სუფთა ტუნგის ზეთის (Tung Oil) შეფერვისა და ტონირების კომპლექსური სახელმძღვანელო და ინდუსტრიული ანალიზი

ტუნგის ზეთის პოლიმერიზაციის ქიმია და პიგმენტების ფიქსაცია

წარმატებული შეფერვის პროცესის საფუძველია ზეთის ქიმიური სტრუქტურის გააზრება. სხვა პოპულარული ზეთებისგან (მაგალითად, სელის ზეთისგან) განსხვავებით, ტუნგის ზეთის ცხიმოვანი მჟავების შემადგენლობის 77-82%-ს შეადგენს ალფა-ელეოსტეარინის მჟავა (Alpha-eleostearic acid)[5]. ეს არის სპეციფიკური ცხიმოვანი მჟავა 18 ნახშირბადის ატომით, რომელიც შეიცავს სამ კონიუგირებულ ორმაგ ბმას (Conjugated double bonds)[5]. კონიუგირებული ორმაგი ბმები პასუხისმგებელნი არიან ზეთის უაღრესად სწრაფ და ეფექტურ ოქსიპოლიმერიზაციაზე (ჟანგბადთან რეაქციაში შესვლაზე). როდესაც ზეთი შეიწოვება ხის ფორებში და კონტაქტში შედის ჰაერთან, იწყება ჯვარედინი დაკავშირების (Cross-linking) ინტენსიური პროცესი, რომელიც თხევად ზეთს გარდაქმნის მყარ, ელასტიურ და წყალგაუმტარ პოლიმერულ ქსელად[5].

როდესაც ტუნგის ზეთს ემატება მყარი პიგმენტის ნაწილაკები, ისინი ხის სტრუქტურაში გადაადგილდებიან ზეთის მოლეკულებთან ერთად. ალფა-ელეოსტეარინის მჟავის პოლიმერიზაციისას, ეს პიგმენტები სამუდამოდ ილუქება წარმოქმნილ პოლიმერულ მატრიცაში[8]. ეს მექანიზმი უზრუნველყოფს ფერის განსაკუთრებულ მდგრადობას ულტრაიისფერი სხივებისა და მექანიკური ცვეთის მიმართ, რადგან ფერი არა მხოლოდ ზედაპირზე რჩება (როგორც ეს ტრადიციული ლაქების შემთხვევაში ხდება), არამედ ინტეგრირდება უშუალოდ მერქნის ბოჭკოებში.

ხის ზედაპირის მომზადება: ფორების ფიზიკა და შეწოვის უნარი

შეფერილი ტუნგის ზეთის გამოყენებამდე კრიტიკულად მნიშვნელოვანია ხის ფიზიკური მომზადება. ხის უჯრედოვანი სტრუქტურა მოქმედებს როგორც მიკროსკოპული კაპილარების ქსელი, რომელიც შთანთქავს სითხეებს. პიგმენტის ნაწილაკების სიდიდე (Particle size) და ხის ფორების დიამეტრი პირდაპირ კორელაციაშია საბოლოო ფერის ინტენსივობასთან.

ზედაპირის მომზადებისას ინდუსტრიული სტანდარტი მოითხოვს ზუმფარით (Sandpaper) დამუშავებას, თუმცა აქ არსებობს მკაცრი შეზღუდვები. რეკომენდებულია ხის დამუშავება მაქსიმუმ 120-დან 150-მდე მარცვლოვნების (Grit) ზუმფარით[10]. თუ მოხდება 220 ან უფრო მაღალი ნომრის ზუმფარის გამოყენება, ხის ზედაპირი ზედმეტად გაპრიალდება, რაც იწვევს ფორების დახურვას (Burnishing)[10]. დახურულ ფორებში პიგმენტირებული ზეთი ვერ აღწევს სათანადო სიღრმით. ეს იწვევს ფერის ზედაპირულად დარჩენას, რომელიც შემდგომში ადვილად იცვითება და არ იძლევა სასურველ მუქ, გაჯერებულ ტონს.

დამუშავების შემდეგ ზედაპირი უნდა გაიწმინდოს იდეალურად. ხის მტვერი, რომელიც ფორებში რჩება, ტუნგის ზეთთან კონტაქტისას წარმოქმნის სქელ პასტას[10]. ეს პასტა ბლოკავს ზეთის შეწოვას და ქმნის ვიზუალურ დეფექტებს. მტვერსასრუტითა და ოდნავ ნესტიანი ან სპეციალური გამწმენდი ტილოთი ზედაპირის დამუშავება აუცილებელი წინაპირობაა სრულყოფილი შედეგისთვის.

