

ІННОВАЦІЙНІ ТРЕНДИ ВИРОБНИКІВ ПАНЧІШНО-ШКАРПЕТКОВИХ АВТОМАТІВ НА ШЛЯХУ ДО INDUSTRY 4.0

Наведено новітні тренди щодо автоматизації, комп'ютеризації та електроніки для підвищення технічного та технологічного потенціалу панчішно-шкарпеткових автоматів з метою вивчення конкурентної ситуації на ринку відповідного обладнання. Виконано оцінку найбільш конкурентно спрямованих технічних рішень через їх вплив на розширення технологічних можливостей виробництва та креативності дизайну шкарпеток. Відзначено тенденції в виробництві автоматів для приєднання їх на цифровій основі до глобальної електронної мережі з подальшим входженням в Industry 4.0

Ключові слова: панчішно-шкарпетковий автомат, інновації, комп'ютеризація, електронна система, автоматизація.

L.M. BEREZIN

Kyiv National University of Technologies and Design

INNOVATIVE TRENDS OF SOCK MACHINES MANUFACTURERS ON THE WAY TO INDUSTRY 4.0

New tendencies of automation, computerization and electronics have been presented to expand the technical and technological potential of sock machines for studying the competitive situation in the market of the corresponding equipment. The assessment of the most competitively directed technical solutions is revealed through their influence on expanding the technological capabilities of production and creativity in the design of socks. In article are introduced the tendencies of transition to high-efficiency digital technologies and electronic control systems of sock machines as a way to perfection and ideal combination of technicality, universality and productivity of the equipment. Evolutionary changes in software for sock machines allow you to implement virtually unlimited colors, patterns and weaves, including three-dimensional 3D technology Intarsia. The most modern devices for closing the toes of socks are listed, the use of which allows to realizing the transition to full automation of technological process. It is projected that in the near future the requirement for automatic closing of the toes of socks will enter the global standard for the production of socks machines, given the high cost-benefit ratio and rapid return on investment. Innovations in terms of additional devices and accessories are considered, primarily for the supply and control of yarn consumption. The trends in the production of sock machines for connecting them on a digital basis to the global electronic network with a further entry into Industry 4.0 are highlighted. This will allow sock manufacturers to move closer to e-commerce in the future in an all-in-one system (from manufacturer to consumer and vice versa), based on previous orders, forecasting demand and optimizing stocks of raw materials and products without the need for traditional production and logistics chains. The work is accompanied by a sufficient amount of reference material in relation to the object of research.

Keywords: sock machine, innovation, computerization, electronic system, automation.

Вступ

Однією з перепон для вітчизняних підприємств, що зумовлює випуск шкарпеток обмеженого асортименту, є вагома частка застарілого обладнання. Очевидно, що для швидкого реагування на вимоги ринку та стабільного постачання конкурентоспроможних кінцевих продуктів, необхідне технологічне переоснащення виробництва, яке обов'язково пов'язано із заміною обладнання. Тому саме менеджери, спеціалісти з маркетингу, художники-десинатори та технологи, оперуючи досвідом, наявною інформацією та інтуїцією, першочергово повинні орієнтуватися в перспективних трендах споживчих властивостей продукції та складати відповідне завдання на технологічне та відповідно технічне оновлення виробництва. Таким чином, огляд та аналіз технічних інновацій через призму технологічних вимог стосовно панчішно-шкарпеткових автоматів (ПША) є актуальним.

Враховуючи динаміку змін в виробництві обладнання даного сектора, вважаємо, що літературні ресурси [1, 2] та панорама досягнень на всесвітніх профільних виставках минулих років (ITMA-2015 або ITMA ASIA+CITMA-2018 [3]) є дещо застарілими, а огляди регіональних ринків за кінцевим споживачем ПША [4], в свою чергу, носять переважно бізнесову складову. Використовувалась експрес-інформація з останньої виставки досягнень в текстильній промисловості ITMA-2019 [5], напрацювання Європейського комітету виробників текстильних машин SEMATEX [6] та сайтів відомих виробників ПША. Оцінювали найбільш конкурентно спрямовані технічні інновації стосовно ПША, розкриваючи їх вплив на розширення технологічних можливостей виробництва та креативності дизайну шкарпеток.

