

Основним напрямком забезпечення безпеки на виробництві - є розробка на рівні державного регулювання ретельно перевіреної та безпомилкової нормативної бази.

Профілактика виробничого травматизму можлива лише за умови дотримання вимог з охорони праці, у тому числі тих, які направлені на забезпечення спорудження безпечних конструкцій і будівель.

Відповідно до статистики Державної служби України з питань праці, найчастіше нещасні випадки трапляються через організаційні причини (67 %), а потім технічні (10 %) і психофізіологічні (23 %). Організаційні причини – це також порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів, технологічних регламентів. Організаційні причини мають, самі по собі, високий відсоток в аварійності і травмуванню на виробництві, а додавання до цих причин заздалегідь невірно виконаних розрахунків з використанням [1], неминуче призведе до надзвичайних ситуацій і травматизму.

Вважаємо, що замовчування помилок у [1] неприпустиме і потребує переробки і Perezatverdzhennya.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Авторами не було перевірено значну частину [1]. Тому, вочевидь, наведений в статті перелік помилок не є кінцевим. Але і вже виявлені помилки показують, що [1] не може бути використано для розрахунків складних конструкцій з деревини та з матеріалів на базі деревини. Враховуючи те, що [1] є невдалим та неповним перекладом [2], при розрахунках сучасних дерев'яних конструкцій краще користуватись [2]. В цьому зв'язку абсолютно не зрозуміла роль у розробці [1] одного товариства з обмеженою відповідальністю, чотирьох докторів наук та семи кандидатів наук.

Список літератури

1. ДБН В.2.6-161:2017 «ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ Основні положення»
2. EN 1995-1-1 :2004+A 1 «Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General -Common rules and rules for buildings. English version»
3. DIN 1052:2004-08 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau
4. ДСТУ EN 636:2014 Фанера. Технічні умови (EN 636:2003, IDT)
5. EN 12369-1:2001 Wood-based panels - Characteristic values for structural design - Part 1: OSB, particleboard and fibreboard;
6. ДСТУ EN 300:2008 (EN 300:2006, IDT) Національний стандарт України. Плити деревинностружкові з орієнтованою стружкою (OSB). Терміни та визначення понять, класифікація та технічні вимоги.

Рукопис подано до редакції 10.04.2019

УДК 621.31.3

І.О. СІНЧУК, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ БАЛАНСУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПІДЗЕМНИМИ ЗАЛІЗОРУДНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Мета. Метою даної роботи є розробка формалізованих процедур визначення показників балансу споживання електричної енергії для підземних залізородних підприємств.

Методи дослідження. В дослідженнях, для розробки формалізованих процедур визначення показників балансу споживання електричної енергії, використовувалися статистичні методи і відповідний інструментарій, а саме: кореляційно-регресійний аналіз, факторні методи, відповідність критеріям розподілу.

Наукова новизна полягає в імplementації методів економіко-статистичного аналізу до практики формалізації показників рівня споживання електричної енергії. Запропоновані методи дозволяють сформувати систему показників щодо визначення рівнів електроспоживання залізородними підприємствами. Визначені множинні регресійні рівняння відповідають запитам добувної промисловості задля побудови ефективних систем керування.

Практична значимість. Отримані результати доцільно використовувати в практичній діяльності залізородних підприємств Криворізького регіону при вирішенні задач керування споживання електроенергією. Відсутність універсальності відбиває доцільність побудови регресійних моделей для кожного залізородного підприємства. Практика дослідження множинного кореляційно-регресійного аналізу довела його дієвість. В процесі проведеного дослідження доведена доцільність проведення статистичний аналізу відповідних показників з метою оцінювання складових електробалансу з метою підвищення енергоефективності гірничорудних підприємств в рамках існуючих технологій.

