



УДК 378.016:620.172
DOI <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2024-107-7>

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ УЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Подольчук Станіслав Вікторович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри образотворчого, декоративного мистецтва,
технологій та безпеки життєдіяльності

*Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського*

psv017@i.ua
orcid.org/0000-0001-9088-3342

Мета статті – визначення змістовного наповнення та особливостей вивчення закономірностей і різновидностей розрахунку деталей машин та елементів конструкцій на розтягання під час підготовки учителів трудового навчання та технологій.

Методологія і методи. Методологічна основа проведеного дослідження ґрунтується на застосуванні системного підходу до аналізу освітнього процесу підготовки вчителів трудового навчання та технологій. При цьому були використані методи аналізу, синтезу, порівняння, абстрагування та узагальнення.

Результати. Стаття присвячена питанням підготовки учителів трудового навчання та технологій. Проаналізовані особливості її технічної складової, зокрема вивчення різних видів опору матеріалів. Наведені приклади практичного використання деталей машин та елементів конструкцій, які працюють на розтягання. Розглянуті закономірності розрахунку деталей машин та елементів конструкцій на розтягання. Показана відмінність кінцевих результатів таких розрахунків залежно від різних параметрів (геометричних розмірів, температури).

Висновки. Визначені основні інтегральні компоненти (етапи), які слід розглядати у процесі ознайомлення майбутніх учителів трудового навчання та технологій з різними видами техніки. Серед таких компонентів (етапів) – вивчення принципів роботи, конструювання, виготовлення та використання (експлуатація) техніки. Показана важливість вивчення розтягання як важливої складовою технічної підготовки учителів трудового навчання та технологій. При цьому основну увагу слід приділити розрахунку на міцність, як характеристики, яка фактично визначає надійність деталей, елементів конструкції чи машини в цілому. За основу слід взяти умову міцності, яка надалі трансформується у три основні розрахункові алгоритми. Серед таких розрахунків – проектний (використовується при створенні нової техніки), перевірний (застосовується для перевірки умови міцності при використанні наявних деталей) та визначення максимального навантаження (трапляється в тих випадках, коли умови роботи достеменно невідомі та можуть змінюватись). Встановлена доцільність ознайомлення майбутніх учителів трудового навчання та технологій з основами розрахунку на жорсткість. Показана важливість формування у здобувачів вищої освіти відповідних навичок користування довідниковою літературою.

Ключові слова: *учитель трудового навчання та технологій, технічна підготовка, опір матеріалів, розтягання, міцність, жорсткість.*

FEATURES OF TECHNICAL TRAINING OF LABOR EDUCATION AND TECHNOLOGY TEACHERS

Podolyanchuk Stanislav Viktorovich,
PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor
of the Department of Fine, Decorative Arts, Technologies and Life Safety
Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynsky State Pedagogical University

psv017@i.ua
orcid.org/0000-0001-9088-3342

The purpose of the article is to determine the content and features of the study of patterns and variations in the calculation of machine parts and elements of tensile structures during the training of labor education and technology teachers.

Methodology and methods. The methodological basis of the conducted research is based on the application of a systematic approach to the analysis of the educational process of training teachers in labor training and technology. At the same time, the methods of analysis, synthesis, comparison, abstraction, and generalization were used.



Results. The article is devoted to the issues of training teachers in labor education and technology. The peculiarities of its technical component are analyzed, in particular the study of various types of material resistance. Examples of the practical use of machine parts and structural elements that work on stretching are given. The regularities of the calculation of machine parts and elements of tensile structures are considered. The difference in the final results of such calculations depending on various parameters (geometric dimensions, temperature) is shown.

Conclusions. The main integral components (stages) that should be considered in the process of familiarizing future teachers of labor education and technology with various types of equipment are defined. Among such components (stages) is the study of the principles of operation, design, manufacture, and use (operation) of equipment. The importance of studying stretching as an important component of the technical training of labor education and technology teachers is shown. At the same time, the main attention should be paid to the calculation of strength, as a characteristic that actually determines the reliability of parts, structural elements, or the machine as a whole. The strength condition should be taken as a basis, which will be further transformed into three main calculation algorithms. Among such calculations are design (used when creating new equipment), verification (applied to check the condition of strength when using existing parts), and determination of the maximum load (occurs in cases when the working conditions are not known with certainty and may change). The expediency of familiarizing future teachers of labor education and technology with the basics of stiffness calculation has been established. The importance of the formation of relevant skills in the use of reference literature for higher education applicants is shown.

