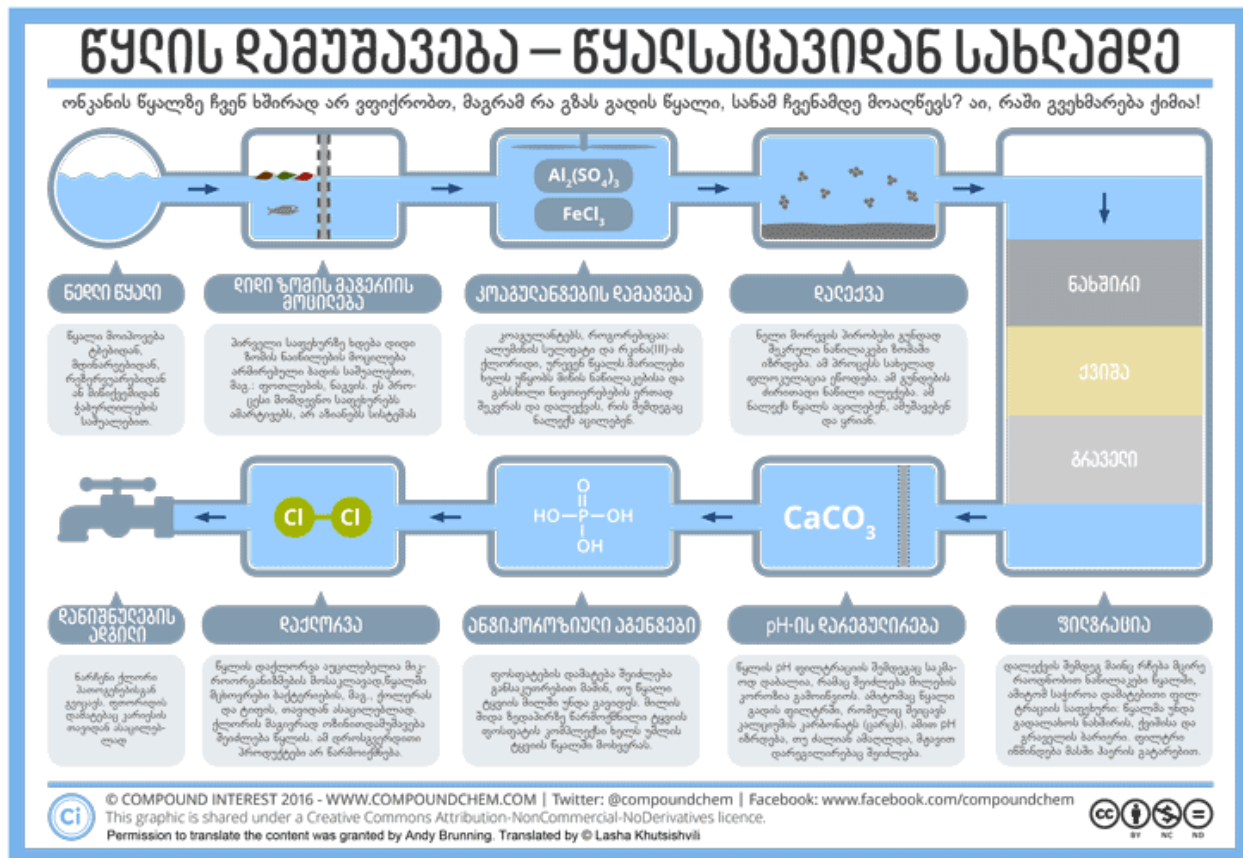


წყლის დამუშავება – წყალსაცავიდან სახლამდე

compound interest თარგმანი: ლაშა ხუციშვილი



ხშირად არ ვფიქრობთ ხოლმე, თუ რა გზა გაიარა წყალმა, სანამ ონკანს მოუშვებდით... ცხადია, სასმელი წყლის მისაღებად საჭიროა დიდი და რთული პროცესი. ქიმიას კი უდიდესი წვლილი მიუძღვის იმისათვის, რომ სახლში წყალი უსაფრთხო იყოს. ამ ინფოგრაფიკაზე წარმოდგენილია წყლის გადამუშავების პროცესი, რა საფეხურებს გადის და რა ნივთიერებები გამოიყენება ამ ყველაფრისთვის.