Метою роботи є оцінка трендів розвитку панчішно-шкарпеткових автоматів відомих виробників через спектр впливу інноваційних рішень щодо автоматизації, цифрової візуалізації, комп'ютеризації та електроніки на розширення технічного та технологічного потенціалу обладнання. У відповідності до мети задачами дослідження були: аналіз літературних джерел і досягнень виставкової діяльності передових виробників ПША та розуміння новітніх технологій стосовно конкурентоспроможних рішень в умовах цифрової трансформації щодо апаратних компонентів (передусім автоматизації виробничого процесу, використання цифрових технологій, оснащення електронними системами управління), програмного забезпечення для розробки виробів, дизайну і пов'язаних з ними технологій автоматизації конструювання виробів. Передбачається розгляд інновацій щодо додаткових пристроїв та аксесуарів, передусім для подачі та контролю споживання пряді.

Поза межами огляду залишилися питання удосконалення в'язальних механізмів ПША включно з голками, а також технологічні аспекти виробництва шкарпеток, що потребує окремого повідомлення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Враховуючи схожість цільових задач при експлуатації ПША різних виробників, першочергово серед сучасних розробок необхідно виділити використання високоєфективних цифрових технологій на базі комп'ютера, які реалізуються оснащенням електронними системами керування та контролю технологічними процесами в'язання як шлях до досконалості та ідеального поєднання технічності, універсальності та продуктивності обладнання. За фактом маємо високу надійність роботи ПША, майже відсутність втручання оператора, надзвичайну точність та стабільність позиціонування виконавчих механізмів, зменшення механічних складових, розширення технологічних можливостей, реалізація швидкого переходу на новий асортимент за рисунком, розміром, переплетенням завдяки сукупності програмного забезпечення та апаратних компонентів.

Виробники ПША схиляються до електроніки власного виробництва для обрання нестандартних самодостатніх рішень в апаратному та програмному забезпеченні, що дозволяє їх диверсифікацію у випадках виробничої необхідності. Насамперед, це стосується розробок електронних технологій підрозділом *Dipema* в *Lonati Group* [7], електронної системи управління *2900SL* виробництва *Stäubli* [8] на автоматах *Rumi*, оновленої версії програмного забезпечення *Art-Gen* на лінійці автоматів *Busi Giovanni*, мікропроцесорних пристроїв *Deimo* на машинах *Nova D* та *Lucia D* тощо.

Еволюційні зрушення щодо розширення комп'ютерних можливостей на ПША представлені на міжнародній виставці спортивного одягу *ISPO Munich 2020* на прикладі нещодавно запатентованих одноциліндрових електронних машин *X Machine* та *XT Machine* від компанії «*Santoni*». Обладнання оснащено новою автоматичною системою, яка керована мікрокомп'ютером, а також революційною системою відбору голок, що дозволяє реалізовувати безпрецедентні тривимірні переплетення з оригінальною технологією *3D Intarsia*. Основна винятковість автомату *XT Machine* полягає в можливості в'язання верху спортивного взуття за наперед обраною формою та при ідеальному приляганні до стопи з необмеженими варіантами візерунків та кольорових комбінацій. Виготовлений на ПША суцільний верх взуття в комплекті з язичком підйому та петлями є повністю готовим для приєднання до підшови. В'язання верху для взуття можливе з одно- або двохшарової тканини з аргілем, з ділянками з махровою тканиною для додаткової функції амортизації, з ажурною тканиною, яка здатна покращити повітропроникність верхньої частини та вентиляцію стопи. Забезпечується в'язання кольорових логотипів та інших зображень високої чіткості з подачею чотирьох кольорів та розміщення їх на будь-якій ділянці, а також введення підвищеної щільності на чверть п'ятки для придання жорсткості задньої частини взуття. Оскільки в'язання верху взуття виконується однією операцією, то значно зменшується кількість швів в порівнянні зі стандартним виробництвом взуття. Таким чином, верх взуття після належної обробки та складання, проходження термофіксації, фіксації з наступним цементуванням підшови та вставкою шнурків, перетворюється в повноцінний та укомплектований виріб. Взуття, яке вироблене на автоматах *XT Machine*, в порівнянні з традиційним, вирізняється легкістю, зручністю, можливістю створення особливих індивідуальних характеристик та вищою якістю. Найголовніша стратегічна перевага інновації *Santoni* полягає в можливості ефективної та швидкої розробки і виготовлення взуття, що значно скорочує загальну тривалість виробництва та виробничі відходи.

