

*Інна Віштак*

*Валерій Федотов*

*Олександр Поліщук*

*Євгеній Кобилянський*

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «БЕЗПЕЧНЕ КОНСТРУЮВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ШПИНДЕЛЬНИХ ВУЗЛІВ НА ПНЕВМАТИЧНИХ ОПОРАХ»**

Попитом на ринку праці користуються працівники технічних спеціальностей, які опанували новітні технологічні процеси з використанням комп'ютерних технологій, творчо розв'язують професійні завдання, здатні вдосконалюватися протягом життя та швидко реагувати на зміни технологічних процесів, прогнозувати, оцінювати та управляти ризиками, вчасно вживати відповідних заходів з ліквідації негативних наслідків надзвичайних ситуацій. Відповідно до вимог роботодавців у закладах вищої освіти вдосконалення процесу професійної підготовки відбувається шляхом впровадження вимог компетентнісного підходу (Кобилянський, Дембіцька, & Кобилянська, 2014; McClelland, 2004; Hoffmann T., 1999; Rothwell & Graber, 2010; Lozano, Boni, Peris, & Hueso, 2012; Boyatzis, Goleman, 2000; Hutmacher, 1997; Hyland, 2001; Figueroa-Rodríguez, B., Figueroa-Sandoval, & Figueroa-Rodríguez, K. A., 2012). Науковцями розроблені ефективні шляхи формування професійної компетентності у майбутніх фахівців технічних спеціальностей, продовжуються дослідження її структури та процедури оцінювання рівня сформованості на кожному етапі їхньої підготовки.

Необхідною умовою формування високого рівня професійної компетентності у майбутніх фахівців технічних спеціальностей є розвиток технічного мислення. Актуальність даного питання підтверджується низкою публікацій у науково-методичній літературі. Зокрема в статті С. Дембіцької (2019a) здійснено огляд історичного досвіду фахової підготовки працівників машинобудівної галузі, виокремлено його позитивні та негативні риси на кожному з етапів історичного розвитку вищої освіти. Відповідно до цієї публікації, основним завданням підготовки фахівців технічних спеціальностей є розвиток технічного мислення, яке дозволяє розробляти нові технології та модернізувати виробництво. В публікації С. Дембіцької (2019b) обґрунтовано, що будь-яка технічна діяльність і творчість мають орієнтуватися, в першу чергу, на безпечне виконання роботи. Тобто, фахівці технічних спеціальностей в процесі розробки проектів нового обладнання мають дбати не тільки про покращення його технічних характеристик, але й про дотримання вимог безпеки.

Розвиток фахової компетентності на всіх етапах підготовки фахівців машинобудівної галузі розглянуто у публікаціях О. Кобилянського та С. Дембіцької (2018a; 2018b; 2018c). В цих публікаціях автори підкреслюють важливість розвитку технічного мислення для формування високого рівня професійної компетентності майбутніх працівників машинобудівної галузі.

Особливості технічного мислення в тому, що воно спрямоване на пізнання та аналіз технічних явищ і процесів, на встановлення зв'язків між ними. На думку А. Вербицького (2007), для технічного мислення притаманні такі властивості, як гнучкість, оперативність, активність у розв'язанні ряду спеціальних технічних завдань. Погоджуємося з думкою Т. Кудрявцева (1975) в тому, що розвиток технічного мислення передбачає опанування такими мисленневими операціями, як аналіз, синтез, узагальнення, абстрагування, систематизація, конкретизація тощо, а специфіка розвитку технічного мислення полягає в його змістовно-психологічній структурі, а не у формально-операційній. В проаналізованих нами публікаціях науковці погоджуються з тим, що одним із шляхів розвитку технічного мислення є формування у студентів знань і умінь з застосовування відомих способів дій у нових умовах.

Метою статті є аналіз особливостей формування професійної компетентності фахівців машинобудівної галузі під час вивчення теми «Безпечне конструювання високошвидкісних шпindelних вузлів на пневматичних опорах».

