

Definiranje standardnih sklopova pokreta tehnološkog zahvata šivanja primjenom MTM sustava

Mr.sc. **Snježana Kirin**, viši pred.¹

Izv. prof. dr. sc. **Anica Hursa Šajatović**, dipl.ing.²

¹Veleučilište u Karlovcu, Odjel Sigurnosti i zaštite

Karlovac, Hrvatska

²Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za odjevnu tehnologiju

Zagreb, Hrvatska

e-mail: snjezana.kirin@vuka.hr; anica.hursa@ttf.hr

Prispjelo 15.2.2018.

UDK 687.02

Izvorni znanstveni rad

Prema strukturi izvođenja tehnološka operacija šivanja se sastoji od pomoćno-ručnih zahvata: uzimanje, međusobno postavljanje, pozicioniranje, zahvata tijekom prekida šivanja i odlaganje, te tehnološkog strojno-ručnog zahvata šivanja. U radu je dan pregled mogućnosti izvođenja pojedinih zahvata sadržanih u tehnološkoj operaciji šivanja, te postavke izvođenja tehnološkog zahvata šivanja. Unutar tehnološkog zahvata šivanja razrađene su metode vođenja izratka u procesu šivanja, različiti načini učvršćivanja šava, primjena pomoćnih naprava, zahvati tijekom prekida šivanja, različiti načini odsijecanja konca s obzirom na tehničku opremljenost šivaćih strojeva, karakteristike šava, te uvježbanost radnika. Sustavnim istraživanjem mogućih metoda rada, njihovom standardizacijom i razradom do razine osnovnih pokreta pomoću MTM (engl. Method Time Measurement) sustava, postavljene su standardni logički sklopovi osnovnih pokreta pomoću kojih se može odrediti optimalna metoda rada što omogućava utvrđivanje stvarnih normativa, te smanjenje opterećenja radnika.

Ključne riječi: tehnološki proces šivanja, MTM sustav, osnovni pokreti, standardni sklopovi pokreta, tehnološki zahvat šivanja.

1. Uvod

U tehnološkom procesu šivanja odjeće ovisno o vrsti odjevnog predmeta izvodi se razmjerno velik broj tehnoloških operacija na radnim mjestima. Prema organizaciji tehnološki proces šivanja pripada montažnom (komadnom) tipu radnog procesa s linijskim načinom ugradnje radnih mjesta, a pojedine tehnološke operacije šivanja pripadaju tzv. *stabilnim radnim mjestima* zatvorenog tipa s ustaljenim izvođenjem gdje radnik izvodi tehnološke operacije sličnih karakteristika.

Takvo radno mjesto omogućuje viši stupanj iskorištenja radnih strojeva i uređaja, bolji međufazni transport predmeta izrade kroz proizvodnu liniju, smanjenje ciklusa proizvodnje i povećanje proizvodnih kapaciteta svakog radnog mjesta, proizvodnih linija i sustava [1].

Tehnološke operacije šivanja izvode se u sjedećem položaju na šivaćim strojevima koji imaju strojno-ručna obilježja u kojima postoji uzajamni odnos radnika i stroja, što predstavlja

zatvoreni ciklus potrebnih reakcija pri izvođenju u kojima radnik ima ključnu ulogu u vođenju procesa šivanja i/ili donošenju potrebnih odluka [2].

Takav radni sustav zahtjeva visok stupanj točnosti izvođenja i koordinaciju pokreta s potrebnom vidnom usredotočenosti pogleda u središnjem vidnom polju uz istovremeno vođenje procesa šivanja kontroliranim pokretom stopala, čime se regulira ubodna brzina šivanja te istovremeno kontrolira udaljenost linije šava od

rubova izratka, međusobna usklađenost rubova izratka, te duljina spoja do kraja šava. Za vrijeme izvođenja tehnoloških operacija, zbog potrebe dinamičkog rada radnik često radi uz uvjetno prisilni položaj tijela i glave pri čemu dolazi do nefiziološkog sjedenja, izometričnog opterećenja donjih udova, te opterećenja ruku i nogu [3, 4]. Stoga je potrebno svako radno mjesto u tehnološkom procesu šivanja oblikovati na temelju ergonomskih zakonitosti, te razraditi povoljnu radnu metodu s pripadajućim vremenskim normativima čime se postiže normalno opterećenje radnika, kontinuiran protok materijala u proizvodnim linijama i povoljnija struktura tehnološke operacije.

MTM sustav (engl. Methods Time Measurement) omogućava jasan opis metoda rada s potrebnim normalnim vremenima izvođenja pojedinih pokreta, te određuje zakonitosti na osnovu kojih radnik normalnih psihičkih i fizičkih sposobnosti izvodi pokrete po određenom redosljedu. MTM sustav sastoji se od devet osnovnih pokreta prstiju, šake i ruke, dva pokreta očiju, deset pokreta tijela, nogu i stopala s oko 400 normalnih vremena izvođenja osnovnih pokreta, pri čemu je simbol pokreta izveden iz osnovnog engleskog nazivlja. Prema mogućim varijablama izvođenja (duljina pokreta, tip, slučaj, stupanj točnosti i dr.), osnovni pokreti s pripadajućim normalnim vremenima (t_n) tablično su prikazani u literaturi [5, 6]. Primjenom MTM sustava može se odrediti i mogućnost koordiniranog izvođenja kombiniranih i istovremenih pokreta. Vremenska jedinica MTM sustava je TMU (engl. Time Measurement Unit) koja iznosi 10^{-5} h ($3,6 \times 10^{-2}$ s) [7]. Studije radnog procesa uz primjenu MTM sustava omogućuju: iznalaženje, razradu i pripremu optimalnih radnih metoda prije početka proizvodnje odjeće, projektiranje proizvodnih sustava odjevnih tehnologija, izbor optimalnog rasporeda opreme i strojeva, obuku radnika prema razrađenoj i utvrđenoj optimalnoj metodi rada, određi-

vanje stupnja korištenja proizvodnih kapaciteta i praćenje izvršenja planova proizvodnje, racionalizaciju postojećih postupaka i metoda rada, utvrđivanje stvarnih normativa s obzirom na sastav radnog osoblja i instalirane opreme [8, 9].

2. Načela oblikovanja radnih metoda

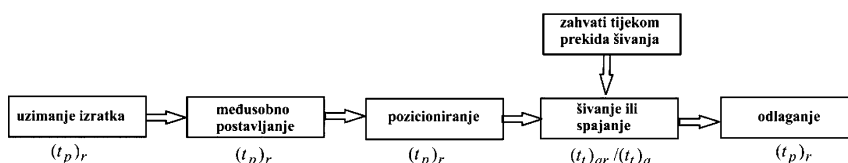
Tehnološki proces šivanja odjeće sastoji se od velikog broja tehnoloških operacija ovisno o vrsti, modelu i namjeni odjevnog predmeta. Tehnološki proces šivanja se izvodi u proizvodnim linijama i sadrži velik broj radnih mjesta na kojima se izvode tehnološke operacije. U tehnološkom procesu šivanja muških odijela ovisno o složenosti modela, tehnološki proces šivanja sastoji se od 170 do 186 tehnoloških operacija.

U strukturi tehnološke operacije šivanja sadržani su potrebni pomoćno-ručni zahvati: uzimanje, međusobno postavljanje, pozicioniranje, zahvati tijekom prekida šivanja i odlaganje, te tehnološki strojno-ručni zahvat šivanja (sl. 1) [10].

Pojedini zahvati u strukturi tehnološke operacije mogu se izvesti na više načina ovisno o veličini i broju izradaka, stupnju tehničke opremljenosti šivaćih strojeva, veličini i obliku radne površine, potrebnim radnim zonama i vidnim poljima, te s obzirom na uvježbanost radnika (tab.1) [10].

Zahvat *uzimanja* obuhvaća uzimanje izratka s radne površine stroja, a izvodi se sklopom osnovnih pokreta: posezanje (R) - hvatanje (G) - prenošenje (M), čime se izradak prenosi u središnju radnu zonu (SRZ).

Zahvat *međusobnog postavljanja* obuhvaća sastavljanje dva ili tri kraj-



Sl.1 Podjela tehnološke operacije šivanja na zahvate [10]

Tab.1 Zahvati tehnološke operacije šivanja i metode njihovog izvođenja [10]

Zahvati	Metoda izvođenja zahvata
uzimanje	uzimanje jednog izratka s jednog svežnja uzimanje dva izratka s jednog svežnja uzimanje dva izratka s dva svežnja uzimanje tri izratka s tri svežnja
međusobno postavljanje	međusobno postavljanje rubova kontura postavljanje na označeno mjesto
pozicioniranje	pozicioniranje pod pritisnu nožicu pozicioniranje izratka pod iglu vođen pokretom stopala pozicioniranje izratka do ispred igle
šivanje	zajedničko vođenje osnovno vođenje pojedinačno vođenje metoda vođenja nabiranjem vođenje izratka upotrebom graničnika učvršćivanje šava polugom mehanizma za učvršćivanje učvršćivanje šava tipkom za učvršćivanje programirano (automatsko) učvršćivanje šava odsijecanje konca škarama odsijecanje konca napravom za odsijecanje odsijecanje konca mehanizmom za automatsko odsijecanje
zahvat tijekom prekida šivanja	poravnavanje rubova kontura zakretanje oko igle
odlaganje	jednom rukom s dvije ruke

na dijela. Ovaj zahvat izvodi se u središnjoj radnoj zoni te zahtjeva visoku točnost izvođenja i kontrolu u središnjem vidnom polju, pri čemu se koriste pokreti P1SE i P2SE ovisno o potrebnom stupnju točnosti.

