

КЛАСИФИКАЦИЯ НА МЕТОДИТЕ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТТА И ЗАГРЯВАНЕТО НА ШЕВНАТА ИГЛА

Благойка ПЪЛЕВА-КАДИЙСКА

Югозападен Университет "Неофит Рилски", Технически факултет,
катедра "Машиностроителна техника и технологии",
ул."Ив. Михайлов" 66, Благоевград, България
bip_k@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Систематизирани са методите за намаляване на загряването и повишаване на износоустойчивостта на шевната игла. Показани са прилаганите от фирмите производители подходи за повърхностна обработка и използваните покрития, с цел намаляване на триенето между иглата и съединяваните материали. Изброени са някои от характеристиките им, имащи значение за правилния избор на игла. Разгледани са нови, все още невъведени в производството на шевни игли технологии, които подобряват параметрите на процеса шиене.

Ключови думи: шевна игла, износоустойчивост и загряване на иглата, повърхностна обработка и покритие на иглата.

CLASSIFICATION OF THE METHODS TO IMPROVE WEAR RESISTANCE AND HEATING THE SEWING NEEDLE

Blagoyka PALEVA-KADIYSKA

South-West University, Faculty of Engineering,
Department "Mechanical engineering and technologies",
66 "Ivan Mihaylov" str., Blagoevgrad, Bulgaria
bip_k@abv.bg

ABSTRACT

In the paper was systematized the methods to reduce heat and increase the durability of the sewing needle. Below are applied by the manufacturers, approaches to its treatment and surface coatings used to reduce friction between the needle and joining materials. Listed here are some of their characteristics relevant to the selection of the needle. Here is examined and new, as yet non-phase production findings, which show improved parameters during sewing.

Keywords: sewing machine needle, wear resistance and heating the needle, surface treatment of the needle and needle coating.

УВОД

Основната задача на шевното производство е да удовлетворява изискванията за високо качество и разнообразие на асортимента на шевните изделия. Постигането ѝ изисква обширни и задълбочени знания от специалистите, без които е невъзможно внедряването на нови технологични процеси, необходими за изработването на облекла с желаното качество.

Шиенето е една от последните стъпка на един дълъг производствен процес. Той се реализира в резултат на взаимодействие между шевния материал и иглата. Чрез него двумерната тъкан се превръща в триизмерна дреха. Един от основните детайли на всяка шевна машина е иглата, без която не може да бъде осъществен процеса.

От правилният ѝ избор в голяма степен зависи качеството на готовото изделие. Използването на неподходяща игла води до повреди по тъканта, късане на конеца и понижаване на качеството на продукцията. Най-съществените дефекти са механични и термични, причинени от шевната игла.

За механичните повреди основна вина има геометрията (*Фигура 1*) на иглата.



Фиг. 1 Шевна игла

В последните години навлизат в производството тъкани с нови влакна и структура, с различни характеристики при шиене. Най-големия проблем при високоскоростните съвременни шевни машини са дефектите причинени на плата и конеца от загряването на иглата. Използването в индустрията на материали с абразивни слоеве води до повишаване на износването на шевната игла.

По време на шиенето тъканта се съпротивлява срещу проникването на иглата в нея. Това води до отделяне на топлина и прегряване на иглата, особено при високоскоростните шевни машини.

Наличието на систематизирана информация ще подпомогне избора, ще спести време и ще насочи към правилно прилагане на подходяща шевна игла, в зависимост от особеностите на съединяваните материали.

Целта на разработката е да се предложи една по-пълна класификация на методите за намаляване на загряването и повишаване на изнosoустойчивостта на шевната игла, като се:

1. Систематизират съответните направления.
2. Представят и анализират методи за повърхностна обработка и използваните покрития на иглата.