მეთოდი 1: მშრალი პიგმენტების (Earth Pigments/Mica) ინტეგრაცია

ტუნგის ზეთის შეფერვის ყველაზე უსაფრთხო, ტრადიციული და ეკოლოგიურად სუფთა გზა არის ბუნებრივი მშრალი პიგმენტების გამოყენება[4]. ეს მიდგომა იძლევა ფერების სრული კონტროლის საშუალებას და ინარჩუნებს ზეთის 100%-ით ორგანულ ბუნებას.

პიგმენტების კლასიფიკაცია და თვისებები

საუკეთესო შედეგს იძლევა ე.წ. მიწის პიგმენტები (Earth Pigments) და მინერალური ფხვნილები, როგორებიცაა ბუნებრივი რკინის ოქსიდები, სიენა (Sienna), და უმბრა (Umber)[4]. აღნიშნული მინერალები გამოირჩევიან მაღალი მდგრადობით ულტრაიისფერი გამოსხივების მიმართ (არ ხუნდება მზეზე) და არ შეიცავენ ტოქსიკურ აქროლად ორგანულ ნაერთებს (VOC-free)[4]. დამატებით, თუ მიზანია ხის ზედაპირზე მსუბუქი მეტალური ან მარგალიტისებრი ბზინვარების მიღება, წარმატებით გამოიყენება ქარსის (Mica) ფხვნილები.

პიგმენტის პასტის ფორმირება და შერევის ტექნოლოგია

მშრალი ფხვნილის პირდაპირ, დიდი რაოდენობით სქელ ზეთში ჩაყრა დაუშვებელია. ასეთი მოქმედება იწვევს ფხვნილის კოლტების (Clumps) წარმოქმნას, რომელთა დაშლაც ზეთის მაღალი სიბლანტის გამო თითქმის შეუძლებელია[4]. ინდუსტრიული პრაქტიკა მოითხოვს შემდეგი ნაბიჯების ზუსტ დაცვას:

1. კონტეინერის მომზადება: პროცესი უნდა წარიმართოს სუფთა, მშრალ მინის ან ლითონის ჭურჭელში[4].
2. პასტის შექმნა: თავდაპირველად ჭურჭელში თავსდება პიგმენტის ფხვნილი. მას ემატება მცირე რაოდენობით ბუნებრივი გამხსნელი (მაგალითად, ციტრუსის გამხსნელი - Citrus Solvent). ხის ან ლითონის ჯოხით მასა იზილება ინტენსიურად, სანამ არ მიიღება სრულიად გლუვი, ერთგვაროვანი პასტა[4]. ეს პროცესი უზრუნველყოფს პიგმენტის თითოეული ნაწილაკის იდეალურ დასველებას (Wetting).
3. ზეთის ინტეგრაცია: მიღებულ პასტას ეტაპობრივად, მუდმივი მორევის პირობებში, ემატება სუფთა ტუნგის ზეთი[4].
4. საბოლოო განზავება: ხეში ღრმა შეღწევადობის უზრუნველსაყოფად, უკვე შეფერილი ზეთი უნდა განზავდეს გამხსნელით (სტანდარტულად 1:1 პროპორციით)[3].

პარამეტრი	სტანდარტული დოზირება	შენიშვნა
საბაზისო პროპორცია	1 ჩაის კოვზი (5 გრ) პიგმენტი / 1 ჭიქა (250 მლ) ტუნგის ზეთზე4	იდეალურია საშუალო სიმუქის ტონებისთვის.
მაღალი ინტენსივობა	4-5 ჩაის კოვზი პიგმენტი / 1 ლიტრ ტუნგის ზეთზე4	გამოიყენება ვენგეს (Wenge) ან მუქი კაკლის მისაღებად.
ინდუსტრიული მაქსიმუმი	60 გრამი პიგმენტი / 1 ლიტრ ზეთზე14	ამ ზღვრის გადაჭარბება იწვევს ზეთის პოლიმერიზაციის შეფერხებას.

