УДК 677.026.62

КИЗИМЧУК О.П., МЕЛЬНИК Л.М., ЄРМОЛЕНКО І.В.
Київський національний університет технологій та дизайну

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ПЛОСКОВ'ЯЗАЛЬНИХ МАШИН НА ЇХ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Мета. *Визначення впливу технологічних можливостей сучасного плосков'язального обладнання на рівень споживання електроенергії.*

Методика. *Аналітичний огляд інформаційних ресурсів ведучих світових виробників плосков'язального обладнання.*

Результати. *Проведено систематизацію технологічних параметрів і конструктивних особливостей сучасного плосков'язального обладнання та у результаті порівняльного аналізу виявлено їх вплив на рівень енергоспоживання.*

Наукова новизна. *Встановлено залежність між енергоефективністю сучасних плосков'язальних машин та їх конструктивними особливостями і технологічними можливостями.*

Практична значимість. *Проведений аналіз технічних характеристик та технологічних можливостей сучасного плосков'язального обладнання є підґрунтям у виборі обладнання для виготовлення верхніх трикотажних виробів.*

Ключові слова: *плосков'язальна машина, технологічні можливості, клас машини, довжина голочниці, в'язальна система, енергоспоживання.*

Вступ. На сьогодні відомо більше 350 типів в'язальних машин, які використовують для в'язання полотна та виробів різноманітного призначення. Існують в'язальні автомати та напівавтомати, а також в'язальні машини ручного керування. За способом в'язання їх ділять на поперечнов'язальні (кулірні), поздовжньов'язальні (основов'язальні) та діагональнов'язальні (круглі основов'язальні). За способом виготовлення виробів розрізняють машини для вироблення полотна, купонів та штучних виробів. За конструкцією голечниці маємо плоскі та круглі машини; за кількістю робочих голечниць – одно- та двофонтурні; з крючковими, язичковими і складеними голками, рухомими і нерухомими відносно голечниці. В'язальні машини є одно- та багатосистемними з системами як залежної, так і незалежної дії [1].

В деяких випадках доцільно розглядати в'язальні машини за профілем трикотажного виробництва: панчішно-шкарпеткові, білизняні, верхньо- трикотажні, рукавичні, штучного хутра. За конструктивними ознаками, які обумовлюють спеціалізацію виробництв, проф. В. М. Гарбарук [1] розділив усі машини на п'ять груп: круглов'язальні машини малого діаметру (панчішні автомати); круглов'язальні машини великого діаметру; плосков'язальні машини; котонні машини; основов'язальні машини. Кожна група в'язальних машин має свої характерні ознаки, переваги й недоліки і поділена на типи за такими додатковими конструктивними ознаками: кількість голечниць; вид голки; вид виготовляємих виробів.

Плосков'язальні машини представляють великий потенціал застосування у різних галузях виробництва, а саме при необхідності виготовляти деталі виробів складної форми з економією сировини, без відходів та подальших розкрійно-швейних операцій. Виготовлення деталі заданого контуру з закритими петлями особливо важливо при використанні в полотні додаткових ниток (наприклад, утокових), що попереджає їх проковзування в структурі трикотажу. Завдяки короткому часу перезаправки машини можливо економічно виготовляти

дрібні партії виробів, при цьому можливо комбінувати трикотажні переплетення, сировину в одному й тому ж трикотажному виробі [2].

Останніми роками у виробництві верхніх трикотажних виробів широкого розповсюдження набули плоскі в'язальні автомати з електронною системою керування робочими процесами. Повністю автоматизований цикл в'язання деталей та виробів робить це обладнання технологічним, мобільним, легким у керуванні, дозволяючи здійснювати зміну асортименту без зайвих витрат машинного часу. Ведучі машинобудівні фірми світу постійно удосконалюють обладнання за рахунок їх оснащення голками та платинами нової конструкції, механізмами подачі ниток та відтягування трикотажу, які дозволяють контролювати процеси петлетворення та виробляти продукцію високої якості.

З часу свого створення плосков'язальні машини мали безліч конструктивних змін та набули різноманітних технологічних можливостей, що дозволяє їм залишатись одним з найрозповсюдженішим видом обладнання. Світовий ринок представлений плосков'язальними машинами фірм: *«Stoll»* (Німеччина) [3], *«Shima seiki»* (Японія) [4], *«Protti»* [5], *«Steiger»* (Швейцарія-Італія) [6], а також рядом машин китайських виробників.