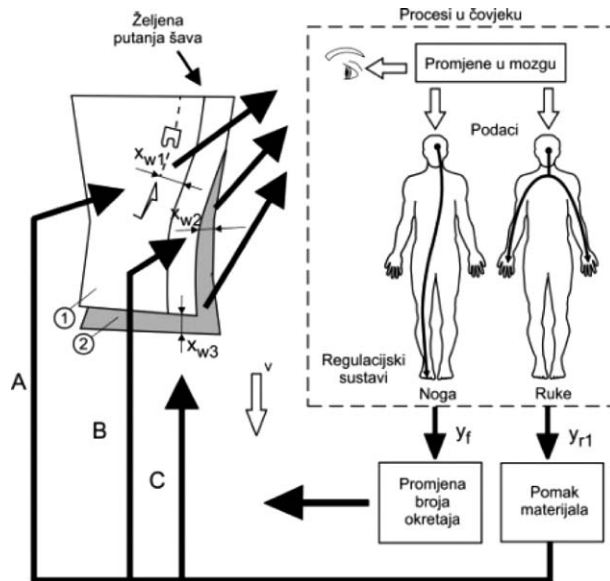
Zahvat *pozicioniranja* sastoji se od istovremenog pokreta prenošenja (M), postavljanja pod iglu (P1SE) i pokreta stopala za podizanje i spuštanje pritisne nožice (FM).

Zahvati *tijekom prekida šivanja* mogu sadržavati standardne sklopove poravnavanje izratka i zakretanje ispod igle. Ovi zahvati ovise o metodi izvođenja tehnološke operacije, metodi vođenja i tehničkoj opremljenosti šivaćeg stroja, a odnose se na šivanje na univerzalnim i specijalnim šivaćim strojevima.

Zahvat *odlaganja* obuhvaća odlaganje izratka pokretima jedne ruke (za izratke malih dimenzija) ili s dvije ruke (za izratke većih dimenzija) na pomoćni stalak, a izvode se pokretima prenošenja (M), ispuštanja (RL) i vraćanja u ravnotežni položaj (R). Tehnološki zahvat *šivanja* s obzirom na vrstu šivaćeg stroja pomoću kojeg se izvodi, može biti strojni npr. kod šivanja na šivaćem automatu ili strojno-ručni npr. kod šivanja na univerzalnom ili specijalnom šivaćem stroju, gdje je vođenje izratka tijekom šivanja sastavni dio tehnološkog zahvata [11].

Prilikom izvođenja tehnoloških operacija šivanja na univerzalnim i specijalnim šivaćim strojevima, strojno-ručni tehnološki zahvat šivanja obuhvaća međudjelovanje između stroja i radnika, odnosno radnik vodi izradak za vrijeme izvođenje šava.

Tijekom izvođenja strojno-ručnog zahvata šivanja pri vođenju izratka postoje tri stupnja slobode pokreta, odnosno tri neovisna regulacijska kruga s povratnom vezom obzirom na položaj šava od rubova materijala (A), međusobni položaj rubova materijala (B) i položaj duljine slojeva izratka (C) (sl.2). Istovremene informacije pojedinih regulacijskih krugova (A, B, C) superponiraju se ovisno o potrebnoj točnosti (1-2 mm)



Sl.2 Regulacijski krug tijekom vođenja izratka pri spajanju šava gdje je: A-regulacijski krug položaja šava; B-regulacijski krug položaja rubova materijala, C-regulacijski kru položaja duljine slojeva izratka [2]

vođenja izratka, pa se pokretom stopala regulirano upravlja pogonom šivaćeg stroja sukladno psihofizičkim reakcijskim sposobnostima radnika.

Da bi postigli učinkovitost, kvalitetu i kontinuiran slijed tehnološkog procesa šivanja potrebno je razraditi optimalne metode rada [12]. Na izbor metode rada za određenu tehnološku operaciju šivanja utječe oblik kontura šava (ravan ili zakrivljen, polumjer zakrivljenosti), duljina kontura šava, a značajnu ulogu ima vrsta i uzorak tkanine, zahtijevana kvaliteta i položaj šava [13, 14]. Nadalje, odabir pogodne metode rada povezan je s oblikovanjem radnog mjesta (raspored svežnjeva, veličina i visina radne površine, visina sjedalice, usklađenost radnog mjesta antropometrijskom izmjeru radnika, osiguranje ugodnih mikroklimatskih uvjeta, osvjetljenje), vrstom i stupnjem tehničke opremljenosti šivaćeg stroja, te sustavom ugradnje radnih mjesta [15]. Kod određivanja metode rada potrebno je uvažiti vrstu tehnološke operacije, zahtjeve kvalitete izrade, te zakonitosti ekonomičnosti slijeda pokreta. Uvažavanjem ergonomskih, tehničkih i tehnoloških faktora obli-

kovanja radnih mjesta, te odabirom pogodne metode rada osigurava se odgovarajuća stabilnost radnog mjesta, kraće vrijeme izvođenja tehnološke operacije, manje opterećenje radnika, te kvaliteta izrade.

Prilikom određivanja pogodne metode rada potrebno je istražiti mogućnost izvođenja istovremenih i kombiniranih pokreta čime se smanjuje vrijeme trajanja ručnih i strojno-ručnih zahvata, uvođenje prekrivnih vremena, uvođenje sredstava rada i pomoćnih naprava koje smanjuju radno opterećenje radnika.

Pri određivanju načina vođenja izratka odnosno metode rada u procesu šivanja potrebno je ostvariti ekonomičnost pokreta i povoljan položaj slojeva izratka. Za optimalno izvođenje tehnološke operacije šivanja potrebno je uzeti u obzir sljedeća načela [16, 17]:

- šivači izradak potrebno je voditi od pritisne nožice cca 15 cm, tako da se može izvoditi korekcija linije u slučaju odstupanja od željenog položaja šava,
- lijeva ruka mora pridržavati izradak na takvoj udaljenosti da nije potrebno ispuštanje i ponovno hvatanje tijekom šivanja,

- odlaganje izratka izvodi se pokretima prenošenja i ispuštanja u okviru normalne radne zone,
- položaj slojeva izradaka na radnoj površini mora omogućiti ergonomski povoljan slijed pokreta posezanje - hvatanje - prenošenje u okviru normalne radne zone. Kod izradaka srednjih i većih dimenzija se koriste kombinirani pokreti s obje ruke.
- radnica treba uzimati izradak s istom rukom s kojom ih i vodi u procesu šivanja,
- kod uzimanja izradaka i međusobnog postavljanja potreban je viši stupanj koordinacije pokreta,
- potrebna je određena tehnička opremljenost stroja kao što je automatsko odrezivanje konca i programirano učvršćivanje šava,
- prosječna duljina šava koji se šiva u jednom segmentu bez zaustavljanja treba biti od 30 do 35 cm,
- kod uzimanja dva izratka s radne površine, radnica desnom rukom uzima donji sloj izratka na gornjem rubu od 2 do 5 cm od predviđenog početka šava, dok lijevom rukom istovremeno uzima gornji izradak na udaljenosti od 2 do 5 cm od predviđenog početka šava. Time je omogućeno međusobno postavljanje izratka bez dodatnog poravnavanja.

MTM sustav može se primijeniti za oblikovanje metoda rada, određivanje vremenskih normativa i oblikovanje radnih mjesta već u fazi projektiranja proizvodnih procesa radnih sustava i radnih mjesta, te za preoblikovanje postojećeg radnog mjesta. U postupku oblikovanja metoda rada tehnološka operacija se rastavlja na zahvate i osnovne pokrete te se temeljem analize utvrđuje i razrađuje najpovoljnija metoda rada s vremenom izvođenja tehnološke operacije. Određivanje optimalne metode rada s pripadajućim normalnim vremenom sastoji se od:

- prikupljanja informacija o tehnološkoj operaciji čime se određuje pogodni šivaći stroj,
- oblikovanja radnog mjesta i prilagođavanje antropometrijskom iz-

- mjeru radnika uz određivanje radnih i vidnih zona,
- podjele tehnološke operacije na zahvate i pokrete, te
- utvrđivanja osnovnih pokreta primjenom MTM sustava uz mogućnost izvođenja kombiniranih i istovremenih pokreta.

Temeljem takve razrade određuje se optimalna metoda rada s pripadajućim normalnim vremenom izvođenja za pokrete, zahvate i tehnološku operaciju.

Razradom pogodne metode rada postiže se korištenje pokreta niže razine što rezultira kraćim vremenom izvođenja, ujednačenim ritmom rada, većim stupnjem koordinacije pokreta, nižim stupnjem potrebne vidne kontrole, što ujedno utječe i na smanjenje radnog opterećenja radnika.

3. Eksperimentalni dio

U okviru znanstvenih projekata provedenih na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu u Zavodu za odjevnu tehnologiju, pomoću video opreme izvedena su sustavna snimanja karakterističnih radnih mjesta u proizvodnim linijama u odjevnoj industriji (Kotka, Krapina; Virovitičanka, Virovitica; Pounje, Hrvatska Kostajnica; Mara, Osijek;

EMKA, Pregrada). Analizom videonimki dobiveni su osnovni podaci o postojećim metodama izvođenja tehnoloških operacija na pojedinim radnim mjestima. Primjenom MTM sustava napravljena je sustavna razrada i postavljanje standardnih sklopova pojedinih zahvata koji se temelje na logičkom slijedu osnovnih pokreta.