წყალი, რომელიც ონკანის გაღებისას მოდის, სათავეს იღებს არაერთი ადგილიდან. უმეტესად მიწისქვეშ - წყალი, რომელიც მიწის ზედაპირის გამჭოლ, ქანებსა და ფორებს შორის არის მომწყვდული. რაოდენ გასაკვირიც უნდა იყოს, ამგვარი წყალი, როგორც წესი, სუფთაა ხოლმე ბუნებრივი ფილტრაციის ხარჯზე, რომელიც ქანების საშუალებით ხდება, რის გამოც ზოგიერთი საფეხურის, რომელთა შესახებაც აქ დავწერ, გავლა სავალდებულო არაა, რადგანაც იგი მხოლოდ მცირე რაოდენობის ნამსხვრევებსა და ორგანულ ნაერთებს შეიცავს.

მეორე მხრივ, წყალმა, რომელიც რეზერვუარებშია მოთავსებული ან მდინარეს მოაქვს, აუცილებლად უნდა გაიაროს პირველი საფეხური: დიდი ზომის მყარი ნარჩენების მოცილება. ეს მარტივი მექანიკური პროცესია, რომლის დროსაც წყალი გადის გისოსებში, რა დროსაც დიდი ზომის მყარი ნაწილაკები სცილდება. მათი მოცილება მომდენო საფეხურებს ამარტივებს და უზრუნველყოფს, რომ დიდი ზომის ნაწილაკებმა არ დაბლოკონ რაიმე.

ამ საფეხურზე, როგორც აღვნიშნე, სცილდება დიდი ზომის ნაწილაკები, თუმცა მცირე ნაწილაკები მაინც გაივლიან ბადეში ან იხსნებიან წყალში. შემოდის ქიმია... იმისათვის, რომ მოვაცილოთ ორგანული მასალა, საკმარისია სპეციალური ნაერთების, სახელად კოაგულანტების დამატება. კოაგულანტის როლში ძირითადად ალუმინის სულფატი ან რკინა(III)-ის ქლორიდია ხოლმე. კოაგულანტების მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: მცირე ნაწილაკებზე არსებულ უარყოფით მუხტს ანეიტრალებს კოაგულანტები, რის გამოც ნაწილაკების განზიდვა აღარ ხდება და ხდება ამ ნაწილაკების ერთად შეკვრა. ამ პროცესს სახელად ფლოკულაცია ჰქვია ხოლო წარმოქმნილ შეკვრას ფლოკებს უწოდებენ.

შლამი, რომელიც წარმოიქმნება კოაგულაცია-ფლოკულაციის შემდეგ, ყოვნდება რათა დაილექოს და მოცილდეს. შლამი, როგორც წესი, შეიცავს ხოლმე მეტალის ჰიდროქსიდებს, რომლებიც კოაგულაციის პროცესში წარმოიქმნება, და ორგანულ მასალას. შლამის შესაძლებელია შეტანილი იყოს იმ ადგილებში, სადაც მოსავალი უნდა მოვიდეს. თუ ამ მიზნით არ იქნება გამოყენებული, მაშინ აუცილებელია მისი მიწაში გაშვება ანდა დაწვა.

მას შემდეგ, რაც შლამი მოშორდება წყალს, მოდის ფილტრაციის საფეხური. აქ წყალმა უნდა გაიაროს სხვადასხვა მასალის შრე, იმისათვის, რომ მოცილდეს ორგანული მასალა და ნაწილაკები, რომლებიც კოაგულაციის საფეხურზე არ მოსცილდა. ფილტრაციის მასალად ძირითადად გამოყენებულია ხოლმე შესაბამისად: ქვიშის, გრაველისა (ერთგვარი ხრეში) და ნახშირის, ფენები, რომლებიც უზრუნველყოფს უსარგებლო ნაერთების მოცილებას, რომლებიც წყალს სუნს ან გემოს მისცემენ.

მას შემდეგ, რაც წყალი გაიფილტრება, როგორც წესი, მისი მჟავიანობაა ხოლმე დასარეგულირებელი. ეს იმიტომ, რომ მჟავა რეაქციის მქონე წყალი ხელს უწყობს მიწის კოროზიას, რომელიც წყალს ფერს უცვლის ხოლმე. გარდა ამისა, შესაძლებელია მაში მოხდეს ტოქსიკური მეტალები, როგორიცაა ტყვია. იმისათვის, რომ მჟავიანობა შემცირდეს, წყალს გაატარებენ ხოლმე ფილტრზე, რომელიც დაქუცმაცებულ კირქვას შეიცავს, რომლის ძირითადი კომპონენტიც კალციუმის კარბონატია. კალციუმის კარბონატი pH-ის გაზრდას ეხმარება, რაც მჟავიანობას ამცირებს. მეორე მხრივ, თუ წყლის pH დიდია, ანუ ტუტე რეაქცია აქვს, თუმცა არც ისე ხშირად ხდება ხოლმე. ამ საფეხურზე წყლის დარბილება შეძლება (წყლის სირბილეზე მოგვიანებით დავწერ).