Сучасні ПША переважно оснащені програмним забезпеченням, системами для розробки виробів, дизайну та пов'язаних з ними технологій автоматизації виготовлення виробів. Прикладом може слугувати оновлена версія *SD* програмного забезпечення на основі відомої графічної програми *Rudidraw* для створення рисунків та редактора підготовки і управління програмами, яка представлена на автоматах *Rumi* моделі *Seven-R* [9]. Програма реалізується в операційній системі *Windows 95/98/2000/ME/XP*, має специфічні функції управління для спрощення роботи операторів (доволі інтуїтивне створення креслень, можливість одночасно працювати з декількома відкритими кресленнями, високу розрядність із зручним масштабуванням для перегляду дрібних деталей), допускає роботу зі сканером та принтером при передачі зображень в різних графічних форматах. На продукції *Lonati Group*, наприклад ПША *Goal GK725H* встановлена електроніка останнього покоління, що забезпечує контроль та виконання всіх команд машини. Створення виробів та управління процесом в'язання здійснюється програмним пакетом *Digraph 3 Plus*, який містить повну колекцію стилів і допомагає оператору комбінувати різними способами для отримання бажаних результатів. На ПША компанії «*Uniplet A.S.*» нову систему графічного дизайну скомплектовано за двома програмами *Stayler 4*, *Stayler 5* (розробник *Deimo*) та *SuperGraphic* (розробник *Sunrise*), що працюють в форматах *PIC* та *BMP*. На моделі автомату *Idea Terry* компанії *Busi Giovanni* для проектування шкарпеткового виробу та виробничого моніторингу використовують програмні забезпечення *S-Paint* та *SKMon* відповідно.

Програми та параметри функціонування автоматів можуть бути змінені під час роботи, завантаження програм можливе через мережу або шляхом заздалегідь підготовлених програм з пам'яті комп'ютера. Так, наприклад, оновлена версія програмного забезпечення *Art-Gen* на ПША компанії «*Busi Giovanni*» передбачає клієнтам на основі інтуїтивно зрозумілих функцій складання індивідуальних програм в'язання шкарпеток власного дизайну з подальшою відправкою та установкою на обладнанні.

Більшість ПША комплектуються повно кольоровою панеллю управління з сенсорним екраном РК-дисплею та клавіатурою, що дозволяє оператору оперативно відслідковувати робочі параметри етапу

в'язання виробу, опис місця та причин зупинок, виконувати автоматичне тестування та сенсорний контроль помилок.

Підвищення продуктивності та скорочення кількості механічних деталей на (35...40)% досягається кардинальними змінами в конструкціях приводів автоматів, першочергово з використанням двигунів крокових та постійного струму. Їх використання забезпечує зміну амплітуди обертання голкового циліндру на заданий кут, що скорочує холостий вибіг циліндру на реверсі при в'язанні п'яткових карманів та час виготовлення виробу в цілому.

Інший підхід в'язання п'ятки (наприклад, в моделі Ange 14 W чеського виробника Uniplet) базується на електронному способі відбору голок без використання пристроїв для зменшення та збільшення їх кількості, що забезпечує підвищення продуктивності на (15...25)% в порівнянні з традиційним підходом в попередніх моделях виробника. Незалежний відбір голок при зворотно-обертальному русі циліндру без участі будь-яких механічних пристроїв, який дозволяє розмістити п'ятку в будь-якому місці шкарпетки, також реалізується на одноциліндровому автоматі HT 50 компанії «Santoni». Аналогічний підхід при в'язанні п'ятки презентовано виробниками російських автоматів Радуга-101 та Радуга-Спорт.