Za snimanje tehnoloških zahvata šivanja korištena je video kamera SONY DCR-HC42E koja ima ugrađen generator vremena. Ona omogućuje mjerenje vremena s točnošću od $\pm 0,1$ s, te ima mogućnost upisa datuma. Video kamera je bila postavljena tako da se u vidnom polju nalazilo radno mjesto u vidu bokocrtnog prikaza, čime je omogućen zapis s maksimalnim zonama dinamičkih pokreta pri izvođenju radnog procesa.

U strukturi tehnološke operacije, zahvat šivanja je temeljna svrha rada na radnom mjestu, a izvodi se uz određenu točnost šivanja što se postiže koordiniranim pokretima ruku i nogu prilikom izvođenja istovremenih i kombiniranih pokreta, te koncentracijom pogleda.

Primjenom MTM sustava raščlanjeni su pojedini standardni sklopovi sadržani u tehnološkom zahvatu šivanja do razine osnovnih pokreta prema

Tab.2 Zahvati koji se izvode tijekom šivanja i načini njihovog izvođenja

Zahvati	Način izvođenja zahvata
vođenje izratka	zajedničko vođenje (D01) osnovni način vođenja (D02) pojedinačno vođenje (D03) vođenje nabiranjem (D04)
učvršćivanje šava	polugom mehanizma za učvršćivanje (U01) tipkom za učvršćivanje (U02) programirano (automatsko) učvršćivanje šava (U03)
primjena pomoćnih naprava	pozicioniranje i vođenje izratka primjenom graničnika (E04)
odsijecanje konca	običnim škarama (F01) specijalnim škarama (F02) mehanizmom za odsijecanje konca (F03) napravom za odsijecanje konca (F04)
zahvat tijekom prekida šivanja	promjena hvatišta (G01) poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta desne ruke (G02) poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta obje ruke (G03) zakretanje izratka oko igle jednom rukom (G04) zakretanje izratka s obje ruke (G05)

potrebnim varijablama izvođenja: duljina pokreta, točnost i dinamika, potrebna vidna kontrola, te mogućnosti izvođenja kombiniranih i istovremenih pokreta.

Unutar tehnološkog zahvata šivanja razrađen je način vođenja izratka (D), način učvršćivanja šava (U), pozicioniranje i vođenje izratka primjenom pomoćnih naprava (E), način odsijecanja konca (F), te zahvati tijekom prekida šivanja (G) (tab.2).

4. Rezultati

Izbor metode vođenja izratka tijekom šivanja ovisi o obilježjima tkanine, konturama krojnih dijelova, nazivnoj ubodnoj brzini šivanja, specifičnoj gustoći uboda, te stupnju uvježbanosti radnika, pri čemu se razlikuje: metoda zajedničkog vođenja (D01), osnovni način vođenja (D02), metoda pojedinačnog vođenja (D03) i metoda vođenja izratka nabiranjem (D04). *Metoda zajedničkog vođenja* (D01) izvodi se na način da je lijeva ruka položena cijelom površinom dlana na gornji dio izratka (kontakt dodirnom G5), dok desna ruka hvata gornji i donji sloj izratka (sustav palac-kaži-prst-srednji prst) čime radnik vodi, kontrolira i korigira udaljenost šava od rubova kontura (sl. 3). Kod metode zajedničkog vođenja istovreme-

nom kontrolom i držanjem izratka lijevom i desnom rukom, izradak sa dva sloja materijala se tijekom šivanja vodi zajedno. Položaj lijeve ruke je na približnoj duljini prošiva pojedinog segmenta (cca 20 do 30 cm), dok desna ruka vodi, kontrolira i korigira rubove kontura šava. Ova metoda se koristi za obamitanje jednog sloja materijala ili prilikom spajanja dva sloja izratka malih ili srednjih dimenzija koji su ravnih ili blago zakrivljenih kontura.

Osnovni način vođenja (D02) izratka je postupak vođenja u kojem su prethodno krojni dijelovi paralelno postavljeni i pripremljeni za sam proces šivanja. S obzirom na duljinu i zakrivljenost kontura krojnih dijelova razlikuje se osnovni način vođenja izratka s jednom ili dvije kontrolne točke. Osnovni način vođenja izratka s jednom kontrolnom točkom (D02/1) izvodi se na način da se nakon pozicioniranja izratka lijevom rukom, izradak hvata pokretom oznake G1A na duljini, te se potom u procesu šivanja izradak vodi i usmjerava istom rukom. Ova metoda se koristi kod izradaka ravnih ili blago zakrivljenih kontura dužine do 35 cm (sl.4).

Osnovni način vođenja s dvije kontrolne točke (D02/2) izvodi se na način da se nakon pozicioniranja izradak hvata lijevom rukom pokretom

oznake G1A na duljini (prva kontrolna točka), a desnom rukom pokretom oznake G1A na polovini duljine (druga kontrolna točka). S lijevom rukom se izradak pomiče u stranu, tako da je omogućeno praćenje položaja šava tijekom šivanja. Proces šivanja izvodi se bez prekida do kraja druge kontrolne točke, pri čemu se izradak vodi desnom rukom. Potom se lijevom rukom izradak postavlja vodoravno s radnom površinom i vodi do kraja šava. Kod duljih izradaka oznake za sastavljanje koje se nalaze na rubovima omogućavaju olakšano izvođenje tehnološkog zahvata. Ova metoda se koristi kod izradaka ravnih ili blago zakrivljenih kontura dužine do 100 cm (sl.5).

Metoda pojedinačnog vođenja (D03) izvodi se na način da se nakon pozicioniranja izratka lijevom rukom hvata gornji izradak pokretom oznake G1A, te desnom rukom hvata donji izradak pokretom G1A, te se oni tijekom procesa šivanja lagano popuštaju kroz prste pri čemu se istovremeno vodi, kontrolira i korigira udaljenost šava od ruba kontura (sl.6). To je postupak u kojem se slojevi izratka vode odvojeno i spajaju se neposredno ispred pritisne nožice. Ovaj način vođenja izratka primjenjuje se za šivanje dva sloja izratka s



Sl.3 Prikaz slijeda pokreta metodom zajedničkog vođenja



Sl.4 Prikaz slijeda pokreta osnovnog načina vođenja s jednom kontrolnom točkom



Sl.5 Prikaz slijeda pokreta osnovnog načina vođenja s dvije kontrole točke



Sl.6 Prikaz slijeda pokreta metodom pojedinačnog vođenja



Sl.7 Prikaz slijeda pokreta metodom vođenja nabiranjem

ravnim, blago zakrivljenim konturama ili s konturama različitih polumjera zakrivljenosti.

Metoda vođenja izratka nabiranjem (D04) ostvaruje se na način da se prilikom uzimanja izratka lijevom rukom nabiranjem uhvati gornji dio i drži pokretom oznake G1A, dok je desna ruka u položaju hvatanja pokretom G1A palcem i kažiprstom donjeg dijela izratka. Tijekom šivanja ispušta se gornji i donji dio izratka čime se postiže kontinuirano šivanje i kontroliranje točnosti šivanja (sl.7). Ovaj postupak vođenja karakterizira odvojeno vođenje izradaka kod šiva-

nja zakrivljenih kontura s različitim polumjerom zakrivljenosti.

Ovisno o vrsti tehnološke operacije, vrsti i karakteristikama šava (duljina i pozicija šava) razlikuju se sljedeći načini šivanja:

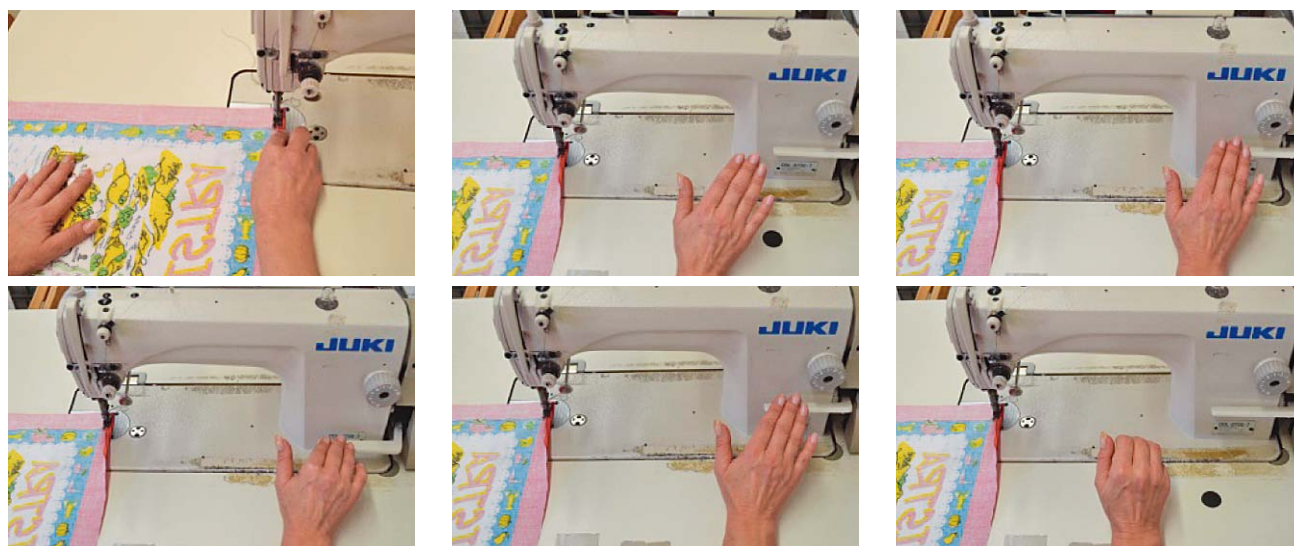
- a) kratki šav (jedan segment šivanja)
 - šav s početnim učvršćenjem,
 - šav sa završnim učvršćenjem,
 - šav s početnim i završnim učvršćenjem,
 - šav bez početnog i završnog učvršćenja,
- b) dugi šav (dva ili više segmenata šivanja):
 - šav s početnim učvršćenjem,

- šav sa završnim učvršćenjem,
- šav s početnim i završnim učvršćenjem,
- šav bez početnog i završnog učvršćenja,
- šav s promjenom smjera šivanja.