ИЗЛОЖЕНИЕ

I. Методи за намаляване на загряването и увеличаване на изнosoустойчивостта на шевната игла.

В процеса на съединяване на детайлите движението на иглата през материала е съпроводено с триене. Голяма част от работата по преодоляване на триенето между иглата и материала се превръща в топлина. Тъй като зоната на контакта е малка, а освобождаването ѝ е именно чрез контактната зона, секционното повишаване на температурата е много голямо и достига до 200-300 °C.

От технологичните режими на работа на шевната машина едни от основните параметри, влияещи на качеството на съединените детайли, са износването и загряването на иглата, възникващи при преминаването ѝ през материала.

Когато температурата на повърхността на иглата достигне точката на топене на текстилния материал, повърхността на допиране на тъканта се разтопява. Според Vedat Dal и др. [1] повишението на температурата зависи от: скоростта на машината; броя, напречното сечение и състоянието на повърхността на иглата; плътността и дебелината на съединяваните материали; вида и дебелината на шевния конец и др.

Според Кунаева, Т. П. [2], върху износването и загряването на иглата, в процеса на образуване на шевното съединение, влияние

оказват фактори като: скорост на машината; гъстота на бодовия ред; дебелина на съединяваните материали; номер на шевната игла; линейна плътност и състав на конеца; сила на опън на конеца; сила на притискане на крачето и др.

Установено е от Mazari A. A. [3], че скоростта на шиене; броя на иглите; линейната плътност на конците; времето за шиене; дебелината и структурата на тъканта, имат голямо влияние върху температурата на иглата. От друга страна гъстотата на бодовия ред и параметрите на околната среда - влажност и температура играят второстепенна роля в загряването ѝ.

В текстилните материали увреждането се състои от скъсани или разтопени влакна. Съединяваните материали с повишено съдържание на синтетични влакна имат тенденция към разтопяване и прилепване към иглата, което създава затруднения при тяхната обработка. Тези дефекти са особено неприятни в трикотажните платове, тъй като водят до скъсани нишки, пропуснати бримки и нарушаване целостта на структурата. В някои случаи тези дефекти остават незабелязани по време на обработката и се появяват при обтягане на изделието в процеса на носене или при пране.

Високата температура на иглата оказва отрицателно влияние и върху здравината на конеца, който е в пряк контакт с нея и след спиране на шиенето. При възобновяване на процеса този конец влиза в състава на следващия шев, което води до намаляване здравината на шева.

От проведени изследвания става ясно, че здравината на конеца е също в пряка зависимост от степента на износване на иглата [4]. Този негативен ефект се проявява на по-късен етап, по време на използването на продукта. Ето защо някои автори [3] препоръчват след спиране на шиенето около 20 см от конеца да се премахне и да не се използва за следващия шев.

Желателно е температурата на иглата да се поддържа под 140°C [1].

Едни от начините на действие за повишаване качеството на съединяваните детайли са чрез намаляване на загряването и износването на иглата. Това се постига чрез различни средства.

Проучването на фирмена литература и каталожна информация за прилаганите в практиката начини за подобряване на параметрите на иглата в процеса шиене, както и на много научни публикации на изследвания по въпроса

установи, че съществуващите класификации [2] на тези способности са непълни.

Анализът на литературните източници даде възможност да се систематизират тези техники. Предлага се една по-пълна класификация на методите за намаляване на загряването и повишаване на изнosoустойчивостта на шевните игли, която е представена на *Фигура 2*.

II. Повърхностна обработка и покритие на шевната игла.

Топлината се отвежда от иглата чрез: лъчение, топлопроводимост и конвекция. Лъчението има малко участие в охлаждането на иглата и единствения начин да бъде увеличено е да се промени структурата на повърхността. При втория начин топлината се разпространява по направление на оста на иглата и чрез иглодържача се предава на машината. Така се отвежда около 85% от топлината при спряла машина. От движението на въздуха около иглата тя губи от своята топлина чрез конвекция. Загубата е 10% при спряла машина и 60% при работеща машина [1].