Застосування електронних систем на сучасних ПША також дозволяє реалізувати перехід до повної автоматизації виготовлення шкарпеток із закриттям миску на самому обладнанні без використання швейних операцій, що безумовно позитивно впливає на продуктивність та трудомісткість виробництва, а також на об'єми втрат сировини. Прошивання шкарпеток із закриттям пальців без перерви в роботі автомату здійснюють на моделі Seven-R D4S Cloe Toe італійського виробника Rumi. Пристрій D4S для закриття миска шкарпеток, який розроблений швейцарською компанією «Stäubli» [8], характеризується високою ефективністю завдяки мінімізації простою при незалежній за часом роботі пристрою і самого автомату та випуском більшого обсягу виробів при зменшенні кількості відходів. Встановлення пристрою D4S на машину для в'язання шкарпеток обіцяє швидку віддачу інвестицій. Надалі пристрій D4S планується використовувати на більшості автоматів Rumi в якості додаткової опції. Серед інших виділяються автомати GK725H - GK625H - GK525H компанії «Lonati Group» з використанням автоматичної системи зашивання миску SbyS (Stitch-by-Stitch) [10], система Toe Closer, яка представлена фірмою Santoni на моделях автоматів HF Super 4.7 PBT [11] та Star-D, пристрій Lin-Toe® машини Jumbo фірми «Sangiosomo S.p.A.», ряд автоматів компанії «Uniplet».

Повністю автоматичне з'єднання з функцією «класична кетлевка миску шкарпетки» також забезпечується на автоматах компанії Busi з автоматичним пристроєм Rimaglio, який розташований поруч з машиною і жодним чином не впливає її функціонування [12]. Окрім традиційної зашивки миску, пристроєм реалізується операція вивертання шкарпетки на лицьову сторону для завершального процесу пакування, що виключає ручні операції при неперервному виробництві.

Очевидно, що в найближчій перспективі повне автоматичне в'язання шкарпеток стане глобальним стандартом в галузевому машинобудуванні, враховуючи високе співвідношення витрат і доходів та швидку віддачу інвестицій.

Перехід до електронного відбору голок та переключення нитководів, окрім швидкої зміни асортименту, сприяє розширенню кольорової гами, рисунків та переплетень на шкарпетках, що практично обмежується тільки уявою дизайнерів. Для ПША, окрім самостійних розробок виробників, запропоновано широкий асортимент швидкодіючих електромагнітних блоків відбору голок (актюаторів) від спеціалізованої фірми Matrix [13]. Інноваційна технологія Matrix забезпечує на прикладі ПША моделей Ange і Dera високі динамічні характеристики (надзвичайно швидкий час перемикання), стабільну надійність, зниження енергії споживання та високий рівень точності навіть при несприятливих умовах виробництва.

Слід акцентувати, що всі автомати вирізняються гнучкістю у застосуванні додаткових пристроїв та аксесуарів. Загальновідомо про важливість контролю натягу та керування швидкістю споживання пряжі, що суттєво впливає на якість виробів та обсяги виробничих втрат через обриви. Серед інноваційних рішень даного спрямування виділимо пристрій YOYO фірми «Dinemo Electronics», що здійснює контроль подачі пряжі в трикотажних машинах (великого діаметру циліндрів, панчішно-шкарпеткових, плоских в'язальних) за допомогою запрограмованої ваги. Система управління базується на високоефективних датчиках та кроковому двигуні, які програмуються налаштуванням і підтримкою різного натягу в пряжі в залежності від конкретного процесу в'язання та видів пряжі. Пристрій YOYO повністю інтегрується в трикотажні машини будь-якого призначення, має графічні системи програмування та управління, може бути оснащений додатковими аксесуарами для розширення його можливостей. Відповідні пристрої управління дозволяють встановлювати податчики YOYO на автоматах нового покоління, переважно Lonati, та на машини інших виробників.

Необхідно також виділити від компанії BTSR International S.P.A. [14] мікросистеми активної подачі пряжі Ultrafeeder 2. Пристрій забезпечує контроль сталого натягу і задану швидкість споживання із функцією позитивного накопичення пряжі на барабані (для створення запасу та запобігання обриву в зоні в'язання), включаючи систему anti-twist із вбудованим детектором вузлів. Для в'язання еластомерів розроблений податчик Rolling Med як оновлена версія пристрою Rolling Feeder.

Компанією «BTSR» також запропонована система терміналу Smart Matrix 64H з електронними датчиками IS4F HTS, яка дозволяє здійснювати програмування та контроль споживання пряжі в реальному часі з отриманням звітності даних для моніторингу виробництва. За словами розробників, використання

системи здатне усунути щонайменше 80% відходів, які зазвичай трапляються на виробництві.