Результати. Встановлено перелік споживачів, котрі формують форму добових графіків електричних навантажень залізородного підприємства – так звані стаціонарні установки, що споживають більш ніж 80 % від загального

обсягу споживання електричної енергії. Застосування кореляційно-регресійного аналізу дозволило визначити суттєві впливові взаємозв'язки в електроенергетичній системі залізорудного підприємства. Запропоновано рекомендації відповідно до кожного підприємства індивідуально, щодо формування ефективних управлінських дій по електроспоживанню. Результати оцінювання впливових вагових формування електроенерговитрат на видобуток залізорудної сировини дають змогу диференціювати підходи до конструювання алгоритму керування рівнями електроспоживання, згідно техніко-технологічних умов, кожною окремо взятою копальнею. Проведений якісний та кількісний статистичний аналіз рівнів споживання електроенергії відповідає вимогам сучасних наукових досліджень.

Ключові слова: електроспоживання, підприємство, показники, статистичний аналіз, електробаланс, споживачі-регулятори, оптимальне керування.

doi: 10.31721/2306-5435-2019-1-105-132-138

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними результатами. Згідно з прогнозом [1,2] до 2030 р. очікується тенденція щорічного зростання обсягів споживання електричної енергії в промисловій галузі України. Цей ріст обумовлюється перш за все відповідними існуючими і прогнозними процесами в гірничодобувній галузі. В 2017 р. в Україні видобуто 70% (ЗРС) відносно базового 1990 р. В цьому ж році більше 60% видобутку залізорудної сировини, видобутої підземним способом, спрямовано на експорт. Це значний вклад в стабілізацію валютних запасів держави.

Щорічне зростання собівартості видобутку ЗРС гірничорудними підприємствами України, з одночасним падінням ціни на цей вид корисних копалин, на міжнародному ринку сировини, сприяє як негативному росту в економіці як самих гірничорудних підприємств так і галузі держави в цілому [3].

Постає проблема державного значення – пошуку заходів котрі, якщо не дозволять зменшити показники собівартості видобутку ЗРС, то хоча б стримувати темпи зростання цього показника. Аналіз складових собівартості видобутку сировини свідчить, що майже 30% в цьому загальному показнику займає сегмент енергозатрат, де в свою чергу, більше 90% становлять електроенергозатрати [4-6]. Більш того, як свідчать всі ті ж дослідження, це якраз той самий сегмент собівартості видобутку ЗРС, котрий має значний і вельми реальний потенціал для його зменшення [2]. Водночас треба розуміти, що очікування достатньо ефективних результатів в аспекті, що аналізується, можливо тільки при втіленні в практику роботи залізорудних підприємств достатньо обґрунтованих наукових досліджень в цьому напрямку.

Аналіз досліджень і публікацій. Головний напрямок зменшення енергоемності видобутку ЗРС перш за все лежить в площині вибраної тим чи іншим підприємством технології ведення гірничих робіт. В розрізі даного наукового пошуку, зупинимось на вирішенні проблеми підвищення енергоефективності гірничорудних підприємств в рамках саме існуючих технологій. Такий підхід виглядає реальним ще і тому, що в найближчі 20-30 років будівництво нових підземних залізорудних підприємств в Україні не планується

Пошуку шляхів зменшення енерговитрат при видобутку ЗРС присвячено ряд наукових досліджень. Цю проблему вирішували як вчені гірники-технологи так і енергетики [4-12].

В аналізованому напрямку наукового пошуку на особливу увагу, згідно отриманих результатів, заслуговують дослідження [7-11]. Результати втілених в тій чи в іншій мірі досліджень вище відзначених дослідників дозволили вітчизняній гірничорудній промисловості деякий час стримувати безумовно негативний, проте логічний процес зростання витрат енергії при видобутку ЗРС. Проте сьогоденне функціонування залізорудних підприємств потребує нового підходу до вирішення проблеми їх енергоефективності, нової логіки рішення.

«Логіка» такої необхідності диктується, перш за все, погіршенням в даний час технологічних умов видобутку ЗРС [4].

По-друге більшість, з вищевідзначених, як і відомих наукових досліджень велись для умов видобутку ЗРС на глибинах до 1000 м. Зараз ці позначки вже перетнули рубежі 1500-2100 м. Зрозуміло, що обсяги рівнів споживання ЕЕ на таких глибинах, а значить і рівень їх впливу на загальні показники собівартості видобутку ЗРС, ростуть і будуть зростати в подальшому. Це призвело і призведе до втрати вітчизняною гірничорудною промисловістю гідного місця в конкурентоспроможності на світовому ринку ЗРС. Вихід один – базуючись на результатах відомих наукових пошуків, проводити додаткові дослідження в напрямку пошуку нових сучасних і достатньо ефективних рішень.