Key words: *teacher of labor training and technologies, technical training, resistance of materials, stretching, strength, stiffness.*

Вступ. Підготовка майбутніх фахівців в системі вищої освіти зазвичай має комплексний характер і містить декілька складових. Змістовне наповнення таких компонентів визначається перш за все особливостями тієї чи іншої спеціальності та в тому числі враховує специфіку майбутньої практичної діяльності.

Підготовка учителів трудового навчання та технологій також має комплексний та системний характер. Вона містить декілька важливих компонентів, серед яких особливе місце займає вивчення технічних дисциплін. Своєю чергою ці дисципліни також є доволі різноманітними, а їхнє змістовне наповнення має включати графічну, математичну, матеріалознавчу, технічну, технологічну та функціональну складові (Подольчук, 2019).

Важливе місце в такій підготовці зазвичай займає вивчення різних видів опору матеріалів (розтягання (стискання), зсуву (зрізу), кручення, згинання), обов'язковим елементом яких є набуття практичних навичок в реалізації різноманітних розрахункових алгоритмів. Тому вивчення закономірностей розрахунку деталей машин, механізмів, елементів конструкцій та споруд на розтягання при підготовці майбутніх учителів трудового навчання та технологій є доволі актуальною науковою проблемою.

Теоретичне обґрунтування проблеми. Розтягання є доволі розповсюдженим видом опору, який зустрічається при роботі багатьох деталей машин, механізмів, елементів конструкцій та споруд. Тому його вивчення при підготовці учителів трудового навчання та технологій є важливим, перш за все як складової технічної підготовки майбутніх фахівців.

Підготовка учителів трудового навчання та технологій, враховуючи динамічний характер розвитку сучасної техніки, постійного перебу-

ває в стані коригування та трансформації. Прогрес науки та техніки щодо перетворення навколишнього середовища для потреб людства призводить до перегляду важливості фахівці інженерно-технологічного напрямку, що враховується освітньою галуззю (Азізов, Орлова, 2023). Тому головна мета трудового навчання на сучасному етапі – формування технологічно грамотної особистості, підготовленої до життя й активної трудової діяльності в умовах сучасного високотехнологічного, інформаційного суспільства (Вітрук, Клюд, 2021). Це означає, що незмінною частиною підготовки майбутніх фахівців є технічна складова. Змістовне наповнення такої складової може бути різним та відображатись у переліку тих технічних дисциплін, які включені до навчального плану.

В загальному випадку технічні дисципліни для майбутніх учителів трудового навчання та технологій виступають як засіб формування технічного мислення (Іванчук, 2018), яке розвивається у процесі ознайомлення здобувачів вищої освіти з науковими основами сучасної техніки та технологій – структурою техніки, її функціями, матеріалами та природничо-науковими основами процесів, які здійснюються за допомогою засобів праці (Нагайчук, 2022: 113). Такі дисципліни повинні стати своєрідним базисом технічної компетентності майбутніх фахівців як основи готовності до їхньої професійної діяльності (Люльченко, Сушло, Орлова, 2022). Вивчення технічних дисциплін повинно мати системний характер (Подольчук, 2019), об'єднуючись навколо однієї або декількох змістовних ліній, наприклад, «матеріали – конструкції – технології» (Подольчук, 2018: 93).

Технічні дисципліни зазвичай мають мультидисциплінарний характер та включають



вивчення креслення, технічної механіки, матеріалознавства, різних видів промислових технологій та способів механічної обробки металів (Іванчук, Мельничук, 2015), основ промислової робототехніки (Подольничук, 2020) тощо. Учителю трудового навчання та технологій для результативної організації діяльності учнів має володіти великою кількістю технік і технологій обробки матеріалів, виготовлення та оздоблення виробів та практичними навичками роботи з деревиною, металом та іншим конструкційним матеріалом (Курок, 2022).

