

Trasa biciklističke staze u gradskom području ide usporedno sa kolnikom ulice ili ceste. Biciklistička staza čini sastavni dio gradskih komunikacija. Na novim cestama izvan naselja nastoji se da se biciklistička staza vodi odvojeno.

Povoljna je biciklistička staza položena u krivinama i blago valovitoj niveleti, no bez većih izgubljenih nagiba. Duži pravci se izbjegavaju. Iz estetskih obzira, a i zbog voznodinamičkih uvjeta, preporuča se primjena prelaznica, ukoliko to ne povećava troškove građenja.

Preporučuju se minimalni polumjeri horizontalnih krivina: u gradovima $R = 8$ m, izvan naselja $R = 20$ m.

Pri trasiranju biciklističkih staza vodi se računa o estetskim načelima (lijepi vidici, raznovrsnost vegetacije, putovanje uz rijeku, jezero i dr., oivičenje živicom, drvoredom).

Biciklistička staza smije prelaziti preko kolnika samo u križanjima. Njezine rampe na križanjima izvođe se u nagibu 1 : 25 (4%).

Na cestama namijenjenim isključivo automobilskom saobraćaju (autoputovima) ne dopušta se izgradnja biciklističkih staza.

Niveleta. Nagib nivelete po pravilu treba da bude $< 5\%$, u ravničastom području $< 4\%$, i to po mogućnosti najviše 2(3)% do dužine 1000 m, najviše 4(5)% do dužine 750 m, najviše 6(7)% do dužine 200 m i najviše 8(10)% do dužine 50 m. Prelomi nivelete zaobljuju se vertikalnim krivinama sa $R_v \geq 100$ m. Duži odsjeci u padu ne smiju biti u pravcu, jer bi omogućili prebrzu, a prema tome opasnu vožnju.

Poprečni nagib treba da je jednostran, u pravcu i krivini, sa $q = 1,5 \dots 2\%$.

Načela izgradnje i konstrukcije. Biciklistička staza, naročito njena površina, mora biti izabrana, izgrađena i održavana tako da biciklistima pruža udobniju vožnju nego glavni kolnik. Kao konstruktivni noseći sloj zadovoljava 10 cm debeli uvaljani sloj onog materijala koji se može nabaviti na licu mjesta: šljunak, pijesak, tučenac, otpaci iz kamenoloma, otpaci i krš opeka, zgura i dr. Ukoliko je tlo osjetljivo na mraz, ugrađuje se tamponski sloj.

Zastori biciklističkih staza. Za slab saobraćaj i izvan naselja dovoljan je uvaljani sloj drobljenog pijeska vezan vodom; u slučaju jačeg saobraćaja i u gradovima dolazi u obzir: površinska obrada, asfaltni čilim sa granuliranom mineralnom smjesom, miješani i zasuti makadam, liveni asfalt, pješčani asfalt, fini asfaltni beton, cement-betonski kolovoz — monolitni 8...12 cm ili montažni od prefabriciranih ploča, mozaik-kocka 5...6 cm.

Zbog slabije konstrukcije biciklističke staze treba podesnim mjerama (saobraćajnim znacima, propusnim barijerama i dr.) onemogućiti prolaz težih vozila.

Opasna mjesta (na nasipu ili potpornom zidu višem od 1,5 m, na mostu i dr.) osiguravaju se zaštitnom ogradom ili živicom, eventualno drvoredom, i to tako da ne bude ograničena preglednost.

LIT.: M. Marković, Projektovanje i građenje putova, knj. I., Beograd 1954. — R. Cimolini, Problemi kolesarskega prometa, Obj. št. 13 Uprave za ceste LRS, Ljubljana 1958. — Forschungsgesellschaft für den Straßenbau, Richtlinien für die Planung von Radwegen, Bielefeld 1952.

E. Janaček

BIJELJENJE, PRANJE I ČIŠĆENJE TEKSTILNIH PROIZVODA, pripremni dio dorade tekstila; izvodi se na vlaknima, pređi ili na tkaninama i pletivima. Svrha je tih procesa da se vlakna oslobode stranih primjesa koje daju sirovoj, neočišćenoj ili nebijeljenoj robi neugledan i nepoželjan izgled i opip, ili otežavaju, pa i onemogućuju, provedbu daljnjih procesa dorade. Ovamo pripada i pranje i čišćenje rublja i odjeće, pri čemu se ovi predmeti oslobađaju nečistoća koje su u toku upotrebe došle na materijal.

S obzirom na specifična svojstva pojedinih vrsta tekstilnih vlakana od kojih su izrađeni različiti proizvodi i na konačnu svrhu ovih procesa, mora se svaka vrsta materijala obrađivati na drugi način i s pomoću drugih sredstava. Pri pranju vunenog vlakna osnovno je da se s njega uklone prirodne nečistoće i vosak, da bi vlakna bila podesna za pređenje i bojadisanje; pri čišćenju i bijeljenju pamuka uklanjaju se prirodne primjese iz vlakna, da bi materijal bio dovoljno hidrofilan, kako bi pri daljnjjoj doradi lako i jednolično upijao na pr. bojilo, ili da bi dobio čist bijel izgled kakav se zahtijeva od bijele robe.

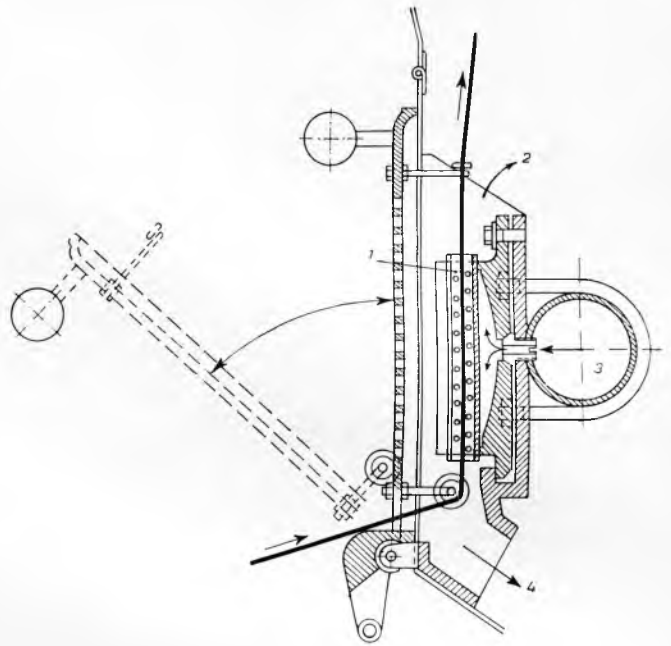
Način obrade u svrhu čišćenja, pranja i bijeljenja tekstilnih proizvoda zavisi i od toga u kakvom obliku dolaze materijali

na doradu: kao rastresena vlakna, međuproizvod iz predionice, pređa, tkanine ili pletivo. Od tog oblika zavisi i stupanj onečišćenja, a prema tome i postupak pranja, čišćenja ili bijeljenja, kao i izbor aparature.

Operaciju koja nekad prethodi pranju i čišćenju prede ili tkanina predstavlja *smuđenje*.

Smuđenje se provodi na svim vrstama materijala. Svrha mu je da se sa površine sirove prede ili tkanine uklone vlakanca što strše iz površine pa daju tkaninama ili pređi dlakav izgled. Ponajviše se smude fina pamučna pređa i konac, zatim glatke pamučne i vunene tkanine, pa vrlo glatke tkanine od kemijskih vlakana.

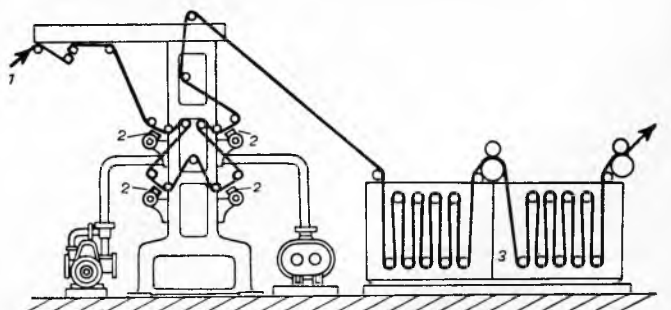
Pređa se smudi strojevima za smuđenje na kojima prolazi brzinom od 150 m/min kroz plamen dobiven izgaranjem nekog gorivog plina ili raspršenog tekućeg goriva. Pri prolazu prede kroz takav plamen izgore sve dlačice na površini, a zbog velike brzine ne može se pređa ugrijeti na temperaturu višu od 150°C, koja je kritična za termički raspad celuloze (sl. 1).



Sl. 1. Stroj za smuđenje prede. 1 kanal s plamenicima, 2 i 4 odvod sagorjelih plinova, 3 dovod plina

Tkanine se smude tako da se ili vode preko plamena, ili preko užarenih konveksnih ploča, ili preko užarenih metalnih bubnjeva. Najuočividniji je način smuđenja s pomoću plamena. Brzina i način prelaza tkanine preko plamena regulira se prema zahtijevanom efektu (tj. prema tome da li treba da se tkanina smudi samo na jednoj ili na obje strane ili da li treba potpuno ili samo djelomično ukloniti dlačice s površine) i prema težini, odnosno debljini tkanine. Najmodernijim strojevima mogu se lake tkanine smuditi s brzinama i do 300 m/min (sl. 2).

Strojevi za smuđenje (smudionici) obično su konstruirani tako da se na njima mogu smuditi po dvije pruge uža (do 90 cm)



Sl. 2. Stroj za smuđenje i impregnaciju tkanina. 1 ulaz i raspinjanje tkanine 2 plinski plamenici, 3 kade za impregnaciju

ili jedna pruga široke tkanine, pa je tako potpuno iskorišten kapacitet stroja. Niti što strše iz tkanine nakon prolaza kroz plamen još mogu tinjati pa bi mogele uzrokovati da se sva tkanina zapali. Da se to spriječi, prigrađeni su na stroju valjci za gašenje iskara, ukoliko se tkanina nakon prolaza kroz stroj odmah ne kvasi u kupci za odškrobljivanje.