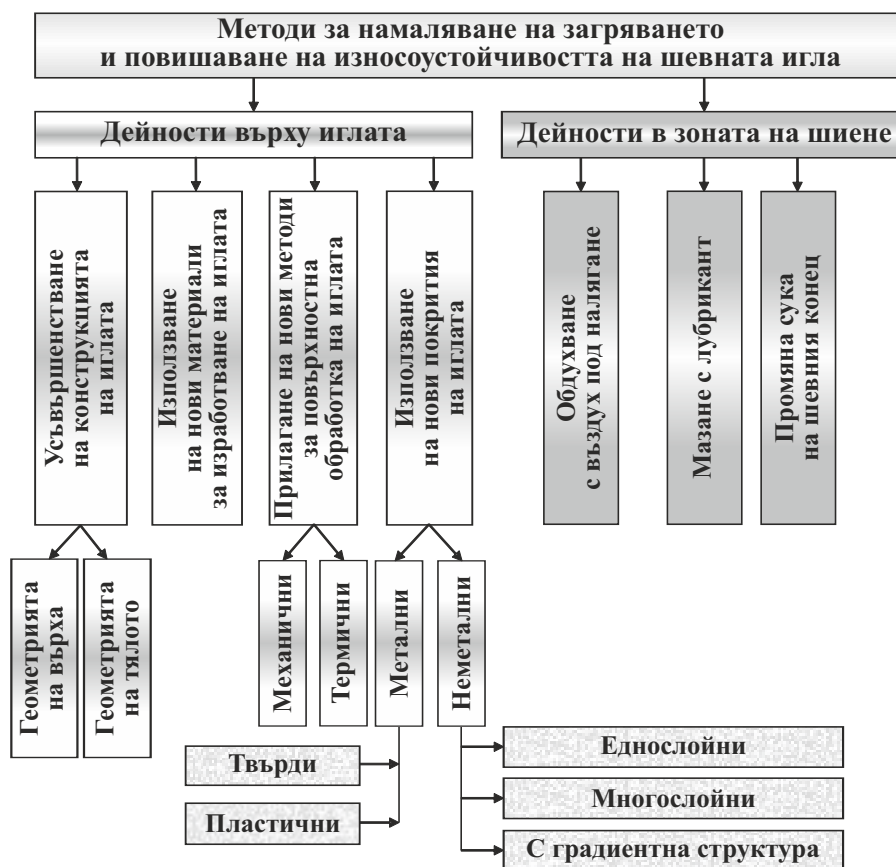
Произвежданата топлина от триенето между иглата и плата е тясно свързана с качеството на повърхностния слой на иглата. Разработват се и се прилагат различни методи за обработката му и покрития за намаляване на триенето, предотвратяване на топенето на текстилния материал и неприлепването му към иглата по време на шиене.

Стоманените игли имат много гладка повърхност и в резултат на това намален коефициент на триене, но в същото време са налице няколко недостатъка: полираната повърхност излъчва по-малко топлина, което намалява степента на охлаждане чрез лъчение, след дълга употреба и неправилно съхранение кородират. Не се препоръчват за използване при съединяване на синтетични и полусинтетични материали. Използването на синтетични шевни конци също не е желателно, тъй като могат да се разтопят, да залепнат по иглата и да повредят тъканта.

За премахване на тези недостатъци на полираните игли са правени изследвания [5] за използване на криогенна обработка. Процесът не е заместител на топлинната обработка, а по-скоро продължение на процеса закаляване. Чрез въздействие с температури до -196°C остатъчният аустенит се превръща в мартензит.

Предимствата на криогенното третиране са: повишаване на устойчивостта на износване; подобрени термични свойства; намален коефи-

циент на триене; подобрена гладкост. Животът на шевните игли се удължава с 15-25%.



Фиг. 2 Класификация на методите за намаляване на загряването и увеличаване на износоустойчивостта на шевната игла

Чрез използване на микро-абразивно полиране [6], качеството на шевната игла се подобрява, като със 70% се увеличава микротвърдостта и два пъти износоустойчивостта. Тъй като тази повърхностна обработка съвместява няколко технологични операции, се пести време и средства при производството, което ще доведе до намаляване цената на иглата.

