

ბიზნეს-ინჟინერინგი ქიმიკი

სიანმჟავას საამქროს სტაბილური მუშაობის უზრუნველყოფა რეაქტივობის სტაბილურ სიანმჟავას პოლიმერიზაციის აღმოფხვრის გზით

ლერი გვასალია;
თ. მამაგულიშვილი;
ვ. მაჭარაშვილი

რეზიუმე

Summary

ციანმჟავას წარმოების სტაბილური მუშაობის ყველაზე მეტად ხელისშემშლელი ფაქტორი ათ-ნლეულების განმავლობაში იყო რეაქტივობის სტა-დიაზე ციანმჟავას პოლიმერიზაცია. პოლიმერიზაცი-ის ავტოკატალიზური მექანიზმიდან გამომდინარე მან შეიძლება სისტემის აფეთქებამდე მიგვიყვანოს. გარდა ამისა ყოველი 2 — 3 კვირის განმავლობა-ში პოლიმერიზაციის მიზეზით ხდებოდა საამქროს იძულებითი გაჩერება წარმოქმნილი პოლიმერების სისტემიდან გამორეცხვის მიზნით. საამქროს იძულებ-ითი გაჩერება იწვევდა წარმოების ტექნიკურ — ეკონომიკური მაჩვენებლების მკვეთრ გაუარესებას, მოცდენას აპარატებისა და კომუნიკაციების გარეცხ-ვისათვის ცუდ სამუშაო პირობებს.

მატერიალური ბალანსის და ექსპერიმენტალური კვლევის საფუძველზე აღმოჩენილი იქნა, რომ ციან-მჟავას პოლიმერიზაციის გამომწვევი მიზეზი იყო ორთოფოსფორმჟავას დეფიციტი, რომელიც ვერ უზრუნველყოფდა კონტაქტური აირებიდან წარჩენი ამიაკის შეკავშირებას და მდგრად ნაერთში მის გა-დაყვანას. ორთოფოსფორმჟავას დეფიციტის მიზეზი კი როგორც აღმოჩნდა იყო ორთოფოსფორმჟავას ანალიზის დროს საანგარიშო ფორმულაში არსებული ტიტრი 0,0098, რომელიც გულისხმობს ორთოფოს-ფორმჟავას მოლეკულაში არსებული სამივე წყალ-ბადატომის მონაწილეობას რეაქციაში. ჩვენს მიერ საანგარიშო ფორმულაში არსებული ტიტრი შეიცვა-ლა ახალი ტიტრით 0,003266, რომლითაც ორთო-ფოსფორმჟავას ნეიტრალიზაციის შედეგად მხოლოდ მდგრადი ერთნაირი ნაერთი ფოსფატის მიღება იქნება უზრუნველყოფილი. აღნიშნულის გათვალ-ისწინებით ჩატარდა საწარმოო ექსპერიმენტი, რომ-ლითაც დადასტურდა ორთოფოსფორმჟავას დეფი-ციტ სისტემაზე და აღმოფხვრა პოლიმერიზაციის პრობლემა. შედეგად გაიზარდა გამომუშავებული პროდუქციის რაოდენობა, შემცირდა თვითღირებ-ულება, გაუმჯობესდა შრომის პირობები.

On the basis of material balance analysis and experi-mental research, it has been found that the reason of hy-drocyanic acid polymerization was the shortage of or-thophosphate acid, which could not provide residual am-monia binding from the contacting gases and its transfer into sustainable compounds. As it turned out, the reason of the shortage of orthophosphate acid was the existing ti-ter 0,0098 in the calculation formula during the analysis of orthophosphate acid, which was changed by us with other new titer 0,003266, as the result, during the neutrali-zation of the orthophosphate acid, it was guaranteed to get single substitute phosphate, thus the problem of polymeri-zation was eliminated. After the correcting the calculation formula, increased the quantity of the produced product, decreased the self-value and improved labor conditions.