ČIŠĆENJE, PRANJE I BIJELJENJE PROIZVODA OD PAMUKA I OD KEMIJSKIH VLAKANA

Pamučni proizvodi sadrže onečišćenja koja su prirodne primjese pamučnog vlakna ili su u toku prerade vlakna došla namjerno ili nenamjerno u predu, tkanine ili pletiva.

Sirovo *pamučno vlakno* sadrži popratnih tvari koje su uzrok njegove neugledne boje i slabe hidrofilnosti. Apsolutno suhi sirovi pamuk sadrži prosječno osim 94% celuloze još 0,6% voskova, 0,8% organskih kiselina, 0,9% pektinskih tvari, 1,3% bjelančevina i drugih dušičnih tvari, 1,2% pepela, 0,3% šećera i oko 0,9% neistraženih tvari. Idealno očišćen i izbijeljen pamuk sastojao bi se samo od čiste celuloze, no u praksi ne može se i nije potrebno očistiti pamuk do te mjere (osim pri proizvodnji sanitetske vate), već treba razoriti i ukloniti samo one primjese koje smanjuju hidrofilnost i daju neuglednu boju pamučnim proizvodima. To su u prvom redu voskovi, a zatim bjelančevine i druge dušične tvari. Sve ostale prirodne primjese nemaju u tom pogledu važnosti, a osim toga je veći dio tih tvari topljiv u vodi te se najvećim dijelom uklanja iz pamuka već pri prethodnom namakanju i ispiranju, a potpuno pri iskuhavanju s alkalijama. Neku ulogu imaju samo pektinske tvari, koje bi mogle pri bojadisanju pamuka djelovati reduktivno na bojila, tako da izgube svoj ton i nijansu. Osim ovih primjesa sirovog vlakna, u pamuku nalaze se još i mehaničke nečistoće, prašina i ostaci ljusaka od sjemena, koje se sastoje uglavnom od lignina. U dobro očišćenom sirovom pamuku tih je nečistoća manje, ali ih u slabijim vrstama ima više, pa često uzrokuju teškoće pri čišćenju i bijeljenju. Opažaju se u sirovim tkaninama kao svjetlije ili tamnije, veće ili manje pjegice.

Na *pamučnim tkaninama* nalazi se škrob koji je bio nanesen na niti osnovne prije tkanja, da im se poveća mehanička čvrstoća i otpornost protiv habanja pri tkanju. Napokon se može na tkaninama i pletivima naići na onečišćenja mazivnim uljima, koja su na njih dospjela u toku pređenja, tkanja ili pletenja na strojevima.

Prema tome treba čišćenje pamučnih proizvoda usmjeriti na to da se uklone u većoj ili manjoj mjeri voskovi, bjelančevine, pektini, ostaci ljusaka, škrob i onečišćenja uljem.

Odškrobljivanje. Pri čišćenju pamučnih tkanina najprije se uklanja škrob, jer škrobni film koji omata niti osnovne otežava ili sprečava pristup i prodiranje u nit otopinama koje pomažu da se uklone i razore primjese vlakna (alkalijama, sredstvima za bijeljenje) i ostalim otopinama u toku dorade. Budući da je škrobni film netopljiv u vodi, uklanja se tako da se prevede u topljiv oblik, tj. potpuno se razgradi sve do dekstrina ili šećera, koji se iz tkanine mogu izapirati vodom. To se postizava ili djelovanjem razrijeđenih kiselina (hidrolizom), ili djelovanjem dijestatskih enzima, ili se za tu svrhu upotrebljavaju i različna oksidativna sredstva, npr. Kloramin T, hipoklorit, persulfati ili drugi persojevi. Napokon se odškrobljivanje katkada provodi i s pomoću razrijeđenih lužina, najčešće otpadnih lužina od bijeljenja peroksidom, koje sadrže još ostatke aktivnog kisika.

Odškrobljivanje tkanina provodi se danas najčešće enzimskim preparatima, i to tako da se tkanina natopi u kupci za odškrobljivanje na temperaturi i uz pH koji je propisan za odnosni preparat, dobro ocijedi, ostavi da leži $\frac{1}{2}$ –12 sati i zatim izapere vodom. Vrijeme ležanja zavisi od koncentracije preparata u otopini te je na nižim koncentracijama dulje, a na višim kraće.

Enzimski preparati za odškrobljivanje dobivaju se ili iz ječmenog slada, ili iz životinjskog pankreasa, ili iz bakterijskih kultura. Sladne dijestaze rade najpovoljnije na 50–65°C i uz pH 4,5–6,2 u koncentracijama 3–20 g/l. Dijestaze iz pankreasa imaju optimum učinka na 35–55°C, uz pH 6,5–7,2 u koncentracijama od 1 do 3 grama u litri, a bakterijske na 60–90°C, uz pH 6 do 8,5 u koncentracijama 0,5–1 g/l. Najbrže djeluju amilaze iz pankreasa i bakterijskih kultura, a najsporije amilaze iz slada.

Tkanine se odškrobljuju obično odmah iza smuđenja, a mogu se natopiti kupkom u strojevima za impregnaciju (saturatorima različitih tipova, sl. 2, 3), ili na fularu, ili na džigeru. Nakon što je tkanina natopljena u kupci i ocijedena među gumenim valjcima, odlaže se u betonirane jame ili u drvene kace ili na postolja, i to tako da se raširena pruga tkanine vodi kroz porculanski prsten (okoo) gdje se stisne i zatim putuje dalje u obliku zgužvanog pramena. Takav način je uobičajen za lakše tkanine i u polukontinuiranim i kontinuiranim načinima bijeljenja. U kontinuiranim načinima upotrebljava se viša koncentracija brzog dijestatskog preparata, a natopljena se tkanina odlaže u tzv. *čizme* (J-box) u kojima leži ograničeno vrijeme i odavde se kontinuirano odvodi na daljnje obrade.

Iskuhavanje s alkalijama. U ovom procesu uklanjaju se u većoj ili manjoj mjeri pektinske tvari, bjelančevine i voskovi, a djelomično se razore i ostaci ljusaka. Masti i voskovi jednim dijelom se osapune, a drugim se s pomoću nastalih sapuna emulgiraju i pri naknadnom ispiranju vodom mogu se lako ukloniti iz robe. Pektinske tvari razgrade se hidrolitski, a bjelančevine se također hidroliziraju i emulgiraju, pa se zatim izaperu vodom.

Stupanj čišćenja *pamuka* u ovoj fazi zavisi od koncentracije i vrsti alkalija (natrijev karbonat ili hidroksid), temperature i trajanja kuhanja. Pamučna se roba može iskuhavati na tri načina. Izbor načina zavisi od krajnje svrhe, tj. od toga do koje se mjere želi provesti čišćenje. Ako je potrebno materijal samo dobro nakvasiti, da vlakna nabubre (radi lakšeg prodiranja bojila pri bojadisanju i tisku) i da se ukloni veći dio pektina i bjelančevina a samo manji dio voskova, lagano se i kratko iskuhava sa sodom u otvorenim kacama. Robu koju treba bijeliti potrebno je očistiti mnogo jače i osloboditi od primjesa, a posebno valja uništiti ostatke ljusaka, koji se samim bijeljenjem oksidacionim sredstvima mogu razoriti vrlo teško ili nikako. Osobito roba za bojadisanje i tisak mora biti vrlo hidrofilna, pa za tu svrhu treba iz pamuka ukloniti najveći dio voskova. To se postizava iskuhavanjem uz veću koncentraciju lužine (3% NaOH na težinu materijala), na višoj temperaturi (120–130°C) i kroz dulje vrijeme (6–8 sati). Treći je način iskuhavanja uz manju koncentraciju alkalija (1–2% NaOH+Na₂CO₃) na temperaturi blizu 100°C 2–3 sata. Na taj se način obično iskuhava roba od smjesa pamuka i celvlakna jer je osjetljiva prema obradi jakim alkalijama na visokoj temperaturi.

Za proizvode od *lana* i drugih *likovih vlakana* iskuhavanje je dio ciklusa bijeljenja i nije samo pripremna operacija kao za pamuk, te se u pravilu ponavlja dva i više puta u toku tog ciklusa. Likova se vlakna smiju iskuhavati samo s blagim alkalijama, uglavnom sa sodom ili smjesom sode i natrijeve lužine, jer same jake alkalije potpuno razaraju (hidroliziraju) pektinske supstance koje sljepljuju snopice elementarnih vlaknaca, pa bi moglo doći do kotonizacije, tj. potpune izolacije elementarnih vlaknaca.

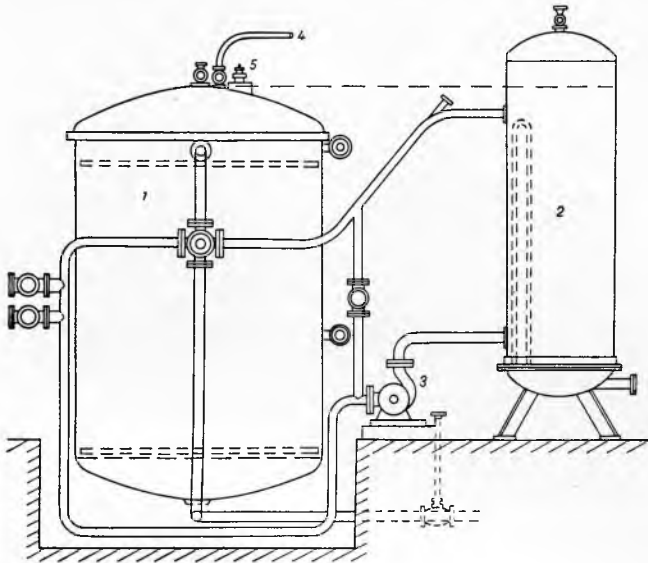
Likova vlakna sadržavaju uglavnom ista onečišćenja kao i pamuk ali u znatno većim količinama, a osobito mnogo sadržavaju lignina zaostalog iz dijelova stabljike (pozdera), koji nije mogao biti uklonjen mehaničkim putem. Ukoliko je osnova lanenih tkanina bila škrobljena, škrob se uklanja na isti način kao i sa pamučnih tkanina. Obično se radi i s pomoću blagih alkalnih peroksidnih kupki u kojima se tkanina natopi, ocijedi i ostavi da leži najmanje 12 sati. Ostale primjese, voskovi, bjelančevine i pektini, samo se djelomično razaraju i uklanjaju u jednom kuhanju. Vlakno se potpuno očisti tek nakon čitavog niza kuhanja u ciklusu operacija bijeljenja, ali uvijek mora jedan dio pektinskih tvari ostati u vlaknu da bi ono zadržalo karakter tehničkog vlakna.