## Результати дослідження

Вивчення цієї теми передбачає набуття студентами знань і умінь проектування ефективних і безпечних елементів механічного обладнання, з урахуванням вимог з безпеки машин і механізмів для металообробки, які проектуються та експлуатуються відповідно до Національного стандарту України ДСТУ EN 1050:2003 «Безпечність машин. Принципи оцінювання ризику», який є тотожним європейському стандарту EN 1050:1996 Safety of machinery – Principles for risk assessment (Держспоживстандарт України, 2005). В стандарті подано інженерний метод оцінювання ризику для устаткування на всіх етапах їхнього життєвого циклу. Його розробники рекомендують використовувати стандарт як у навчальних цілях, так і під час визначення основних вимог безпеки до машин. На відміну від різних варіантів класифікацій, поданих у навчальних посібниках і підручниках, стандартом передбачено встановити всі види небезпек, небезпечні ситуації та небезпечні випадки, спричинені машинами, які класифікують відповідно до вимог цього стандарту таким чином: механічні – пов'язані зі стисканням, прорізанням, намотуванням, ударами тощо; електричні – внаслідок контакту з деталями, що перебувають під напругою, тощо; термічні; внаслідок шуму; внаслідок вібрації; внаслідок випромінювання; спричинені нехтуванням ергономічними принципами; пов'язані з небезпекою на робочому місці тощо. Після цього здійснюється кількісне оцінювання ризику.

В шпindelних вузлах сучасних високошвидкісних прецизійних верстатів все більшого застосування, за технічними характеристиками, набувають пневматичні опори, які забезпечують потрібну орієнтацію робочих поверхонь і чутливих елементів при високому коефіцієнті корисної дії. В процесі обробки матеріалів значення сил різання безперервно змінюються, що впливає на точність обробки через зміщення вала. Тому для зменшення цих похибок застосовуються пневматичні опори з підвищеною жорсткістю.

Успішне впровадження опор на газовому мащенні в різних сферах виробництва пояснюється якостями газового мастильного матеріалу: вони можуть, не втрачаючи своїх експлуатаційних якостей, працювати в широкому діапазоні температур та тисків (в'язкість газів практично не залежить від температури та тиску) а також в зоні підвищеної радіації (гази не схильні до фазових змін); при правильному розрахунку та виготовленні практично відсутнє зношування робочих поверхонь (Віштак, 2015; Добровольский, & Крячек, 1983; Жедь, Пинегин, & Табачников, 1977; Пинегин, Орлов, & Табачников, 1984; Шейнберг, Жедь, & Шишеев, 1969). Мінімальні втрати на тертя, а отже, й незначне тепловиділення, що є наслідком малої в'язкості газів, дозволяє досягти досить великих частот обертання. Завдяки відсутності перепадів сил тертя при відносному переміщенні вузлів, розділених мастильним газовим шаром, також є можливість забезпечити переміщення з мінімальною швидкістю ковзання (Пинегин, Табачников, & Синенков, 1982; Табачников, Шевченко, & Степанчук, 1981).

За результатами оцінювання ризику за вищезначеним стандартом застосування пневматичних опор теж має значні переваги. Адже газ, що виходить під підвищеним тиском із зазорів опор, не забруднює навколишнє середовище та оберігає робочі поверхні від потрапляння на них через мастильний шар пилу, абразиву тощо. Відсутність сил тертя значно зменшує рівні шуму та вібрації. Небезпека ураження електричним струмом і шкідливі електромагнітні випромінювання не виникають через те, що потужний електропривод не використовується. Отже, такий аналіз дозволяє сформувати у студентів технічне мислення та культуру безпеки, що є визначальним при формуванні професійної компетентності.

Високі технічні та безпекові характеристики обладнання з газовими підвісами для металообробки обумовлюють продовження досліджень з їх вдосконалення та розширення галузей застосування (Федотов, & Віштак, 2016; Fedorynenko, Sapon, & Boyko, 2018; Guihua, Jianying, Yuhong, & Junpeng, 2009; Xiaodong, Yanqin, Junpeng, Chao та ін., 2009). Тому вважаємо за доцільне рекомендувати для формування професійної компетентності фахівців технічних спеціальностей вивчення теми «Безпечне конструювання високошвидкісних шпindelних вузлів на пневматичних опорах».

Об'єктом проектування був вибраний шпindel на пневматичній конічній опорі з канавками змінної глибини. Запропонована методика розрахунку опори з канавками змінної глибини на валі. Зміщення вала під дією зовнішньої сили  $F_e$  (рис. 1) подано у вигляді двох незалежних зміщень: поступального в напрямку, перпендикулярному осі, на величину  $e_0$  та обертального навколо осі, що проходить перпендикулярно площині, яка утворюється осями вала та втулки, через точку  $O_1$ . Кутове переміщення вала характеризується відстанню  $e_1$  (рис. 1). Реакцію газового шару за наяв-