Постановка завдання. Головна мета роботи полягає у встановленні взаємозв'язку між технологічними можливостями сучасного плосков'язального обладнання та їх енергоспоживанням. У відповідності до мети було сформовано головне завдання: вивчення технічних характеристик та технологічних можливостей сучасного плосков'язального обладнання ведучих фірм-виробників.

Результати дослідження. Всі промислові плосков'язальні машини мають 2 плоскі голечниці, рухому каретку з замковими системами, що має зворотно-поступальний рух, нитководії. Відмінністю сучасних плосков'язальних машин, що підвищує їх продуктивність та скорочує час виготовлення деталі виробу, є застосування двох кареток на одній машині та 2, 3 систем на одній каретці. При цьому каретки можуть працювати в тандемі, тобто в'язати 2 деталі окремо, або працювати разом при виготовленні однієї деталі. Для підвищення продуктивності машин виробниками застосовуються системи, що зменшують холостий хід каретки та час реверсу. Це особливо важливо при в'язанні деталей з великою кількістю коротких ходів. Сучасні плосков'язальні машини здатні виготовляти майже всі відомі переплетення в автоматичному режимі: ажурні, пресові, жакардові, інтарсію, тощо.

На сьогоднішній день трикотажні виробництва України обладнані переважно машинами провідних виробників плосков'язального обладнання: фірм *«Stoll»* (Німеччина) та *«Shima seiki»* (Японія), які виготовляють сучасні в'язальні автомати з комп'ютерним керуванням. Отже, подальший аналіз технологічних можливостей і конструктивних особливостей проводимо саме для цього обладнання.

Обладнання фірми *«Stoll»* [3] може бути поділено на декілька серій (табл. 1): *ADF, Performer* та *knit&wear.*

Серія ADF – ідеальна при в'язанні малих партій виробів і виробів по контуру при швидкій зміні моделей, тобто максимально гнучка і економічна саме для таких умов. Машини даної серії оснащені однією кареткою з трьома системами, голочницею 127 см. Споживання електроенергії машинами *серії ADF* становить 2,3 кВт.

Серія Performer - максимально ефективна при в'язанні по контуру, а також для в'язання виробів малої щільності (машина *CMS 520 C+ multi gauge*). Машина *CMS 502 HP*

випускається високих класів (7, 12, 14, 16, 18), що дозволяє виготовлення найтонших виробів.

В даній серії розрізняють машини з малою довжиною голочниці (*Compact клас*) – 114 см, з середньою довжиною голочниці (*Basic клас*) – 127 см та з великою довжиною голочниці (*Long клас*) – 213 см та 244 см.

Машини цієї серії випускаються у варіанті *multi gauge*, тобто машина може переробляти пряжу різної лінійної густини та в'язати вироби різної товщини без зміни голок.

Споживання електроенергії збільшується при збільшенні довжини голочниці з 1,7 кВт *(Compact клас)* до 2,0-2,3 кВт *(Basic клас)* та 3,0 кВт (*Long клас*), при чому на машинах (*CMS 822 HP multi gauge (B), CMS 933 HP, CMS 933 HP multi gauge (B)*) з найбільшим енергоспоживанням встановлено по дві каретки з двома або трьома система на кожній та передбачено їх роботу в тандемі, тобто одночасне в'язання двох виробів на одній голочниці. Довжини голочниць таких машин становлять 213 см та 244 см, або відповідно 107 см х 2 та 117 см х 2.

Серія knit&wear – машини для безшовної технології, які дозволяють одержати відразу готовий виріб, що потребує ВТО, без застосування додаткових швейних операцій. Але вартість таких машин вище, ніж моделей інших серій.

Машини *серії knit&wear* оснащені трьома системами на одній каретці та голочницями від 127 до 218 см, при цьому споживання електроенергії становить всього 2,3 кВт. Виключенням є машина *CMS 822 C knit&wear*, яка оснащена двома каретками по три системи на кожній, які працюють у тандемі. Така машина споживає 2,6 кВт.

Майже на всіх моделях *серії Performer* та *knit&wear* є можливість в'язання інтарзії.