Kemijska vlakna su relativno čista i sadržavaju samo manje količine nečistoća. To su uglavnom preparacije koje služe za avizava vlakana i prede, a sastoje se od disperzija prirodnih ili sintetskih ulja, koje su redovito topljive u vodi. Osnove kemijskih vlakana obično su škrobljene disperzijama koje su također lako topljive u vodi (želatinom, celuloznim eterima i esterima, različnim sintetskim koloidima). Zbog toga se tkanine i pletiva od regenerirane celuloze prethodno čiste samo tako da se lagano iskuhavaju $\frac{1}{2}$ sata do 1 sat u slabim otopinama blagih alkalija (1–2 g/l sode), uz dodatak sapuna ili sintetskih detergenata (sindeta). Ukoliko su osnove bile škrobljene škrobom (tkanine od

celvlakana), odškrobljuju se s pomoću enzima, a zatim slijedi daljnje čišćenje u otopini sode.

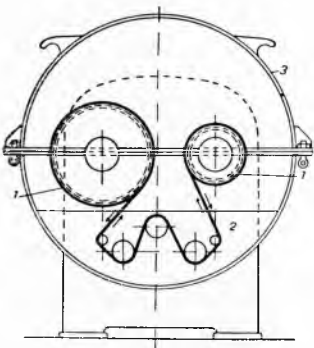
Proizvodi od celulozних acetata (normalnog i triacetata) i sintetskih vlakana (poliamida, poliester, poliakrilata i dr.) iskuhavaju se i čiste samo pranjem kroz 1/2 sata do 1 sat u otopinama sapuna ili sindeta na temperaturi 70°C. Ove prethodne obrade proizvoda sva su priprema za bijeljenje i za bojadisanje (osim terifikacije na sintetskim vlaknima).

Pamučna i lanena preda i tkanine u pramenu iskuhavaju se ili u otvorenim kotlovima, ili u okruglim kacama od 1000...6000 litara zapremnine, ili u zatvorenim željeznim kotlovima pod pritiskom (sl. 3). U takvim kacama ili kotlovima roba je nasla-



Sl. 3. Kotao za iskuhavanje pod pritiskom. 1 kotao, 2 predgrijač kupke, 3 cirkulaciona pumpa, 4 odušna cijev, 5 sigurnosni ventil

gana i miruje, a kroz nju cirkulira s pomoću pumpe lužina koja se zagrijava i drži na propisanoj temperaturi parnim cijevima. Po završenom kuhanju roba se u kotlu ispere vrelom i hlad-



Sl. 4. Džiger za iskuhavanje pod pritiskom. 1 tkanina namotana na vratilu, 2 kupka, 3 plašt

trajni nabori), iskuhavaju se u specijalnom džigeru namotane na vratila koja se okreću u zagrijanoj kupci (sl. 4) ili se s pomoću osobitih naprava prebacuju s jednog vratila na drugo (sl. 5).

U kontinuiranim sistemima provodi se iskuhavanje bez pritiska ili pod slabim natpritiskom u čizmama ili drugim podesnim napravama. Tkanina se natopi u saturatoru vrelom otopinom lužine i ocijedi među valjcima, a zatim ulazi kontinuirano u čizmu koja se zagrijava parom. U čizmi ostaje obično oko 1 sat i onda izlazi kontinuirano na daljnju obradu. Čizme mogu biti konstruirane za obradu tkanina u pramenu ili u raširenom stanju (sl. 6).

Tkanine i pletiva od kemijskih vlakana po pravilu se iskuhavaju na običnim kadama s vitlom kakve služe i za bojadisanje.

Bijeljenje celulozних vlakana. Svrha je bijeljenja u užem smislu da se razore i uklone primjese koje proizvodima daju neugledan smeđ, siv ili žut ton i da se postigne bilo potpuno bijela roba, bilo roba dovoljno svijetla da bi se mogla bojadisati i u vrlo svijetlim i čistim tonovima.

Proizvodi od prirodnih i regeneriranih celulozних vlakana bijele se isključivo s pomoću oksidativnih sredstava za bijeljenje: hipokloritom, kloritom, vodikovim ili natrijevim peroksidom, rjeđe per-solima, ozonom ili permanganatom. Ta se sredstva upotrebljavaju po pravilu nakon prethodne pripreme, tj. odškrobljivanja ili iskuhavanja s alkalijama. Postupci bijeljenja često se kombiniraju tako da se upotrijebe uzastopno po dva sredstva za bijeljenje, npr. hipoklorit i superoksid, ili hipoklorit, klorit i superoksid. Najstariji način bijeljenja pamuka i lana, *bijeljenje na ledini*, potpuno je nestao iz industrije i još se katkada obavlja u seoskim kućanstvima. Pri tom načinu nastaje pod utjecajem sunčane svjetlosti iz vode kojom je roba nakvašena vodikov peroksid, koji oksidira strane primjese.

Bijeljenje hipokloritom. Hipoklorit za bijeljenje tekstila upotrebljava se danas redovito u obliku kupovne otopine natrijeva hipoklorita (hipokloritne lužine) koja sadržava 140...150 g/l aktivnog klora; slabiju lužinu (sa 30...40 g/l aktivnog klora) pripravlja se i u samim tekstilnim tvornicama. Klorno vapno kao izvor aktivnog klora iščezava iz upotrebe u tekstilnim tvornicama. Komercijalna hipokloritna lužina sadržava radi stabilizacije izvjestan višak slobodnog natrijevog hidroksida i karbonata.

Bijeljenje hipokloritom osniva se na oksidativnom djelovanju slobodne hipokloraste kiseline, koja nastaje hidrolizom hipoklorit-iona u vodenoj otopini:



Na povišenoj temperaturi i u vrlo razrijeđenim otopinama hipoklorit se preko hipokloraste kiseline raspada prema jednadžbi

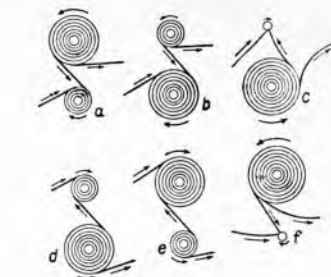


S bjelančevinama pamuka nastaju kloramini, koji mogu raspadom oštetiti celulozu ako se ne uklone ispiranjem u alkalnoj kupci ili u otopini natrijeva bisulfit. Napad na celulozu je oksidativan:



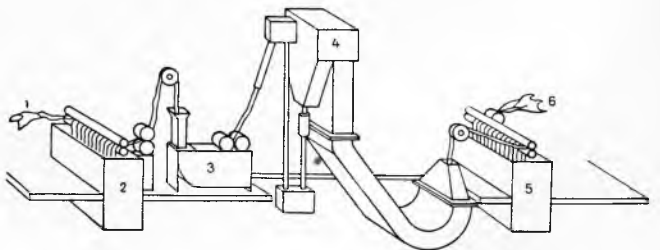
Iz pamuka koji je bio prethodno iskuhan s lužinom pod tlakom uklonjen je najveći dio bjelančevina, pa za celulozu pri bijeljenju hipokloritom nema opasnosti od raspada zaostalih kloramina.

Brzina bijeljenja hipokloritom zavisi od temperature i od pH-vrijednosti kupke. Otopina hipoklorita uz različite pH-vrijednosti ima različit sastav i različit efekt bijeljenja. Uz pH 2 lužina sadržava elementarnog klora i malo slobodne hipokloraste kiseline, u području pH 4...6 sadržava malo elementarnog klora i mnogo hipokloraste kiseline, uz pH 7...8 slobodnu hipoklorastu kiselinu i neutralnog hipoklorita, a uz pH iznad 9 neutralni hipoklorit. Efekt bijeljenja je najveći uz pH 7...9 za kratko vrijeme djelovanja i u kupci s malom koncentracijom aktivnog klora. No zbog velike brzine bijeljenja, u tom području pH je i najveća opasnost oštećenja vlakana zbog mogućnosti oksidacije celuloze. Stoga se u praksi bijele celulozna vlakna uz pH 9...10 kroz dulje vrijeme (do 3 sata) u kupkama s višim koncentracijama aktivnog klora (1...4 g/l). U tom području pH oksidiraju se samo strane



Sl. 5. Faze kontinuiranog premotavanja tkanine pri iskuhavanju: a, b, c s gornjeg vratila na donje, d, e, f s donjeg vratila na gornje

nom vodom. Teže tkanine, koje se moraju obrađivati u raširenom stanju (da na njima ne bi ostali



Sl. 6. Uređaj za kontinuirano iskuhavanje ili bijeljenje tkanina u pramenu. 1 ulaz tkanine, 2 i 5 stroj za pranje pramena, 3 stroj za impregnaciju lužinom (saturator), 4 čizma za kontinuirani zadržani boravak tkanine (»J-box«), 6 izlaz tkanine

primjese, a kad su ove oksidirane, bijeljenje se prekida, da ne dođe do napada na celulozu. Lan se može bijeliti hipokloritom i u kiselom području, uz pH 3, pri čemu se kloriraju popratne supstance, lignin i bjelančevine. Na tom se osniva bijeljenje likovih vlakana po postupku IG-Korte.