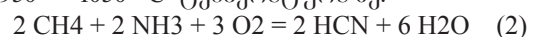
* * * * *

ოქროს მიღების ჰიდრომეტალურგიული მეთო-დი, რომელიც აღმოჩენილი იქნა XIX საუკუნის 40 —იან წლებში პ. ბაგრატიონის მიერ, მდგომარეობს თვითნაბადი ოქროს გახსნით ნატრიუმის ციანიდის წყალხსნარში ჟანგბადის თანაობისა და მიღებული ციანკომპლექსიდან ოქროს გამოლექვაში თუთი-ის მეშვეობით. ოქროს მოპოვებისათვის საჭირო ნატრიუმის ციანიდი ინარმოება საქართველოში, კერძოდ “რუსთავის აზოტში”.

“რუსთავის აზოტში” ნატრიუმის ციანიდის წარ-მოების მეთოდია თხევადი ციანმჟავას კაუსტიკური სოდის 42 — 44 % -იანი წყალხსნარით ნეიტრალი-ზაცია:



მიღებული ნატრიუმის ციანიდის წყალხს-ნარის შემდგომი აორთქლება კრისტალიზაციით და შრობით. თავის მხრივ ციანმჟავას წარმოება ხორციელდება ანდრუსოვის მეთოდით, რომლის მიხედვითაც ციანმჟავას სინთეზი მიმდინარეობს პლატინა — როდიუმის შენადნობისაგან ($\text{Pt} : \text{Rh} = 90 : 10$) დამზადებული კატალიზატორის ბადეებზე მეთანის, ამიაკის და ჰაერის აირნარევის გატარე-ბით 950 — 1050 °C ტემპერატურაზე:

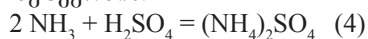


კონტაქტირების შედეგად მიღებული კონ-

ტაქტური აირი 6 – 7,5 % HCN -ის და 1,7 – 2,5 % ამიაკს შეიცავს, რომელიც ადრე ითვლებოდა, რომ ეს იყო რეაქციაში შეუსვლელი ამიაკი, მაგრამ შემდგომი კვლევებით დადგენილია, რომ პოსტკატალიზატორულ ზონაში არსებული ამიაკი ეს არის მიღებული ციანმჟავას წყლის ორთქლთან ურთიერთქმედების პროდუქტი:



კონტაქტური აირი 98 – 102 °C –მდე გაცივების შემდეგ გაივლის ე.წ. “სულფატის სკრუბერს”, რომელშიც იგი იწმინდება ამიაკისაგან, - გოგირდმჟავას მეშვეობით:



სულფატის სკრუბერიდან კონტაქტური აირი ამიაკის ნარჩენი შემცველობით ა/უ 0,025 % გაივლის წყლით აბსორბციის სტადიას, რომლის შედეგადაც მიიღება ციანმჟავას 2,5 % -იანი წყალხსნარი, რომლის რეექტიფიკაციით საბოლოოდ ინარმოება თხევადი ციანმჟავა. სარეექტიფიკაციო კოლონაში მუდმივად მიენოდება ორთოფოსფორმჟავა, - ციანმჟავას პოლიმერიზაციის თავიდან აცილების მიზნით, იმ რაოდენობით, რომ კუბურ სითხეში მისი შემცველობა 0,3 – 1 % -ის ფარგლებში ცვალებადობდეს.