ності радіального та кутового зміщень вала приводимо до центра  $O_1$  у вигляді одної сили  $F_p$  і пари сил з моментом  $M$ . Величину моменту пари сил знайдемо з виразу (1)

$$M = F_p(l_{02} + l_p). \quad (1)$$

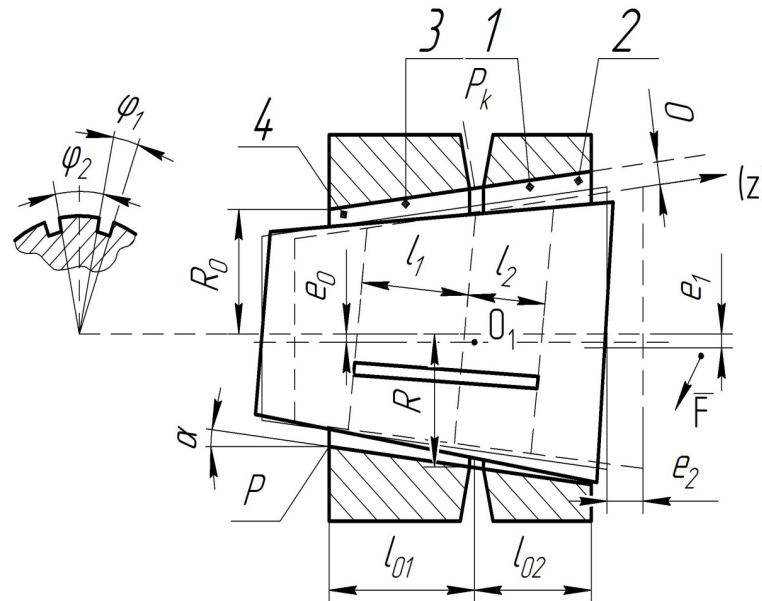


Рисунок 1 – Конічна газостатична опора з канавками змінної глибини

Звісно, що реакція газового шару  $F_p$  рівна за величиною дорівнює  $F_e$ , і ці сили направлені в протилежні сторони. В іншому випадку вал опори не був би врівноважений.

Вище показано, що сила  $F_p$  та відновлювальний момент реакції газового шару в широкому діапазоні лінійно залежать від радіального  $e_0$  та кутового  $e_1$  зміщень. Тому  $F_p$  та  $M$  можна записати у вигляді

$$\begin{aligned} F_p &= K_{\varepsilon\varepsilon}e_0 + K_{\varepsilon\vartheta}e_1, \\ M &= K_{\vartheta\vartheta}e_1 + K_{\vartheta\varepsilon}e_0. \end{aligned} \quad (2)$$

Величини  $e_0$  та  $e_1$  пов'язані між собою умовою  $e_0 + e_1 \leq 1$ .

Зауважимо, що при контакті валу та втулки, за умови  $e_0 + e_1 = 1$ , конічна опора втрачає працездатність, тому приймаємо умову нормальної роботи, коли  $e_0 + e_1 = 0,8$  (3)

Використовуючи вирази (2) та (3) запишемо у безрозмірному вигляді

$$F_\varepsilon^* = K_{\varepsilon\varepsilon}^*\varepsilon + K_{\varepsilon\vartheta}^*\vartheta, \quad (4)$$

$$M^* = F_\varepsilon^*(\alpha_{02} + \alpha_p), \quad (5)$$

де  $\alpha_{02} = l_{02} / R_0$ ;  $\alpha_p = l_p / R_0$ .

Приведемо до безрозмірного вигляду умову (3)

$$\varepsilon + \vartheta = 0,8 \quad (6)$$

З виразів (4) і (5) та умови (6) знаходимо взаємозв'язок між безрозмірними переміщеннями вала  $\varepsilon$ ,  $\vartheta$ , розмірами конічної опори та навантаженнями на вал

$$\begin{aligned} \vartheta &= \frac{0,8[K_{\vartheta\varepsilon}^* + K_{\varepsilon\varepsilon}^*(\alpha_{02} + \alpha_p)]}{K_{\vartheta\varepsilon}^* - K_{\vartheta\vartheta}^* + (K_{\varepsilon\vartheta}^* - K_{\varepsilon\varepsilon}^*)(\alpha_{02} + \alpha_p)}, \\ \varepsilon &= \frac{0,8[K_{\vartheta\vartheta}^* + K_{\varepsilon\vartheta}^*(\alpha_{02} + \alpha_p)]}{K_{\vartheta\vartheta}^* - K_{\vartheta\varepsilon}^* + (K_{\varepsilon\varepsilon}^* - K_{\varepsilon\vartheta}^*)(\alpha_{02} + \alpha_p)}. \end{aligned} \quad (7)$$

Тепер можна знайти підйомну силу конічної опори та відновлювальний момент вузла

$$F = 4R_0^2 p_a ((K_{\varepsilon\varepsilon}^* - K_{\varepsilon\theta}^*)\varepsilon + 0,8K_{\varepsilon\theta}^*),$$

$$M = 4R_0^3 p_a ((K_{\theta\varepsilon}^* - K_{\theta\theta}^*)\varepsilon + 0,8K_{\theta\theta}^*). \quad (8)$$

Величини  $K_{\varepsilon\varepsilon}^*$ ,  $K_{\varepsilon\theta}^*$ ,  $K_{\theta\theta}^*$ ,  $K_{\theta\varepsilon}^*$  розраховані у дослідженнях В. Жедя, С. Пінегіна та Ю. Табачнікова (1977); Ю. Табачнікова, О. Шевченко та В. Степанчука (1981); В. Федотова та І. Віштак (2016) та інших.