Bijeljenje peroksidima. Za bijeljenje tekstilnih materijala služe ovi peroksidni spojevi: vodikov i natrijev peroksid, natrijev perborat i perkarbonat, a u najnovije vrijeme i peroctena kiselina. Za samo bijeljenje najviše se upotrebljavaju vodikov i natrijev peroksid. Perborat i perkarbonat služe više kao oksidansi pri bojadisanju redukcionim bojilima, a peroctena kiselina, unatoč nekim prednostima, zasada se još ne primjenjuje u većoj mjeri.

Peroksidi bijele time što otpuštaju aktivni (nascentni) kisik preko iona $(O-O)^{2-}$ ili $(NaO-O)^-$. Smatra se da ti ioni zapravo oksidiraju popratne tvari vlakana, a nascentni kisik koji nastaje u neutralnom mediju i pri neželjenom katalitičkom raspadu peroksida ($H_2O_2 \rightarrow H_2O + O$) ne oksidira primjese, dakle ne bijeli, ali razgrađuje celulozu oksidirajući je. Otopine peroksida najstabilnije su u kiselom mediju, ali je tu i brzina oksidacije najmanja. U neutralnom području napada se celuloza najjače, pa se zbog toga celulozna vlakna bijele u jače alkalnoj sredini, uz pH 10,5...11,5 i na povišenoj temperaturi, 70...90°C, a u modernim aparatima čak i na 115°C. Budući da su alkalne peroksidne otopine veoma nestabilne i same se raspadaju, moraju se stabilizirati da mogu djelovati na popratne tvari putem iona $(O-O)^{2-}$ odnosno $(NaO-O)^-$, a ne dajući nascentni ili čak molekularni kisik, koji je potpuno izgubljen za bijeljenje. Alkalne peroksidne kupke mogu se stabilizirati s pomoću nekih organskih prirodnih ili sintetskih koloida, a najčešće se stabiliziraju s pomoću anorganskih spojeva: vodenog stakla (koje s magnezijevim ionima u tvrdoj vodi daje magnezijev silikat), natrijeva pirofosfata i dr.

Otopine peroksida osobito su osjetljive na utjecaj katalizatora koji uzrokuju njihov raspad. Na raspad katalitički djeluju soli željeza, bakra, mangana i kobalta već u koncentracijama od 1 mola na 10 000 litara, pa klice i mikroorganizmi, plijesni i gljivice. Zbog te osjetljivosti mora se za pripremu peroksidnih otopina upotrebljavati voda u kojoj ima manje od 0,1 mg/l metalnih iona, a roba koja se bijeli ne smije sadržavati tih soli, osobito ne željezne rde a niti mrlja od plijesni i slično. Posude u kojima se pripremaju kupke i u kojima se bijeli roba također ne smiju biti od metala koji kataliziraju raspad peroksida.

Količine peroksida za bijeljenje celuloznih vlakana zavise od vrste vlakana, od količine nečistoća, prethodne obrade (sirovo vlakno, samo kvašeno, iskuhano na nižoj ili višoj temperaturi, predbijeljeno hipokloritom) i kreću se od 0,5 do 1,5% H_2O_2 40%tnog na težinu robe. Bijeljenje traje po pravilu 5...6 sati na temperaturi od 70 do 90°C; u bijeljenju na višim temperaturama potrošak H_2O_2 40%tnog iznosi 3...6%, a proces traje 2½...3 sata na temperaturi od ~ 115°C.

Bijeljenje peroksidom ima prednosti pred bijeljenjem hipokloritom u tome što se zbog alkalnosti kupke na povišenoj temperaturi vrše u stvari dva procesa: čišćenje u vreloj alkalnoj kupci i oksidacija neceluloznih primjesa uz uklanjanje produkata oksidacije u alkalnoj kupci. Spretnom kombinacijom bijeljenja peroksidom u dvije kupke može se potpuno izbjeći prethodno iskuhavanje s lužinom i postići izvrsna bjeloća robe. Vlakno ostaje praktički netaknuto, jer se ne oštećuje, kao pri iskuhavanju s lužinom pod pritiskom, primarna stijenka koja štiti ostatak vlakna (sekundarnu stijenku) od agresivnog djelovanja aktivnog klora. Roba bijeljena peroksidom, bilo samim bilo u kombiniranom postupku, ima bolju i postojaniju bjeloću i mnogo mekši

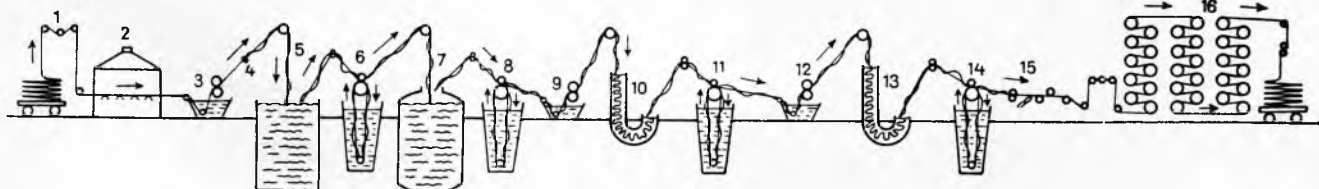
opip nego roba bijeljena samim hipokloritom nakon prethodnog alkalnog iskuhavanja.

Bijeljenje kloritom. Najmodernije sredstvo za bijeljenje aktivnim klorom je natrijev klorit. Natrijev klorit za bijeljenje dolazi u promet kao bezvodna sol sa 70...80% čistog $NaClO_2$ pod trgovačkim imenima: Natriumchlorit EWM, Textone, Chlorit Pulv, Bleichsalz Bayer itd. U vodenoj otopini spontano se postepeno raspada dajući klordioksid, klorat i klorid. Alkalne otopine su stabilnije, a kisele su manje stabilne. Aktivitet bijeljenja potječe jednim dijelom od slobodnog klordioksida koji oslobađaju anorganske ili organske kiseline, a drugim dijelom od klorit-iona. Otopina klorita može se aktivirati za bijeljenje i s pomoću aldehida (npr. formaldehida), hipoklorita, persulfata i peroksida. Najobičniji način aktivacije je s pomoću octene, mravlje, sumporne i solne kiseline, ali se najčešće upotrebljavaju organske kiseline zbog opasnosti oštećenja vlakana u slučaju prevelikog doziranja anorganskih kiselina. Za regulaciju raspada klorita upotrebljavaju se soli koje puferuju otopinu, uglavnom natrijev pirofosfat i drugi fosfati, u koncentraciji 0,2...1 g/l. Brzina i aktivnost bijeljenja kloritom zavisi u većoj mjeri od temperature nego od koncentracije. U pravilu se bijeli na 80...90°C kroz 2...5 sati. Klorit oksidira samo aldehydne skupine celuloze (kojih ima samo na krajevima celuloznog lanca) pa prema tome praktički ne može uzrokovati razgradnju, odnosno oštećenje celuloze ni u slučaju prekomjernog doziranja. Bijeljenje kloritom ima ove prednosti: 1. pamučni materijal ne treba prethodno iskuhati s lužinom pod pritiskom; 2. brzina bijeljenja je vrlo velika; 3. ima malo uticaja na čvrstoću i otpornost vlakna; 4. klorit ne djeluje na čistu celulozu. Nedostaci su ovi: 1. ograničene su mogućnosti u pogledu materijala za aparature u kojima se vrši bijeljenje; 2. razvijaju se neugodne i škodljive pare klordioksida. Ovi se nedostaci mogu ukloniti ispravnim izborom materijala za gradnju aparata, pasivizacijom ili polarizacijom metalnih dijelova aparatura (plemeniti nekorodibilni čelici), upotrebom podesnih regulatora raspada klorita (pufera) i dobrim uređajima za izolaciju, odnosno za ventilaciju. Za gradnju aparata za bijeljenje kloritom najbolji je materijal, ali i najskuplji, kamenina ili porculan, zatim drvo, pa nekorodibilni čelici koji su zaštićeni polarizacijom ili pasivizacijom i plastične mase.

Optičko bijeljenje nije bijeljenje u prvotnom smislu, tj. razaranje i uklanjanje popratnih tvari i nečistoća vlakana, već su tzv. optička bjelila bezbojni spojevi (derivati stilbena, benzimidazoli i sulfonamidi) koji pretvaraju apsorbiranu ultraljubičastu svjetlost u vidljivu modru, tj. modro fluoresciraju; fiksirani na žučkastom materijalu uspostavljaju ravnotežu svih boja spektra bijele svjetlosti. Optička se bjelila upotrebljavaju u različitim stadijima bijeljenja i aperture, a potrebne količine za postizanje dobrog efekta vrlo su malene (0,01...0,1 g/l), pa je upotreba tih sredstava vrlo ekonomična. Najpoznatiji komercijalni tipovi jesu: Blankophor (BASF, Ludwigshafen), Leukophor (Sandoz, Basel), Tinopal (Geigy, Basel), Uvitex (Ciba, Basel) i dr.

Plavljenje nedovoljno izbijeljene žučkaste robe osniva se na suptraktivnom miješanju boja; subjektivno, plavljena roba čini utisak da je bijela, ali je ukupna količina reflektirane bijele svjetlosti manja nego sa potpuno izbijeljene robe. Plavljenje se provodi obično u aperturi, te se aperturnim masama dodaju modra ili crvenkasto modra topljiva (bazna ili kiselina) bojila ili netopljivi pigmenti (anorganski — ultramarin, ili organski — redukciona bojila).