ციანმჟავას საამქროს მუშაობის ათეულობით წლის განმავლობაში საამქროს გაშვებიდან 2 – 3 კვირის განმავლობაში ცირკულაციური ხსნარის შეფერილობა იცვლებოდა გამჭვირვალე უფეროდან — შავამდე, რის შემდეგაც ხდებოდა საამქროს იძულებითი გაჩერება და აპარატურის საგულდაგულო რეცხვა ციანმჟავას პოლიმერებისაგან. ციანმჟავას სინტეზის სტადიაზე კატალიზატორის ბადეების ნორმირებული მუშაობის საათები 2800 — 3000 სთ —ია, ამ დროის განმავლობაში საამქროს იძულებითი გაჩერება, ციანმჟავას პოლიმერიზაციის გამო, 6 — 7 —ჯერ ხდებოდა. ყოფილა შემთხვევები, როდესაც სარეექტიფიკაციო კოლონაში ადგილი ჰქონია დიდი რაოდენობით მყარი პოლიმერების წარმოქმნას, რომელმაც ავტოკატალიზური თვისებებიდან გამომდინარე, აფეთქებამდე შეიძლება მიგვიყვანოს. პოლიმერიზაციის მიზეზით საამქროს იძულებითი გაჩერება იწვევდა როგორც ეკონომიური მაჩვენებლების გაუარესებას, ასევე გეგმიურ ჩამორჩენას და კატალიზატორის ბადის დანაკარგების გაზრდას.

ავტორების მიერ მრავალჯერადად იქნა შესრულებული დაკვირვება კუბური ხსნარის შუქგამტარებლობაზე საამქროს გაშვების დღიდან იძულებით გაჩერებამდე. შესრულებული ანალიზების საშუალო მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრილში № 1, ხოლო გრაფიკულად გამოსახულია სქემაზე № 1

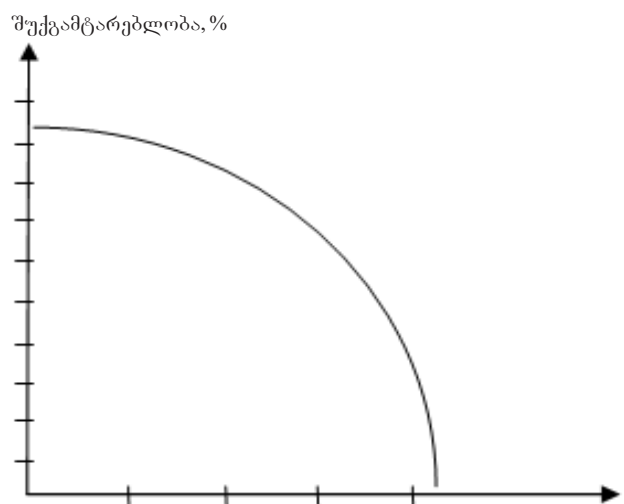
კუბური ხსნარის შუქგამტარებლობა დღეების მიხედვით

ცხრილი № 1

დღეების რაოდენობა	შუქგამტარებლობა %	დღეების რაოდენობა	შუქგამტარებლობა %	დღეების რაოდენობა	შუქგამტარებლობა %
1	95	9	91	17	40
2	95	10	85	18	32
3	94	11	80	19	25
4	94	12	75	20	15
5	94	13	70	21	8
6	94	14	65	22	3
7	93	15	55		
8	93	16	48		

კუბური ხსნარის შუქგამტარებლობის დამოკიდებულება დღეების რაოდენობაზე

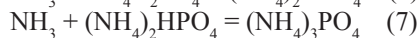
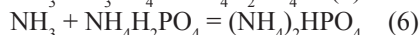
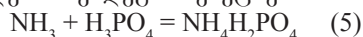
დიაგრამა № 1



დღეების რაოდენობა

ციანმჟავას პოლიმერიზაციის გამომწვევი მიზეზების შესახებ ლიტერატურული მონაცემების ანალიზმა ცხადყო, რომ ციანმჟავას პოლიმერიზაციის ინიციატორები ტუტოვანი ბუნების ნივთიერებებია (მეტალთა ჰიდროქსიდები, ამიაკი, ციანიდები, კარბონატები), რომელთა ციანმჟავაზე მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება ციანიდ-იონი (CN⁻), უკანასკნელი კი ახდენს ციანმჟავას პოლიმერიზაციის რეაქციის დაწყებას. ტუტოვანი ნივთიერებებიდან სისტემაში მხოლოდ იმ ამიაკის მოხვედრაა შესაძლებელი, რომელიც სულფატის სკრუბერიდან ნარჩენი ნორმით ა/უ 0,025 % მიყვება კონტაქტურ აირებს ციანმჟავას აბსორბცია – რეექტიფიკაციის სტადიაზე. ტექნოლოგიური თვალსაზრისით ფოსფორმჟავა, რომელიც სარეექტიფიკაციო კოლონაში მიეწოდება პოლიმერიზაციის თავიდან აცილების მიზნით,