მეთოდი 2: თხევადი ზეთოვანი ბეიცების (Oil-Based Stains) გამოყენება

იმ შემთხვევებში, როდესაც მომხმარებლისთვის მშრალი პიგმენტები მიუწვდომელია, ალტერნატიულ გზას წარმოადგენს კომერციული, თხევადი ზეთოვანი ბეიცების პირდაპირი შერევა ტუნგის ზეთთან[16]. ზეთოვანი ბეიცები, თავისი ქიმიური ბუნებიდან გამომდინარე, კარგად ერწყმის სუფთა ტუნგის ზეთს, რადგან ორივე პროდუქტს საერთო ლიპიდური ბაზა გააჩნია[16]. მომხმარებელს შეუძლია სასურველი ფერის ზეთოვანი საღებავი ჩაასხას ტუნგის ზეთში და კარგად მოურიოს გამოყენებამდე. მიუხედავად ამისა, აუცილებელია სიფრთხილე: ზოგიერთი კომერციული ზეთოვანი ბეიცი შეიცავს მძიმე მეტალების სეკატივებს (Driers) ან სინთეტიკურ ფისებს (მაგალითად, პოლიურეთანს), რამაც შესაძლოა შეცვალოს ტუნგის ზეთის ბუნებრივი, ელასტიური მახასიათებლები და დააჩქაროს მისი შრობა არაპროგნოზირებადი გზით[3].

მეთოდი 3: წყლისა და სპირტის ბაზაზე დამზადებული საღებავებით წინასწარი შეფერვა (Pre-staining)

წყლის ან სპირტის ბაზაზე დამზადებული ფერების (Water-Based or Alcohol-Based Dyes) გამოყენება სრულიად განსხვავებულ ტექნოლოგიურ მიდგომას მოითხოვს. წყალი და ზეთი ფიზიკურად შეუთავსებელი ფაზებია. წყლის ბაზაზე დამზადებული საღებავის პირდაპირ ტუნგის ზეთში შერევა იწვევს ემულსიის მყისიერ დარღვევას (Phase separation), ფერის აჭრასა და პროდუქტის სრულ გაფუჭებას[18].

ასეთ დროს ინდუსტრიაში მოქმედებს ორეტაპიანი ე.წ. "Pre-staining" მეთოდი:

1. პიგმენტაცია: სუფთა, დამუშავებულ ხეზე თავდაპირველად დაიტანება წყლის ან სპირტის ბაზაზე დამზადებული ბეიცი. წყალი უზრუნველყოფს პიგმენტის ძალიან ღრმა და სწრაფ შეტანას მერქნის ბოჭკოებში[10]. აუცილებელია გათვალისწინება, რომ წყალი იწვევს ხის ბოჭკოების "აწევას" (Grain raising), ამიტომ შესაძლოა საჭირო გახდეს ზედაპირის ძალიან მსუბუქი გადაქლიბვა გაშრობის შემდეგ.
2. სრული შრობა და დალუქვა: ხე უნდა გაშრეს 100%-ით. თუ ფორებში მინიმალური ტენიანობაც კი დარჩა, ტუნგის ზეთი ვერ შეაღწევს ხეში. სრულიად გამშრალ, ფერად ზედაპირზე საბოლოოდ დაიტანება გამჭვირვალე (პიგმენტის გარეშე) ტუნგის ზეთი, რომელიც მოქმედებს როგორც ჰერმეტული ბარიერი და სამუდამოდ ლუქავს ფერს ხის შიგნით[10].

შეუთავსებელი მასალები და კრიტიკული შეცდომები (What NOT to do)

ტუნგის ზეთის ქიმიური მთლიანობის შესანარჩუნებლად არსებობს მკაცრი აკრძალვები, რომელთა დარღვევაც იწვევს დასრულებული სამუშაოს გამოუსწორებელ დაზიანებას:

> აკრილის, ლატექსის და სხვა სინთეტიკური, წყალში ხსნადი საღებავების ინტეგრაცია: ეს მასალები ბლოკავს ხის ფორებს და ქმნის პლასტმასისებრ აპკს, რაც გამორიცხავს ტუნგის ზეთის შეწოვას.
>
> ე.წ. "მწვანე" გამხსნელების გამოყენება: თანამედროვე ბაზარზე ფართოდ არის გავრცელებული ეკოლოგიურად სუფთად პოზიციონირებული, წყალზე დაფუძნებული მინერალური სპირტების ანალოგები (Green Thinners). ასეთი გამხსნელები შეიცავენ დიდი რაოდენობით წყალს. ტუნგის ზეთში მათი შერევა იწვევს ზეთის გათეთრებას, შედედებას და პოლიმერიზაციის პროცესის სრულ მოშლას[10]. გამოყენებული უნდა იქნას მხოლოდ ნამდვილი, 100%-ით ორგანული ციტრუსის გამხსნელი ან ტრადიციული მინერალური სპირტი.