Provedba bijeljenja. Najstariji sistem bijeljenja s pomoću kemikalija, koji se još i danas dosta upotrebljava, jest tzv. *klasični sistem*, a izvodi se polukontinuirano. Nakon što je roba isku-

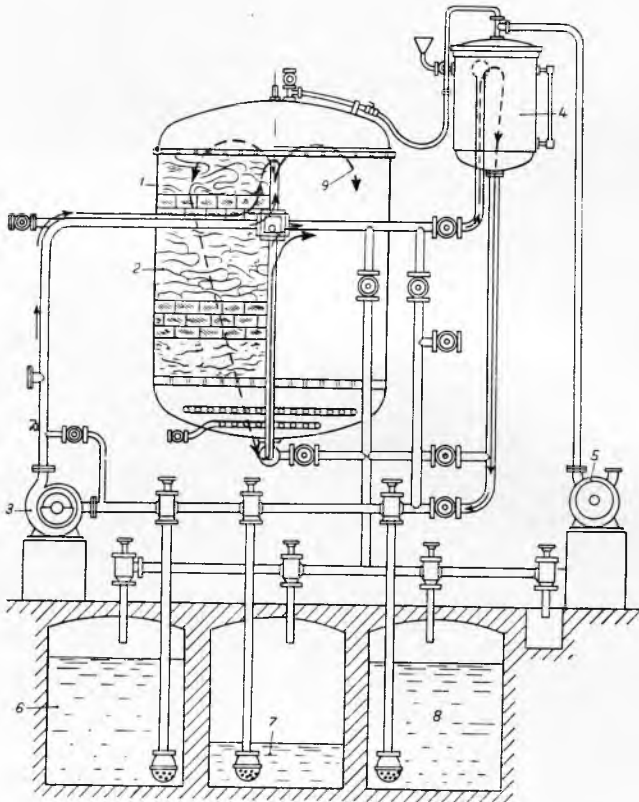


Sl. 7. Klasični postupak bijeljenja pamučnih tkanina. 1 ulaz i raspinjanje tkanine, 2 stroj za smuđenje, 3 saturator za lužinu, 4 okretanje pramena, 5 bazen za odskrobljivanje, 6, 8, 11 i 14 strojevi za pranje pramena, 7 kotao za iskuhavanje pod pritiskom, 9 saturator za hipoklorit, 10 čizma ili bazen za odlaganje poslije impregnacije hipokloritom, 12 saturator za kiselinu, 13 čizma ili bazen za odlaganje poslije impregnacije kiselinom, 15 naprava za širenje pramena, 16 cilindarski sušionik

hana pod povišenim pritiskom s alkalijama u kotlu, izapere se u kotlu vrelom i hladnom vodom, zatim prolazi kontinuirano kroz stroj za pranje pramena i stroj za impregnaciju hipokloritnom lužinom, odlaže se u bazene u kojima ostaje ležati 2...3 sata, ponovo se ispire na stroju za pranje, natapa razrijeđenom sumpornom kiselinom, ostavi da leži u bazenu 1 sat i opet izapire na stroju za pranje (sl. 7).

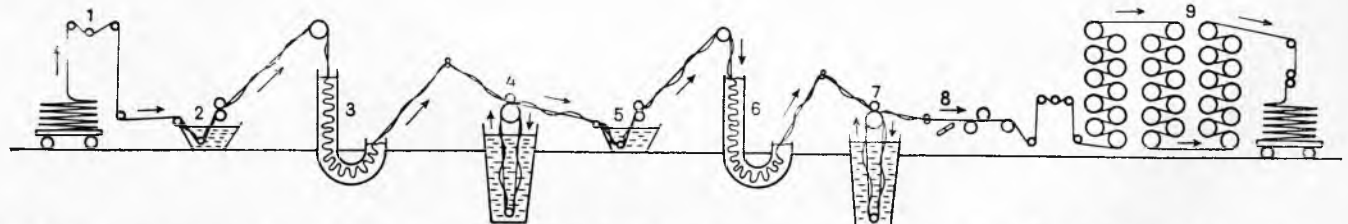
Bolji stupanj bjeloće uz manje oštećenje celuloze postizava se u kombiniranim sistemima, kojih ima više a primjenjuju uglavnom uzastopno iskuhavanje s alkalijama, obradu hipokloritom i obradu peroksidom. Tipični kombinirani sistemi su ovi:

a) *Hladno bijeljenje* po Mohru. Tkanina odškrobljena s pomoću razrijeđene otpadne peroksidne kupke obrađuje se u Mohrovom kotlu (sl. 8) uzastopce hipokloritnom lužinom, razrijeđenom kiselinom i peroksidom 5...6 sati na 70...90°C. — b) *Sistem Ce-Es* i analogni sistem *Solvay* s »aktiviranim« peroksidom upotrebljava se ponajviše za bijeljenje prede i pletiva. Materijal, koji je prethodno bio blago iskuhan s alkalijama, natopi se u hipokloritnoj lužini i ostavi da leži dok nije potrošen sav aktivni klor, zatim se u kotlu ili kaci za bijeljenje obrađuje alkalnom otopinom peroksida 4...6 sati na 70...90°C. Adicioni produkti klora i bjelačevina iz pamuka, koji su topljivi u alkalnoj kupci, stabiliziraju



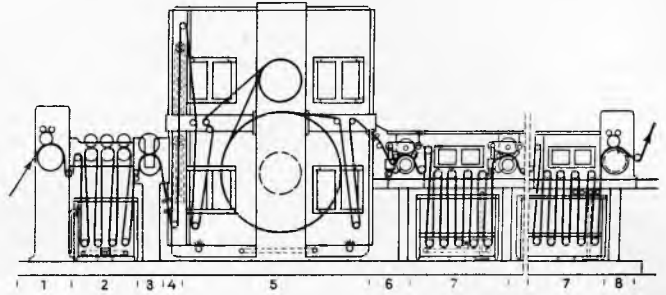
Sl. 8. Mohrov kotao za bijeljenje. 1 kotao, 2 tkanina ili preda, 3 cirkulacijska pumpa, 4 ekspanzijska posuda, 5 vakuum-pumpa, 6, 7 i 8 bazeni za kupke hipoklorita, kiseline i peroksida, 9 smjer cirkulacije kupke

ziraju peroksid, a reakcijom oslobođenog aktivnog klora peroksid se »aktivizira«, te intenzivnije ali regulirano (zbog stabilizacije) djeluje na popratne tvari pamuka. Pletiva i tkanine bijele



Sl. 9. Kontinuirani postupak bijeljenja tkanina u pramenu (DuPont). 1 ulaz i napinjanje tkanine, 2 saturator za lužinu, 3 čizma za parenje lužinom impregnirane robe, 4 i 7 strojevi za pranje pramena, 5 saturator za peroksid, 6 čizma za parenje peroksidnom kupkom impregnirane robe, 8 naprava za širenje pramena, 9 cilindarski sušionik

se po ovom sistemu na sličnim uređajima kao i u klasičnom sistemu, a pređa se obrađuje u kacama ili u kotlovima. — c) *Kontinuirani sistem*. Kontinuirano se mogu bijeliti tkanine u raširenom stanju ili u pramenu, a kao agensi za bijeljenje mogu služiti natri-



Sl. 10. Uređaj za kontinuirano bijeljenje tkanina kloritom u raširenom stanju (Benteler). 1, 3, 6 i 8 gnečila za cijedenje, 2 saturator za klorit, 4 zagrejni kanal, 5 parna komora s napravom za kontinuirano namatanje i odmatanje s vratila, 7 praonici

jeva lužina, hipoklorit i peroksid, ili klorit. U sistemu koji se sastoji od dva saturatora, dvije čizme i tri baterije strojeva za pranje može se bijeliti kombinacijama lužina-hipoklorit i lužina-peroksid (sl. 9). Ovi sistemi imaju vrlo velik kapacitet, jer tkanina prolazi kroz cijeli agregat brzinom od 70...300 m/min, zadržavajući se u svakoj čizmi po 1 sat, pa je u roku od 2 sata proces bijeljenja završen, dok po »klasičnom« i po »hladnom« sistemu treba 12...15 sati za cijeli proces. Kontinuirani su sistemi vrlo podesni za automatsku regulaciju i za potpunu automatizaciju; automatski uređaji zahtijevaju malu radnu snagu pa su zbog toga veoma ekonomični, a osiguravaju jednoličan visok kvalitet bijeljene robe. Veoma su rašireni u USA, a u Evropi se još relativno malo primjenjuju zbog toga što evropske tvornice nemaju toliko standardiziranu proizvodnju kao američke.

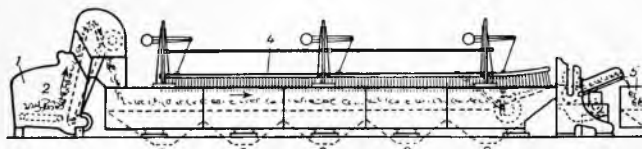
Kloritom se može bijeliti u aparaturi sagrađenoj od materijala otpornog prema klordioksidu. Materijal koji se bijeli natopi se na običnoj temperaturi otopinom klorita koja sadrži aktivatora (kiseline) i pufere, zagrije u zagrijevnom kanalu na 80°C i zatim se u posebnim zatvorenim komorama, obično namotan na vratilima koja se okreću, drži propisano vrijeme na temperaturi 80...90°C i napokon ispire vodom. Po potrebi može se na sličnom sistemu naknadno izbijeliti peroksidom (sl. 10).

ČIŠĆENJE, PRANJE I BIJELJENJE PROTEINSKIH VLAKANA

Pranje vune. Vrsta i količina nečistoća u vuni razlikuju se prema tome da li se radi o sirovom vunenom vlaknu ili o vunenoj tkanini. Sirovo vlakno sadržava nečistoća i do 85% od težine sirove vune. Te se nečistoće sastoje od vuninog znoja i voska, zemlje i prašine, vegetabilnih nečistoća, trave i čičaka. Neočišćena vuna ne može se grebenati i češljati a ni bojadisati, pa zbog toga treba vlakno dobro očistiti i ukloniti sve primjese osim malog dijela voska, od 0,5 do 1%, da bi vuna ostala podatna za pređenje. Sirove vunene tkanine sadržavaju ulje kojim su bila mašćena vlakna da bi bila podatnija pri pređenju, i eventualne druge slučajne nečistoće.