Početno i/ili završno učvršćivanje šava izvodi se najčešće s 3 do 5 uboda uz promjenu smjera šivanja, te ovisno o tehničkoj opremljenosti šivaćeg stroja razlikuje se način odnosno metoda učvršćivanja: polugom mehanizma za učvršćivanje (U01), tipkom za učvršćivanje (U02) i programiranjem broja uboda u učvrš-

Tab.3 Standardni sklop pokreta učvršćivanja šava polugom mehanizma za učvršćivanje (U01)

Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.			9,5	R30A	posezanje do poluge
2.			0,0	G5	hvatanje poluge
3.	aktiviranje gazila	FM	8,5	(M4A/AF)	pritisakanje poluge
4.			0,0	RL2	ispuštanje poluge
5.			12,8	R30B	vraćanje ruke do izratka
Σ TMU (s)			30,8 (1,11)		



Sl.8 Prikaz slijeda pokreta učvršćivanja šava polugom mehanizma za učvršćivanje

Tab.4 Standardni sklop pokreta učvršćivanja šava tipkom za učvršćivanje (U02)

Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.			6,1	R10A	posezanje do tipke
2.			0,0	G5	hvatanje tipke
3.	aktiviranje gazila	FM	8,5	(AF)	pritisakanje tipke
4.			0,0	RL2	ispuštanje tipke
5.			6,3	R10B	vraćanje ruke do izratka
Σ TMU (s)			20,9 (0,75)		



Sl.9 Prikaz slijeda pokreta učvršćivanja šava tipkom za učvršćivanje

Tab.5 Standardni sklop pokreta pozicioniranja izratka korištenjem pomoćne naprave - graničnika (E04)

Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.	prenošenje izratka do graničnika	(M6A)	8,5	FM	podizanje pritisne nožice
2.			8,5	FM	spuštanje pritisne nožice
			0,0	RL2	ispuštanje
ΣTMU (s)			17,0 (0,61)		



Sl.10 Prikaz slijeda pokreta pozicioniranja izratka korištenjem pomoćne naprave - graničnika

čivanju šava kod šivaćih strojeva opremljenih procesnim mikroročunalom (U03).

Kod strojeva opremljenih *polugom mehanizma za učvršćivanje* (U01) pokretom desne ruke poseže se do poluge, pritiskanjem se uključuje mehanizam za povratno šivanje, te otpuštanjem poluge i posezanjem ruka se vraća do izratka. Izvođenje ovog sklopa pokreta izvodi se istovremeno s pokretom prenošenja izratka do pred iglu (M6C), posezanja ruke do poluge mehanizma (M30A) i aktiviranje šivaćeg stroja pokretom stopala (prednjom fleksijom stopala FM). Ovi pokreti se izvode istovremeno i izvan su središnjeg vidnog polja i pripadaju klasi II, te je potrebno određeno vrijeme uvježbavanja (tab.3, sl.8). Kod strojeva opremljenih *tipkom za učvršćivanje* (U02) pokretom desne ruke poseže se do tipke, pritiskom palca uključuje se tipka za povratno šivanje, te se posezanjem ruka vraća do izratka (tab.4, sl.9). Sklop ovih pokreta se izvodi u okviru središnjeg vidnog polja (klasa I) te nije potrebno posebno uvježbavanje.

Kod suvremenih šivaćih strojeva opremljenih procesnim mikroročunalom (U03) učvršćivanje šava programira se na procesnom mikroročunalu kao broj uboda u početnom i/ili završnom učvršćenju. Stoga se kod strojeva opremljenih procesnim mikroročunalom učvršćivanje šava iz-

vodi automatski bez dodatnih pokreta ruku.

Prilikom izvođenja tehnološkog zahvata šivanja korištenjem pomoćnih naprava kao što su graničnici, olakšano je vođenje izratka tijekom procesa šivanja zbog smanjenog potrebnog broja stupnjeva slobode. Pozicioniranje izratka korištenjem graničnika sastoji se od prenošenja izratka do graničnika i podizanja pritisne nožice, spuštanja pritisne nožice, te ispuštanja izratka (tab.5, sl.10).

Upotreba graničnika u izvođenju tehnološke operacije šivanja omogućava kontinuirano šivanje duljih segmenata šava i šivanje na višim ubodnim brzinama šivanja, uz potrebnu manju vidnu i mišićnu kontrolu radnika, čime se smanjuje vrijeme izrade tehnološke operacije i radno opterećenje radnika.

Po završetku zahvata šivanja u tehnološkim operacijama šivanja ovisno o tehničkoj opremljenosti šivaćeg stroja izvodi se odsijecanje konca. Odsijecanje konca može se izvoditi ručno pomoću škara (običnim (F01) ili specijalnim (F02) škarama), strojno pomoću mehanizma za odsijecanje konca (F03) ili strojno-ručno pomoću naprave za odsijecanje konca (F04). Ovi standardni sklopovi pokreta prekidaju dinamični tok i ritmičnost izvođenja tehnoloških operacija, te zahtijevaju uvježbanost radnika i koordinaciju pokreta radnika.

Odsijecanje konca *običnim škarama* (F01) sastoji se od podizanja pritisne nožice i strojne šivaće igle pritiskom pete na gazilo, izvlačenja izratka ispod igle, posezanja i hvatanja škara, prinošenje škara do konca i odsijecanje konca (tab.6., sl.11).

Ovaj zahvat zahtjeva uvježbanost radnika koji odlaže škare uvijek na isto mjesto i u istom položaju pogodno za naredno uzimanje, a koristi se kod šivaćih strojeva koji nemaju mogućnost odsijecanja konca mehanizmom za odsijecanje konca.

Odsijecanje konca *specijalnim škarama* (F02) sastoji se od podizanja pritisne nožice i igle šivaćeg stroja, izvlačenja izratka ispod igle, prenošenja desnom rukom s škarama do konca i odsijecanje konca. Specijalne škare za odsijecanje konca drže se u desnoj ruci za cijelo vrijeme šivanja te je time kraće vrijeme samog postupka odsijecanja konca (Tab. 7). Izvodi se kod strojeva koji nemaju mogućnost odsijecanja konca mehanizmom za odsijecanje konca.

Odsijecanje konca *mehanizmom za odsijecanje konca* (F03) provodi se kod suvremenih šivaćih strojeva opremljenih mehanizmom za automatsko odsijecanje konca. Kod ovog zahvata pokretom stopala i pritiskom pete unazad na gazilo podiže se pritisna nožica u gornji položaj, a zatim se uključuje mehanizam za odsijecanje konca (tab.8).

Tab.6 Standardni sklop pokreta odsijecanja konca običnim škarama (F01)

Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.			8,5	FM	podizanje pritisne nožice
2.	izvući izradak ispod igle	M10B	6,8		
3.			11,4	R25B	posezanje do škara
4.			5,6	G5/G2	hvatanje škara
5.			10,5	M20B	prenošenje škara u radnu zonu
6.			5,8	M6C	prenošenje škara do konca
7.			(2,0)	(M2A)	istovremeno otvaranje škara
8.			3,4	AF	pritisiranje krakova škara
9.			(2,0)	(M2A)	istovremeno presijecanje konca
10.			11,2	M25A	odlaganje škara
11.			2,0	RL1	ispuštanje škara
12.			10,8	R25B	vraćanje ruke do izratka
Σ TMU (s)			76,0 (2,74)		



Sl.11 Prikaz slijeda pokreta odsijecanja konca običnim škarama

Tab.7 Standardni sklop pokreta odsijecanja konca specijalnim škarama (F02)

Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.			8,5	FM	podizanje pritisne nožice
2.	izvući izradak ispod igle	M4B	4,0		
3.			5,8	M6C	prenošenje škara do konca
4.			3,4	AF	pritisiranje krakova škara
5.			(2,0)	(M2A)	istovremeno presijecanje konca
Σ TMU (s)			21,7 (0,78)		

Tab.8 Standardni sklop pokreta odsijecanja konca mehanizmom za odsijecanje konca (F03)

Red.br.	Opis pokreta	Simbol	TMU
1.	pokret stopalom	FM	8,5
2.	vrijeme reakcije automatskog podizanja pritisne nožice i igle, te reakcije za uključivanje mehanizma za odsijecanje konca	t_{aok}	4,0
3.	pokret stopala	1/2 FM	4,3
Σ TMU (s)			16,8 (0,61)

Odsijecanje konca *napravom za odsijecanje* (F04) izvodi se na kraju završenog procesa šivanja na specijalnim šivaćim strojevima za obamitanje, pri čemu se lijevom rukom izradak dovodi do naprave za odsijecanje rubova materijala i konca koja se nalazi desno ispred igle i izvede se odsijecanje konca (tab.9, sl.12).

