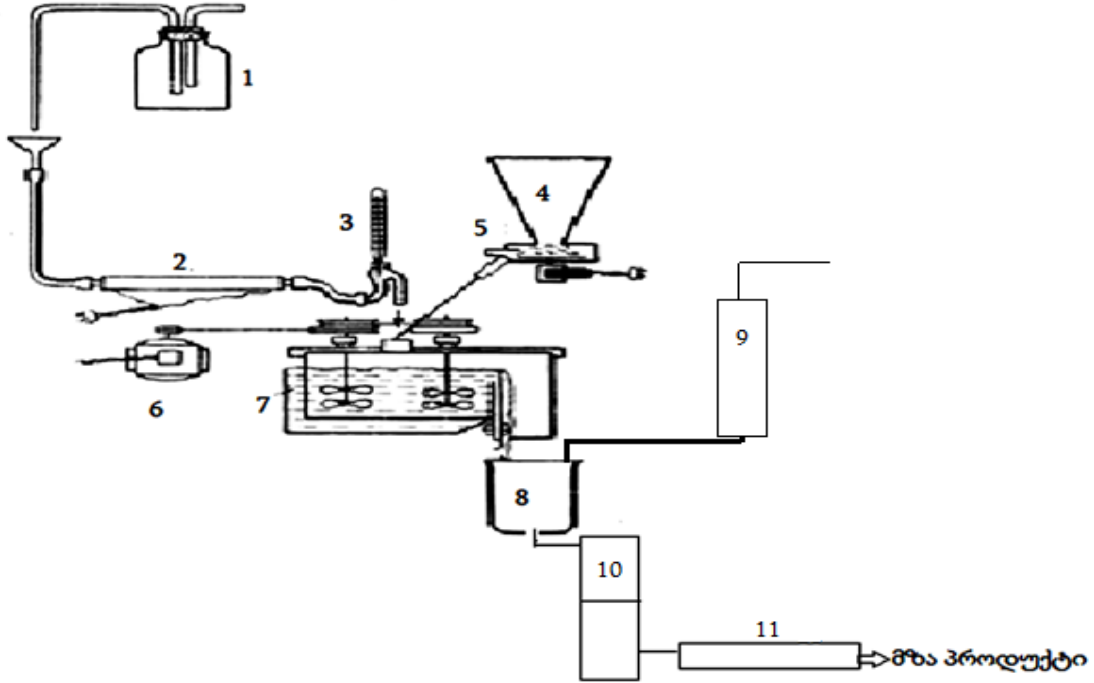
1 - მრუდი შეესაბამება აზოტმჟავის ნორმას 80% , 2 - მრუდი აზოტმჟავის ნორმას - 100%, 3 - მრუდი აზოტმჟავის ნორმას - 110%, 4 - მრუდი აზოტმჟავის ნორმას - 120% , 5 - მრუდი აზოტმჟავის ნორმას - 140% კონცენტრაციას, 6 - მრუდი აზოტმჟავის ნორმას - 150% .

როგორც მიღებული შედეგებიდან ირკვევა ტემპერატურის მომატება მართლაც დადებითად მოქმედებს ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლის პროცესზე. ეს უკანასკნელი მაქსიმალურ მნიშვნელობას 50°C აღწევს. ტემპერატურის შემდგომი მომატება იწვევს P₂O₅-ის ამოწვლილვის ხარისხის უმნიშვნელო შემცირებას. აქედან შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ პროცესის ჩატარების ოპტიმალურ ტემპერატურად შეგვიძლია მივიჩნიოთ 50°C.

9. სასუქის მიღების ტექნოლოგიური სქემა

ჩატარებული კვლევების შედეგების გათვალისწინებით დამუშავებული იქნა ადგილობრივი ფოსფორიტების აზოტმჟავური დაშლით სასუქის მიღების პრინციპიალური ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც წარმოდგენილია სურ.6. 1- წარმოადგენს აზოტმჟავას საცავს, მისგან გამოსული წინასწარ გათვლილი მჟავა თბება გამაცხელებელ 2 -ში და მიეწოდება შემრევს (7). იგი წარმოადგენს უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებულ ჭურჭელს, რომელიც აღჭურვილია ორფრთიანი

სარეველით. მას გარედან აკრავს ე.წ. წყლის პერანგი პროცესის ტემპერატურის შენარჩუნებისათვის. სარეველების მუშაობა იმართება ძრავა - 6-ის საშუალებით. რედუქტორით შესაძლებელია სარეველების ბრუნთა რიცხვის რეგულირება $\approx 530-550$ წთ⁻¹.



სურ.6

სასუქის მიღების ტექნოლოგიური სქემა

1 - აზოტმჟავის საცავი და დოზატორი; 2 - გამაცხელებელი; 3 - თერმომეტრი; 4 - ბუნკერი ფოსფორიტებისათვის; 5 - დოზატორი; 6 - ძრავი; 7 - შემრევი; 8 - ნეიტრალიზატორი; 9 - ამიაკიანი წყლის საცავი; 10 - ფილტრი; 11 - საშრობი.

შემრევის სახურავს აქვს სამი მილყელი: ერთი აზოტმჟავას მიწოდებისათვის, მეორე ფოსფორიტების მიწოდებისათვის და მესამე რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი აირების გაყვანის მიზნით. როგორც ზემოთ განვიხილეთ მჟავის ნორმა 5-10% -ის სიჭარბით უნდა იქნას აღებული მის სტექქომეტრულად საჭირო რაოდენობასთან შედარებით. ფოსფორიტების აზოტმჟავური დამუშავების შემდეგ მიღებული მასა მიეწოდება სანეიტრალიზაციო საცავს, სადაც ემატენა ამიაკიანი წყალი სარეაქციო მასის ნეიტრალურ არემდე მიყვანის მიზნით. ამის შემდეგ მიღებულ პულპას აწვდიან ამორთქლებელს - 10, სადაც ხდება მისი კონცენტრირება და ბოლოს მიღებული მასა მიეწოდება შრობაზე - 11, საიდანაც უკვე შპა პროდუქტი მიიღება.

დასკვები

1. დაზუსტებულია ჭოგნარ-გოდოგანის ყოფილი კარიერებიდან აღებული ქანების ქიმიური შედგენილობა. დადგენილია, რომ მათში ფოსფორის შემცველობა (P_2O_5 -ზე გადათვლით) 11-13%-ის ფარგლებშია.
2. ლაბორატორიულ პირობებში დადგენილია ფოსფატების აზოტმჟავური დაშლის ხარისხი, რომელიც ოპტიმალურ პირობებში შეადგენს 97-99.5%-ს.
3. შესწავლილია ფოსფატების დაშლის ხარისხზე მჟავის ნორმის, ტემპერატურის და პროცესის წარმართვის დროის გავლენა.
4. დამუშავებულია ადგილობრივი ფოსფორული ნედლეულიდან აზოტმჟავური დაშლით კომბინირებული სასუქის მიღების ტექნოლოგიური სქემა.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ვ. კაკაბაძე, ნ. მშენიერაძე, ქიმიური სასუქების ტექნოლოგია. თბილისი. 1967. 246 გვ.
2. М.Е. Позин. Технология минеральных солей. Ленинград. „Химия“. 1974 г.
3. М.Е. Позин. Руководство к практическим занятиям по технологии неорганических веществ. Ленинград. „Химия“. 1984 г.
4. Суперфосфат. Перевод с английского. Е.Б. Брукус., Е.В.Южной. Москва, Издательство „Химия“. 1969г.