

საცურო აუზის ქიმია

compound interest თარგმანი: ლაშა ხუციშვილი

[illegible]

საფურო აუზი არაჩვეულებრივი საშუალებაა გაგრძელებისთვის ცხელ ზაფხულში. რასაკვირველია, ეს იდეა ასობით ადამიანს შეიძლება მოუვიდეს და ერთ დღეში ბევრმა შეიძლება გამოიყენოს აუზი. ქიმია ჩვენს განკარგულებაშია, რათა თავიდან აგვაცილებინოს ათასი პოტენციური ინფექცია/დაავადება. იგი, აგრეთვე, გვხმარება კარდინალური ცოდვის - აუზში შარდის მოხვედრის - შედეგების თავიდან ასაცილებლად, თუმცა, რა თქმა უნდა, არა გვერდითი მოვლენების/დათმობების გარეშე. ქიმია ამ ყველაფერს, როგორც გაგიგიათ, აუზის წყლის ქლორირებით ახერხებს. თუმცადა უნდა ითქვას, რომ სიტყვა „ქლორირების“ უკან ნაკლებად მარტივი პროცესები დგას, ვიდრე ფიქრობთ.

როგორ ხდება წყლის ქლორირება? თქვენ ახლა, ალბათ, ფიქრობთ თვით ელემენტურ ქლორზე, რომელიც მომწვანო-მოყვითალო ფერის აირია, მაგრამ სინამდვილეში იგი ძალზე იშვიათად გამოიყენება დუზინფექციისთვის. ეს იმიტომ, რომ ქლორის აირს ტოქსიკური ბუნება აქვს, რაც ართულებს მის შენახვას. ნაცვლად ამისა, გამოიყენება სხვა ქიმიკატები, რომლებსაც შეუძლია წყლის მიკრო ორგანიზმებისგან გათავისუფლება.

ამ საქმის „შეფი“ ჰიპოქლორიტები გახლავთ. ყველაზე ხშირად იყენებენ ნატრიუმის ჰიპოქლორიტი და კალციუმის ჰიპოქლორიტი. ქლორთან შედარებით, რომელიც გაზია ოთახის ტემპერატურაზე, ისინი წყალში ხსნადი მყარი ნივთიერებები არიან, რაც აადვილებს მათ გამოყენებასა და შენახვას. ნატრიუმის ჰიპოქლორიტი, სავარაუდოდ, სახლშიც მოგეპოვებათ, რადგან იგი ერთ-ერთი კომპონენტია ქლორზე დაფუძნებული მათეთრებლებისა. ნატრიუმის ჰიპოქლორიტი წყალ ხსნარის სახით (შედარებით მაღალი კონცენტრაციის) და ტაბლეტების ფორმითაც იყიდება. რა თქმა უნდა, წყალში გახსნისას კონცენტრაცია იკლებს და ამიტომ ეს პრობლემას არ წარმოადგენს.

ქლორიც და ჰიპოქლორიტის მარილებიც წყალთან შედიან რეაქციაში (ჰიდროლიზდებიან) და წარმოქმნიან ქვექლოროვანმჟავას, რომელიც სუსტი მჟავაა, თუმცა ძლიერი მჟანგავია და, ფაქტობრივად, პასუხისმგებელია ბაქტერიოციდულ ეფექტებზე. დებატებია იმასთან დაკავშირებით, თუ ზუსტად რა მექანიზმით ებრძვის იგი ბაქტერიას. ითვლება, რომ ბლოკავს ერთდროულად რამდენიმე პროცესს, მათ შორის: მეტაბოლურ ფუნქციას, დნმ-ის რეპლიკაციას და პროტეინების დაჯგუფებას; აზიანებს უჯრედის კედელს ატომური ჟანგბადის რადიკალით.