Спроектована за результатами проведених розрахунків конструкція шпинделя на пневматичній конічній опорі з канавками змінної глибини забезпечує: стійкість роботи незалежно від параметрів канавок, підвищення жорсткості та технологічних можливостей, регулювання жорсткості шляхом зміни витрат газу через нього та, відповідно, надійність і безпечність експлуатації.

## Висновки

Таким чином, науково-практична підготовка майбутніх фахівців машинобудівної галузі в закладах вищої освіти свідчить, що проблема формування технічного мислення у студентів технічних університетів у процесі навчання спеціальних дисциплін ще недостатньо досліджена як в теоретичних, так і практичних аспектах.

Зазначена методика формування технічного мислення під час вивчення теми «Безпечне конструювання високошвидкісних шпиндельних вузлів на пневматичних опорах» в процесі підготовки майбутніх фахівців машинобудівної галузі дозволяє в умовах скорочення часу на їхню підготовку перейти від репродуктивного навчання до пошукового та покращити рівень культури безпеки праці й професійної компетентності.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- Вербицкий, А. А. (1992). Активное обучение в высшей школе: контекстный подход: метод. пособие. Москва: Высшая школа.
- Віштак, І. В. (2015). Переваги використання підшипників з газовим мащенням. Вісник машинобудування та транспорту, 1, 9–13.
- Дембіцька, С. В., & Кобилянська, І. М. (2018). Забезпечення якості фахової підготовки в технічних закладах вищої освіти. Педагогіка безпеки, 2, 131–136.
- Дембіцька, С. В. (2019a). Аналіз історичного досвіду організації фахової підготовки студентів машинобудівних спеціальностей. Педагогіка безпеки, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2019-4-1-001-006>
- Дембіцька, С. В. (2019b). Розвиток працезохоронної компетентності майбутніх фахівців машинобудівних спеціальностей: монографія. Вінниця: ВНТУ.
- Держспоживстандарт України. (2005). Безпечність машин. Принципи оцінювання ризику (EN 1050:1996, IDT) : ДСТУ EN 1050:2003 (Національний стандарт України).
- Добровольский, Г. Г., & Крячек, В. С. (1983). Применение опор с газовой смазкой в шпинделях и поворотных столах для станков сверхвысокой точности. Исследование и применение опор скольжения с газовой смазкой: Всесоюзное координационное совещание: тезисы докл. (с. 57). Винница: б. в.
- Жедь, В. П., Пинегин, С. В., & Табачников, Ю. Б. (1977). Применение в промышленности опор с газовой смазкой. Станки и инструмент, 12, 1–3.
- Кобилянський, О. В., Дембіцька, С. В., & Кобилянська, І. М. (2014). Теоретичні засади формування компетенцій з безпеки життєдіяльності у студентів економічних спеціальностей: монографія. Вінниця: ВНТУ.
- Кобилянський, О. В., & Дембіцька, С. В. (2018a). Розвиток професійної культури фахівців технічного профілюю. Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті: збірник матеріалів VII Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет конференції: за заг. ред. М. І. Садового (с. 51–52). Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка.