ზოგიერთ ობიექტზე საჭიროა ხოლმე საჭიროა ხოლმე ანტიკოროზიული ნივთიერებების დამატება იმისათვის, რომ მეტალის იონები არ შეიჭრან წყალში. ერთ-ერთი ამგვარი ნაერთი გახლავთ ფოსფორმჟავა. ფოსფორმჟავა ხელს უშლის განსაკუთრებით ტყვიას წყალში გადავიდეს. ეს ხდება მილის შიდა ზედაპირზე ტყვიის ფოსფატის კომპლექსების წარმოქმნის ხარჯზე. ეს სწორედ ის საფეხურია, რომელიც ქალაქ ფლინტში (მიჩიგანის შტატი, აშშ) არ გაითვალისწინეს, რის გამოც ონკანის წყალში ტყვიის მაღალი შემცველობა დაფიქსირდა.

მართალია, თითქმის ყველა მყარი და გახსნილი ნივთიერება მოცილდა წყალს, მაგრამ პათოგენები, როგორებიცაა: ბაქტერიები და ვირუსები, ჯერ კიდევ არიან წყალში. ამიტომაც საჭიროა წყლის დეზინფექცია, სანამ წყალმომარაგების ქსელში, შენობებამდე მივა. ამ საქმისთვის ქლორი გამოიყენება ხოლმე. ქლორი ძლიერი მჟანგავია, რომელიც უჯრედის კედელს შლის და სხვადასხვა ენზიმებისა თუ პროტეინების ინაქტივაციას ახდენს.

წყლის ქლორირებაზე ვერ ვიტყვით, რომ უპრობლემოა. ქლორი შეიძლება რეაქციაში შევიდეს იმ უმცირესი რაოდენობის, დარჩენილ ორგანულ ნაერთებთან და წარმოქმნას ნაერთები სახელად ტრიჰალომეთანები (THM). ეს ნაერთები პოტენციური კარცენოგენებია. მართალია, საკმარისი მტკიცებულებები არაა, რომ ადამიანისთვის კარცენოგენულად ჩავთვალოთ, თუმცა დადასტურებულია, რომ ცხოველებში უთუოდ არის. მიუხედავად ამისა, წყლის ქლორირების დადებითი მხარეა ის, რომ ხელს უშლის წყალში მცხოვრები მიკროორგანიზმების, მაგალითად, ქოლერას და ტიფის, გავრცელებას, რაც გადაწონის შესაძლო, მცირე რისკებს, რომლებიც დაკავშირებულია THM-ებთან.

ტრიჰალომეთანების დონე წყალში მუდმივად კონტროლდება და დასაშვებ დონეზე დაბლაა ხოლმე. გარდა ამისა, რადგანაც წყალში ორგანული ნაერთების არსებობა ხელს უწყობს ტრიჰალომეთანების წარმოქმნას, ამის გამო წყლის დაქლორვა მას შემდეგ ხდება, რაც ორგანულ ნაერთების ძირითადი ნაწილი მოცილდება ფილტრაციის საფეხურზე. ზოგიერთი დაწესებულება ამ პრობლემას გვერდს უვლის ქლორის მაგივრად ოზონის გამოყენებით. მაგრამ ქლორის დადებით მხარე ისაა, რომ წყლის დაქლორვის შემდეგ წყალში მცირე რაოდენობით მაინც რჩება ქლორი, რაც გარანტიას იძლევა, რომ სახლამდე პათოგენებისაგან თავისუფალი წყალი მოვა.

საბოლოოდ, ზოგიერთ ადგილებში ფთორიდის კონცენტრაცია წყალში მცირეა ხოლმე, ამიტომ შესაძლებელია ფთორიდის იონების დამატება იმისათვის, რომ კარიესის პრევენცია მოხდეს (ამაზეც მოგვიანებით შემოგთავაზებთ სტატიას). ამ ყველაფერის შემდეგ წყალი თავისუფალია და შეუძლია მოვიდეს თქვენს სახლამდე...

ბიბლიოგრაფია და დამატებითი საკითხავი:

- [A dummy's guide to coagulants](#)– Water Industry Operators Association of Australia;
- [Lead in drinking water](#)– World Health Organisation;
- [Water treatment](#)– Southern Water;
- [Coagulation and flocculation process fundamentals](#);
- [Water treatment for corrosion control](#)– Corrosion Doctors.