Šav duljine od 30 do 35 cm može se prošiti u jednom segmentu, što ovisi o obilježjima šavova, nazivnoj ubodnoj brzini šivaćeg stroja, brzini šivanja, specifičnoj gustoći uboda i stupnju uvježbanosti radnika. Tijekom prekida šivanja izvode se pojedini zahvati koji omogućavaju lakše rukovanje izratkom i olakšavaju izvode-

nje samog postupka šivanja, te se mogu podijeliti na zahvate: promjena hvatišta (G01), poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta desne ruke (G02), poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta obje ruke (G03), zakretanje izratka oko igle jednom rukom (G04), zakretanje izratka s obje ruke (G05). Zahvati ti-

jekom prekida šivanja izvode se na radnoj površini stroja u središnjem vidnom polju.

Promjena hvatišta (G01) izvodi se na način da desna ruka ispušta izradak u određenom položaju, te potom pose-

že duž ruba do nekog novog položaja gdje hvata izradak pokretom oznake G1A (tab.10, sl.13).

Poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta desne ruke (G02) izvodi se prenošenjem hvatišta desne ruke rubom izratka uz istovremeno točno poravnavanje (Tab. 11, sl. 14). Zahvat poravnavanja rubova kontura s promjenom hvatišta desne ruke koristi se tijekom prekida procesa šivanja kod spajanja dva ili tri sloja izratka koji su velikih ili vrlo velikih dimenzija.

Poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta obje ruke (G03) sastoji se od promjena hvatišta obje ruke u duljini do 30 cm, pri čemu lijeva ruka hvata gornji sloj, a desna

Tab.9 Standardni sklop pokreta odsijecanja konca napravom za odsijecanje (F04)

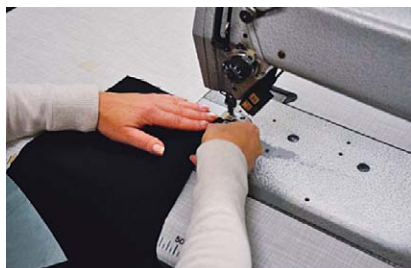
Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU
1.	prenošenje do naprave	M10C	7,9
2.	odsijecanje	AF	3,4
		Σ TMU (s)	11,3 (0,41)



Sl.12 Prikaz slijeda pokreta odsijecanje konca napravom za odsijecanje konca

Tab.10 Standardni sklop pokreta promjena hvatišta (G01)

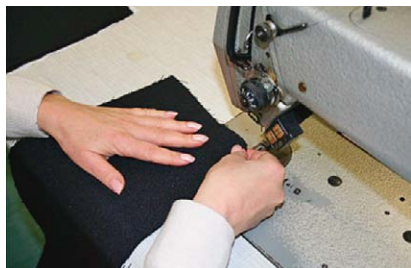
Red.br.	Opis rada desne ruke	Simbol	TMU
1.	ispuštanje izratka	RL1	2,0
2.	posezanje ruke na drugo mjesto	mR30B	9,9
3.	hvatanje izratka	G1A	2,0
		Σ TMU (s)	13,9 (0,50)



Sl.13 Prikaz slijeda pokreta promjene hvatišta

Tab.11 Standardni sklop pokreta poravnavanje rubova kotura s promjenom hvatišta desne ruke (G02)

Red.br.	Opis rada desne ruke	Simbol	TMU
1.	ispuštanje izratka	RL1	2,0
2.	posezanje ruke na drugo mjesto	mR30E	10,2
3.	hvatanje izratka	G1A	2,0
4.	paralelno postavljanje i sastavljanje	M6C/P1SE	11,4
		Σ TMU (s)	25,6 (0,92)



Sl.14 Prikaz slijeda pokreta poravnavanja rubova kontura s promjenom hvatišta desne ruke

Tab.12 Standardni sklop pokreta poravnavanje rubova kotura s promjenom hvatišta obje ruke (G03)

Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.	ispuštanje izratka	RL1	2,0	(RL1)	ispuštanje izratka
2.	posezanje ruke duž ruba	mR30E	11,4	(R25E)	posezanje ruke duž ruba
3.	hvatanje izratka	G5/G2	5,6	(G1B)	hvatanje izratka
4.	poravnati ivicu	M6C	5,8	(M2C)	poravnati ivicu
5.	međusobno sastavljanje	P1SE	5,6	(P1SE)	međusobno sastavljanje
6.	hvatanje dodirom	G5	0,0	(G5)	hvatanje dodirom
ΣTMU (s)			30,4 (1,09)		



Sl.15 Prikaz slijeda pokreta poravnavanja rubova kotura s promjenom hvatišta obje ruke

Tab.13 Standardni sklop pokreta zakretanja izratka oko igle jednom rukom (G04)

Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.			8,5	FM	podizanje pritisne nožice
2.	zakretanje izratka	M25C	13,4		
3.	kinematička reakcija	t_{π}	4,0		
4.	spuštanje pritisne nožice	FM	8,5		
ΣTMU (s)			34,4 (1,24)		



Sl.16 Prikaz slijeda pokreta zakretanja izratka oko igle jednom rukom

ruka donji sloj izratka. Nakon toga slijedi međusobno postavljanje oba sloja izratka (tab.12, sl.15).

Ovaj zahvat provodi se sa svrhom pripreme izratka za pozicioniranje pod šivaću iglu. Zahvat poravnavanja rubova izratka s promjenom hvatišta obje ruke koristi se tijekom procesa šivanja i njegovo korištenje ovisi o uvježbanosti radnika i metodi rada koja se koristi za izvođenje tehnološke operacije.

Zakretanje izratka oko igle jednom rukom (G04) izvodi se kod izradaka manjih dimenzija na način da se prilikom prekida šivanja zbog promjene

smjera šivanja, pokretom stopala podiže pritisna nožica pri čemu igla ostaje u donjem položaju, te se lijevom rukom zaokrene izradak do predviđenog položaja (tab.13, sl.16). *Zakretanje izratka oko igle s dvije ruke* (G05) izvodi se kod izradaka većih dimenzija na način da prilikom pozicije za promjenu smjera šivanja pokretom stopala podiže se pritisna nožica pri čemu igla ostaje u donjem položaju, te se s dvije ruke izradak zaokrene do predviđenog položaja (tab.14, sl.17).

Vremenski iznosi strojno-ručnog tehnološkog zahvata šivanja ovise o rad-

nim karakteristikama i opremljenosti šivaćeg stroja, karakteristikama šava (duljina šava, ravni ili zakrivljeni šavovi) i vrsti tkanine koja se šiva (uzorkasta tkanina). Za izračunavanje normalnih strojno-ručnih vremena tehnološkog zahvata šivanja koristi se metoda po Heckneru [18]. Sustavnim istraživanjima normalnih strojno-ručnih vremena tehnološkog zahvata šivanja različitih oblika i duljina šavova, S. Firšt Rogale i suradnici su razradili i utemeljili nove moderne metode za izračunavanje normalnih strojno-ručnih vremena za šivanje ravnih (RAV metoda) i zakrivlje-

Tab.14 Standardni sklop pokreta zakretanja izratka oko igle s dvije ruke (G05)

Red.br.	Opis rada lijeve ruke	Simbol	TMU	Simbol	Opis rada desne ruke
1.			8,5	FM	podizanje pritisne nožice
2.	zakretanje izratka	M30C	15,1	(M15C)	zakretanje izratka
3.	kinematička reakcija	t_{rr}	4,00		
4.	spuštanje pritisne nožice	FM	8,5		
Σ TMU (s)			36,1 (1,30)		



Sl.17 Slijed pokreta zakretanja izratka oko igle s dvije ruke

nih (ZAK i MONOR metoda) kontura krojnih dijelova odnosno šavova [19-21].

5. Rasprava

Tehnološke operacije šivanja izvode se na šivaćim strojevima koje karakterizira strojno-ručni rad, gdje radnik i stroj rade zajedno, istovremeno prilikom izvođenja tehnološkog zahvata šivanja. Zbog fizikalno-mehaničkih karakteristika izratka potrebno je pažljivo rukovanje što zahtjeva izrazito dobre motoričke sposobnosti koje se očituju u pokretljivosti prstiju, šake i noge, te njihovog usklađenog djelovanja, dobru taktilnu sposobnost, te sposobnost okulomotorne koordinacije. U tehnološkom zahvatu šivanja s obzirom na psihomotoričke sposobnosti, stupanj uvježbanosti, radnik brzinu šivanja podešava pokretom stopala u skladu sa svojim senzorskim i motoričkim sposobnostima.

Tehnološki zahvat šivanja sastoji se od načina vođenja izratka, učvršćivanja šava, vođenja izratka upotrebom graničnika, odsijecanja konca, te zahvata tijekom prekida šivanja.

Na način vođenja izratka utječu karakteristike tkanine, oblik i zakrivljenost kontura krojnih dijelova, nazivna ubodna brzina šivanja, duljina šava, tehnička opremljenost šivaćeg

stroja, te uvježbanost radnika. S obzirom na navedeno razlikuju se: metoda zajedničkog vođenja (D01), osnovni način vođenja izratka (D02), metoda pojedinačnog vođenja izratka (D03) i metoda vođenja izratka nabiranjem (D04). Metoda *zajedničkog vođenja izratka* (D01) koristi se kod šivanja jednog ili dva sloja ravnih ili blago zakrivljenih kontura. *Osnovni način vođenja izratka* (D02) koristi se kod šivanja izradaka malih i srednjih dimenzija s ravnim ili blago zakrivljenim konturama. Razlikuje se vođenje izratka s jednom (D02/1) ili dvije kontrolne točke (D02/2) što ovisi o duljini krojnog dijela. *Metoda pojedinačnog vođenja* (D03) primjenjuje se za šivanje dva sloja izratka s ravnim, blago zakrivljenim konturama ili konturama s različitim polumjerom zakrivljenosti. *Metoda vođenja nabiranjem* (D04) koristi se za šivanje izradaka različitih oblika kontura, te kod uzorkastih tkanina.