Один з лідерів ринку пристроїв для подачі пряжі Memminger-IRO [15] пропонує оновлений податчик пряжі EFS 920 – універсальний пристрій з інтегрованою системою подачі як еластичних, так і звичайних ниток, що усуває необхідність переоснащення автоматів із зміною асортименту. Аналогічне призначення має податчик нового покоління Promofeed, податчик з накопиченням нитки SFE з датчиком оптичного волокна та мікропроцесором, що відстежує запас пряжі на котушці пристрою. Податчик MSF 3 CAN з активним контролем натягу пряжі АТС гарантує відсутність впливу на натяг ниток розмірів бобін та якості пряжі. Окремою опцією, при наявності контролера GTN, є можливість централізованого налаштування натягу в різних MSF 3 CAN. Також виділяємо податчики компанії Smart Knit, L.G.L., Electronics S.p.A., модулятор напружень T.W.M. типу К з регулюванням натягу кроковим двигуном.

Із застосуванням електронного блоку управління з'являються можливості керування системою вакуумного відбору виробів, пневматичним переключенням нитководів, системою автоматичної зміни щільності виробу на основі крокового двигуна, системою anti-twist, пневматичним пристроєм Dream Box Solis для орієнтування виробів, незалежними кроковими двигунами для управління клинами, датчиками положення типу Honeywell і Lesikar тощо. З останніх рішень необхідно виділити голчастий контролер Memminger MNC 3 для моніторингу зламаних голок, датчик лазерної зупинки Protechna Control від Memminger-IRO та лубрикатор Pulsonic 6 [15], який забезпечує оптимальне дозування та розподілення мастила як через управління комп'ютером, так і локальною мережею взаємозв'язаних контролерів (Controller Area Network).

Оскільки робота ПША супроводжується значним тепловиділенням, утворенням пилу та ворсу, важливою складовою їх надійного функціонування є використання високоефективних мастильних матеріалів. На стендах виставки ITMA-2019 вирізнялися мастила Textol виробника Zeller + Gmelin [16]. Для ПША рекомендується Textol CF Premium – мастило на основі синтетичного ефіру, Textol R – високоефективне очищувальне мастило, яке сумісне з пластмасою та фарбою.

Таким чином, новітні серії ПША завдяки сучасним трендам виробників, які спрямовані на зручність для користувачів, представляють рух компаній до рішення зростаючих потреб Industry 4.0, що є одним з ключових напрямків розвитку підприємств без потреби в традиційних виробничих та логістичних ланцюгах та дозволяє максимізувати прибуток за рахунок нульових втрат від накопичення запасів виробів та втрачених можливостей продажу при підтримці сталого виробництва.

Висновки

Електронний сектор у синергії з механічним має вирішальне значення для високого технологічного профілю, що характеризує все виробництво. Наведені новітні рішення щодо автоматизації, комп'ютеризації та електроніки на розширення технічного та технологічного потенціалу трикотажної техніки стосовно панчішно-шкарпеткових автоматів підтверджуються привабливістю інвестування виробниками обладнання в цих напрямках.

Завдяки останнім досягненням в області обробки даних, зв'язку та цифрової інтеграції, в галузі передбачається просування тенденцій до приєднання обладнання та виробничих процесів на цифровій базі до глобальної електронної мережі з подальшим входженням в Industry 4.0. Це дозволить в майбутньому, окрім IT - рішень стосовно технологічних процесів, наблизитися до електронної комерції в системі all in one (від виробника до споживача та навпаки), виходячи з попередніх замовлень, прогнозування попиту та оптимізації запасів сировини і продукції.