Як об'єктивну реальність, в аналізованому напрямку наукового пошуку, відзначимо, що, оцінюючи сучасну економічну ситуацію та тенденцію постійного зростання тарифів на електричну енергію, гірничі підприємства, як підприємства з технологією неперервного циклу функціонування, в останні 10-15 років дещо перебували в режимі функціонування своїх споживачів ЕЕ. Перш за все це терміни роботи комплексу енергоємних приймачів ЕЕ, перевівши їх відповідно до технології гірничих робіт, в льготно-економічні зони доби, котрі диференціюються як години пік, напівпік та ніч (рис.1). Саме таке «ділення» визначає тарифи на ціни спожитої ЕЕ, відповідно за ті чи інші години доби. Цікаво, що різниця цих тарифів, наприклад, між «піком» і «ніччю» в 2018 році сягнула майже 8-ми разів [12].

Враховуючи економічну ситуацію, вжиті підприємствами такі «організаційні» заходи, не зважаючи на їх простоту, дали підприємствам, де це запроваджено, значну – біля 20% економії матеріальних затрат за сплату за спожиту електричну енергію. Між тим, потенціал мір по підвищенню енергоефективності залізрудних підприємств не вичерпано. Перш за все це стосується можливостей адаптивного регулювання цим процесом в функції ряду технологічних факторів, котрі мають зміни своїх параметрів в процесі функціонування.

Для реалізації вищезазначеного постулату необхідно формалізувати лінійку споживачів – регуляторів електричної енергії. В ході дослідження [4-6], доведено, що в перелік таких приймачів для підземних залізрудних підприємств відносяться: водовідлив, скіпові підйомні установки (СкПУ), головний водовідлив, вентиляційні установки, дробильно-сортувальна фабрика (ДСФ).

Постановка завдання. Мета досліджень – розробка формалізованих процедур визначення показників балансу споживання електричної енергії для залізрудних підприємств.

Задачі дослідження:

формалізація формування складових електробалансу системи електропостачання залізрудних підприємств з підземними способами видобутку ЗРС, та визначення комплексу споживачів регуляторів з визначенням та декомпонуванням загальної цільової функції на локальні цільові для керування цими об'єктами;

розробка математичної моделі багатфакторного оптимального керування рівнями електроспоживання споживачами-регуляторами ЕЕ для розбудови алгоритму функціонування в цілому комплексу електропостачання-електроспоживання.

Виклад матеріалу та результати. Методологія складання електроенергобалансу гірничих підприємств відома і, більш того, затверджена ДСТУ.

Проте в аспекті кінцевого результату даного дослідження цікавим, на думку автора, як відправний момент вбачається статистичний аналіз показників складових балансу електроенергетичного комплексу: постачання – споживання ЕЕ гірничого підприємства.

В відповідності до запропонованої методології дослідження раціонального управління рівнями електроспоживання на залізрудних підприємствах Криворізького залізрудного регіону України, доцільно провести статистичний аналіз відповідних показників з метою оцінювання складових електробалансу: Ск. Пу; вентиляція, водовідлив, ДСФ.

Фактичні показники динаміки рівнів електроспоживання Ск. Пу; вентиляція, водовідлив, ДСФ наведені в табл.1-4.

Таблиця 1

Споживання електроенергії на ш. «Жовтнева» (кВт·год)					
	ш. «Жовтнева»	Ск.ПУ	Вентил.	Водовід.	ДСФ
2012	46546,22	10258	17566	8760	5389
2013	42977,31	8578	13618	18126	4788
2014	41829,29	11717	15140	8649	4264
2015	41783,45	8442	10822	16204	8381
2016	42678,32	9148	14834	9267	9267
2017	43673,34	7347	16082	9101	4814

Таблиця 2

Споживання електроенергії на ш. «Родіна» (кВт·год)					
	ш. «Родіна»	Ск.ПУ	Вентил.	Водовід.	ДСФ
2012	70501,87	0	0	0	0
2013	68458,16	8136	20557	29701	1825
2014	68037,22	6816	6816	29767	0
2015	69874,32	11448	20398	40686	3673
2016	71673,54	12528	20741	36330	4382
2017	45672,34	13704	20926	39205	4451