Очевидно, що таке різноманіття технічних дисциплін призводить до великої кількості варіантів їхньої ролі в освітньому процесі. При цьому, залежно від обраної освітньої програми, акценти можуть бути зроблені на вивченні різних об'єктів. Водночас незалежно від специфіки підготовки фахівців, мають бути виокремлені питання, які обов'язково (можливо і з різним обсягом) повинні знайти своє відображення в навчальних планах.

Цілком природним виглядає ознайомлення майбутніх учителів трудового навчання та технологій з різними видами техніки. Таке вивчення зазвичай включає декілька основних інтегральних компонентів (етапів), зокрема:

- принцип роботи;
- конструювання;
- виготовлення;
- використання (експлуатація).

Кожний з цих компонентів має різне співвідношення теоретичної та практичної складової, тому часто потребує різних підходів до вивчення.

Своєю чергою, ці компоненти також мають комплексний характер, а в багатьох випадках – багаторівневу ієрархічну структуру. Так, наприклад, конструювання деталей, елементів конструкцій, машин чи механізмів передбачає розрахунок основних геометричних характеристик, вибір форми поперечного перерізу, вибір матеріалу, визначення основних габаритних та експлуатаційних розмірів тощо.

Однією з найважливіших складових цього процесу є розрахунок на міцність. Причина полягає в тому, що саме забезпечення міцності є обов'язковою умовою надійної експлуатації деталей машин, елементів конструкцій чи виробів в цілому. Безумовно, розрахункові алгоритми для кожного виду деталей, передач чи з'єднань має свої особливості. Вони можуть враховувати різні фактори та використовувати різні коригувальні коефіцієнти та довідкові значення.

Проте всі ці розрахунки певною мірою являють собою модифікацію розрахунків основних видів опору матеріалів (розтягання (стискання), зсуву (зрізу), кручення, згинання). Кожен з цих видів має характерні особливості та сфери використання. Важливе місце серед них займає деформація розтягання.

Мета статті – визначення змістовного наповнення та особливостей вивчення закономірностей і різновидностей розрахунку деталей машин та елементів конструкцій на розтягання під час підготовки учителів трудового навчання та технологій.

Методологія і методи. Методологічна основа проведеного дослідження ґрунтується на застосуванні системного підходу до аналізу освітнього процесу підготовки вчителів трудового навчання та технологій. При цьому були використані методи аналізу, синтезу, порівняння, абстрагування та узагальнення.

Результати та дискусії. В загальному розумінні розтягання є таким видом опору, який обумовлений силами, що діють вздовж осі стрижня (Писаренко, 2004: 83). Зазвичай він трапляється при експлуатації багатьох болтових з'єднань, роботі корпусних деталей, елементів пристроїв для підйому вантажу (тросів, гаків, ходових гвинтів, домкратів тощо). На розтягання (стискання) працює чимало будівельних конструкцій: опори мостів, стіни будівель, блоки фундаментів тощо.

На сучасному етапі розрахунок на розтягання є доволі розповсюдженим. Помітну увагу науковців і практичних працівників продовжують привертати дослідження різних характеристик транспортних засобів (Ridwan et al., 2020), адже під час їхньої експлуатації матеріали піддаються зусиллям або навантаженням розтягання, наприклад, сталь у корпусі корабля відчуває значні напруження та деформації (Ridwan et al., 2020: 188). Не втрачає актуальності випробування на розтягання холодно деформованих сталевих труб, які широко використовуються в різних типах конструкцій, зокрема, у будівельній галузі (Chen, Young, 2020). Постійно продовжуються дослідження на розтягання одного з найбільш розповсюджених кріпильних елементів – болтів, які виготовлені зі сталі різного хімічного складу (Vozca, Kınıt, 2020).

Загалом визначення напруження при розтяганні (стисканні) здійснюється за такою формулою (Писаренко, 2004; Ridwan et al., 2020)

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

де σ – нормальне напруження, F – повздовжня (нормальна) сила, A_0 – початкова площа поперечного перерізу.