- Кобилянський, О. В., & Дембіцька, С. В. (2018b). Сутність та особливості професійної культури фахівців технічного профілю. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Вип. 173 (ч. 2). 120–122. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка.
- Кобилянський, О. В., & Дембіцька, С. В. (2018c). Самоосвітня діяльність студентів технічних спеціальностей як педагогічна проблема. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»: зб. наук. праць. Вип. 42. 258–260. Переяслав-Хмельницький: ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди».
- Кудрявцев, Т. В. (1975). Психология технического мышления. Москва: Педагогика.
- Пинегин, С. В., Орлов, А. В., & Табачников, Ю. Б. (1984). Прецизионные опоры качения и опоры с газовой смазкой. Справочник. Москва: Машиностроение.
- Пинегин, С. В., Табачников, Ю. Б., & Синенков, И. Е. (1982). Статические и динамические характеристики газостатических опор. Москва: Наука.
- Табачников, Ю. Б., Шевченко, А. В., & Степанчук, В. И. (1981). Исследование и оптимизация радиальных газостатических подшипников с продольными канавками с учётом угловой жесткости. Машиноведение, 2, 100–107.
- Федотов, В. О., & Вштак, І. В. (2016). Розрахунок характеристик газового підвісу зі змінним зовнішнім дроселем при складній неспіввісності. Вісник «ХП»: Темат. вип.: Технології в машинобудуванні. Харків: НТУ «ХП». № 5 (1177). С. 21–24.
- Шейнберг, С. А., Жедь, В. П., & Шишеев, М. Д. (1969). Опоры скольжения с газовой смазкой. Москва: Машиностроение.
- Boyatzis, R., Goleman, D., & Rhee, K. In Bar-On, R. & Parker, J.D.A. (eds.). (2000). Clustering competence in emotional intelligence: insights from the emotional competence inventory (ECI) [Handbook of emotional intelligence]. San Francisco: Jossey-Bass. P. 343–362.
- Fedorynenko, D., Sapon, S., & Boyko, S. (2018). Accuracy of spindle units with hydrostatic bearings. SCImago Journal Rank (SJR): 0.243. Source Normalized Impact per Paper (SNIP) 2018: 0.615. 10 (2), 117–124. DOI 10.1515/ama-2016-0019.
- Figuroa-Rodríguez, B., Figuroa-Sandoval, B., & Figuroa-Rodríguez, K. A. (2012). Competence training in higher education: the case of the technological master “Prestación De Servicios Profesionales” from The Colegio De Postgraduados (México). Procedia – Social and Behavioral Sciences. No. 46. P. 2389–2393. URL: doi: 10.1016/j.sbspro.2012.05.490.
- Guihua, H., Jianying, L., Yuhong, D., & Junpeng, S. (2009). Control Method of Heavy Hydrostatic Thrust Bearing. Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics 2009. IHMSC '09. International Conference on. Vol. 2. Pp. 62–65. DOI: 10.1109/ICAL.2008.4636314.
- Hoffmann, T. (1999). The meanings of competency. Journal of European Industrial Training. Vol. 23.6. P. 275–285.
- Hutmacher, W. (1997). Key competencies in Europe: Report #DECS/SE/Sec-(96)-43 of the Symposium [«A Secondary Education for Europe Project». Berne, Switzerland], (27-30.03.1996). Strasbourg: Council for Cultural Cooperation.
- Hyland, T. (2001). Book review of Competency Based Education and Training: A World Perspective by A. Arguelles and A. Gonczi. Journal of Vocational Education and Training. Vol. 53.3. P. 487–490.
- Lozano, J. F., Boni, A., Peris, J., & Hueso, A. (2012). Competencies in Higher Education: A Critical Analysis from the Capabilities Approach. Journal of Philosophy of Education. No. 46. P. 132–147.
- McClelland, D. C. (2004). Testing for competence rather than for intelligence. American Psychologist. P. 28. URL: <http://www.lichaooping.com/wp-content/ap7301001.pdf>.
- Rothwell, William J., & Graber, Jim M. (2010). Competency-Based Training Basics. New York: ASTD.
- Xiaodong, Y., Yanqin, Z., Junpeng, S., Chao, Y., Bo, W., Zhimin, S. ... Changqing, Y. (2009). Simulation Research on Gap Flow of Circular Cavity Multi-pad Hydrostatic Thrust Bearing. Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics 2009. IHMSC '09. International Conference on. Vol. 2. Pp. 41–44. doi: 10.1109/IHMSC.2009.136.

## REFERENCES:

- Boyatzis, R., Goleman, D., & Rhee, K. In Bar-On, R. & Parker, J.D.A. (eds.). (2000). Clustering competence in emotional intelligence: insights from the emotional competence inventory (ECI) [Handbook of emotional intelligence]. San Francisco: Jossey-Bass. P. 343–362.
- Dembitska, S. V., & Kobylanska, I. M. (2018). Zabezpechennia yakosti fakhovoi pidhotovky v tekhnichnykh zakladakh vyshchoi osvity. Pedagogika bezpeky, 2, 131–136.