Таблиця 3

	ш. «Гвардійська»	Ск.ПУ	Вентил	Водовід	ДСФ
2012	44219,22	16658	13206	3045	5473
2013	41181,33	14567	14186	7453	3854
2014	43544,69	10294	13817	4780	1125
2015	42983,44	14141	16173	842	4862
2016	43784,32	16591	13534	704	5427
2017	47673,55	12883	14261	2769	3058

Таблиця 4

	ш. «Терновська»	Ск.ПУ	Вентил	Водовід	ДСФ
2012	42102,22	7033	15918	10410	2331
2013	41229,13	10258	16244	21350	4133
2014	42161,45	11668	15197	21492	2415
2015	44678,34	11635	16537	23398	2629
2016	43784,35	11942	16962	8829	2670
2017	45672,34	7011	15721	16001	1851

Наявність статистичної інформації є підґрунтям проведення аналізу на відповідність наведених даних щодо нормальному розподілу для проведення подальших досліджень (1)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

де x – значення рівнів електроспоживання для залізородних підприємств; μ – математичне сподівання; σ – середнє квадратичне відхилення

Аналіз на відповідність нормальному розподілу проводився засобами Excel, отримані зведені результати наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Назва підприємства	Порогове значення	Критерій коефіцієнта асиметрії		Критерій ексцеса		Висновок
ш. «Жовтнева»	0,05	0,37	0,78	-0,88	0,17	Гіпотеза про нормальність не відхиляється
ш. «Родіна»	0,05	0,91	0,98	-0,46	0,29	Гіпотеза про нормальність не відхиляється
ш. «Гвардійська»	0,05	1,16	1,01	-0,02	0,49	Гіпотеза про нормальність не відхиляється
ш. «Терновська»	0,05	0,96	0,99	-0,31	0,36	Гіпотеза про нормальність не відхиляється

Відповідно до даних наведених в табл. 5, можемо зазначити, що дані відповідають нормальному закону розподілу, тобто існують підстави отримані висновки щодо статистичного аналізу вважати дійсними.

Практичний досвід свідчить про доцільність статистичного дослідження щодо взаємозв'язків рівнів споживання ЕЕ та видобутком (виробництвом), водопритоком, потужністю, горизонтом добутку руди – всі складові деякою мірою опосередковано впливають на споживання ЕЕ. Для тісноти значення тісноти взаємозв'язку та найбільш впливових факторів проведено кореляційний аналіз. В табл.6-10 представлені кореляційні матриці.

Таблиця 6

	ЕЕ	Доб. руди	Водоприток	Горизонт	Потужність
ЕЕ	1				
Доб. руди	-0,14768	1			
Водоприток	0,283797	-0,9758175	1		
Горизонт	-0,76867	0,7242001	-0,7853998	1	
Потужність	0,342595	-0,8599235	0,94389385	-0,719476	1

Аналіз таблиці свідчить про практичну відсутність зв'язку (за шкалою Чедока) між споживанням ЕЕ та водопритоком і потужністю працюючих приладів. Існує зворотній зв'язок між споживанням ЕЕ та горизонтом добути руди. Виділяється прямий щільний зв'язок між водопритоком та потужністю працюючих приладів.

Таблиця 7

	ЕЕ	Доб. руди	Водоприток	Горизонт	Потужність
ЕЕ	1				
Доб. руди	0,821895	1			
Водоприток	0,424589	0,0499782	1		
Горизонт	-0,66935	-0,8259131	0,04784194	1	
Потужність	-0,07854	-0,212104	0,61560654	-0,076078	1

Згідно шкали Чедока високий зв'язок існує між споживанням ЕЕ та потужністю працюючих приладів. Посередній від'ємний зв'язок між горизонтом видобутку руди. На відміну від показників для ш. Жовтневої, зв'язок між горизонтом видобутку руди і потужністю працюючих приладів має від'ємний високий.