Проте, попри візуальну простоту формули (1), реалізація практичних розрахунків на розтягання часто являє собою доволі складну технічну задачу. Причина полягає в тому, що кінцевий результат залежить від багатьох різних параметрів, зокрема, від геометрії зразка та температури. Так, проведені в роботі (Ridwan et al., 2020) дослідження засвідчили відмінності в напруженні та деформації, які мали місце в експериментальних зразках з різними



геометричними характеристиками, зокрема, розмірами осередків (2,5, 5, 7,5 та 10 мм). Велика увага приділяється вивченню характеристик сталевих зразків за різних температур та режимів термічної обробки, зокрема, після проведення гартування (Bozsa, Kınıt, 2020), відпалу (Bozsa, Kınıt, 2020; Yang et al., 2021) та навіть при криогенних температурах (Koga et al., 2021).

Очевидно, що проведення таких вузько спеціалізованих досліджень та здійснення на їхній основі відповідних розрахунків є прерогативою перш за все інженерної галузі. Проте й учителі трудового навчання та технологій у своїй професійній діяльності також повинні бути готовими до проведення розрахунків на розтягання. Питання полягає перш за все в окресленні змістовного наповнення у вивчення цього виду опору та опанування основних розрахункових алгоритмів.

Основну увагу при підготовці учителів трудового навчання та технологій слід приділити розрахунку на міцність, яка характеризує здатність деталей не руйнуватись під дією зовнішніх сил. Своєрідною відправною точкою для проведення розрахунків на розтягання в цьому випадку є умова міцності, яка виражаються такою формулою

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma_+] \quad (2)$$

де σ_{\max} – найбільше нормальне напруження в найнебезпечнішій зоні, $[\sigma_+]$ – допустиме нормальне напруження при розтяганні.

Значення допустимого нормального напруження при розтяганні $[\sigma_+]$ для типових розрахунків вибирають з довідників, а в більш специфічних випадках – визначають за спеціальними методиками. При проведенні практичних розрахунків з метою економії матеріалу максимальні напруження намагаються наблизити до допустимих. Водночас допускається перенапруження ($\sigma_{\max} > [\sigma_+]$), яке не повинно перевищувати 5%.

Очевидно, що умова міцності є лише теоретичною основою для проведення подальших розрахунків. У процесі підготовки учителів трудового навчання та технологій доцільним вважається зосередження уваги на вивченні трьох основних видів розрахункових алгоритмів – проектного, перевірного та визначення максимального навантаження. Кожен з цих видів має свої особливості та сфери практичного використання.

Так, проектний розрахунок зазвичай вважається основним при створенні нової техніки чи у вузькому розумінні – виготовленні нових виробів. В більшості випадків його суть зводиться до визначення тієї чи іншої геометричної характеристики, знаючи яку можна спроектувати конкретну деталь чи елемент конструкції.

Оскільки при розтяганні такою геометричною характеристикою є площа поперечного перерізу A , то суть цього виду розрахунку зводиться до її визначення з умови міцності за формулою

$$A \geq N / [\sigma] \quad (3)$$

де N – нормальна сила.

Потім, знаючи форму поперечного перерізу, визначають конкретний геометричний розмір чи розміри (діаметр для тіла круглого поперечного перерізу, довжину та ширину для тіла прямокутного поперечного перерізу тощо), округлюючи за необхідності отримані значення до рекомендованих стандартних величин. Якщо для елемента конструкції використовують стандартний профіль (тавр, двотавр, кутник тощо), то його остаточний вибір здійснюється за відповідними таблицями.

Проведення перевірного розрахунку фактично зводиться до перевірки умови міцності (2) (з урахуванням основних закономірностей розтягання) та зазвичай здійснюється за такою формулою

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A_0} \leq [\sigma_+] \quad (4)$$

Його основне призначення – здійснити перевірку деталі (деталей) на міцність, виходячи з наявної матеріальної бази. Такий розрахунок у практичній діяльності учителя трудового навчання та технологій є найбільш розповсюдженим. Причина полягає в тому, що при виготовленні тих чи інших виробів, в тому числі при роботі гуртків технічної творчості учнів, часто використовують наявні деталі. Основне завдання в цьому випадку зводиться фактично лише до перевірки умови їхньої міцності.