Ovisno o tehničkoj opremljenosti šivaćih strojevi imaju mogućnost učvršćivanja šava polugom mehanizma za učvršćivanje šava (U01), tipkom za učvršćivanje šava (U02), programirano učvršćivanje primjenom procesnog mikroročunala (U03).

Polugom mehanizma za učvršćivanje (U01) (tab.3, sl.8) učvršćivanje se izvodi sklopom pokreta desne ruke

pri čemu radnik poseže do poluge pokretima R30A/G5, pritišće polugu pokretima M4A/AF čime se uključuje mehanizam za povratno šivanje. Nakon toga pokretima RL2/R30B ispušta polugu i vraća ruku do izratka. Smjer šivanja mijenja se u okviru osnovnog pokreta M4A/AF i izvodi se istovremeno s pokretom stopala (FM) za vođenje procesa šivanja te zahtjeva dobru koordinaciju ruku i nogu, te visok stupanj uvježbanosti radnika. Duljina povratnog šivanja odnosno učvršćivanja šava ovisi o vremenskom trajanju pritiska na polugu pokretom AF. Vrijeme izvođenja sklopa pokreta iznosi 30,8 TMU (1,11 s). Ovaj sklop pokreta izvodi se kod početnog i/ili završnog učvršćivanja šava.

Ovisno o tehničkoj opremljenosti univerzalni šivaći stroj može imati *tipku za učvršćivanje šava* (U02) (Tab. 4, sl. 9). Sklopom pokreta desne ruke R10A/G5 poseže se do tipke, AF pritiskanjem se uključuje mehanizam za povratno šivanje, te sklopom pokreta RL2/R10B prekida se kontakt između prsta i tipke, te se ruka vraća do izratka. Smjer šivanja mijenja se tijekom trajanja osnovnog pokreta AF, a duljina povratnog šivanja odnosno učvršćivanja šava ovisi o vremenskom trajanju pritiska tipke (AF). Istovjetan sklop pokreta desne ruke

postoji kod početnog i/ili završnog učvršćivanja šava. Vrijeme sklopa pokreta iznosi 20,9 TMU (0,75 s).

Kod suvremenih šivaćih strojeva opremljenih procesnim mikroračunalom prije početka šivanja definira se i programira početno i/ili završno učvršćivanje šava kao broj uboda (od 0 do 9 uboda), ovisno o zahtjevima šava. Time su eliminirani pokreti R30A/G5/M4A/AF/RL2/R30B potrebni za izvođenje učvršćivanja šava pomoću poluge mehanizma za učvršćivanje šava, odnosno pokreti R10A/G5/AF/RL2/R10B potrebni za izvođenje učvršćivanja šava pomoću tipke za učvršćivanje.

U tehnološkom procesu šivanja koriste se pomoćne naprave koje se dograđuju na univerzalne i specijalne šivaće strojeve da bi se olakšala i ubrzala izrada određenih šavova, poboljšala kvaliteta i izgled šava. Graničnici se postavljaju na osnovnu ploču šivaćeg stroja i koriste se za vođenje jednog, dva ili više slojeva izratka na točno određenoj udaljenosti od igle. Upotrebom graničnika smanjuje se potreban broj stupnjeva slobode prilikom vođenja izratka jer je definiran položaj odnosno udaljenost šava od ruba materijala, te radnik prilikom rukovanja izratkom tijekom šivanja ima samo jedan stupanj slobode (smjer šivanja). *Pozicioniranje izratka korištenjem graničnika* (E04) sastoji se od sklopa pokreta FM (M6A)/FM/RL2 čiji je vremenski iznos 17,0 TMU (0,61 s). Upotrebom graničnika smanjuje se zamor i opterećenje radnika, smanjuje se broj prekida šivanja što utječe na izgled i kvalitetu šava, te doprinosi povećanju ubodne brzine šivanja jer rukovanje izratkom ima jedan stupanj slobode. Odsijecanje konca izvodi se po završetku tehnološkog zahvata šivanja, a ovisno o tehničkoj opremljenosti šivaćeg stroja se izvodi običnim (F01) ili specijalnim (F02) škarama, mehanizmom za automatsko odsijecanje konca (F03) ili napravom za odsijecanje konca (F04).

Odsijecanje konca *običnim škarama* (F01) koristi se kod šivaćih strojeva

koji nemaju mehanizam za automatsko odsijecanje konca ili napravu za odsijecanje konca. Odsijecanje konca običnim škarama izvodi se na način da po završetku procesa šivanja radnik lijevom rukom izvuče izradak ispod pritisne nožice (M10B) dok desnom rukom uzima škare (R25B/G5/G2), prenosi škare do konca uz istovremeno otvaranje škara (M20B/M6C/(M2A)), odsijeca konac (AF/(M2A)) i odlaže škare te vraća ruku do izratka (M25A/RL1/R25B), (tab. 6., sl.11). Normalno vrijeme izvođenja sklopa pokreta iznosi 76,0 TMU (2,74 s).

Odsijecanje konca *specijalnim škarama* (F02) koristi se također kod strojeva koji nisu opremljeni mehanizmom za automatsko odsijecanje konca ili napravom za odsijecanje konca. Specijalne škare su ergonomski oblikovane i drže se u desnoj ruci, ali njihovo korištenje umanjuje dinamičnost i točnost izvođenja pokreta. Zahvat odsijecanja konca specijalnim škarama izvodi se tako da radnik po završetku procesa šivanja lijevom rukom izvlači izradak ispod pritisne nožice (M4B), desnom rukom prenosi škare do konca i pritiskanjem krakova škara istovremeno odsijeca konac (M6C/AF/(M2A)), (Tab. 7). Normalno vrijeme izvođenja iznosi 21,7 TMU (0,78 s).

Automatsko odsijecanje konca *mehanizmom za odsijecanje konca* (F03) izvodi se pokretom stopala odnosno pritiskom pete na gazilo, pri čemu se automatski podiže pritisna nožica i igla, te uključuje mehanizam za odsijecanje konca (Tab. 8). Normalno vrijeme izvođenja iznosi 16,8 TMU (0,61 s).

Odsijecanja konca *napravom za odsijecanje* (F04) koristi se kod specijalnog šivaćeg stroja za obamitanje gdje se na kraju procesa šivanja lijevom rukom izradak prenosi do naprave za odsijecanje konca (tab.9, sl.12). Normalno vrijeme izvođenja iznosi 11,3 TMU (0,41 s).

Zahvati tijekom prekida šivanja predstavljaju pomoć prilikom izvođenja strojno-ručnog zahvata šivanja većih










krojnih dijelova (šavovi duljina > 35 cm) s obzirom da se šavovi duljina od 30 do 35 cm mogu prošiti u jednom segmentu šava. Tijekom prekida šivanja izvodi se promjena hvatišta (G01), poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta jedne ili dviju ruka (G02, G03) i zakretanje oko igle jednom ili s dvije ruke (G04, G05). Ovi standardni sklopovi pokreta izvode se u središnjem vidnom polju radnika. Položaj izratka s uporištem pod pritisnom nožicom uvjetuje smanjeni stupanj slobode pokreta, ali omogućava sastavljanje ili zakretanje izratka. Poravnavanje rubova kontura izvodi se tijekom prekida šivanja duljina šavova većih od 35 cm ili većih polumjera zakrivljenosti. Kod poravnavanja izratka tijekom prekida šivanja radnik mijenja položaj iz prednjeg u srednji sjedeći položaj, što zahtjeva određenu uvježbanost i izvođenje istovremenih i kombiniranih pokreta. Zakretanje izratka oko igle je postupak u kojem dolazi do promjene smjera šivanja pri čemu je potrebno da je igla u donjem položaju. Kod suvremenih šivaćih strojeva opremljenih procesnim mikroračunalom prilikom prekida šivanja igla se nalazi u donjem položaju, a pokretom stopala (FM) podiže se samo pritisna nožica kako bi radnik mogao zakrenuti izradak za izvođenje slijedećeg segmenta šava.

Promjena hvatišta (G01) izvodi se sa svrhom kontrole nad izratkom i poravnavanja rubova kontura slijedom pokreta (RL1/mR30B/G1A) (tab.10, sl.13). Normalno vrijeme izvođenja iznosi 13,9 TMU (0,50 s).

Poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta desne ruke (F02) izvodi se sklopom pokreta (RL1/mR30E/G1A/M6C/P1SE) (tab.11, sl.14), a koristi se kao priprema za izvođenje tehnološkog zahvata šivanja. Normalno vrijeme izvođenja iznosi 25,6 TMU (0,92 s).