На изработените от стомана и полирани игли в последния етап от обработката им, може чрез електролиза да се нанесе покритие, за да се осигури устойчивост на корозия, износване, загряване и счупване. Обикновено то е метално от Cr или Ni.

Покритието от никел гарантира добра корозионна защита и подобрена топлопроводност, но при повишаване на температурата качеството му се влошава и иглата променя цвета си. Поради тази причина използването им във ви-

сокоскоростни шевни машини не е препоръчително.

Покритието от хром гарантира висока твърдост и износоустойчивост, но често по иглите с това покритие се появява корозия. Коефициентът на триене е 0.6, който е висок за съвременните високоскоростни машини. Въпреки това хромът е най-прилагания материал за покритие на шевни игли и те могат да се използват във всички видове шевни машини и за всички видове шевове.

Върху полираните и хромирани игли могат да бъдат нанесени допълнително различни неметални покрития, целящи да подобрят параметрите на иглата, играещи важна роля в процеса на работа.

Политетрафлуороетилен (PTFE) е неметално покритие, известно с търговското си наименование "Тефлон". Той има нисък коефициент

на триене - 0.15 и не позволява на разтопения материал да залепне към иглата. Намалява загряването ѝ с 30-40%. Иглите с такова покритие се използват за съединяване и почистване на дебели материи като деним и трикотажни платове, направени от синтетични материали.

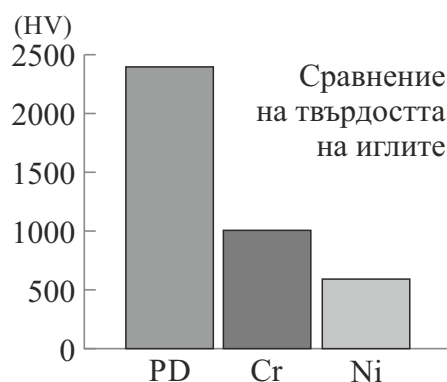
Керамичните покрития са разработени за използване в специални шевни машини. По-голямата част от тях имат коефициент на триене до 0.5. Притежават идеалното съчетание на якост, коефициент на триене и твърдост. Покритието спомага за намаляване на температурата с 20-25%, не позволява залепва-

не и предотвратява появата на статично електричество. Намалена е силата на проникване в тъканта с 20%, появяват се по-малко пропуски на шева и скъсвания на конеца. Срока на годност се увеличава два-три пъти в сравнение с обикновените игли.

На **Фигура 3** е показан разрез на игла с покритие, а на **Фигура 4** и **Фигура 5**, съответно сравнителна твърдост и тест за износване от проведени изпитвания на фирма Organ Needles. Тя е приела търговско наименование на покритието от TiN - PD/Перфектна издръжливост.



Фиг. 3 Схема-разрез на игла с покритие



Фиг. 4 Твърдост на покритията



Фиг. 5 Тест за износване на иглата

В **Таблица 1** са показани някои материали, използвани като покрития и техни характеристики, имащи значение за процеса шиене [7, 8].

Таблица 1

Характеристики на покритието	Покрития на основата на Ti				Специални покрития					
	TiN	TiNC	TiNC-MP	TiAlN	AlTiN	μAlTiN	ZrN	CrN	CVC	TiAlCN
Цвят	Златен	Сивосин	Ярко червен	Виолетово черен	Черен	Черен	Светложълт	Сребрист	Сив	Медно червен
Микротвърдост, GPa	24	37	32	35	38	38	26	18	20	28
Дебелина, μm	1-7	1-4	1-4	1-4	1-4	1-2	1-4	1-4	0.5-4	1-4
Коефициент на триене	0.55	0.2	0.2	0.5	0.7	0.3	0.5	0.3	0.15	0.25
Максимална работна температура, °C	600	400	400	800	900	900	550	700	400	500