გამხსნელების (Thinners) როლი და ოპტიმალური პროპორციები

100%-ით სუფთა ტუნგის ზეთი გამოირჩევა მაღალი სიბლანტით (სისქით), რაც ართულებს მის შეწოვას მკვრივ ხის ჯიშებში, როგორიცაა მუხა ან კაკალი. ფერადი პიგმენტების დამატებისას, სითხე კიდევ უფრო მძიმდება. ამიტომ, ზეთის გათხელება სპეციალური გამხსნელებით (Thinners) წარმოადგენს აპლიკაციის განუყოფელ ნაწილს[10].

საუკეთესო ინდუსტრიულ პრაქტიკად მიიჩნევა ციტრუსის გამხსნელის (Citrus Solvent, ასევე ცნობილი როგორც D-Limonene) გამოყენება. იგი წარმოადგენს ფორთოხლის ქერქის ცივი დაწურვით მიღებულ 100%-ით ბუნებრივ, უსაფრთხო სითხეს, რომელსაც არ გააჩნია ნავთობქიმიური ტოქსიკური ორთქლი[2]. გამხსნელი მოქმედებს, როგორც "სატრანსპორტო საშუალება" — მას შეაქვს ზეთი და პიგმენტი ხის სიღრმეში, რის შემდეგაც 100%-ით ორთქლდება და ტოვებს მხოლოდ დამცავ პოლიმერულ ფენას[2].

კლიმატისა და ხის სპეციფიკის მიხედვით, გამოიყენება განზავების სხვადასხვა ფორმულა:

ზეთი : გამხსნელი	გამოყენების სპეციფიკა	ქიმიური დასაბუთება
1:1 (50/50)	უნივერსალური სტანდარტი. იდეალურია პირველი ფენისთვის უმეტეს ხის ჯიშებზე[10].	აბალანსებს შეწოვის სისწრაფესა და ზედაპირზე დატოვებული ზეთის მოცულობას.
1:2 (მეტი გამხსნელი)	მკვრივი მერქანი (მაგ. ნეკერჩხალი), ხის ბოლოები (End grain), ცივი/მაღალი ტენიანობის მქონე კლიმატი[10].	მაქსიმალურად ამცირებს სიბლანტეს და აიძულებს ზეთს შეიწოვოს იქ, სადაც ბუნებრივი ფორები ძალიან ვიწროა.
2:1 (მეტი ზეთი)	შემდგომი (მე-2 და მე-3) ფენები, ასევე ცხელი და მშრალი კლიმატი[20].	ცხელ კლიმატში სითხის სწრაფი აორთქლების კომპენსირება; ხელს უწყობს ზედაპირზე თხელი დამცავი ფირის წარმოქმნას.

აპლიკაციის კინეტიკა და ოქროს წესები

შეფერილი ტუნგის ზეთის ზედაპირზე დატანა მოითხოვს ფიზიკური დინამიკის ზუსტ გააზრებას. გამჭვირვალე ზეთისგან განსხვავებით, ფერად ზეთთან მუშაობისას დაცული უნდა იყოს სამი ფუნდამენტური წესი.

წესი პირველი: მუდმივი მორევა (Stokes' Law)

ბუნებრივი მინერალური პიგმენტები გამოირჩევიან მაღალი სიმკვრივით და შესაბამისად, უფრო მძიმეები არიან, ვიდრე თავად ზეთი. სტოქსის კანონის ფიზიკური პრინციპების თანახმად, სითხეში არსებული მყარი ნაწილაკები გრავიტაციის ზემოქმედებით მუდმივად მიიღტვიან ფსკერისკენ[4]. თუ მომხმარებელი დატანის პროცესში მუდმივად არ მოურევს ნარევს, პიგმენტი დაილექება ჭურჭლის ძირში. შედეგად, ზედაპირის დასაწყისში დატანილი ზეთი იქნება ძალიან ღია ფერის, ხოლო ბოლო მონაკვეთებზე მოხვდება კონცენტრირებული პიგმენტი, რაც გამოიწვევს შეფერილობის რადიკალურ დისბალანსს[4].

წესი მეორე: ზედაპირის გაჯერება (Saturation)

შეფერილი ნარევი უხვად უნდა დაიტანოს ხეზე სუფთა ბამბის ტილოთი, საღებავის ფუნჯით ან ღრუბლით[10]. მთავარი მიზანია ხის ფორების სრული გაჯერება. პირველი ფენის დატანის შემდეგ, ზეთი ზედაპირზე უნდა დარჩეს 30-40 წუთის განმავლობაში[4]. ეს არის ის კრიტიკული დრო, რომელიც სჭირდება კაპილარულ ძალებს სითხის ბოლომდე შესაწოვად. თუ რომელიმე მონაკვეთი შედარებით ფოროვანია და ზეთს 10 წუთში შეიწოვს (რჩება მშრალი ლაქა), მასზე დაუყოვნებლივ უნდა დაემატოს სითხის ახალი ულუფა, რათა უზრუნველყოფილ იქნას თანაბარი გაჯერება[10].