Pranje sirove vune. Sirova se vuna redovito pere u alkalnoj kupci koja sadržava natrijeva karbonata i sapuna ili sindete. Vrsta i količina sredstva za pranje zavisi od kvaliteta vune, sadržaja voska, količine nečistoća i uređaja za pranje. Prati se može i u dva stupnja, pri čemu se u prvom stupnju uklanja znoj koji je topljiv

u vodi, a u drugom vosak i ostale nečistoće. Znoj se izlužuje toplom vodom, a vosak se djelovanjem sapuna ili sindeta emulgira i zatim izapere vodom. Drugi je način tzv. *pranje u znoju*, a osniva se na tome da kalijeve soli i sapuni masnih kiselina u



Sl. 11. Stroj «Leviathan» za pranje sirove vune. 1 uređaj za rastresanje i uvođenje vune, 2 beskrajni transporter, 3 kade za pranje, 4 grablje za pokretanje vune, 5 izlaz oprane i ocijedene vune

znoju imaju veliku sposobnost da emulgiraju masti i voskove. Sirova se vuna može osloboditi voska i s pomoću organskih otapala, ali se u tom slučaju mora nakon ekstrakcije isprati u toploj vodi da se uklone primjese topljive u vodi. Najobičniji je način emulziono pranje sodom i sapunom ili sindetima. Kupka za pranje sadrži 1...2 g/l sode, do 3 g/l sapuna ili 0,5...2 g/l sindeta. Pere se na strojevima za pranje, tzv. *Leviathanima* (sl. 11), koji imaju 3...5 kada. Vuna se mehanički prebacuje iz jedne kade u drugu tako da u jednoj kadi ostane oko 3 minute. Kupka u prvoj kadi zagrijava je na 50...55°C i sadržava najviše sredstva za pranje; u drugoj i u daljnjim kadama ima sve manje sredstva za pranje, temperatura kupke je niža a vuna se u njima zadržava kraće vrijeme. Posljednja kada sadržava samo vodu za ispiranje. Pri pranju u znoju izluži se najprije znoj vodom na 20°C ili otopinom znoja iz prethodnih pranja, a u daljnjim kadama emulgiraju se voskovi s pomoću otopine znoja na 60...70°C. Ova viša temperatura može se ovdje primijeniti budući da otopine znoja imaju pH-vrijednost od 5,5 do 8,5, dok alkalne kupke imaju pH oko 10 pa se u njima smije raditi na temperaturi do najviše 50°C. Vuna se može prati i u obliku prede u viticama i kao češljanac. U toku pređenja češljanac vune češljanac se pere na temperaturama 30...40°C u sličnim kupkama kao i sirova vuna.

Pranje vunениh tkanina. Vunene tkanine se peru prije ili poslije valjanja. Prije valjanja peru se osjetljive i melirane tkanine i one tkanine koje treba da budu osobito mekane. Nakon valjanja peru se jače tkanine (čohe). Sirove vunene tkanine sadržavaju ulje kojim je bila maščena vuna prije pređenja. Tkanine od češljane vune sadržavaju 2...5% ulja, pa se peru lagano, obično uz dodatak sindeta u neutralnoj ili amonijačnoj kupci. Tkanine od grebenane vune mogu sadržavati i do 25% ulja, pa se peru intenzivnije u alkalnoj kupci koja sadržava sode (za osapunjenje oleina upotrebljenog za mašćenje), sapuna i sindeta na temperaturi do 40°C. U kiselom mediju, tj. u izoelektričnom području, uz pH oko 5, peru se osjetljive vune. U tom području može se, dakako, raditi samo sa sindetima bez dodatka sapuna.

Kroz stroj za pranje vunениh tkanina (sl. 12) prolazi roba ili u više pramena tkanine sašivene u beskrajno crijevo (4...6 komada po 60...70 m dužine) ili u raširenom stanju samo jedan komad tkanine po cijeloj širini stroja. Nakon dovršenog pranja, koje traje ~ 1 sat, tkanina se isplakuje najprije toplom a zatim hladnom vodom, a prljava se voda odvodi u kanal, dok za vrijeme samog pranja teče natrag u glavno korito.

Karbonizacija vune. Vegetabilne primjese u sirovoj vuni (ostaci trave i čičaka) ili u vunениm tkaninama (ostaci čičaka, ostaci celuloznih vlakana iz krpa) uklanjaju se iz vune natapanjem materijala u kiselinama i sušenjem na višoj temperaturi. Pri tom se celulozne primjese hidrolitički razgrade sve do hidroceluloze, koja se u obliku praha uklanja isprašivanjem materijala.

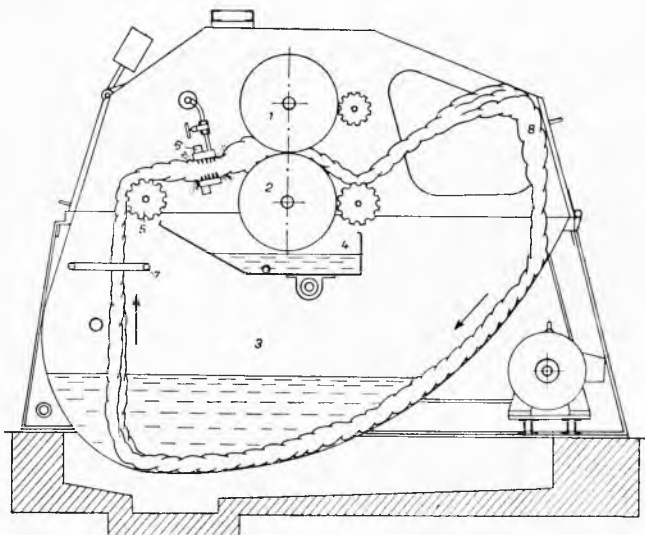
Za karbonizaciju najčešće služi sumporna kiselina, ali se može upotrijebiti i solna kiselina ili otopina aluminijeva klorida. Sumporna kiselina upotrebljava se u otopinama koje sadržavaju 4,5...5,5% H₂SO₄, solna kiselina u obliku para, a aluminijev klorid kao 6...8% tna otopina. Vuneni se materijal kratko natopi u kiselim otopinama ili se izloži na kratko vrijeme djelovanju para solne kiseline. Natopljeni se materijal ocijedi u centrifuzama ili među valjcima, suši na 65...70°C kad je upotrijebljena sumporna kiselina, na 70...75°C kad je upotrijebljena solna kise-

lina ili na 90°C kad je upotrijebljen aluminijev klorid; zatim se grije još neko vrijeme na 95...100°C. Nakon toga se dobro izapire vodom, pa se otopinom sode još neutraliziraju eventualni zaostaci kiseline i ponovo se izapire i suši. Kad se karbonizira tkanina koja ima rubove od pamuka, ovi se zaštićuju od razaranja kiselinom tako da se prije natapanja u kiselini natope koncentriranom otopinom sode ili pokriju pastom od gline i krede. Moderni kontinuirani strojevi za karbonizaciju imaju posebne naprave za neutralizaciju rubova poslije natapanja u kiselini. Dodatkom podesnih kvasila može se koncentracija kiseline znatno smanjiti, a time se izbjegava i opasnost da se vuna ošteti pretjeranim djelovanjem kiseline.

Degumiranje svile. Sirova svilena pređa sastoji se od dviju niti fibroina među sobom slijepjenih sericinom, kojega ima 22...30%. Sirova je svila (*grège, grež*) opora i kruta i žute je boje, pa se zbog toga mora sericin ukloniti (svila degumirati) da zaostanu čiste sjajne i meke niti fibroina. Sericin je topliv u slabim alkalijama, ali se za degumiranje upotrebljava isključivo koncentrirana otopina sapuna koja daje u kupci podesan pH, 9,5...10. U takvim sapunskim otopinama alkalija prelazi na materijal i troši se postepeno najpodesnijom brzinom da ne bi došlo do alkalnog oštećenja fibroina. Sapun nadalje emulgira ulja koja potječu od avivaže sirove svile i drži ih u emulziji, pa se ona mogu lako ukloniti izapiranjem.

Postoje tri stupnja degumiranja. Najslabiji stupanj je onaj na kome se uklanja 2...5% sericina, pa rezultira svila *écru*; na drugom stupnju uklanja se 8...15% sericina i dobiva se svila *souple*, a na najjačem stupnju uklanja se sav sericin i dobije se potpuno degumirana svila. Svila *écru* degumirana je u vrlo razrijeđenoj sapunskoj otopini i to samo zato da se ukloni mast i vosak. Takva je svila slična sirovoj svili ili grežu po izgledu i opipu a služi kao osnova u tkaninama. Svila *souple* mnogo je mekša i punija, a služi za potku u tkanju.

Svila se ponajviše degumira kao pređa na viticama, ali se mogu degumirati i tkanine i pletiva. Potpuno degumiranje vrši se obično sa najmanje 20% sapuna od težine svile, ali se katkada upotrebljava i više, pa i do 50% sapuna. pH kupke drži se u granicama između 9,5 i 10,5, jer je ispod pH 8,5 degumacija spora i nepotpuna, a iznad 10,5 može doći do oštećenja fibroina. Potpuna se degumacija vrši obično u dvije kupke, u prvoj sa 30% i u drugoj sa 10...15% sapuna. Proces traje 1...3 sata na temperaturi do 95°C.



Sl. 12. Stroj za pranje vunениh tkanina u pramenu. 1 i 2 valjci za gnječenje, 3 kada s kupkom, 4 korito za odvod prljave vode, 5 vodno vratilo, 6 vidič i tiskač tkanine, 7 razdjelna prečka, 8 tkanina u pramenu

Bijeljenje proteinskih vlakana. Proteinska vlakna, vuna i svila, bijele se samo kad treba postići potpuno bijelu boju gotovog proizvoda. Prirodna vuna koja je dobro oprana svijetlo je žučkaste boje i može se bojadisati i u najsvjetlijim tonovima, a da je ne treba prije toga bijeliti. Isto je tako i potpuno degumirana svila sasvim slabo žučkasta i kao takva je podesna za boja-

disanje. Prirodno pigmentirana vuna vrlo se teško bijeli na normalan način budući da se pigmenti nalaze u unutrašnjosti vlakna, tj. na stijenkama vretenastih stanica. Za takvu vunu, ukoliko je treba bijeliti, primjenjuje se specijalni postupak, pri čemu neizbježno biva vuna ponešto oštećena.