სწორედ ნარჩენი ამიაკის “შესაბოჭადაა” გამოიხსნული. ამიაკის შეკავშირება ფოსფორმჟავით ხდება შემდეგი რეაქციებით:



ორთოფოსფორმჟავას ამიაკით საფეხურებრივი ნეიტრალიზაციის შედეგად მიღებული ნაერთებიდან მდგრადია ერთნაწიკვლებული ფოსფატი $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, რომლის დაშლის ტემპერატურა 190°C -ის ზევითაა, ხოლო ორნაწიკვლებული ფოსფატი $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ $70 - 80^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე იშლება ამიაკის წარმოქმნით:



იმის გასარკვევად, თუ ნეიტრალიზაციის რომელ საფეხურზე მთავრდებოდა რეაქცია, - შესრულებული იქნა მატერიალური ბალანსი, რომლის მიხედვითაც (5) — რეაქციის მიხედვით ორთოფოსფორმჟავას საჭირო რაოდენობა $9,6 \text{ კგ/სთ}$ —ია, ხოლო ფაქტობრივი მდგომარეობით ორთოფოსფორმჟავას ხარჯი $7,5 \text{ კგ/სთ}$ იყო. ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ კუბურ ხსნარში ორთოფოსფორმჟავას განსაზღვრის დროს გამოყენებული ტიტრი, - $0,0098$, იყო შეცდომით, რადგანაც აღნიშნული ტიტრის გამოყენებით ჩათვლილია, რომ ორთოფოსფორმჟავას სამივე წყალბადატომის ჩანაცვლება ხდება ამიაკით. რეალურად კი მთლიანი რაოდენობის მხოლოდ მესამედს აქვს უნარი ამიაკთან წარმოქმნას მდგრადი ერთნაწიკვლებული ფოსფატი, ამიტომ საანგარიშო ფორმულაში ნაცვლად $0,0098$ —ისა გამოყენებული უნდა იყოს ტიტრი $0,003266$.

წარმოების მიერ გამოყენებული საანგარიშო ფორმულა:

$$\% \text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{a \cdot h \cdot 0,0098 \cdot 100}{2d}$$

რეკომენდირებული საანგარიშო ფორმულა:

$$\% \text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{a \cdot h \cdot 0,0032 \cdot 100}{2d}$$

აღნიშნული აღმოჩენის შემდეგ ჩატარდა საწარმოო ექსპერიმენტი, საწარმოო ექსპერიმენტი გრძელდებოდა სამი თვის განმავლობაში და ამ პერიოდის განმავლობაში HCN —ის პოლიმერიზაცია არ მომხდარა. ახალი საანგარიშო ფორმულა უკვე დანერგილია ციანმჟავას წარმოებაში, რის შემდეგაც წარმოება მუშაობს სტაბილურად კატალიზატორის ბადის მუშაობის მთელი პერიოდის განმავლობაში. ასევე გაიზარდა გამომუშავებული პროდუქციის რაოდენობა, შემცირდა თვითღირებულება, გაუმჯობესდა შრომის პირობები.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Бобков С.С., Смирнов С.К. «Синильная кислота». изд. «Химия», М. 1970.
2. Березина М.Б. «Синтез синильной кислоты». НИИТЭХИМ., М. 1983.
3. Гринь Г.И., Трусов Н.В. «Поиск путей кардинального улучшения технико – экономических показателей метода окислительного аммонолиза метана». Хим. пром., 1999, № 7 с. 20 – 23.
4. Глинка Н.Л. «Общая химия», Изд. «Химия», л