ქვექლოროვანმჟავა ნაწილობრივ დისოცირდება (იხლიჩება) წყალში და წარმოქმნის ჰიპოქლორიტის იონს, რომელიც 60-ჯერ უფრო სუსტი მჟანგავია ქვექლოროვანმჟავასთან შედარებით, ამიტომ ის არც ისე ეფექტურია ბაქტერიის მოსაშორებლად. საბედნიეროდ, ქვექლოროვანმჟავას დისოციაცია შექცევადია და შეგვიძლია წონასწორობა გადავხაროთ აუზის მჟავიანობის მეცვლით. საჭიროა, pH ისეთი იყოს, რომ ცურვა გვსიამოვნებდეს, დაახლოებით, 7.2-7.8 ინტერვალში, სადაც ქვექლოროვანმჟავას ვინარჩუნებთ. ჰიპოქლორიტის იონის და ქვექლოროვანმჟავას გაერთიანებულ კონცენტრაციას „თავისუფალ ქლორს“ (FAC) უწოდებენ.

ღია ცის ქვეშ აშენებული აუზების აგენტებს კიდევ ერთი დაბრკოლება აქვთ გადასალახი, კერძოდ, ულტრაიისფერი დასხივებით (უი) ფოტოლიზი. როგორც ვიცით, მზე უი სხივებს ასხივებს (სხვა სხივებთან ერთად) და სწორედ ამიტომ ვიყენებთ მზისგან დამცავ საცხებს თუ სხვა საშუალებებს. ამავე უი-ს ძალუძს, რომ ჰიპოქლორიტის იონები (შედარებით რთულად, მაგრამ ქვექლოროვანმჟავაც) დაშალოს... ეს FAC-ის 90%-ის ტოლ დანაკარგს გვაძლევს, რაც იმას ნიშნავს, რომ გარეთ მყოფ აუზებს უფრო ხშირი ქლორირება სჭირდება. შესაძლებელია, აგრეთვე, სხვა ქიმიკატი გამოვიყენოთ, რათა თავიდან ავიცილოთ ეს არასასურველი პროცესი და ამაზე ქვემოთ ვისაუბრებთ.

ამწვარი თვალები ნაცნობი უკუჩვენებაა ქლორირებულ აუზში ნაცურავები ადამიანისთვის. ხშირად ამას ქლორის დონეს აბრალებენ: „ძალიან მაღალიაო“, მაგრამ სინამდვილეში საპირისპიროა ჭეშმარიტი. პირველი: ჰიპოქლორიტის იონი ან ქვექლოროვანმჟავა არ იწვევს თვალების აწვას. ეს გამოწვეულია ნივთიერებებით, რომლებიც წარმოითქმება ოფლში (ან შარდში) შემავალი ნაერთების ქვექლოროვანმჟავასთან/ჰიპოქლორიტთან რეაქციით.

ოფლიც და შარდიც შეიცავს ამიაკს ან ამიაკურ ნაერთებს. შარდოვანა არის ნაერთი, რომელიც დაკავშირებულია შარდთან, მაგრამ მას მცირე რაოდენობით ოფლიც შეიცავს. აღსანიშნავია, რომ შარდმჟავასაც შეიცავს ორივე. ეს ნაერთები რეაქციაში შედის ქვექლორმჟავასთან და ჰიპოქლორიტის იონთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება რიგი ნაერთებისა, რომელთაგან ერთ-ერთი ქლორამინებია.

ქლორამინები ნაერთებია, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან თვალის გაღიზიანებაზე, ეს კი არაერთ მოცურავეს განუცდია. ეს ნაერთები, ამავდროულად, „საცურაო აუზის სუნს“ განაპირობებს. თუმცა ჩვენ ამ სუნს „ქლორის სუნს“ ვუწოდებთ ხოლმე, მაგრამ სინამდვილეში ეს ამ თანაური პროდუქტების „არომატია“. ამიტომ, თუ აუზს „ქლორის სუნი“ აქვს, ე.ი. წყალში დიდი რაოდენობითაა ეს ნაერთები - რაც, როგორც მიხვდით, არც ისე კარგია!

წილი ადამიანებისა, რომლებიც აღიარებენ, რომ საცურაო აუზში მოუშარდავთ, იმაზე მაღალია, ვიდრე ელით: ამერიკაში გამოკითხულთა 19%-მა, ვინც გამოკითხვაში მიიღო მონაწილეობა ([2012 წელი](#)), აღიარა, რომ თავი გაითავისუფლა აუზში. 79% კი ეჭვობდა, რომ სხვა ადამიანები შარდავდნენ აუზში. ეს არც ისე კარგი ამბავია, რადგან შარდი ტრიქლორამინის კონცენტრაციას ზრდის აუზში. [ტრიქლორამინს](#) კი რესპირატორული სიმპტომების გამოწვევა შეიძლება მოცურავეებისთვის და აუზის მომუშავეებისთვის, არსებობს მოსაზრება, რომ ასთმას იწვევს.