Proteinska vlakna mogu se bijeliti s pomoću oksidacionih sredstava, peroksida i katkada permanganata, i s pomoću redukcionih sredstava, para i otopina sumpornog dioksida, ili otopina ditionita (hidrosulfita) i sličnih preparata (Blankita). Bjeloća koja se postiže samim redukcionim bijeljenjem nije osobito postojana i bijeljeni materijal nakon duljeg vremena požuti. Zbog toga se bolja i postojanija bjeloća postiže kombiniranim bijeljenjem, npr. peroksidom i hidrosulfitom, a može se još i pojačati obradom u otopinama optičkih bjelila.

Najstariji i najjednostavniji je način bijeljenja vune i svile s pomoću para sumpornog dioksida. Prethodno dobro opran materijal, nakvašen vodom ili 0,2...0,3%tnom otopinom sapuna, izvrzne se djelovanju para sumpornog dioksida nastalih izgaranjem sumpora u zatvorenim komorama. Prosječno se troši 4...6% sumpora od težine robe, a proces traje 8...12 sati. S pomoću sumpornog dioksida u otopini bijeli se vuna i svila u kupci koja sadržava natrijeva bisulfita (4...6 cm³ otopine 38° Bé na litar) i 3...4 cm³/l sumporne kiseline na običnoj temperaturi 8...12 sati. Brže i efektivnije se redukciono bijeli s pomoću ditionita (hidrosulfita), Blankita i sl. Kupka sadrži 4 g/l hidrosulfita ili 1...3 g/l Blankita, a vuna se u njoj obrađuje 4...5 sati na 30...50°C. Ovaj se postupak obično primjenjuje za naknadno izbjeljivanje vune koja je bila prethodno bijeljena peroksidom.

Pri bijeljenju proteinskih vlakana peroksidima upotrebljavaju se više koncentracije peroksida (15...30 cm³ H₂O₂ 40% na litar), a radi se na 40...50°C kroz 8...12 sati. Kupka je slabo alkalna, a potrebni pH od 8 do 8,5 postizava se dodatkom amonijaka, trinatrijeva fosfata, natrijeva pirofosfata ili natrijeva silikata. U novije vrijeme se za bijeljenje vune upotrebljava i permravljiva kiselina, koja se može prirediti na licu mjesta oksidacijom formaldehida: $\text{HCHO} + 2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HCOOOH} + 2\text{H}_2\text{O}$. Bijeli se u slabo kiseloj kupci, pH 3,4...5, u prisustvu specijalnog stabilizatora.

PRANJE I ČIŠĆENJE RUBLJA I ODJEĆE

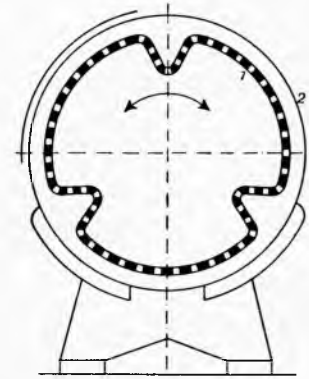
Različni odjevni predmeti, stolno, posteljno i kućansko rublje u kućanstvima, javnim ustanovama, bolnicama, hotelima itd. peru se i čiste da se uklone nečistoće koje su na njih došle u toku upotrebe. Svrha pranja i čišćenja takvih predmeta je estetska i higijenska. Zbog estetskih razloga uklanjaju se vidljive nečistoće koje narušavaju dobar i privlačan izgled i ugodan osjećaj pri nošenju i upotrebi, a iz higijenskih razloga uklanjaju se nevidljive nečistoće kao što su različni mikroorganizmi i njihove spore, kao i vidljive nečistoće koje su nosioci tih mikroorganizama. Vidljive nečistoće sastoje se od mineralnih tvari, čađe i masnih tvari odnosno loja iz ljudske kože, koji čvrsto veže mineralne nečistoće i čađu na vlaknu; ostale nečistoće mogu poticati od ljudskih ekskremenata, krvi, gnoja, ostataka hrane, različitih boja i lakovana, mastila itd. Ovakve se nečistoće obično pojavljuju u obliku lokalnih većih ili manjih mrlja, pa se neke od njih moraju uklanjati i lokalno tzv. *detaširanjem*, dok se općenito nečistoće uklanjaju obradom cijelih predmeta u sredstvima za pranje i čišćenje. To su ili vodene otopine sredstava za pranje (pranje u užem smislu) ili organska otapala (suho ili kemijsko čišćenje).

Pranje u vodenim otopinama provodi se ili u kućanstvima, ručno ili s pomoću kućanskih strojeva za pranje, ili u posebnim pogonima, industrijskim ili velikim praonicama pojedinih javnih ustanova, gotovo isključivo na strojevima. Suho čišćenje provodi se gotovo isključivo u čistionicama. Izbor načina čišćenja zavisi od vrste, obojenosti i izrade materijala, a i do vrste i od razdiobe onečišćenja. Po pravilu se peru predmeti od pamuka, lana, sintetskih vlakana, rjeđe od regenerirane celuloze, svile i vune, a suho se čiste pretežno predmeti od vune, svile i regenerirane celuloze.

Pranje rublja i odjeće u vodenim otopinama. Pri pranju u vodi važni su ovi fizikalni, kemijski i fizikalno-kemijski faktori: 1. mehaničko pokretanje materijala u kupci; 2. čistoća, tvrdoća i temperatura vode; 3. odnos količine materijala (kapaciteta stroja) i volumena kupke za pranje; 4. vrsta i količina detergenata i ostalih

pomoćnih sredstava; 5. broj, redosljed i temperatura pojedinih stupnjeva pranja.

Strojevi za pranje u praonicama sastoje se od dva koncentrična bubnja; unutrašnji bubanj je perforiran i okreće se oko horizontalne osovine u jednom i drugom smislu i u njega se stavlja roba koja se pere; vanjski je bubanj čvrst i zatvoren i u njemu se nalazi kupka za pranje, koja se grije plamenom, parom ili električki. U tom se bubnju unutrašnji bubanj okreće i pokreće robu u kupci. Da bi se roba u kupci bolje pokretala, nalaze se na zidu unutrašnjeg bubnja pregrade, na kojima se roba podiže i zatim pada natrag u kupku (sl. 13).

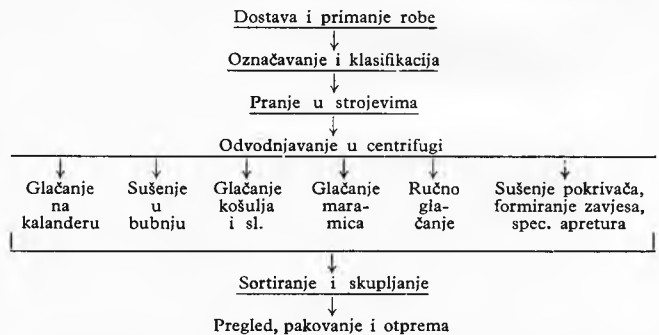


Sl. 13. Presjek bubnjastog stroja za pranje rublja. 1 unutrašnji perforirani bubanj, 2 vanjski plašt

sadržaj sapuna ili sindeta i alkalija u obliku sode, boraksa, fosfata ili silikata. U kućnom pranju sve se više uvodi upotreba sindeta, ali neki smatraju da je za industrijsko pranje još uvijek najekonomičnije i najbolje sredstvo dobar sapun uz dodatak alkalija. Temperatura kupke mijenja se od 40 do 85°C, a pH pri pranju bijele robe od 10,2 do 11,5. U USA običavaju na kraju procesa obraditi robu u slabo kiseloj kupci (dodatkom organskih kiselina), da se neutraliziraju ostaci alkalija i postigne stalnija bjeloća. Za postizavanje veće bjeloće i za uklanjanje mrlja koje se ne uklanjaju samim pranjem, roba se nakon pranja katkada i bijeli s pomoću oksidacionih sredstava, hipoklorita ili peroksida, a u kupke za ispiranje dodaju se i sredstva za plavljenje ili optička bjelila. Češća upotreba oksidacijskih sredstava može oštetiti celulozni materijal.

Dobar efekt pranja postiže se pranjem u više uzastopnih kupki; broj kupki i količina dodataka zavise od vrste robe i od stupnja onečišćenja. Pranje jedne partije robe traje u dobrim uvjetima oko 1/2...1 sata. Oprana i dobro isplaknuta roba oslobodi se vode centrifugiranjem, po potrebi se suši u bubnjevima ili komorama ili se izravno obrađuje na glačalicama, pri čemu se suši i izglađuje. Za sušenje služe bilo bubnjevi (tumbler) koji su slično građeni kao i strojevi za pranje i u njima se roba pokreće u struji ugrijanog uzduha, bilo komorne sušionice, bilo glačalice ili kalanderi na kojima se glatka roba suši i ujedno glača.