Література

1. Кизимчук О.П. Аналіз сучасного ринку обладнання для панчішно-шкарпеткового виробництва / О.П. Кизимчук, Л.М. Мельник, А.В. Дорофеева // Сучасні технології промислового комплексу: базові процесні інновації : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 12–16 вересня 2018). – Херсон : ХНТУ, 2018. – С. 142–145.
2. Latest single cylinder sock & hosiery knitting machine [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.knittingindustry.com/sock-knitting-single-cylinder/>
3. ITMA Asia+CITME 2018. Innovation in Textiles [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.innovationintextiles.com/itma-asia-citme-2018/>
4. Global Hosiery Machines Industry Research Report | Market Analysis, Industry Trends and Forecast 2017–2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.researchcosmos.com/reports/reports/>
5. ITMA 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.itma.com/>
6. SEMATEX [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.thefastportal.com>
7. Dinemo Програмне забезпечення. Lonati Group [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.dinema.it/uploads/2019-9-6/brochure%20textile_LR.pdf
8. Staubli Flash ITMA 2019 ENG – Staubli [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.staubli.com/en/file/22860.show>
9. Rumi Seven R Socks Machine Use RUMIDRAW Graphical Program [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ar.pinterest.com/pin/647181408924422932/>
10. GOAL SINGLE CYLINDER GK725H - GK625H - GK525H [Електронний ресурс]. – Режим

- доступу : <https://www.lonati.com/uploads/pdfgenerati/LON-GK-GK725H%20-%20GK625H%20-%20GK525H%20-ENG.pdf>.
11. Matec. HF Super 4.7 PBT [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.santoni.com/en-macchine-sheet.asp?idm=488>
 12. Busi Giovanni [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.busigiovanni.com>.
 13. Matrix technology for textile industry [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.matrix.to.it/pdf/textile_dep.pdf
 14. Constant tension feeders [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.btsr.com/products/constant-tension-feeders>.
 15. Advanced knitting technologe. Memminger-Iro: feeders, control systems and lubrication systems for knitting machines [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.memminger-iro.de/en/index.php>.
 16. Zeller+Gmelin. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.zeller-gmelin.de/zgSite/de/Lubricants/ Textilindustrie/ Textilindustrie/ Textol-CF-Premium/>

References

1. Kyzymchuk O.P. Analiz suchasnoho rynku obladnannia dla panchishno-shkarpetkovoho vyrobnytstva / O.P. Kyzymchuk, L.M. Melnyk, A.V. Dorofeieva // Suchasni tekhnolohii promyslovoho kompleksu: bazovi protsesni innovatsii : materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (m. Kherson, 12–16 veresnia 2018). – Kherson : KhNTU, 2018. – S. 142–145.
2. Latest single cylinder sock & hosiery knitting machine. URL: <https://www.knittingindustry.com/sock-knitting-single-cylinder/>
3. ITMA Asia+CITME 2018. Innovation in Textiles. URL: <https://www.innovationintextiles.com/itma-asia-citme-2018/>
4. Global Hosiery Machines Industry Research Report | Market Analysis, Industry Trends and Forecast 2017–2022. URL: <https://www.researchcosmos.com/reports/reports/>
5. ITMA 2019. URL: <https://www.itma.com/>
6. CEMATEX. URL: <https://www.thefastportal.com>
7. Dinemo Prohramne zabezpechennia. Lonati Group. URL: https://www.dinema.it/uploads/2019-9-6/brochure%20textile_LR.pdf
8. Staubli Flash ITMA 2019 ENG – Staubli. URL: <https://www.staubli.com/en/file/22860.show>
9. Rumi Seven R Socks Machine Use RUMIDRAW Graphical Program. URL: <https://ar.pinterest.com/pin/647181408924422932/>
10. GOAL SINGLE CYLINDER GK725H - GK625H - GK525H. URL: <https://www.lonati.com/uploads/pdfgenerati/LON-GK-GK725H%20-%20GK625H%20-%20GK525H%20-ENG.pdf>.
11. Matec. HF Super 4.7 PBT. URL: <http://www.santoni.com/en-macchine-sheet.asp?idm=488>
12. Vusi Giovanni. URL: <http://www.busigiovanni.com>.
13. Matrix technology for textile industry. URL: http://www.matrix.to.it/pdf/textile_dep.pdf
14. Constant tension feeders. URL: <http://www.btsr.com/products/constant-tension-feeders>.
15. Advanced knitting technologe. Memminger-Iro: feeders, control systems and lubrication systems for knitting machines. URL: <https://www.memminger-iro.de/en/index.php>.
16. Zeller+Gmelin. URL: <https://www.zeller-gmelin.de/zgSite/de/Lubricants/Textilindustrie/ Textilindustrie/Textol-CF-Premium/>

Рецензія/Peer review : 13.09.2020 р.

Надрукована/Printed : 02.11.2020 р.