Визначення максимального навантаження, яке здійснюється за формулою

$$N \leq A_0 [\sigma_+] \quad (5),$$

зазвичай використовується тоді, коли конкретні умови експлуатації виробу достеменно невідомі та можуть варіюватись в достатньо широких межах. Така ситуація найчастіше зустрічається при експлуатації підймальних механізмів. В цьому випадку розрахунок фактично зводиться до визначення того максимального навантаження, яке може витримати конкретна конструкція.

Доцільним також вважаємо ознайомлення майбутніх фахівців з основними закономірностями розрахунку на жорсткість, яка характеризує здатність деталей протидіяти різноманітним деформаціям. Формула для розрахунку на жорсткість при розтяганні має такий вигляд

$$\Delta l_{\max} = \frac{Nl}{EA_0} \leq [\Delta l] \quad (6)$$



де Δl_{max} – максимальна абсолютна деформація, $[\Delta l]$ – допустима абсолютна деформація, l – довжина зразка, E – модуль Юнга, який визначається за довідниками залежно від хімічного складу сталі (сплаву). Величина допустимої абсолютної деформації $[\Delta l]$ – і в цьому є одна з основних відмінностей від розрахунку на міцність – не обирається за довідниками, а визначається розробником для кожної конкретної конструкції, виходячи з її основних експлуатаційних характеристик. При цьому напруження, які спричиняють досягнення величини $[\Delta l]$, не повинні для пластичних матеріалів перевищувати границі міцності (σ_m).

Висновки. У процесі підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій важливе місце займає вивчення різних видів опору матеріалів, зокрема й розтягання. Окреслюючи основні контури змістовного наповнення в роботі показано, що основну увагу при підготовці майбутніх фахівців слід приділити розрахунку на міцність, як характеристики, яка фактично визначає надійність деталей, елементів конструкції чи машини в цілому.

За основу в цьому випадку слід взяти умову міцності, яка надалі трансформується у три основні розрахункові алгоритми, а саме – проектний і перевірний розрахунки та розрахунок на визначення максимального навантаження. Кожен з цих розрахункових алгоритмів має свої особливості та обирається залежно від поставлених завдань та конкретного матеріально-технічного забезпечення. Важливим в цьому контексті є формування у здобувачів вищої освіти відповідних навичок користування довідниковою літературою.

Слід також зазначити, що в окремих випадках доцільним для підготовки учителів трудового навчання та технологій є ознайомлення з особливостями розрахунку на жорсткість як характеристики, що описує деформаційні властивості матеріалів.

Перспективи подальших наукових досліджень полягають в конкретизації різних видів розрахунків на міцність і жорсткість при розтяганні деталей машин та елементів конструкцій та у вивченні особливостей розрахунку на міцність для інших видів опору (стискання, кручення, згинання).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Азізов Т., Орлова О. Формування інженерної компетентності майбутнього вчителя трудового навчання та технологій. *Актуальні проблеми професійної та технологічної освіти: досвід та перспективи* : зб. матеріалів X Всеукр. наук.-практ. конф., 21 листопада 2023 р.. Умань : Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини, 2023. С. 6–11.
2. Вітрук О., Ключ О. Сучасний вітчизняний та зарубіжний досвід підготовки вчителя трудового нав-

чання та технологій. *Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи* : тези доп. XI міжнар. наук.-практ. конференції. Хмельницький : ХНУ, 2021. С. 201–203.

3. Іванчук А. В. Система навчальних технічних задач як засіб формування технічного мислення майбутніх учителів технологій. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія*. 2018. Вип. 53. С. 91–95.

4. Іванчук А. В., Мельничук В. П. Розширення політехнічної складової в змісті навчальної дисципліни «Основи сучасного виробництва» для майбутніх учителів технологій. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2015. Вип. 42. С. 251–256.