Вибір машин в основному визначається асортиментами й обсягом виробництва. Для виробництва шапок і шарфів краще підходять вузькі (127 см) машини. Для виробництва светрів, кофт, жакетів краще використовувати широкі (183 см і більше) машини. Це дозволяє досягти максимальної продуктивності (однак тільки при в'язанні великої кількості виробів однієї моделі); на практиці, з частою зміною моделей, продуктивність в порівнянні з машинами *Compact клас* менша.

Отже, чим менша голочниця машини, тим обладнання буде енергоефективним (потужністю 2,3 кВ), однак при великих обсягах виробництва з нерегулярною зміною асортименту доцільніше використовувати обладнання *Long клас* (потужністю 3,0 кВ), адже на ньому можливе одночасне виготовлення двох виробів.

Плосков'язальне обладнання фірми *«Shima seiki»* [4] поділяється (табл. 2) на машини *серії Computerized* та машини *серії Wholegarment*, які працюють за безшовною технологією – в'язання готового виробу в автоматичному режимі без подальших операцій пошиву.

На машинах фірми *«Shima seiki»* впроваджено технологію прискореного повернення каретки *R2CARRIAGE*, що дозволило добитися безпрецедентно високої швидкості в'язання - 1,6 м/с. Це забезпечило збільшення продуктивності більш ніж на 10%. Більш компактна каретка потребує менше місця і часу на розворот, набір робочої швидкості і повернення, тому час, що витрачається на в'язання, скорочується, і відповідно збільшується продуктивність.

Таблиця 1.

Технічні характеристики плосков'язальних машин фірми *«Stoll»*

Модель	Клас машини	К-ть кареток х к-ть систем	Довжина голочниці, см		К-ть нитко-водіїв	Потужність, кВт	Примітка
			макси-мальна	при роботі окремо			
1	2	3	4	5	6	7	8
Серія ADF							
CMC ADF 16 (B, W, BW)	5-18 2,5.2-8.2	1×3	127	-	16	2,3	-
CMC ADF 32 (B, W, BW)	10-18 6.2-8.2	1×3	127	-	32	2,3	-
Серія Performer							
CMS 502 HP+ (B)	7-18	1×2	114	-	10	1,7	-
CMS 502 HP+ multi gauge (B)	2,5.2-8.2						
CMS 520 C+ multi gauge	1,5.2-2.2	1×2	127	-	12	2,0	можливість в'язання інтарзії
CMS 530 HP (B)	5-18	1×3	127	-	12	2,3	можливість в'язання інтарзії
CMS 530 HP multi gauge (B)	2,5.2-8.2						
CMS 530 MT (B)	7-14	1×3	127	-	12	2,3	можливість в'язання інтарзії
CMS 530 MT multi gauge (B)	7.2						
CMS 822 HP	5-18	2×2	213	107 ×2	16	2,6	можливість в'язання інтарзії
CMS 822 HP multi gauge (B)	2,5.2-8.2						
CMS 933 HP	5-16	2×3	244	117 ×2	16	3,0	можливість в'язання інтарзії
CMS 933 HP multi gauge (B)	3,5.2-8.2						
Серія knit&wear							
CMS 530 HP knit&wear	2,5.2-7.2	1×3	127	-	12	2,3	можливість в'язання інтарзії
CMS 730 knit&wear	6.2 7.2	1×3	183	-	16	2,3	можливість в'язання інтарзії
CMS 803 HP knit&wear	3,5.2 7.2	1×3	213	-	12	2,3	-
CMS 822 C knit&wear	2,5.2-7.2	2×3	213	107×2	16	2,6	можливість в'язання інтарзії
CMS 830 S knit&wear	3,5.2 7.2 9.2	1×3	218	-	16	2,3	-
CMS 830 C knit&wear	2,5.2	1 ×3	213	-	16	2,3	можливість в'язання інтарзії