Таблиця 8

Кореляційна матриця складових ш. «Гвардійська»

	ЕЕ	Доб. руди	Водоприток	Горизонт	Потужність
ЕЕ	1				
Доб. руди	0,47974	1			
Водоприток	0,292557	0,0875833	1		
Горизонт	-0,59608	0,3324652	-0,0692687	1	
Потужність	-0,02107	-0,7659554	0,35482889	-0,580573	1

Аналіз отриманих розрахунків свідчить (за шкалою Чедока) про посередню від'ємну залежність споживання ЕЕ і між горизонтом видобутку руди та високим від'ємним зв'язком між потужністю працюючих приладів і добутком руди.

Таблиця 9

Кореляційна матриця складових ш. «Терновська»

	ЕЕ	Доб. руди	Водоприток	Горизонт	Потужність
ЕЕ	1				
Доб. руди	0,284702	1			
Водоприток	0,708279	-0,0116879	1		
Горизонт	-0,74971	0,3921712	-0,5690406	1	
Потужність	0,533341	-0,0312306	0,51613995	-0,548353	1

Якісна інтерпретація отриманих кількісних показників зв'язку за шкалою Чедока, наведених у табл. 9, свідчить про високий зв'язок між водопритоком і споживанням ЕЕ, від'ємний помірний зв'язок між водопритоком і горизонтом добутку руди; помірним позитивним зв'язком між водопритоком і потужністю працюючих приладів.

Відповідні розрахунки кореляційних матриць наведені в табл. 10-13.

Таблиця 10

Кореляційна матриця взаємозв'язку складових споживання ЕЕ для ш. «Жовтнева»

	ш. «Жовтнева»	Ск.ПУ	Вентиляція	Водовідлив	ДСФ
ш. «Жовтнева»	1				
Ск.ПУ	0,032259	1			
Вентиляція	0,752161	0,292851	1		
Водовідлив	-0,35377	-0,40116	-0,77032	1	
ДСФ	-0,27105	-0,25033	-0,47573	0,113725	1

Аналіз даних свідчить про позитивний зв'язок сильний зв'язок (шкала Чедока) між споживанням ЕЕ і вентиляційними установками та від'ємний сильний зв'язок (шкала Чедока) між водовідливними і вентиляційними установками.

Таблиця 11

Кореляційна матриця взаємозв'язку складових споживання ЕЕ для ш. «Родіна»

	ш. «Родіна»	Ск.ПУ	Вентиляція	Водовідлив	ДСФ
ш. «Родіна»	1				
Ск.ПУ	-0,4557	1			
Вентиляція	-0,30339	0,906985	1		
Водовідлив	-0,33141	0,95278	0,866304	1	
ДСФ	-0,4143	0,89958	0,869657	0,751343	1

На відміну від показників для ш. Жовтнева, існує сильний позитивний зв'язок між складовими Ск. ПУ та вентиляційними, водовідливними установками та ДСФ, а також між водовідливними та вентиляційними установками, між ДСФ і водовідливними, вентиляційними установками (шкала Чедока).

Таблиця 12

Кореляційна матриця взаємозв'язку складових споживання ЕЕ для ш. «Гвардійська»

	ш. «Гвардійська»	Ск.ПУ	Вентиляція	Водовідлив	ДСФ
ш. «Гвардійська»	1				
Ск.ПУ	-0,15685	1			
Вентиляція	-0,14746	-0,21802	1		
Водовідлив	-0,41734	-0,33417	-0,26405	1	
ДСФ	-0,14641	0,960502	0,037664	-0,49289	1

Відповідно шкали Чедока, взаємозв'язок між ДСФ і Ск.ПУ є сильний позитивний. Для других складових зв'язок можна вважати незначним.

Таблиця 13

Кореляційна матриця взаємозв'язку складових споживання ЕЕ для ш. «Терновська»

	ш. «Терновська»	Ск.ПУ	Вентиляція	Водовідлив	ДСФ
ш. «Терновська»	1				
Ск.ПУ	-0,13965	1			
Вентиляція	0,199124	0,357352	1		
Водовідлив	-0,07061	0,357828	-0,31625	1	
ДСФ	-0,6515	0,371537	0,329419	0,334837	1

Для означених даних зв'язок між ДСФ і споживанням ЕЕ вважається від'ємним помірний за школою Чедока.