Титановият нитрид (TiN) е най-използваното керамично покритие. Придава на иглата хомогенна, твърда и гладка повърхност. Осигурява й дълъг живот и я прави по-устойчива на износване. Има сравнително нисък коефициент на триене - 0.55 и висока якост (повече от два пъти в сравнение с игла с покритие от хром), пълна защита на повърхността от корозия, антизалеповаща повърхност, но не много здраво острие. Минимизира запушването на ухото при шиене на синтетични и пенообразуващи материали, осигурява намалено късане на шевния конец и пропускане на шева, повишава производителността. Препоръчва се за: материали с абразивен слой; дебели, твърди и устойчиви материали (деним, синтетични тъкани, кожа, винил); еластични материали; синтетични материали; спортни обувки; смесени материали (с пластмаса, карбон, фибростъкло), обработването на които може да доведе до деформиране на иглата и повишената температура от триенето няма да предизвика дефекти в изделието. Препоръчва се за игли на оверлози и покривни машини. Проведени тестове показват, че иглите с титаново-нитридно покритие са повече от два пъти по-твърди и 5 пъти по-устойчиви на износване от тези с хромово покритие (*Фигура 3* и *Фигура 4*), което може лесно да се установи при шиене на дебели и абразивни материали.

Направените изследвания от Jana Zouharová [4] на игли с покрития от TiN, PTFE и Cr показват, че по-добри от гледна точка на износостойчивост са иглите с покрития от титанов нитрид и хром, докато при тези с тефлоново покритие износването е видимо и с просто око след една работна смяна.

Никел-тефлоновото (NiT) покритие подобрява проникването на иглата в материала с 20% спрямо обикновена игла. Това дава възможност за използване и на по-дебели шевни конци. Предотвратява полепването на материал по повърхността; осигурява намалено пропускане на бодове; има гладка повърхност, добра абразия и висока корозионна устойчивост. В сравнение с тефлоновото покритие има по-добра устойчивост срещу износване. NiT покритието е равномерно по цялата повърхност на иглата, което гарантира добро плъзгане на конца през ухото. Това води до по-добрата му защита и предотвратява късането му. Покритието осигурява висока производителност

благодарение на съкращаване на възможните престои. Препоръчва се за следните материали: твърди с ниска температура на топене; изкуствени; с високо съдържание на изкуствени влакна; подложени на специални обработки (огнеупорни, цветни, модифицирани и др.); с покритие; дебели и трайни.

Търсенето на начини за намаляване на температурата на иглата по време на процеса шиене продължава. Недостатъци на покритията са сложната технология за нанасянето им, което повишава цената й. Някои от покритията имат ниска топлопроводимост и лесно се нарушава целостта им. Във всички тях намаляването на температурата е за сметка на намаляване на коефициента на триене между иглата и материала.

С. А. Егоров и М. А. Шакуров в [9] предлагат за по-добро отвеждане на топлината от зоната на контакта между иглата и материала да се използват пластични покрития, които имат фазови превръщания при температура близка до тази на разрушаване на конца. Това ще доведе до частично разтопяване на повърхностния слой и повишаване на подвижността му. Предлаганите покрития имат по-добро сцепление с метала на иглата и по-добро поглъщане на отделената топлина, поради произтичащите фазови превръщания с поглъщане на топлина (ендотермични). От изследваните покрития най-добри показатели имат тези с калай и калаено-оловна сплав, нанесени само на върха на иглата. При нанасяне на по-голям участък от иглата топлообменът се влошава.

От изложеното става ясно, че за правилния избор на подходяща шевна игла са необходими много добри познания за произвежданите видове игли и характеристиките на покритието им, както и за състава и свойствата на обработваните материали.