Таблиця 2

Технічні характеристики плосков'язальних машин фірми *«Shima seiki»*

Модель		Клас машини	К-ть кареток х к-ть систем	Довжина голочниці, см		К-ть нитко-водіїв	Потужність, кВа	Примітка
				макси-мальна	при роботі окремо			
1		2	3	4	5	6	7	8
Серія Computerized								
MSIR123	*SV*	12, 14, 16	1×3	122	-	33 (макс. 40)	2,2 (0,8〜1,4)	можливість в'язання інтарзії
	SC	12, 14, 16, 18						
SIR122	*SV*	5, 7, 12, 14	1×2	122	-	9	2,0 (0.7〜1.4)	можливість в'язання інтарзії
	SC	7, 12, 14, 16, 18						
SIR123	*SV*	7, 12, 14	1×3	122	-	23 (макс. 30)	2,2	можливість в'язання інтарзії
	SC	7, 12, 14, 16, 18						
SRY123LP	*SV*	7, 12, 14	1×3	122	-	23 (макс. 30)	2,2 (1,0〜1,4)	можливість в'язання інтарзії
	SC	10, 16						
SVR122	*SV*	5, 7, 12, 14	1×2	122	-	9(5-7 клас)	1,8 (0,5〜1,2)	-
	SC	7, 12, 14, 16, 18				7 (12-18 клас)		
SSR122	*SV*	7, 12, 14	1×2	114	-	7	1,6 (0,5〜1,0)	-
	SC	7, 12, 14, 16						
SSG202SV		7, 12, 14	2×1	203	94 ×2	12	2,0	-
SSG202SC		7, 8, 10, 12, 14, 16						
SSG234SV		7, 12, 14	1×2	229	107 × 2	18	3,2	
SSG234SC		7, 8, 10, 12, 14, 16						
SSG236SV		7, 12, 14	2×3				3,5	
SSG236SC		7, 8, 10, 12, 14, 16						
SSG236FC		16, 18						
SCG122SN		3, 4	1×3	121	-	9	2,0	
NSES122CS		3, 4, 5	1×3	122	-	9	2,0	-
L122		10, 12	1×3	122	-	12	3,0	можливість в'язання інтарзії
SFF131-S		12, 14, 16	1×1	132	-	4	1,0	-
SFF152-T		7, 8, 10, 12, 14, 16, 18	2×1	152	69 ×2	8	1,2	
SFF153-S		12, 14, 16, 18, 20, 22	1×3	152	-	11		

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Серія Wholegarment							
M103XS	8 ,12, 15	1×3	100	-	12	3,2 (1,5〜2,2)	наявність на машині 2 додаткових голочниць
M123XS			125	-			
M153XS			150	-			
M123X	8, 15, 18	1×3	125	-	12	3,0	наявність на машині 2 додаткових голочниць
M153X			150	-			
M173X	5, 8, 15		170	-			
M183S	8·10·12·14·16	1×3	183	-	13	2,2	
SWG021N2	7, 10, 13, 15, 18	1×1	25	-	8	1,1	
SWG041N2			40	-		1,3	
SWG061N2			60	-	10	1,4	
SWG091N2			90	-			
F124	18, 21	1×4	125	-	12	3, 0	
F154			150	-			

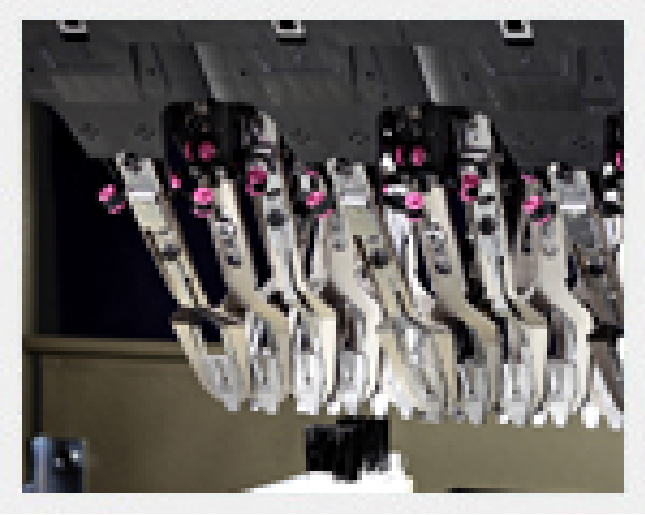

Рис. 1. **Інтерзіонні нитководії**

В'язальні машини моделей *MSIR123, SIR122, SIR123, SRY123LP* при споживчій потужності 2,0-2,2 кВа, дозволяють створювати інтарзіонні полотна підвищеної складності. На заводі машина комплектується 23 або 33 інтарзіонним нитководієм, але при бажанні можна збільшити цю кількість до 30 або 40, відповідно. Модернізація конструкції нитководіїв дозволила зробити їх розміри більш компактними і на малій ширині в'язання (122 см) розміщувати велику їх кількість (рис. 1).