Слід зазначити, що не існує можливості сформулювати узагальнюючий висновок щодо кількісного та якісного опису взаємозв'язку між показниками складових електроспоживання для залізрудних підприємств Криворізького регіону.

Таким чином, відсутність універсальності відбиває доцільність побудови регресійних моделей для кожного залізрудного підприємства (табл. 14).

Проведений аналіз щодо нормальності розподілу складових споживання ЕЕ свідчить про доцільність проведення кореляційного аналізу між складовими ряду залізрудних підприємств України з метою побудови регресійних моделей.

Таблиця 14

Регресійні моделі залізрудних підприємств

Підприємство	Модель	R ²
ш. «Терновська»	$Y=2700843+0.483x_1+0.309x_2-528.973x_3-39.855x_4$	0,99
ш. «Гвардійська»	$Y=1955439+1.06x_1+0.138x_2-263.528x_3+4.215x_4$	0,9
ш. «Родіна»	$Y=6715359+0.019x_1+0.122x_2-386.103x_3-1387.24x_4$	0,94
ш. «Жовтнева»	$Y=1568560+1.55x_1+0.25x_2-686.033x_3+218.53x_4$	0,97

Примітка. x_1 – доб.руди, x_2 – водоприток, x_3 – горизонт, x_4 – потужність

Висновки та напрямок подальших досліджень. Аналіз отриманих результатів дозволяє зазначити наступне:

для ш. «Тернівська», ш. «Жовтнева» та ш. «Гвардійська» найбільший вплив на споживання ЕЕ здійснює рівень глибини горизонту, де здійснюється видобуток ЗРС, найменший вплив – параметр водопритоку;

для ш. «Родіна» найбільший вплив на споживання ЕЕ здійснює електрична потужність механізмів, що функціонують в технології видобутку ЗРС;

для всіх отриманих моделей коефіцієнт детермінації складає більше ніж 0,9.

Результати оцінювання впливових вагових формування електроенерговитрат на видобуток ЗРС дають змогу диференціювати підходи до конструювання алгоритму керування рівнями електроспоживання, згідно техніко-технологічних умов, кожною окремо взятою копальнею.

Список літератури

1. **Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В., Денисюк С.П.** та ін. Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року // К.: Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. 275 с.
2. **Шидловський, А.К.** Геоелектроенергетика України Навчальний посібник. [Текст] / **А.К. Шидловський, Г.Г. Півняк, М.В. Рогоза, С.І. Випанасенко.** – Д.: Національний гірничий університет, 2002. – 282 с. – ISBN 978-966-350-086-7.
3. **Бабець Є. С., Мельникова І. Є., Гребенюк С. Я., Любов С. П.;** за ред. Є. С. Бабця Дослідження техніко-економічних показників гірничодобувних підприємств України та ефективності їх роботи в умовах змінної кон'юнктури світового ринку залізрудної сировини / Монографія; НДГРІ ДВНЗ «КНУ». Кривий Ріг: вид. Р. А. Козлов, 2015. 391 с.
4. **Sinchuk, O.M. Boiko, S.M. Karamanyts, F.I. Kozakevych, I.A. Baranovska, M.L. Yalova, A.M.** (2018) Aspects of the problem of applying distributed energy in iron ore enterprises electricity supply SYSTEMS. IsIENCT, Warsaw, Poland.
5. **Праховник А.В., Розен В.П., Дегтярев В.В.** Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий. М.: Недра, 1986, 232 с.
6. **Sinchuk, I.O.** (2018) Harmonization of system for assessing the electric- power consumption levels at mining enterprise. Mining of mineral deposits 12(4) 100-107.
7. **Alexandra von Meier.** Electric power systems a conceptual introduction. IEEE press 2006-309 pp.
8. **Jiang S., Lian M., Lu C., Ma Q.** Optimization research of mine production energy control system based on synergy theory. Paper AsiaVolume 2018, Issue Compendium3, 2018, Pages 48-52.

9. A.J.H. Nel, J.C. Vosloo, M.J. Mathews. Financial model for energy efficiency projects in the mining industry. Energy Volume 163, 15 November 2018, Pages 546-554. <https://doi.org/10.1016/i.energy.2018-08-154>

10. Allen J. Wood, Bruce F. Wollenberg. Power Generation and Control. 2014-620 pp.

11. Steven W. Blume. Electric Power System Basics for the Nonelectrical Professional. IEEE press Series on Engineering. 2017-231 pp.