- Dembitska, S. V. (2019a). Analiz istorichnoho dosvidu orhanizatsii fakhovoi pidhotovky studentiv mashynobudivnykh spetsialnosti. *Pedahohika bezpeky*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2019-4-1-001-006>
- Dembitska, S. V. (2019b). Rozvytok pratseokhoronnoi kompetentnosti maibutnykh fakhivtsiv mashynobudivnykh spetsialnosti: monohrafiia. Vinnytsia: VNTU.
- Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2005). Bezpechnist mashyn. Pryntsypy otsiniuvannia ryzyku (EN 1050:1996, IDT): DSTU EN 1050:2003 (Natsionalnyi standart Ukrainy).
- Dobrovolskij, G. G., & Kryachek, V. S. (1983). Primenenie opor s gazovoj smazkoj v shpindelyah i povorotnyh stolah dlya stankov sverhvysokej tochnosti. Issledovanie i primenenie opor skol'zheniya s gazovoj smazkoj: Vsesoyuznoe koordinacionnoe soveshchanie: tezisy dokl. (s. 57). Vinnica: b. v.
- Fedorynenko, D., Sapon, S., & Boyko, S. (2018). Accuracy of spindle units with hydrostatic bearings. *SCImago Journal Rank (SJR): 0.243. Source Normalized Impact per Paper (SNIP) 2018: 0.615. 10 (2), 117–124. DOI 10.1515/ama-2016-0019.*
- Fedotov, V. O., & Vishtak, I. V. (2016). Rozrakhunok kharakterystyk hazovoho pidvisu zi zminnym zovnishnim droselom pry skladnii nespivvisnosti. *Visnyk «KhPI»: Temat. Vyp.: Tekhnologii v mashynobuduvanni. Kharkiv: NTU «KhPI». № 5 (1177). S. 21–24.*
- Figuroa-Rodríguez, B., Figuroa-Sandoval, B., & Figuroa-Rodríguez, K. A. (2012). Competence training in higher education: the case of the technological master “Prestación De Servicios Profesionales” from The Colegio De Postgraduados (México). *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. No. 46. P. 2389–2393. URL: [doi: 10.1016/j.sbspro.2012.05.490](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.490).
- Guihua, H., Jianying, L., Yuhong, D., & Junpeng, S. (2009). Control Method of Heavy Hydrostatic Thrust Bearing. *Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics 2009. IHMSC '09. International Conference on*. Vol. 2. Pp. 62–65. DOI: 10.1109/ICAL.2008.4636314.
- Hoffmann, T. (1999). The meanings of competency. *Journal of European Industrial Training*. Vol. 23.6. P. 275–285.
- Hutmacher, W. (1997). Key competencies in Europe: Report #DECS/SE/Sec-(96)-43 of the Symposium [«A Secondary Education for Europe Project». Berne, Switzerland], (27-30.03.1996). Strasbourg: Council for Cultural Cooperation.
- Hyland, T. (2001). Book review of *Competency Based Education and Training: A World Perspective* by A. Arguelles and A. Gonczi. *Journal of Vocational Education and Training*. Vol. 53.3. P. 487–490.
- Kobylianskyi, O. V., Dembitska, S. V., & Kobylianska, I. M. (2014). Teoretychni zasady formuvannia kompetentsii z bezpeky zhyttiediialnosti u studentiv ekonomichnykh spetsialnosti: monohrafiia. Vinnytsia: VNTU.
- Kobylianskyi, O. V., & Dembitska, S. V. (2018a). Rozvytok profesiinoi kultury fakhivtsiv tekhnichnoho profiluiiu. Problemy ta innovatsii v pryrodnycho-matematychnii, tekhnolohichnii i profesiinii osviti: zbirnyk materialiv VII-yi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi onlain-internet konferentsii: za zah. red. M. I. Sadovoho (s. 51–52). Kropyvnytskyi: RVV TsDPU im. V. Vynnychenka.
- Kobylianskyi, O. V., & Dembitska, S. V. (2018b). Sutnist ta osoblyvosti profesiinoi kultury fakhivtsiv tekhnichnoho profiluiiu. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky. Vyp. 173 (ch. 2). 120–122. Kropyvnytskyi: RVV TsDPU im. V. Vynnychenka.*
- Kobylianskyi, O. V., & Dembitska, S. V. (2018c). Samoosvitnia diialnist studentiv tekhnichnykh spetsialnosti yak pedahohichna problema. *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii «Tendentsii ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsii»: zb. nauk. prats. Vyp. 42. 258–260. Pereiaslav-Khmelnitskyi: DVNZ «Pereiaslav-Khmelnitskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Hryhoriia Skovorody».*
- Kudryavcev, T. V. (1975). *Psihologiya tekhnicheskogo myshleniya*. Moskva: Pedagogika.
- Lozano, J. F., Boni, A., Peris, J., & Hueso, A. (2012). Competencies in Higher Education: A Critical Analysis from the Capabilities Approach. *Journal of Philosophy of Education*. No. 46. P. 132–147. McClelland, D. C. (2004). Testing for competence rather than for intelligence. *American Psychologist*. P. 28. URL: <http://www.lichaooping.com/wp-content/ap7301001.pdf>.
- Pinegin, S. V., Orlov, A. V., & Tabachnikov, Yu. B. (1984). *Precizionnye opory kacheniya i opory s gazovoj smazkoj. Spravochnik*. Moskva: Mashinostroenie.
- Pinegin, S. V., Tabachnikov, Yu. B., & Sinenkov, I. E. (1982). *Sticheskie i dinamicheskie harakteristiki gazostaticheskikh opor*. Moskva: Nauka.
- Rothwell, William J., & Graber, Jim M. (2010). *Competency-Based Training Basics*. New York: ASTD.
- Shejnberg, S. A., Zhed, V. P., & Shishev, M. D. (1969). *Opory skolzheniya s gazovoj smazkoj*. Moskva:

- Mashinostroenie.
- Tabachnikov, YU. B., Shevchenko, A. V., & Stepanchuk, V. I. (1981). Issledovanie i optimizaciya radialnyh gazostaticeskikh podshipnikov s prodolnymi kanavkami s uchetom uglovoj zhestkosti. Mashinovedenie, 2, 100–107.
- Verbickij, A. A. (1992). Aktivnoe obuchenie v vysshej shkole: kontekstnyj podhod: metod. posobie. Moskva: Vysshaya shkola.
- Vishtak, I. V. (2015). Perevagi vikoristannya pidshipnikov z gazovim mashchennyam. Visnik mashinobuduvannya ta transportu, 1, 9–13.
- Xiaodong, Y., Yanqin, Z., Junpeng, S., Chao, Y., Bo, W., Zhimin, S. ... Changqing, Y. (2009). Simulation Research on Gap Flow of Circular Cavity Multi-pad Hydrostatic Thrust Bearing. Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics 2009. IHMSC '09. International Conference on. Vol. 2. Pp. 41–44. DOI: 10.1109/IHMSC.2009.136.
- Zhed, V. P., Pinegin, S. V., & Tabachnikov, Yu. B. (1977). Primenenie v promyshlennosti opor s gazovoj smazkoj. Stanki i instrument, 12, 1–3.

*Інна Віштак*

*Валерій Федотов*

*Олександр Поліщук*

*Євгеній Кобилянський*

### **Особливості формування професійної компетентності майбутніх фахівців машинобудівної галузі під час вивчення теми «Безпечне конструювання високошвидкісних шпindelних вузлів на пневматичних опорах»**

У статті здійснено аналіз процесу навчання студентів машинобудівної галузі. Встановлено, що серед професійних компетенцій для успішної професійної діяльності технічного фахівця особливе місце займає інженерне мислення. Метою статті є аналіз особливостей формування професійної компетентності майбутніх фахівців машинобудівної галузі під час вивчення теми «Безпечне конструювання високошвидкісних шпindelних вузлів на пневматичних опорах». Вивчення цієї теми передбачає набуття студентами знань і умінь проектування ефективних і безпечних елементів механічного обладнання. В першу чергу наголос робиться на безпеці машин та механізмів для металообробки, які проектуються. Цим обумовлена пропозиція застосовувати для шпindelних вузлів пневматичні опори, які призначені для високошвидкісних верстатів підвищеної точності та дозволяють підвищити жорсткість і технологічні можливості шпинделя при його високому коефіцієнті корисної дії та задовольняють вимоги електро-, вибухо- і пожежобезпеки, що дозволяє сформувати у студентів культуру безпеки, яка є визначальною при формуванні професійної компетентності. Вважаємо, що запропонована методика розрахунку пневматичних опор з потрібною статичною стійкістю її положення рівноваги забезпечує ефективне та безпечне їхнє використання, а також формує у майбутніх фахівців технічне мислення та професійну компетентність. Крім того, зазначена методика формування технічного мислення під час вивчення теми про безпечне конструювання високошвидкісних шпindelних вузлів на пневматичних опорах, в умовах скорочення часу на підготовку майбутніх фахівців машинобудівної галузі, дозволяє перейти від репродуктивного навчання до пошукового.

**Ключові слова:** підготовка фахівців машинобудівної галузі; професійна компетентність, технічне мислення; безпека праці.

*Інна Віштак* – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [innavish322@gmail.com](mailto:innavish322@gmail.com).

*Валерій Федотов* – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [fedotov\\_va@ukr.net](mailto:fedotov_va@ukr.net).

*Олександр Поліщук* – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [a\\_v\\_polishchuk@ukr.net](mailto:a_v_polishchuk@ukr.net).

*Євгеній Кобилянський* – аспірант кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [jen4yen@gmail.com](mailto:jen4yen@gmail.com).