წესი მესამე (ოქროს წესი): ზედმეტი ზეთის სრული მოშორება!

როგორც უკვე აღინიშნა, ტუნგის ზეთი შრება ჟანგბადთან ქიმიური რეაქციით და არა აორთქლებით[8]. თუ ხის ზედაპირზე დარჩება შეუწოველი ზეთის გუბეები ან სველი ფენა, ჰაერთან კონტაქტის შედეგად ის დაიწყებს პოლიმერიზაციას არა ხის შიგნით, არამედ მის გარეთ. შედეგად წარმოიქმნება წებოვანი, რეზინისებრი, ბლანტი მასა, რომელიც არასდროს გაშრება ბოლომდე[2]. შეფერილი ზეთის შემთხვევაში ეს შეცდომა კატასტროფულია. ზედაპირზე დარჩენილი პიგმენტიანი ზეთი ქმნის მუქ, ტალახისფერ ლაქებს, რომლებიც სრულად ფარავს ხის ბუნებრივ ტექსტურას და აფუჭებს ესთეტიკას[2]. 30-40 წუთის გასვლის შემდეგ, მომხმარებელმა აბსოლუტურად მშრალი, სუფთა ტილოთი ენერგიულად უნდა გაწმინდოს ზედაპირი იქამდე, სანამ მასზე საერთოდ აღარ დარჩება სველი, პრიალა კვალი[4].

ტესტირების პროტოკოლი (Testing)

ხის სხვადასხვა ჯიში (და ხშირად ერთი და იგივე ხის სხვადასხვა ნაწილიც კი) რადიკალურად განსხვავებული ინტენსივობით შთანთქავს სითხეებს. მაგალითად, ფიჭვი (Pine) არის უაღრესად

ფოროვანი და ზეთს იწოვს სწრაფად, თუმცა ხშირად — არათანაბრად (Blotching). მეორე მხრივ, კაკლის (Walnut) ან მუხის (Oak) მერქანი პიგმენტს ბევრად უფრო გლუვად და პროგნოზირებადად იღებს[4].

ამიტომ, ინდუსტრიული სტანდარტი მკაცრად მოითხოვს ფერის ტესტირებას მთავარ პროექტზე მუშაობის დაწყებამდე. მომხმარებელმა უნდა გამოიყენოს იმავე ხის ნარჩენი ნაჭერი (Scrap wood), რომელიც დამუშავებული იქნება ზუსტად იმავე ნომრის ზუმფარით (მაგ. 150 Grit), რითაც მთავარი პროექტი[4]. ტესტირების პროცესში ხდება ზეთის დატანა, შეწოვის დროის დაკვირვება და ზედმეტი სითხის მოშორება. მხოლოდ გაშრობის შემდეგ არის შესაძლებელი ფერის რეალური ტონალობის შეფასება ბუნებრივ და ხელოვნურ განათებაზე. ეს პროტოკოლი გამორიცხავს შეცდომებს და იძლევა პიგმენტის დოზის ზუსტი კორექტირების საშუალებას.

ეგზოთერმული რეაქცია და უსაფრთხოების ნორმები (Spontaneous Combustion)

ტუნგის ზეთთან მუშაობისას ერთ-ერთი ყველაზე კრიტიკული ასპექტი უსაფრთხოების დაცვაა, რაც დაკავშირებულია ალფა-ელეოსტეარინის მჟავის ოქსიპოლიმერიზაციის სპეციფიკასთან. ჟანგბადთან რეაქცია (გაშრობის პროცესი) არის ეგზოთერმული, რაც ნიშნავს იმას, რომ პროცესის მიმდინარეობისას გამოიყოფა სითბო[22].

ხის ზედაპირზე თხელ ფენად დატანისას ეს სითბო უმალვე იფანტება ჰაერში და სრულიად უსაფრთხოა. თუმცა, პრობლემა იქმნება ზეთით გაჟღენთილი ტილოების (Rags) უტილიზაციისას. თუ ზეთიანი, დაჭმუჭნული ტილო მოხვდება სანაგვე ყუთში ან კუთხეში, ქიმიური რეაქციის შედეგად გამოყოფილი სითბო იზოლირდება და ვეღარ იფანტება. ჟანგბადთან უწყვეტი კონტაქტის ფონზე, ტილოს შიდა ტემპერატურა სწრაფად იზრდება იმდენად, რომ მიიღწევა აალების წერტილი. შედეგად, ხდება ტილოს თვითაალება (Spontaneous combustion) გარე ცეცხლის წყაროს გარეშე, რაც წარმოადგენს ხანძრის უდიდეს რისკს[22].

უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია შემდეგი წესებიდან ერთ-ერთის დაცვა:

1. უსაფრთხო გაშრობა ჰაერზე: ზეთიანი ტილო უნდა გაიშალოს იდეალურად ბრტყლად (აკრძალულია დაჭმუჭნვა ან გადაკეცვა) არაწვად ზედაპირზე, კარგად განიავებად სივრცეში (სასურველია გარეთ). რამდენიმე დღეში ტილო ბოლომდე გაშრება და გაქვავდება. ამის შემდეგ მისი გადაგდება ჩვეულებრივ სანაგვეში სრულიად უსაფრთხოა[10].
2. ჰიდრო-იზოლაცია (წყალში ჩაძირვა): თუ ტილოს დაუყოვნებლივ გადაგდება აუცილებელია, იგი უნდა ჩაიდოს წყლით სავსე ლითონის ან პლასტმასის კონტეინერში და ჰერმეტულად დაილუქოს. წყალი ბლოკავს ჟანგბადთან წვდომას და აჩერებს ეგზოთერმულ რეაქციას[24].
3. ინდუსტრიული კონტეინერები (OSHA Standards): პროფესიონალურ სახელოსნოებში აუცილებელია სპეციალური ლითონის, ჰაერგაუმტარი (ოქსიდაციის შემაფერხებელი) ურნების გამოყენება, რომლებიც სპეციალურად შექმნილია თვითაალების თავიდან ასაცილებლად[22].

> მნიშვნელოვანი გაფრთხილება: ზეთიანი ტილოს ჩვეულებრივ, პლასტმასის "Ziploc" პარკში მოთავსება, სადაც მცირეოდენი ჰაერი მაინც არის დარჩენილი, უკიდურესად სახიფათოა. აორთქლებული საწვავი აირები პარკში გროვდება და სითბოსთან კომბინაციაში ქმნის იდეალურ გარემოს ძლიერი აალებისთვის[25].

ხშირად დასმული კითხვები და პრობლემების აღმოფხვრა (Troubleshooting)

ხის დამუშავების პროცესში წარმოქმნილი ვიზუალური თუ ქიმიური პრობლემების გადასაჭრელად, შემუშავებულია შემდეგი სისტემატიზებული მატრიცა:

გამოვლენილი დეფექტი / პრობლემა	პოტენციური გამომწვევი მიზეზი (ქიმიური/ფიზიკური)	პრობლემის გადაჭრის გზა
ფერი მიღებულ იქნა ზედმეტად მუქი	პიგმენტის მაღალი კონცენტრაცია; ხის ჯიშის მაღალი ფოროვნება[4].	დარჩენილ ნარევს უნდა დაემატოს მეტი სუფთა ტუნგის ზეთი და შესაბამისი მოცულობის გამხსნელი პიგმენტის განზავების მიზნით[4].
ფერის არათანაბარი გადანაწილება (ლაქები / Blotching)	პიგმენტი დაილექა ფსკერზე სტოქსის კანონის შესაბამისად (არასაკმარისი მორევა); ხე არ იყო დამუშავებული თანაბარი მარცვლოვნების ზუმფარით[4].	დატანისას ნარევს მუდმივად უნდა მოერიოს. დაზიანებული ზედაპირი ხელახლა უნდა გაიხეხოს თანაბრად და კვლავ შეიღებოს[4].
ზედაპირი რჩება წებოვანი და ბლანტი 24-48 საათის შემდეგ	დატანილი იყო ძალიან სქელი ფენა გამხსნელის გარეშე; მომხმარებელმა არ მოაშორა ზედმეტი სითხე 40 წუთის შემდეგ, რამაც გამოიწვია პოლიმერიზაცია ზედაპირზე[2].	წებოვანი მასის მოსაშორებლად, ზედაპირი ინტენსიურად უნდა გაიწმინდოს ციტრუსის გამხსნელში ან მინერალურ სპირტში დასველებული უხეში ტილოთი, სანამ ხე არ გახდება გლუვი[2].
შრობის (პოლიმერიზაციის) პროცესი შეჩერდა ან გაიწელა	ოთახის ტემპერატურა დაეცა 13°C-ზე (55°F) დაბლა, რაც აჩერებს ჟვარედინ დაკავშირებას; ან გარემოში არის უკიდურესად მაღალი ტენიანობა[20].	სამუშაო სივრცე უნდა გათბეს. ვენტილატორის გამოყენება მნიშვნელოვნად აჩქარებს ჟანგბადის მიწოდებასა და გაშრობის პროცესს[10].