Poravnavanje rubova kontura s promjenom hvatišta obje ruke (G03) sastoji se od ispuštanja (RL1), posezanja ruke duž ruba izratka (mR30E), hvatanja (G5/G2) i sastavljanja

Tab.15 Mogućnosti izvođenja tehnološkog zahvata šivanja s obzirom na duljinu i način učvršćivanja šava

Red.br.	Šav	Duljina šava	Zahvati šivanja	Oznaka
1.		kratki šav - bez učvršćivanja (jedan segment)	aktiviranje gazila šivanje odrezivanje konca	FM t _{ar} / D01; D02; D03 F01; F02; F03; F04
2.		kratki šav - učvršćivanje na početku (jedan segment)	aktiviranje gazila učvršćivanje na početku šivanje odrezivanje konca	FM U01, U02, U03 t _{ar} / D01; D02; D03 F01; F02; F03
3.		kratki šav - učvršćivanje na kraju (jedan segment)	aktiviranje gazila šivanje učvršćivanje na kraju odrezivanje konca	FM t _{ar} / D01; D02; D03 U01, U02, U03 F01; F02; F03
4.		kratki šav - učvršćivanje na početku i kraju (jedan segment)	aktiviranje gazila učvršćivanje na početku šivanje učvršćivanje na kraju odrezivanje konca	FM U01, U02, U03 t _{ar} / D01; D02; D03 U01, U02, U03 F01; F02; F03
5.		dugi šav - učvršćivanje na početku (dva ili više segmenata spajanja)	aktiviranje gazila učvršćivanje na početku šivanje 1 segmenta (cca 10-15 cm) poravnavanje šivanje 2 segmenta (cca 30-35 cm) odrezivanje konca	FM U01, U02, U03 t _{ar} / D01; D02; D03 G02;G03 t _{ar} / D01; D02; D03 F01; F02; F03
6.		dugi šav - učvršćivanje na kraju (dva ili više segmenata spajanja)	aktiviranje gazila šivanje 1 segmenta (cca 10-15 cm) poravnavanje šivanje 2 segmenta (cca 30-35 cm) učvršćivanje na kraju odrezivanje konca	FM t _{ar} / D01; D02; D03 G02;G03 t _{ar} / D01; D02; D03 U01, U02, U03 F01; F02; F03
7.		dugi šav - bez učvršćivanja (dva ili više segmenata spajanja)	aktiviranje gazila šivanje 1 segmenta (cca 10-15 cm) poravnavanje šivanje 2 segmenta (cca 30-35 cm) odrezivanje konca	FM t _{ar} / D01; D02; D03 G02;G03 t _{ar} / D01; D02; D03 F01; F02; F03
8.		dugi šav - učvršćivanje na početku i kraju (dva ili više segmenata spajanja)	aktiviranje gazila učvršćivanje na početku šivanje 1 segmenta (cca 10-15 cm) poravnavanje šivanje 2 segmenta (cca 30-35 cm) učvršćivanje na kraju odrezivanje konca	FM U01, U02, U03 t _{ar} / D01; D02; D03 G02;G03 t _{ar} / D01; D02; D03 U01, U02, U03 F01; F02; F03
9.		dugi šav - šivanje s promjenom smjera šivanja (dva ili više segmenata spajanja)	aktiviranje gazila šivanje 1 segmenta (cca 10-15 cm) zakretanje poravnavanje šivanje 2 segmenta (cca 30-35 cm) odrezivanje konca	FM t _{ar} / D01; D02; D03 G04, G05 G02, G03 t _{ar} / D01; D02; D03 F01; F02; F03

(M6C/P1SE/G5) (Tab. 12, sl. 15). Normalno vrijeme izvođenja iznosi 30,4 TMU (1,09 s).

Zakretanje izratka oko igle jednom rukom (G04) izvodi se kod izradaka manjih dimenzija pri prekidu šivanja dok je igla u donjem položaju (tab.13, sl.16). Normalno vrijeme izvođenja iznosi 34,4 TMU (1,24 s).

Zakretanje izratka oko igle s dvije ruke (G05) izvodi se kod promjene smjera šivanja izradaka većih dimenzija. Tijekom prekida šivanja, igla se nalazi u donjem položaju, a radnik sklopom pokreta (FM/M30C(M15C)/FM) izvodi zahvat s obje ruke (tab.14, sl.17). Normalno vrijeme izvođenja iznosi 36,1 TMU (1,30 s).

Razrađeni standardni sklopovi pokreta strojno-ručnog zahvata šivanja omogućavaju određivanje optimalne metode rada u ovisnosti o vrsti tehnološke operacije, duljini i karakteristikama šava. Izborom metode šivanja, a ovisno o vrsti tehnološke operacije, duljini, vrsti i položaju šava analizirani su načini šivanja s obzirom na broj segmenata šava. U tab.15 prikazani su zahvati šivanja za različite duljine šavova (kratki i dugi šav), različite načine učvršćivanja šavova (bez učvršćivanja šava, učvršćivanje šava na početku i/ili učvršćivanje šava na kraju) i šivanje s promjenom smjera.

Tehnološki zahvat šivanja je složen za izvođenje zbog potrebne visoke točnosti i zahtjeva dobre psihomotoričke sposobnosti radnika. Prilikom izvođenja tehnoloških operacija šivanja ovisno o vrsti tehnološke operacije, duljini i karakteristikama šava razlikuje se način izvođenja zahvata šivanja. Metoda vođenja izratka u procesu šivanja ovisi o karakteristikama kontura izratka (ravne, zakrivljene, veličina polumjera zakrivljenosti). Ovisno o vrsti tehnološke operacije i njenoj poziciji na odjevnom predmetu izvodi se učvršćivanje šava. Način učvršćivanja šava ovisi o tehničkoj opremljenosti šivaćeg stroja pri čemu se razlikuje učvršćivanje šava korištenjem poluge mehanizma za učvršćivanje, tipke za učvršćivanje

ili programirano. Šivanje šava može biti bez učvršćivanja, te s početnim i/ili završnim učvršćivanjem. Izvođenje učvršćivanja šava zahtjeva uvježbanost i dobru koordinaciju pokreta radnika jer se izvodi istovremeno s pokretom stopala. Duljina šava na krojnim dijelovima utječe na broj segmenata šivanja, pri čemu radnik u jednom segmentu može proći od 30 do 35 cm šava bez prekida čime se postiže zadovoljavajuća kvaliteta i preciznost izvođenja tehnološke operacije. Kod kratkih šavova dužine do 20 cm radnik izvođenje tehnološke operacije izvodi u samo jednom segmentu odnosno bez prekida šivanja. Kod šavova većih duljina radnik tijekom prekida šivanja izvodi poravnavanje izradaka da bi se postigla zahtijevana točnost i kvaliteta šava. U postupku šivanja izradaka većih duljina koji zahtijevaju učvršćivanje šava na početku, radnik nakon početnog učvršćivanja šava može proći izradak maksimalno 10 do 20 cm nakon čega slijedi prekid šivanja i poravnavanje izratka što je u skladu s njegovim senzorskim i motoričkim sposobnostima jer učvršćivanje šava prekida dinamičnost slijeda pokreta i ritmičnost izvođenja. Kod šivanja izradaka s promjenom smjera šivanja nakon zahvata zakretanja izratka slijedi poravnavanje da bi se postigla zahtijevana kvaliteta u drugom segmentu šava. Odsijecanje konca škarama izvodi se na kraju zahvata šivanja te zahtijevaju uvježbanost radnika jer prekidaju dinamički tok i ritmičnost izvođenja tehnološke operacije. Kod programiranog načina odsijecanja konca pritiskom pete na gazilo podiže se igla i pritisna nožica, te daljnjim aktiviranjem gazila uključuje mehanizam za odsijecanje konca. Razrađeni sklopovi pokreta zahvata šivanja se koriste za određivanje optimalnih metoda rada, ovisno o zahtjevima tehnološke operacije šivanja, duljini kontura krojnih dijelova koji se spajaju, tehničkoj opremljenosti stroja, te zahtjevima za učvršćivanje šava.

6. Zaključak

Tehnološki zahvat šivanja je temeljna svrha rada na oblikovanom radnom mjestu unutar kojeg se izvodi funkcionalna promjena nad izratkom pri čemu radnik i stroj rade zajedno. Zahvat šivanja izvodi se uz usredotočenost vida u središnjem vidnom polju, pri čemu radnik radi u prednjem radnom položaju, te ruke koristi za vođenje izratka, a noge za reguliranje ubodne brzine šivanja.

Za određivanje pomoćnih ručnih zahvata koji su sadržani u tehnološkom zahvatu šivanja primjenjuje se sustav sintetičkih vremena MTM pomoću kojeg je moguće razraditi standardne sklopove pokreta s pripadajućim normalnim vremenom izvođenja. Unutar tehnološkog zahvata šivanja sadržana su 4 različita načina vođenja izratka (D01-D04), 3 načina učvršćivanja šava (U01-U03), vođenje izratka primjenom graničnika (E04), 4 načina odsijecanja konca (F01-F04), te 4 načina izvođenja zahvata tijekom prekida šivanja (G01-G04). Navedeni načini izvođenja zahvata su detaljno i sustavno prikazani i opisani u radu, te su prikazani izračuni normalnih vremena trajanja standardnih sklopova pokreta.

Kombinacijom standardnih sklopova pokreta zahvata šivanja moguće je odrediti najpovoljniji način šivanja odnosno najpovoljniju metodu rada. Izbor pojedinih standardnih sklopova pokreta za tehnološku operaciju šivanja ovisi o karakteristikama tkanine, duljini i obliku kontura šava krojnih dijelova, tehničkoj opremljenosti šivaćih strojeva, te uvježbanosti radnika i njegovim motoričkim (vidnim i taktilnim) sposobnostima. S obzirom na duljinu (kratki šav, dugi šav) i karakteristike šava (ravni, zakrivljeni) razlikuje se devet osnovnih načina šivanja.