*I. Vishtak*

*V. Fedotov*

*O. Polishchuk*

*Ye. Kobylanskyi*

## **Features of the Professional Competence Formation of Future Specialists of the Machine Building Industry During the Study of the Topic «Safety Design of High Speed Spindle Units on the Pneumatic Supports»**

The article analyzes the learning process of the students of the machine-building industry. It is established that engineering thinking occupies a special place among professional competences needed for the successful professional activity of a technical specialist. The aim of the article is to analyze the peculiarities of forming the professional competence of future specialists of the machine-building industry during the study of the topic "Safe construction of high-speed spindle units on the pneumatic supports". Studying of this topic provides acquiring by the students the knowledge and skills of designing of efficient and safe elements of the mechanical equipment. First of all the stress is made on the safety of the machines and mechanisms for metal working, being designed. This stipulates the proposal to use pneumatic supports for spindle units, which are designed for high-speed machine-tools of high precision and allow to increase the rigidity and technological capabilities of the spindle at its high efficiency and satisfy the requirements of electrical, explosion and fire-safety, allowing students to form the culture of safety, which is decisive for the formation of professional competence. We believe that the proposed method of calculating the pneumatic supports with the required static stability of its equilibrium position ensures their efficient and safe use, as well as generates technical thinking and professional competence of future specialists. In addition, this technique of forming technical thinking while studying the topic of safe construction of high-speed spindle units on pneumatic supports, in the conditions of the reduction of time for training of future specialists of the machine-building industry, allows moving from the reproductive training to searching training.

**Keywords:** training of the specialists of machine-building industry, professional competence, technical thinking, work safety.

**Vishtak Inna** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [innavish322@gmail.com](mailto:innavish322@gmail.com).

**Fedotov Valerii** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [fedotov\\_va@ukr.net](mailto:fedotov_va@ukr.net).

**Polishchuk Oleksandr** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [a\\_v\\_polishchuk@ukr.net](mailto:a_v_polishchuk@ukr.net).

**Kobylanskyi Yevhenii** – Postgraduate student of the Chair of Branch Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [jen4yen@gmail.com](mailto:jen4yen@gmail.com).

*Инна Виштак*

*Валерий Федотов*

*Александр Полищук*

*Евгений Кобылянский*

## **Особенности формирования профессиональной компетентности будущих специалистов машиностроительной отрасли при изучении темы «безопасное конструирование высокоскоростных шпиндельных узлов на пневматических опорах»**

В статье проанализирован процесс обучения студентов машиностроительной отрасли. Установлено, что среди профессиональных компетенций для успешной профессиональной деятельности инженера особое место занимает инженерное мышление. Целью статьи является анализ особенно-



стей формирования профессиональной компетентности будущих специалистов машиностроительной отрасли при изучении темы «Безопасное конструирования высокоскоростных шпиндельных узлов на пневматических опорах». Изучение этой темы предусматривает приобретение студентами знаний и умений проектирования эффективных и безопасных элементов механического оборудования. В первую очередь упор делается на безопасность проектируемых машин и механизмов для металлообработки. Этим обусловлено предложение применять для шпиндельных узлов пневматические опоры, которые предназначены для высокоскоростных станков повышенной точности и позволяют повысить жесткость и технологические возможности шпинделя при его высоком коэффициенте полезного действия и удовлетворяют требованиям электро-, взрыво- и пожаробезопасности, что позволяет сформировать у студентов культуру безопасности, которая является определяющей при формировании профессиональной компетентности. Считаем, что предложенная методика расчёта пневматических опор с нужной статической устойчивостью её положения равновесия обеспечивает эффективное и безопасное их использование, а также формирует у будущих специалистов техническое мышление и профессиональную компетентность. Кроме того, указанная методика формирования технического мышления при изучении темы о безопасном конструировании высокоскоростных шпиндельных узлов на пневматических опорах, в условиях сокращения времени на подготовку будущих специалистов машиностроительной отрасли, позволяет перейти от репродуктивного обучения к поисковому.

**Ключевые слова:** подготовка специалистов машиностроительной отрасли; профессиональная компетентность, техническое мышление; безопасность труда.

**Инна Виштак** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и педагогики безопасности, Винницкий национальный технический университет, Винница, e-mail: [innavish322@gmail.com](mailto:innavish322@gmail.com).

**Валерий Федотов** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сопротивления материалов и прикладной механики, Винницкий национальный технический университет, Винница, e-mail: [fedotov\\_va@ukr.net](mailto:fedotov_va@ukr.net).

**Александр Полищук** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и педагогики безопасности, Винницкий национальный технический университет, Винница, e-mail: [a\\_v\\_polishchuk@ukr.net](mailto:a_v_polishchuk@ukr.net).

**Евгений Кобылянский** – аспирант кафедры отраслевого машиностроения, Винницкий национальный технический университет, Винница, e-mail: [jen4yen@gmail.com](mailto:jen4yen@gmail.com).