5. Курок В. П. Концептуальні засади підготовки майбутніх учителів трудового навчання та технологій до роботи в Новій українській школі: Наукова доповідь на методологічному семінарі НАПН України «Науково-методичне забезпечення розвитку професійної освіти в умовах нових викликів», 17 листопада 2022 р. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. №4 (2). С. 1–3.

6. Люльченко В., Суслло Л., Орлова О. Технічна компетентність майбутнього вчителя трудового навчання та технологій як основа готовності до професійної діяльності. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2022. № 1 (115). С. 86–94.

7. Нагайчук О. Роль дисциплін кафедри техніко-технологічних дисциплін, охорони праці та безпеки життєдіяльності у розвитку технічного мислення майбутніх вчителів технологій. *Трудове навчання та технології: сучасні реалії та перспективи розвитку* : матеріали XI міжнар. наук.-практ. конференції пам'яті академіка Д. О. Тхоржевського, 27 травня 2022 р.. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2022. С. 112–116.

8. Опір матеріалів: підручник / за ред. Г. С. Писаренка. 2-ге вид., допов. і переробл. Київ : Вища шк., 2004. 655 с.

9. Подолянчук С. В. Вивчення технічних дисциплін як важлива складова підготовки вчителя трудового навчання та технологій середньої школи: *теорія, досвід, проблеми*. 2018. Вип. 1. С. 91–94.

10. Подолянчук С. В. Особливості вивчення основ промислової робототехніки при підготовці вчителів трудового навчання та технологій. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія*. 2020. Вип. 62. С. 113–119.

11. Подолянчук С. В. Системний підхід до вивчення технічних дисциплін при підготовці вчителів трудового навчання та технологій. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2019. № 1(19). С. 102–110.

12. Bozca M., Kimit U. Reliability analysis of the mechanical properties of 30mnb4 high strength steel bolts under static loading conditions. *Sigma Journal of Engineering and natural sciences*. 2020. № 38 (2). P. 495–512.

13. Chen M. T., Young B. Tests of cold-formed normal and high strength steel tubes under tension. *Thin-Walled Structures*. 2020. Vol. 153. P. 106844.

14. Koga N., Nameki T., Umezawa O., Tschan V., Weiss K. P. Tensile properties and deformation behav-



ior of ferrite and austenite duplex stainless steel at cryogenic temperatures. *Materials Science and Engineering: A*. 2021. Vol. 801. P. 140442.

15. Ridwan R., Prabowo A. R., Muhayat N., Putranto T., Sohn J. M. Tensile analysis and assessment of carbon and alloy steels using FE approach as an idealization of material fractures under collision and grounding. *Curved and Layered Structures*. 2020. № 7(1). P. 188–198.

16. Yang D. P., Du P. J., Wu D., Yi H. L. The microstructure evolution and tensile properties of medium-Mn steel heat-treated by a two-step annealing process. *Journal of Materials Science & Technology*. 2021. Vol. 75. P. 205–215.

REFERENCES:

1. Azizov T., Orlova O. (2023). Formuvannia inzhenernoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia trudovoho navchannia ta tekhnologii. *Aktualni problemy profesiinoi ta tekhnolohichnoi osvity: dosvid ta perspektivy* : zb. materialiv X Vseukr. nauk.-prakt. konf., 21 lystopada 2023 r., Uman : Umanskyi derzh. ped. un-t imeni Pavla Tychny, 6–11 [in Ukrainian].

2. Vitruk O., Kliud O. (2021). Suchasnyi vitchyzniansyi ta zarubizhnyi dosvid pidhotovky vchytelia trudovoho navchannia ta tekhnologii. *Profesiine stanovlennia osobystosti: problemy i perspektivy* : tezy dop. XI mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii. Khmelnytskyi : KhNU, 201–203 [in Ukrainian].

3. Ivanchuk A. V. (2018). Systema navchalnykh tekhnichnykh zadach yak zasib formuvannia tekhnichnoho myslennia maibutnykh uchyteliv tekhnologii. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriya: pedahohika i psykholohiia*, 53, 91–95 [in Ukrainian].