Utvrđivanjem standardnih sklopova optimalnih pokreta primjenom MTM sustava ubrzan je postupak iznalaženja optimalne metode rada i određivanje i analiza vremena izvođenja tehnološke operacije jer se metoda

rada može definirati već pri projektiranju radnih mjesta. Standardni sklopovi pokreta osiguravaju primjenu ergonomskih načela pri izvođenju tehnoloških operacija i oblikovanja radnih metoda i radnih mjesta čime se smanjuje opterećenje radnika, smanjuje vrijeme izvođenja i povećava proizvodnost.

Literatura:

- [1] Kirin S., Dragčević Z., Firšt Rogale S.: Workplace redesign in the computer-aided technological sewing process, *Tekstil* 63 (2014) 1-2, 14-26, ISSN 0492-5882
- [2] Dragčević Z., Firšt Rogale S.: Metode određivanja vremena strojno - ručnih tehnoloških zahvata šivanja, *Tekstil* 51 (2002.) 2, 51-63, ISSN 0492-5882
- [3] Dragčević, Z., Kirin S., Šaravanja B.: A Method Workplace Design for Sewing Operations, Book of Proceedings 22nd International DAAAM Symposium Intelligent Manufacturing & Automation: Power of Knowledge and Creativity, Katalinić, B. (ed.), November 23th to 26th 2011, Vienna, Austria, 0379-0380, ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-83-4
- [4] Balatić Z., Polajnar A., Jevšnik S.: Ergonomija v teoriji in praksi, Nacionalni inštitut za javno zdravstvo, Ljubljana, 2016., ISBN 978-961-6911-91-7
- [5] Barnes M. R.: Motion and Time Study Design and Measurement of Work, 7th edition, John Wiley & Sons Inc., USA, 1980., ISBN 0-471-05905-6
- [6] Aft S.L.: Measurement of Work, Chapter 5.1 In Maynard's Industrial Engineering Handbook, 5th Edition, Kjell B. Zandin (ed.), McGraw-Hill, New York, USA, 2001, ISBN 0-007-041102-6, pp. 5.3-5.22.
- [7] Dragčević Z., Rogale D., Trgovec Lj., Kunštek A., Ljubić Z., Hursa A.: Suvremena ergonomska istraživanja u procesima proizvodnje odjeće, *Tekstil* 47 (1998.) 2, 81-89, ISSN 0492-5882
- [8] Dragčević Z., Zavec D., Rogale D., Geršak J.: Workloads and Standard Time Norms in Garment Engineering, *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*, 2 (2002) 2, 1-16, ISSN 1533-0915
- [9] Meyers F.E., Stewart J.R.: Motion and Time Study, 3th edition, Prentice Hall, New Jersey/Columbus/Ohio, 2002, ISBN 0-13-03061670-9
- [10] Kirin S., Dragčević Z.: Sustavi logičkih sklopova pokreta u tehnološkom procesu šivanja, 8. znanstveno stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, Bischof S. (ur.), 26. siječnja 2015., Zagreb, Hrvatska, 28-33, ISSN 1847-2877
- [11] Kirin, S., Dragčević, Z.: Istraživanje radnog opterećenja u tehnološkom procesu šivanja odjeće, Zbornik radova 1. stručno-znanstvenog skupa Zaštita na radu i zaštita zdravlja, Vučinić J., Mijović B. (ur.), 27.-29. 09. 2006., HOC Bjelolasica, Hrvatska, 255-264, ISBN 953-7343-02-2
- [12] Belakova, D., Kukle, S., Strazds, G.: Work Productivity Analysis in Clothing Production Lines, Book of Proceedings of 3th International Textile, Clothing & Design Conference - Magic World of Textiles, Dragčević Z. (ed.), October 8th to 11th 2006, Dubrovnik, Croatia, 387-392, ISBN 978-953-7105-26-6
- [13] Žunić Lojen D., Knez B., Geršak J.: Struktura tehnoloških operacija šivanja u ovisnosti o metodi rada, *Tekstil* 43 (1994.) 12, 661-671, ISSN 0492-5882
- [14] Dragčević Z., Kirin S., Hursa Šajatović A.: Systems of Standard Sets of Motion in Technological Sewing Operation, Book of Proceedings of the 7th International Textile, Clothing & Design Conference - Magic World of Textiles, Dragčević Z., Hursa Šajatović A., Vujasinović E. (Eds.), October 5th to 8th 2014, Dubrovnik, Croatia, 277-282, ISBN 978-953-7105-54-9, ISSN 1847-7275
- [15] Kirin S., Dragčević Z., Polajnar A.: Radno opterećenje i zamor u tehnološkom procesu šivanja, *Tekstil*, 53 (2004.) 5, 226-243, ISSN 0492-5882
- [16] Liekweg D., Rademacher K., Desevye A., Hopf H.: Optimale Nähmethoden für die Konfektion von Maschenwaren, Technischer Beratungsdienst an der Fachhochschule Sigmaringen, Sigmaringen, 1983.
- [17] Geršak J.: Priprava proizvodnje oblačil, Udžbenik Univerze v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Maribor, Slovenia, 2009., ISBN 978-961-248-119-3
- [18] Heckner R.: Zeitwertkartei und Proceßzeitberechnung für die Näherei, *Bekleidung+ Wäsche*, 27 (1975) 18, 1081-1084
- [19] Firšt Rogale S.: Metode određivanja strojno-ručnih vremena tehnoloških zahvata šivanja, Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, ožujak 2002.
- [20] Rogale D., Dragčević Z.: Sustav za automatska mjerenja procesnih parametara i strukture tehnoloških operacija proizvodnje odjeće, Državni zaod za intelektualno vlasništvo, klasifikacijska oznaka 38-03/01-010/0694 od 21. rujna 2001., upisano u Registar prijava patenata Državnog zavoda za intelektualno vlasništvo pod oznakom P2001094A prema zaključku od 26. rujna 2001. Objavljeno u Hrvatskom glasniku intelektualnog vlasništva br. 6 od 31.12.2001., str. 2344 pod međunarodnom klasifikacijom patenta Int.CI.D 05 B 19/00
- [21] Firšt Rogale S., Rogale D., Dragčević Z.: Numeričko određivanje strojno-ručnih vremena tehnoloških operacija šivanja, Zbornik radova 2. znanstveno-stručnog savjetovanja Tekstilna znanost i gospodarstvo, Ujević D., Penava Ž. (ur.), 23. siječnja 2009., Zagreb, Hrvatska, 173-178, ISBN 978-953-710-27-3

SUMMARY

Defining standard sets of motions in the technological suboperation of sewing using the MTM-System

S. Kirin¹, A. Hursa Šajatović²

According to its execution structure, the technological sewing operation consists of support-hand suboperations: taking, putting together, positioning, suboperations during sewing breaks and laying off as well as the technological machine-manual suboperation of sewing. In the paper an overview of possible individual suboperations contained in the technological sewing operation and perform of the technological suboperation of sewing are given. Within the technological suboperation of sewing the methods of guiding the work piece in the sewing process, various methods of seam bar tacking, use of auxiliary devices, suboperations during sewing breaks, various methods of cutting of the thread regarding the technical equipment of the sewing machines, seam properties, and level of worker training were developed. By systematic exploration of possible work methods, their standardization and elaboration to the level of basic motions using MTM (Method Time Measurement) system, standard logic sets of basic motions have been established, which can be used to determine the optimal work method which enables the determination of real norms and the reduction of workers workload.

Key words: technological sewing process, MTM system, basic motions, standard sets of motions, technological suboperation of sewing

¹*Karlovac University of Applied Sciences, Department of Safety and Protection Engineering*

Karlovac, Croatia

²*University of Zagreb Faculty of Textile Technology, Department of Clothing Technology*

Zagreb, Croatia

e-mail: snjezana.kirin@vuka.hr; anica.hursa@ttf.hr

Received February 15, 2018

Die Definition von Standardbewegungssätzen im technologischen Untervorgang von Nähen unter Verwendung des MTM-Systems

Entsprechend der Durchführungsstruktur besteht der technologische Nähvorgang aus unterstützenden manuellen Teilvorgängen: Entnehmen, Zusammenfügen, Positionieren, Teilvorgänge während der Nähpausen und Ablegen sowie dem maschinell-manuellen Teilvorgang des Nähens. In der Arbeit wird ein Überblick über mögliche einzelne Teilvorgänge gegeben, die im technologischen Nähvorgang und in der Durchführung des technologischen Teilvorgangs des Nähens enthalten sind. Im Rahmen des technologischen Teilvorgangs des Nähens die Methoden zur Führung des Werkstücks im Nähprozess, verschiedene Methoden zur Nahtverriegelung, Einsatz von Hilfsgeräten, Teilvorgänge während der Nähpausen, verschiedene Methoden zum Schneiden des Nähfadens in Bezug auf die technische Ausstattung der Nähmaschinen, Nahteigenschaften und das Niveau der Arbeiterschulung wurden entwickelt. Durch die systematische Erforschung möglicher Arbeitsmethoden, deren Standardisierung und Ausarbeitung auf der Ebene der Grundbewegungen unter Verwendung des MTM-Systems (Method Time Measurement) wurden logische Grundbewegungssätze erstellt, mit denen die optimale Arbeitsmethode ermittelt werden kann, die zur Bestimmung der optimalen Arbeitsmethode eingesetzt werden kann, wodurch die Bestimmung von realen Normen and die Verminderung der Arbeitsbelastung der Arbeitnehmer ermöglicht wird.