В момента най-известните производители на шевни игли, осигуряващи богат асортимент са:

- Schmetz - една от утвърдените фирми, която е на пазара от 1851 година. Продукцията й отговаря на всички високи изисквания и стандарти. Нейните игли се смятат за едни от най-добрите, изработени са от висококачествени материали, осигуряващи качество на шева и дълъг живот на иглата. Множеството подобрения и тесния контакт с шевната индустрия са направили

фирмата номер едно в света. Производството ѝ е базирано изцяло в Германия;

- Groz-Beckert - основана 1852 година в Германия. Първоначално изработва части за плетачни машини, а в момента един от най-значимите производители на шевни игли, притежаващ заводи в над 150 страни в света;
- Organ Needles - е един от лидерите на пазара и най-големия японски производител за индустриални шевни игли. Създадена през 1920 година първоначално за игли за грамофонни плочи, а от 1936 година започва да произвежда и игли за шевни машини. Разработките на компанията предлагат решение на всеки един от проблемите при шиене;
- TNC (Triumph Needle Corporation) - разположена в Тайван, създадена през 1988 година като дъщерна фирма на немската Lammerz. Използвайки опита ѝ се превръща в самостоятелен производител на висококачествени шевни игли.
- Altek Beissel - един от най-динамично развиващите се производители, разположена в Индия. Използват технологията, оборудването и опита на водещите европейски кампании. Първа въвежда ISO 9002, което е гаранция за високото качество на продукцията ѝ.

Заклучение

- 1) Създадена е достатъчно пълна класификация на методите за намаляване на заграването и повишаване на износоустойчивостта на шевната игла. Тя дава визуална и систематизирана информация за използваните в производството подходи, технологичните им възможности и тенденциите в създаването и усъвършенстването на нови.
- 2) Анализирани са съществуващите и вече въведени методи и използваните покрития за повърхностна обработка при изработването на шевни игли. Показани са техни предимства и недостатъци.
- 3) Проучени са и нови научни тенденции при изследванията в тази насока.
- 4) В таблица са представени материали за покрития с някои техни характеристики.

Разработената класификация и представените данни могат да се използват в образова-

телната дейност, както и да бъдат в помощ на специалистите при избор на подходяща шевна игла, която да гарантира качество на готовия продукт и висока производителност.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Vedat Dal, Merve Ertinmaz Yargici, Serdar Salman, Analyzing the effects of sewing machine needle coating materials on the needle's heating during sewing, TEKSTİL ve KONFEKSİYON 24(4), 2014, p. 393-398
2. Кунаева Т. П., Влияние дизайна конструкции швейной иглы на качество ниточных соединений деталей одежды, Техно-технологические проблемы сервиса, № 4 (14), 2010
3. Mazari A. A., A Study on the Needle Heating of Industrial Lockstitch Sewing Machine, dissertation, Technical University of Liberec, Faculty of Textile engineering, Liberec 2015
4. Zouharová Jana, Influence of surface treatments mechanical sewing needles on quality of the stitches, METAL 2007, 22. - 24. 5. 2007 Hradec nad Moravicí
5. Parthiban M., M.R. Srikrishnan and S. Viju, Cryogenics - An Engineering Tool for Textiles and Apparel, Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, Volume 8, Issue 1, Spring 2013
6. Благодарная О. В., Технологическое обеспечение качества рабочих поверхностей швейных игл магнитнам-абразивным полированием, Дисертация к.т.н., Белорусско-Российский университет, г. Могилев, 2012
7. Локтев Д., Е. Ямашин, Основные виды износостойких покрытий, Наноиндустрия, бр. 5, 2017 - http://www.nanoindustry.su/files/article_pdf/2/article_2729_179.pdf
8. <http://www.acscoating.com/coating-details.aspx>
9. Егоров С. А., М. А. Шакуров, Способ снижения температуры иглы при шитье, Технология текстильной промышленности, № 3 (332), 2011, стр. 101-103
10. *Проспекти и каталози на фирмите:* Schmetz, Groz-Beckert, Organ Needle
11. <http://organ-needles.com/english>
12. <http://www.beisselneedles.com/>
13. <http://www.schmetz.com/en/>
14. <http://www.tncneedle.com/>
15. <https://www.groz-beckert.com/>