კიდევ ერთი ნივთიერება, რომელზეც შარდოვანაა პასუხისმგებელი, ციანოგენ ქლორიდია, რომელსაც საკმაოდ არასახარბიელო ეფექტები აქვს - თუმცაღა დასაზუსტებელია იმ კონცენტრაციით, როგორიც საცურაო აუზშია, რაიმე უკუჩვენება თუ ექნება... რასაკვირველია, ეს რომ თავიდან ავიცილოთ გამოსავალი მარტივია... [იხ.: მაიკლ ფელფსი \(მრავალგზის ოლიმპური ჩემპიონი ცურვაში\)](#).

ქლორის შემცველობას ამ გვერდითი პროდუქტების სახით (ანუ ყველაფერი, გარდა ქვექლორმჟავასა და ჰიპოქლორიტის იონისა) მოიხსენიებენ, როგორც „კომბინირებულ ქლორს“ (CC). ქლორის ჯამური რაოდენობა განისაზღვრება, როგორც FAC-ისა და CC-ის კონცენტრაციათა ჯამი. რეკომენდებულია, რომ FAC-ის დონე 1-4 ppm-ს შორის იყოს. ოლიმპიური საცურაო აუზი 2 500 000 ლიტრ წყალს შეიცავს და ამიტომ ეს საკმაოდ მცირე რაოდენობაა.

დამატებითი უსაფრთხოებისთვის შესაძლებელია სხვა ნაერთების გამოყენებაც. ერთ-ერთი ასეთია კალციუმის ქლორიდი. ეს ნივთიერება ემატება აუზს, რათა თავიდან იყოს აცილებული მცირედ ხსნადი ნივთიერების, კალციუმის სულფატის, რომლისგანაც შედგება ფილებს შორის ცემენტიტო ამოვსებული სივრცე (დუღაბი), გახსნა/დაშლა. იგი ე.წ. „საერთო იონის ეფექტის“ პრინციპით მოქმედებს, კერძოდ, როდესაც კალციუმის იონების კონცენტრაცია იზრდება წყალში (კალციუმის ქლორიდის საშუალებით), კალციუმის სულფატის დისოციაციის (გახსნის) წონასწორობა გადაიხრება რეაგენტის მხარეს ანუ მყარი კალციუმის სულფატის მხარეს და ეს ხელს შეუშლის მის გახსნას.

კიდევ ერთი ნივთიერება შეიძლება დავამატოთ საცურაო აუზს - იზოციანურის მჟავა. ეს ნაერთი ჰერბიციდია (ხელს უშლის მცენარეების ზრდას) და მისი დონე 200 ppm-ზე დაბალი უნდა იყოს. როგორც წესი, იზოციანურმჟავა გაცილებით მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი. მას შეუძლია ქლორის დონე დაარეგულიროს, მით უმეტეს გარე აუზებში, სადაც უი სხივი „ქლორს აცილებს“. იზოციანურის მჟავა რეაქციაში შედის ჰიპოქლორიტის იონთან და წარმოქმნის დიქლორიზოციანურის მჟავას. თუმცადა ესეც შექცევადი რეაქციაა და რამდენადაც ჰიპოქლორიტის იონები უი ფოტოლიზით „იკარგება“, ლე შატელიეს პრინციპით, დიქლორიზოციანურის მჟავა გარდაიქმნება ისევ იზოციანურმჟავად და ჰიპოქლორიტის იონად. აქედან გამომდინარე, ის ერთგვარი „რეზერვუარივით“ მოქმედებს, დაკარგული ჰიპოქლორიტის იონების რეგენრაციას ახდენს.

დღესავით ნათელია, რომ დიდი ქიმია დგას საცურაო აუზის უკან. საცურაო აუზის ქიმიური ლანდშაფტი მუდმივად იცვლება და საჭიროა ფრთხილი მენეჯმენტი იმისათვის, რომ აუზის წყალი უსაფრთხო და სუფთა იყოს.