Rad u velikoj praonici odvija se prema ovoj shemi:



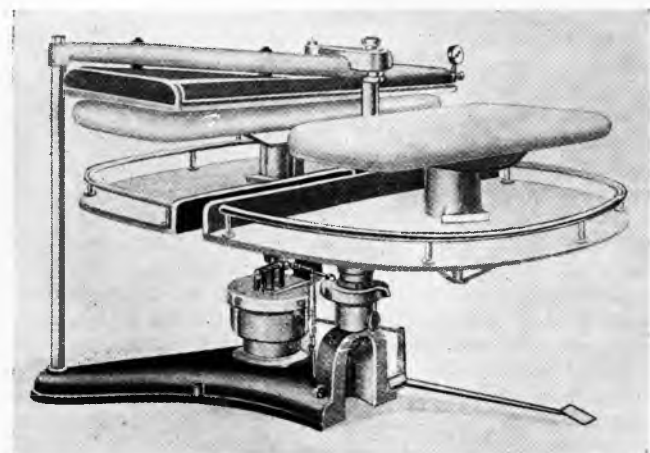
Suho čišćenje je čišćenje tkanina u tekućini koja nije voda, a u širem smislu obuhvaća i sve operacije koje se normalno obavljaju u čistionici. Te su operacije: markiranje predmeta, suho čišćenje, lokalno uklanjanje mrlja (detaširanje), glačanje, pregled i otprema. Katkada je potrebno i odjevne predmete očistiti vodenim otopinama, i to se redovito obavlja nakon detaširanja i prije glačanja. Za suho čišćenje upotrebljavaju se organska otapala, najviše benzin ili klorirani ugljikovodici. Često se u otapala dodaju i male količine detergenata da se pojača ukla-

njanje nečistoće i spriječi ponovno taloženje nečistoće na robi. Predmeti koje treba čistiti sortiraju se i markiraju s pomoću prišivenih oznaka ili metalnih kopči, slično kao i u praonicama rublja. U odjelu za pranje u otapalu izvršava se najveći dio čišćenja tako da se predmeti ne skvrče i zgužvaju ili da se boje ne bi razlijevale. Ako predmeti ovdje nisu dovoljno očišćeni, veoma je otežano naknadno detaširanje, pa veći broj predmeta treba naknadno čistiti u vodenim otopinama. Mokro je čišćenje dodatna i skupa operacija, a mokro očišćeni predmeti zahtijevaju više pažnje i vremena pri glačanju. Za detaširanje upotrebljavaju se sredstva za rastapanje boja i lakova i sredstva koja djeluju kao detergentsi. To su emulzije tipa voda-u-ulju ili smjese u kojima je voda rastopljena u organskom otapalu. Otapala za čišćenje ne smiju uzrokovati da se boje razlijevaju niti da se predmeti gužvaju ili kvrče. Moraju biti dovoljno hlapljiva da očišćeni predmeti ne zadrže miris po otapalu i da bi se mogla čistiti destilacijom. Otapalo ne smije korodirati metalne dijelove i mora biti otporno prema hidrolizi, da i male količine vode ne bi uzrokovale koroziju. Najčešće se kao otapalo upotrebljava »benzin za čišćenje« koji mora odgovarati propisanim uvjetima u pogledu kiselosti, mirisa, plamišta, vrelišta, čistoće i sastava (destilacione probe). Klorirani ugljikovodici se također mnogo upotrebljavaju jer nisu zapaljivi, a jednako dobro čiste kao i benzin. Upotrebljavaju se: tetraklormetan, trikloretilen i perkloretilen (tetrakloretilen). Ovaj posljednji je najstabilniji prema hidrolizi i ima najniži napon para pa je zbog toga i ekonomičan. Detergentsi koji se dodaju u otapala su različni sapuni ili sindeti i obično se dodaju u prisustvu vrlo male količine vode.

Uređaj za čišćenje u industrijskim čistionicama sličan je stroju za pranje vodom, a sadrži još i uređaj za filtraciju otapala od čvrstih nečistoća i od pomoćnog sredstva za filtraciju (filter-aid). Upotrebljavaju se dvije vrste takvih sredstava, od kojih jedna samo potpomažu filtraciju sluzavih tvari (diatomska zemlja), a druga i adsorbiraju nečistoće. Nakon obrade u otapalu, koja traje 10...30 minuta, roba se izapire čistim otapalom 20...30 minuta, ostavi u bubnju da se ocijedi i zatim centrifugira, ili u posebnoj centrifugi ili i u samom bubnju, pa se suši. Sušiti se može ili u samom bubnju duhanjem toplom uzduha ili u posebnim okretnim sušionicama (tumbler) ili u komorama (za osjetljive tkanine).

Onečišćeno otapalo čisti se ili destilacijom, ili adsorpcijom ili, rjeđe, kemijskim putem s pomoću otopine natrijeve lužine.

Osušeni predmeti detaširaju se s pomoću vode ili otopine detergentsa ili posebnih reagenata. Po potrebi čiste se i mokro, tj. peru se ili na ravnim stolovima s pomoću četke i sl. ili u bubnjovima za pranje sa mnogo tekućine i s visokom koncentracijom detergentsa, da se smanji opasnost mehaničkog kvara. Očišćeni i osušeni predmeti glačaju se na strojevima za glačanje (sl. 14).



Sl. 14. Preša za glačanje odjeće

Izvesne vrste odjeće obrađuju se i specijalnim apreturama; npr. kišne kabanice impregniraju se vodoodbojnim sredstvima a vunena se odjeća obrađuje sredstvima za zaštitu od moljaca.

LIT.: J. T. Marsh, An introduction to textile bleaching, London 1948. — W. Kind, H. A. Kind, Die Wäscherei, Stuttgart 1949. — V. Felix, Chemická technologie textilní, III kn., Praha 1953. — L. Teichmann, Chemische Technologie des Bleichens, Berlin 1954. — K. Ward, ed., Chemistry and chemical technology of cotton, New York 1955. — Ф. И. Садов, М. В. Корчагин, А. И. Матемский, Химическая технология волоконных материалов, Москва 1956. — G. Melzer, Handbuch für die textile Naßveredlung, Berlin 1956. — A. R. Martin, G. F. Fulton, Drycleaning, New York 1958. — Autorenkollektiv, Textilreinigung, Leipzig 1962.

M. Žerđik

BIOLOŠKI ŠTIT, u nuklearnoj tehnici pregrade i obloge koje se postavljaju na put jonizujućim zračenjima u cilju smanjivanja njihova intenziteta i obezbeđivanja biološke zaštite osoba koje su izložene zračenju. Jonizujuća zračenja emitovana iz izvora deluju na živi organizam izazivajući u tkivu jonizacione procese koji se nastavljaju hemijskim reakcijama stvorenih slobodnih radikala. Posledica je oštećenje pojedinih organa ili organizma u celini. Intenzitet oštećenja je srazmeran ukupnoj energiji koju zračenje jonizacionim procesima predaje materiji, tj. apsorbovanoj dozi zračenja. S obzirom na različitu prirodu, energiju i biološku efikasnost pojedinih vrsta zračenja, i biološki štiti može da se shvati veoma široko. Njegovu ulogu vrši svaka materija stavljena na put jonizujućim zračenjima u cilju smanjivanja njihova intenziteta. Kod jakih i kompleksnih izvora, kakva su nuklearna energetska postrojenja, biološki štiti predstavlja komplikovan skup zaklona, obloga i zaštitnih zidova projektovanih oko onih delova postrojenja koji emituju jonizujuća zračenja. On se tako uklapa u samo postrojenje i čini sa njim jednu celinu.

Jonizujuća zračenja za koja se obično projektuje biološki štiti dele se po svojoj prirodi na korpuskularna i elektromagnetna. Korpuskularna mogu imati korpuskule različite mase i one mogu biti naelektrisane ili neutralne. Svaka čestica može imati različit sadržaj kinetičke energije. Elektromagnetna zračenja razlikuju se isključivo svojom talasnom dužinom, tj. sadržajem energije. Ponašanje zračenja pri prolazu kroz materiju uslovljava izradu biološkog štita. Opšte zakonitosti apsorpcije i stvaranje jonizacionih efekata zavisni su od naboja, mase i energije svakog pojedinog zračenja. Nemoguće je izvući opšte zakone za sve vrste zračenja, već se svako pojedino mora posebno razmatrati.

Teške naelektrisane čestice, kao što su alfa-zraci, protoni itd., imaju znatnu moć jonizacije i malu prodornost. Pri prolazu kroz biološko tkivo, zbog velike gustine jonizacije, one imaju za istu predatu energiju 10...20 puta veću biološku efikasnost od elektrona. Prodornost ovih čestica izražava se obično dometom u vazduhu. Za energije alfa-čestica od 1...10 MeV ona ne prelazi 10 cm. Teške naelektrisane čestice ne predstavljaju problem sa gledišta zaštite i najčešće ne zahtevaju biološki štiti.

Lake naelektrisane čestice, beta-zraci ili elektroni, do energije oko 1 MeV gube energiju u jonizacionim procesima. Specifična jonizacija je mala, tako da im je domet veći nego teških čestica. Kao opšta zakonitost vredi eksponencijalno slabljenje intenziteta pri prolazu kroz materiju, uz određenu vrednost za maksimalni domet. Apsorpciona moć neke materije je proporcionalna gustini elektrona, tj. ravna NZ , gde je N broj atoma po cm^3 materije, a Z redni broj elementa. Elektroni viših energija gube energiju emisijom elektromagnetnog zračenja. Zakočno zračenje slično je po poreklu i prirodni rendgenskom. Nastaje usporavanjem elektrona u električnom polju jezgra. Gubitak energije elektrona za stvaranje zakočnog zračenja proporcionalan je energiji beta-čestica i kvadratu rednog broja elementa, Z^2 . Pojava zakočnog zračenja stvara dodatne probleme u projektovanju štita od beta-zraka, jer mu je prodorna moć daleko veća od prodorne moći niskoenergetskih beta-zrakova.

Elektromagnetno zračenje, gama-zraci i rendgenski ili X-zraci, reaguju sa materijom predajući svoju energiju elektronima, koje izbacuju iz njihovog normalnog položaja u strukturi atoma. Izbijeni elektron može samostalno da vrši dalje jonizacione procese. S obzirom na malu verovatnoću sudara s elektronom, prodornost gama-zraka kroz materiju je vrlo velika. Postoji nekoliko elementarnih apsorpcionih procesa elektromagnetnog zračenja. Najčešće se sreću: *fotoelektrični efekat*, *Comptonov efekat* i *stvaranje parova*.

a) *Fotoelektrični efekat* se dešava kada niskoenergetski gama-kvant preda celokupnu svoju energiju elektronu. Ova energija se troši na izbacivanje elektrona iz njegove putanje u atomu, a višak se pojavljuje kao njegova kinetička energija. Za energije gama-