На сьогодні фірмою *«Shima seiki»* представлено нову розробку – голки спеціальної конструкції *Slide Needle*, які дозволяють здійснювати перенесення петель на слайдер, який складається з двох гнучких прутиків, що висуваються за кінець голки. Завдяки цьому легше виконуються складні переноси петель при в'язанні, зменшується ефект «затиску», досягається максимальна симетрія петель і висока якість петельної структури трикотажу. Застосування голок *Slide Needle* на машинах моделей *SCG122SN, L122* та майже на всіх

моделях *серії Wholegarment* дозволило зменшити розміри каретки та голочниці, а також значно підвищити якість трикотажу з пряжі низької лінійної густини.

Рис. 2. **Трикотаж, виготовлений за технологією *WideGauge***

На машинах основної серії моделей *MSIR123, SIR123, SRY123LP, SIR122, SVR122, SSR122* можливо в'язати вироби за технологію *WideGauge* (рис.2). Це дозволяє значно економити на обладнанні завдяки електронним датчикам, здатним налаштовуватися на різну густину пряжі, не вдаючись до складних і трудомістким операцій калібрування. *WideGauge* дає можливість виробникам слідувати модним тенденціям і в'язати трикотаж з різних видів пряжі залежно від сезону на одній в'язальній машині. Можливий широкий асортимент продукції від в'язання трикотажу з нитки високої лінійної густини з використанням всіх видів голок до в'язання трикотажу малої щільності, використовуючи пряжу низької лінійної густини при в'язанні через одну голку. При роботі машини за цією технологією її споживча потужність складає від 1,6 кВА до 2,2 кВа. Машини оснащені однією кареткою з двома або трьома системами та довжиною голочниці 122 см, а на машині моделі *SSR122* 114 см.

Машини основної серії моделей *SSG* оснащені голочницями зі збільшеною довжиною (203 см та 229 см), які можуть працювати в тандемі, для виготовлення одночасно декількох виробів. Максимальне споживання електричної енергії (3,5 кВа) спостерігається у моделей *SSG236SV (C, FC)*, які оснащені двома каретками по три системи.

Наявність примусової подачі ниток дозволяє подавати сировину з необхідним натягом, особливо при переробці еластомерних ниток, ступінь деформації яких визначає властивості отриманого трикотажу. Для високої надійності роботи устаткування використовується активний затискач нитки, компенсатор. Постійний контроль всіх нитководіїв виключає можливість їх зіткнення.

Упродовж багатьох років компанія «*Shima seiki*» займається розробками обладнання для в'язання трикотажу з пряжі різної лінійної густини - від найтоншої до грубої. В'язальні машини моделей *SCG 122SN* та *NSES122C* (3, 4, 5 класи) дозволяють в'язати трикотажні полотна і вироби з пряжі високої лінійної густини. Машини мають підвищену продуктивність і вдало замінюють ручне в'язання з товстої пряжі професійним машинним в'язанням. Конструкція в'язальної машини *SCG 122SN* оснащена новою системою *Slide Needle*, завдяки якій можна виробляти високоякісний трикотаж приємної текстури з найгрубішої пряжі. При ширині голочниці 122 см та одній каретці з трьома системами машини споживають 2,0 кВа.

Рис. 3. **Подвійний механізм зсуву голочниць**

Ще однією особливістю вказаних плосков'язальних машини є подвійний механізм зсуву (рис. 3), за допомогою якого здійснюється зсув обох голочниць одночасно в протилежних напрямках, що дозволяє зменшити розміри в'язальної машини і забезпечити більш стабільну її роботу. При довжині голочниці 122 см машина споживає 2,0 кВа.

Особливістю машин *серії Wholegarment* (моделей *M*) є наявність чотирьох голочниць по 100 (125, 150, 170) см, дві з яких встановлені над звичайними голочницями, що дозволяє виготовити суцільнов'язані вироби справді унікального дизайну. Дані машини випускаються у 8, 12, 15, 18 класах і є єдиними в світі, здатними виробляти суцільнов'язані вироби ластичним переплетеннями з тонкої пряжі високої лінійної густини, споживаючи при цьому 3,0-3,2 кВа.