საბოლოო გამყარება, ექსპლუატაცია და განახლება (Curing & Maintenance)

მიუხედავად იმისა, რომ ტუნგის ზეთით (მათ შორის, შეფერილით) დამუშავებული ზედაპირი შეხებისთვის მშრალი (Touch-dry) ხდება 2-4 დღეში, პოლიმერული ქსელის სრული კრისტალიზაციისთვის (Full cure) აუცილებელია 7-დან 30 დღემდე დრო, კლიმატური პირობების გათვალისწინებით[7].

ამ გარდამავალ პერიოდში (პირველი ერთი თვე), მომხმარებელმა ზედაპირს უნდა მოარიდოს მძიმე საგნების დადგმა, ინტენსიური ცვეთა და განსაკუთრებით, წყლის გუბეების დატოვება[10]. როდესაც ალფა-ელეოსტეარინის მჟავა სრულად დაასრულებს ჯვარედინ დაკავშირებას, ზედაპირი იძენს მაქსიმალურ წყალგაუმტარობასა და მექანიკურ სიმტკიცეს[3].

გრძელვადიანი ექსპლუატაციისას, ინტერიერის ავეჯისთვის ფერისა და დამცავი ფენის განახლება რეკომენდებულია 1 ან 2 წელიწადში ერთხელ[4]. ექსტერიერის პირობებში (მზე და წვიმა), ეს პროცესი შესაძლოა ყოველწლიურად გახდეს საჭირო. ტუნგის ზეთის ერთ-ერთი უდიდესი უპირატესობა ტრადიციულ პოლიურეთანის ლაქებთან შედარებით სწორედ განახლების სიმარტივეა — არ არის საჭირო ძველი ფენის სრულად მოხეხვა; საკმარისია ზედაპირის მსუბუქი გაწმენდა და სუფთა (ან მცირედით შეფერილი) ზეთის ერთი, ძალიან თხელი ფენის დატანა[4].

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ 100%-ით სუფთა ტუნგის ზეთი წარმოადგენს მრავალსაუკუნოვანი გამოცდილებისა და თანამედროვე ქიმიური მეცნიერების იდეალურ სინთეზს. მისი შეფერვა არის სრულიად უსაფრთხო და მაღალეფექტური მეთოდი ინტერიერისა თუ ექსტერიერის დიზაინში. ზემოთ აღწერილი ქიმიური პროცესების (მყარი პასტის ფორმირება, სწორი გამხსნელების შერჩევა), ფიზიკური აპლიკაციის (ზედმეტი ზეთის სრული მოშორება) და უსაფრთხოების მკაცრი წესების დაცვის პირობებში, შესაძლებელია ისეთი ხარისხის, წყალგაუმტარი და ვიზუალურად სრულყოფილი ზედაპირის მიღება, რომელიც ათწლეულების განმავლობაში შეინარჩუნებს თავდაპირველ ესთეტიკას.

Works cited

1. Tung oil - Wikipedia
https://en.wikipedia.org/wiki/Tung_oil

2. The Woodworker's Guide to Real Milk Paint Company Citrus Half
https://fvcreations.com/blogs/news/the-woodworker-s-guide-to-real-milk-paint-company-citrus-half-half-tung-oil-2026

3. Tung Oil - Traditional Finishes Series - Carbatec
https://www.carbatec.com.au/blogs/news/tung-oil-traditional-finishes-series

4. Can You Tint Tung Oil? Tips & Techniques | RMP Finishes
https://www.rmpfinishes.com/blog/tips/can-you-tint-tung-oil/

5. TUNG OIL - Ataman Chemical
https://www.atamanchemicals.com/tung-oil_u27525/

6. An Autonomous Repairing Agent for Self-Healing Epoxy Coatings
https://www.researchgate.net/publication/204667050_Tung_Oil_An_Autonomous_Repairing_Agent_for_Self-Healing_Epoxy_Coatings

7. What Is Tung Oil? Pure vs Mislabelled Products, Polymerized vs
https://startwoodworkingnow.com/what-is-tung-oil/

8. Making Your Own Oil Paint with Jackson's Pigments
https://www.jacksonsart.com/blog/2022/07/04/making-your-own-oil-paint-with-jacksons-pigments/