12. Щуцкий В.И., Ляхомский А.В. Егоров Д.А. Повышение точности определения расчетных нагрузок электроустановок полиметаллических рудников / Изв. ВУЗов Электромеханика, 1989, №3, С. 109-112.

Рукопис подано до редакції 08.04.2019

УДК 681.5.08

М. В. КІЯНОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., О. Р. ІВАНОВА, магістрант
Криворізький національний університет

РОЗРОБКА ТА КОНСТРУКТИВНА РЕАЛІЗАЦІЯ ФУНКЦІЇ СИЛОВИМІРЮВАННЯ В КОНСТРУКЦІЯХ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

Мета. Метою даної роботи є підвищення надійності закріплення заготовок при їх механічній обробці за рахунок ретельного аналізу існуючих конструкцій технологічного оснащення з можливістю інструментального контролю параметрів закріплення заготовок.

Методи дослідження. Результати роботи отримані шляхом теоретичних досліджень. Теоретичні дослідження полягають у синтезі методів силовимірювання в конструкціях технологічного оснащення, основних факторів, які впливають на сили затиску в затискних механізмах.

Наукова новизна. Було визначено, що на сьогоднішній день не існує конструкції технологічного оснащення, яка в повній мірі реалізувала контроль силовимірювання. Тому дане питання потребує нових теоретичних і експериментальних досліджень при створенні принципово нових конструкцій затискних механізмів, які зможуть реалізувати контроль параметри закріплення заготовок і не допускати негативних явищ закріплення.

Практичне значення. Виконаний аналіз конструкцій технологічного оснащення дає можливість визначення напрямків модернізації та вдосконалення засобів виробництва на базі застосування новітніх досягнень розробок.

Результати. В результаті проведеного аналізу було визначено, що задачі інструментального контролю параметрів закріплення заготовок при їх механічній обробці запобігають негативним явищам закріплення. При недостатньому закріпленні заготовки можливий її зрив під дією сил різання, і як наслідок пошкодження заготовки, інструмента та верстатного пристосування. Надмірне закріплення заготовки приводить до пошкодження її поверхонь. При відсутності контролю параметрів закріплення формоутворення заготовок супроводжується дефектами конструктивних елементів, що утворюють неявно виражені технологічні бази, що викликають високу трудомісткість і помилки допоміжних операцій технологічного базування заготовок в засобах технологічного оснащення, і як наслідок, брак виготовлення деталей. Слід зазначити, що при затиску не повинно порушуватися положення заготовки, досягнуте базуванням. Це задовольняється раціональним вибором напрямку і точки прикладання сили затиску. Визначено недоліки існуючих конструкцій технологічного оснащення та неможливість визначення та контролю затискних сил. Аналіз закономірностей, що впливають на точність і продуктивність виконуваних операцій, дозволять проектувати пристосування, що інтенсифікують виробництво і підвищують його точність.

Ключові слова: аналіз, силовимірювання, технологічне оснащення, затискний пристрій, сила затиску заготовки, контроль.

doi: 10.31721/2306-5435-2019-1-105-138-142

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями. В умовах серійного і дрібносерійного виробництва однією з важливих народногосподарських задач є технічне і технологічне переозброєння машинобудування, подальше розширення технологічних можливостей, підвищення продуктивності, точності, надійності і довговічності верстатів. Це можливе за рахунок удосконалення вузлів, механізмів і технологічного оснащення верстатів.

Задача інструментального контролю параметрів закріплення заготовок при їх механічній обробці одна з найважливіших питань в машинобудуванні. Відсутність інструментального контролю параметрів закріплення заготовок при їх механічній обробці приводить до негативних явищ закріплення, а саме: похибки закріплення, пошкоджень поверхні, до яких прикладені сили закріплення та можливі пружні деформації заготовки.

При недостатньому закріпленні заготовки можливий її зрив під дією сил різання, і як наслідок пошкодження заготовки, інструмента та верстатного пристосування. Надмірне закріплення заготовки приводить до пошкодження її поверхонь.