4. Ivanchuk A. V., Melnychuk V. P. (2015). Rozshyrennia politekhnichnoi skladovoi v zmisti navchalnoi dystsypliny «Osnovy suchasnoho vyrobnytstva» dlia maibutnykh uchyteliv tekhnologii. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*, 42, 251–256 [in Ukrainian].

5. Kurok V. P. (2022). Kontseptualni zasady pidhotovky maibutnykh uchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnologii do roboty v Novii ukrainskii shkoli : Naukova dopovid na metodolohichnomu seminari NAPN Ukrainy «Naukovo-metodychne zabezpechennia rozvytku profesiinoi osvity v umovakh novykh vyklykiv», 17 lystopada 2022 r. *Visnyk Natsionalnoi akademii pedahohichnykh nauk Ukrainy*, 4(2), 1–3 [in Ukrainian].

6. Liulchenko V., Suslo L., Orlova O. (2022). Tekhnichna kompetentnist maibutnoho vchytelia trudovoho navchannia ta tekhnologii yak osnova hotovnosti do profesiinoi diialnosti. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnologii*, 1 (115), 86–94 [in Ukrainian].

7. Nahaichuk O. (2022). Rol dystsyplin kafedry tekhniko-tekhnolohichnykh dystsyplin, okhorony pratsi ta bezpeky zhyttiediialnosti u rozvytku tekhnichnoho myslennia maibutnykh vchyteliv tekhnologii. *Trudove navchannia ta tekhnologii: suchasni realii ta perspektivy rozvytku* : materialy XI mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii pamiati akademika D. O. Tkhorzhevskoho, 27 travnia 2022 r., Kyiv : NPU im. M. P. Drahomanova, 112–116 [in Ukrainian].

8. Opir materialiv: pidruchnyk (2004) / za red. H. S. Pysarenka. 2-he vyd., dopov. i pererobl. Kyiv : Vyscha shk., 655 s. [in Ukrainian].

9. Podolianshuk S. V. (2018). Vyvchennia tekhnichnykh dystsyplin yak vazhlyva skladova pidhotovky vchytelia trudovoho navchannia. *Aktualni problemy pidhotovky vchytelia trudovoho navchannia ta tekhnologii serednoi shkoly: teoriia, dosvid, problemy*, 1, 91–94 [in Ukrainian].

10. Podolianshuk S. V. (2020). Osoblyvosti vyvchennia osnov promyslovoi robototekhniki pry pidhotovtsi vchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnologii. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriya: pedahohika i psykholohiia*, 62, 113–119 [in Ukrainian].

11. Podolianshuk S. V. (2019). Systemnyi pidkhid do vyvchennia tekhnichnykh dystsyplin pry pidhotovtsi vchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnologii. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia*, 1(19), 102–110 [in Ukrainian].

12. Bozca M., Kınıt U. (2020). Reliability analysis of the mechanical properties of 30MnB4 high strength steel bolts under static loading conditions. *Sigma Journal of Engineering and natural sciences*, 38(2), 495–512.

13. Chen M. T., Young B. (2020). Tests of cold-formed normal and high strength steel tubes under tension. *Thin-Walled Structures*, 153, 106844.

14. Koga N., Nameki T., Umezawa O., Tschan V., Weiss K. P. (2021). Tensile properties and deformation behavior of ferrite and austenite duplex stainless steel at cryogenic temperatures. *Materials Science and Engineering: A*, 801, 140442.

15. Ridwan R., Prabowo A. R., Muhayat N., Putranto T., Sohn J. M. (2020). Tensile analysis and assessment of carbon and alloy steels using FE approach as an idealization of material fractures under collision and grounding. *Curved and Layered Structures*, 7(1), 188–198.

16. Yang D. P., Du P. J., Wu D., Yi H. L. (2021). The microstructure evolution and tensile properties of medium-Mn steel heat-treated by a two-step annealing process. *Journal of Materials Science & Technology*, 75, 205–215.

Стаття надійшла до редакції 26.07.2024.
The article was received 26 July 2024.