Машини моделі *SWG* мають найменші з лінійки «*Shima seiki*» довжини голочниць (25 см, 40 см, 60 см, 90 см), одну каретку з однією системою та споживають 1,1-1,4 кВа. На обладнанні фірми «*Shima seiki*» спостерігається залежність: чим менша довжина голочниці та кількість кареток і систем, тим менше споживання електричної енергії машиною. Енергоспоживання збільшується зі збільшенням довжини голочниці та розширенням візерункових можливостей (наявність двох кареток з двома або трьома системами, можливість в'язання інтарзії, оснащення чотирма голочницями, тощо).

В загальному можна стверджувати, що обладнання фірми «*Shima seiki*» дозволяє зменшити енергоспоживання у порівнянні з обладнанням фірми «*Stoll*» при подібних технологічних можливостях

Висновки. Аналіз конструктивних особливостей плосков'язального устаткування показав, що основні технічні зміни спрямовані на розширення технологічних можливостей та підвищення продуктивності обладнання. Напрямами розвитку технологічних можливостей є розширення візерункових можливостей устаткування та застосування технології в'язання деталей виробу по контуру або виготовлення суцільнов'язаного виробу. Основним напрямами підвищення продуктивності є використання голочниць різної довжини, декількох кареток, декількох систем, робота кареток та голочниць в тандемі, удосконалення систем ниткоподачі та відтягування трикотажу. На сучасному етапі вказані процеси є автоматизованими. При цьому технічні характеристики обладнання свідчать про те, що автоматизація обладнання та збільшення технологічних можливостей візерункотворення призводить до збільшення енергоспоживання, що необхідно враховувати при виборі обладнання.

Список використаних джерел

1. Мойсеєнко Ф.А. Проектування в'язальних машин / Ф.А. Мойсеєнко. – Х. : Основа, 1994. – 336 с.
2. Мельник Л.М. Сучасні напрямки розвитку плосков'язального устаткування / Л.М. Мельник, О.П. Кизимчук // тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан легкої і текстильної промисловості: інновації, ефективність, екологічність». - Херсон, 2015. – С. 30-31.
3. Офіційний сайт фірми *«Stoll»* : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.stoll.com/stoll-produkte/2_1.
4. Офіційний сайт фірми *«Shima seiki»* : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.shimaseiki.com/product/knit/.
5. Офіційний сайт фірми *«Protti»* : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.protti.it/ENG/PRODOTTI/productx.htm.
6. Офіційний сайт фірми *«Steiger»* : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.steiger-textil.ch/.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ПЛОСКОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН НА ИХ ЭНЕРГИЮ

КИЗИМЧУК Е.П., МЕЛЬНИК Л.М., ЕРМОЛЕНКО И.В.
Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Определение влияния технологических возможностей современного плосковязального оборудования на уровень потребления электроэнергии.

Методика. Аналитический обзор информационных ресурсов ведущих мировых производителей плосковязального оборудования.

Результаты. Проведена систематизация технологических параметров и конструктивных особенностей современного плосковязальное оборудования и в результате сравнительного анализа выявлено их влияние на уровень энергопотребления.

Научная новизна. Установлена зависимость между энергоэффективностью современных плосковязальных машин и их конструктивными особенностями и технологическими возможностями.

Практическая значимость. Проведенный анализ технических характеристик и технологических возможностей современного плосковязального оборудования является основой при выборе оборудования для изготовления верхних трикотажных изделий.

Ключевые слова: *плосковязальная машина, технологические возможности, класс машины, длина игольницы, вязальная система, энергопотребление.*

INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL CAPABILITIES OF MODERN FLAT KNITTING MACHINES ON THEIR ENERGY

KYZYMCHUK O.P., MELNYK L.M., YERMOLENKO I.V.
Kiev National University of Technologies and Design

Purpose. Is to determinate the influence of the technological capabilities of modern flat knitting equipment on the level of electricity consumption.

Methodology. The analytical review of the information sources of the world's leading manufacturers of flat knitting equipment have been conducted.

Results. The systematization of process' parameters and design features of modern flat knitting equipment were reviewed and, as result of comparative analyses their influence on energy consumption were identified.

Practical value. The analysis of technical characteristics and technological capabilities of modern flat knitting equipment is the basis for the equipment selection for the knitted garments manufacture that presented in the article.

Key words: *flat knitting machine, technological capabilities, gauge, length of needle bed, knitting system, performance of the equipment, energy consumption.*