9. Bio-Based Composites with Enhanced Matrix-Reinforcement ... - MDPI
https://www.mdpi.com/2079-6412/9/7/447

10. Everything you need to know about Half-n-Half, Pure Tung Oil +
https://help.casketbuildersupply.com/en-US/everything-you-need-to-know-about-half-n-half-pure-tung-oil-+-citrus-solvent-1037804

11. Sandpaper Grit Explained, Detailed Guide to Sanding Grit Levels
https://au.rs-online.com/web/content/discovery/ideas-and-advice/sandpaper-grit-guide

12. Guide to Natural Earth Pigment Oil Paint - Tanya Val
http://www.tanyaval.com/natural-ink-blog/naturalearthpaint

13. Can I thin Tung Oil with citrus solvent, before I turn it into a hard wax
https://www.reddit.com/r/woodworking/comments/1oboxw4/can_i_thin_tung_oil_with_citrus_solvent_before_i/

14. Recipe: Tung Oil Paint on Wood (Interior and Exterior)
https://www.kremer-pigmente.com/en/information/recipes/tung-oil-paint-on-wood-interior-and-exterior/

15. Recipe: Tung Oil Paint on Wood (Interior and Exterior)
https://www.kremer-pigmente.com/en/information/recipes/tung-oil-paint-on-wood-interior-and-exterior/

16. How do you add Pigments to Oil Based Finishes?
https://aeroplanelinseedoil.com/blog-post/how-do-you-add-pigments-to-oil-based-finishes

17. Make Your Own Oil/Varnish Blend - The Wood Whisperer
https://thewoodwhisperer.com/articles/make-your-own-oil-varnish-blend/

18. How to Apply Tung Oil: Coats, Drying Times & Buffing | RMP Finishes
https://www.rmpfinishes.com/blog/tips/how-to-apply-tung-oil-to-wood/

19. When staining raw wood, should I put on stain, then linseed oil and
https://www.quora.com/When-staining-raw-wood-should-I-put-on-stain-then-linseed-oil-and-then-Minwax-polycrylic-or-should-I-put-on-the-wood-stain-and-then-either-linseed-or-polycrylic

20. Thinning Tung Oil: What Ratio, and Why It Depends on Where You
https://www.tallahasseetungoil.com/post/thinning-tung-oil-what-ratio-and-why-it-depends-on-where-you-live

21. Choosing the Right Thinner and Ratio for Tung Oil, and How to
https://journeymansjournel.wordpress.com/2024/12/17/choosing-the-right-thinner-and-ratio-for-tung-oil-and-how-to-speed-up-drying/

22. Weekly Safety Meeting – Dangers of Oil or Solvent-Soaked Rags
https://safetymattersweekly.com/weekly-safety-meeting-dangers-of-oil-or-solvent-soaked-rags-2/

23. The Fire Hazards of Linseed Oil | East Sussex Fire & Rescue Service
https://www.esfrs.org/the-fire-hazards-of-linseed-oil

24. Turns out pure Tung oil on rags can catch a light when ... - Reddit
https://www.reddit.com/r/woodworking/comments/a2udwr/turns_out_pure_tung_oil_on_rags_can_catch_a_light/

25. Tung oil spontaneous combustion : r/woodworking - Reddit
https://www.reddit.com/r/woodworking/comments/10xdi00/tung_oil_spontaneous_combustion/

26. RISK RESILIENT - Spontaneous Combustion Commercial
https://cdn-ca.aglty.io/sovereign-1/advice-and-tools/managing-risk/2021/tool/Risk%20Resilient_Spontaneous%20Combustion.pdf

27. Tung Oil Myths Debunked: Food Safety, Drying Time, and More
https://www.tallahasseetungoil.com/post/tung-oil-myths-debunked-food-safety-drying-time-and-more

28. Spontaneous Combustion Public Service Announcement
http://www.clevelandheights.gov/m/newsflash/Home/Detail/705

29. Experimenting with Tung Oil—Final - Journeyman's Journal
https://journeymansjournel.wordpress.com/2022/12/25/experimenting-with-tung-oil-final/

30. Tag: tung oil - Journeyman's Journal - WordPress.com
https://journeymansjournel.wordpress.com/tag/tung-oil/

31. The Complete Guide To Kitchen Cabinets For UK Homeowners
https://www.horner-roberts.co.uk/kitchen-cabinets/

Tungo Oil Georgia

100% ნატურალური ტუნგოს ზეთი

Tungoilgeorgia.com

+995 500 903 930