№ 8(22) 2023
НАУКА і ТЕХНІКА СЬОГОДНІ
серії: право, економіка, педагогіка, техніка, фізико-математичні науки

УДК 378.016:531]:62

https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-8(22)-244-254

Подолянчук Станіслав Вікторович кандидат фізико-математичних наук, доцент, декан факультету математики, фізики і комп'ютерних наук, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001,тел.: (0432) 27-69-73, https://orcid.org/0000-0001-9088-3342

ВИВЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РОЗРАХУНКУ ДЕТАЛЕЙ НА ЗСУВ (ЗРІЗ) ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. Стаття присвячена питанням вивчення закономірностей розрахунку деталей на зсув (зріз) під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій, яка в сучасних умовах носить багатоетапний та системний характер. Одним з найважливіших компонентів такої підготовки є вивчення технічних дисциплін, які навіть в межах тієї чи іншої галузі, зокрема машинобудування, є доволі різноманітними. Вони можуть включати питання структури, хімічного складу та властивостей конструкційних матеріалів; основ промислового виробництва; технологій обробки металів; стандартизації та технічних вимірювань тощо. При цьому можна виділити математичну, графічну, матеріалознавчу, конструкторська, технологічну та функціональну складові технічних дисциплін, які мають вивчати у закладі вищої освіти майбутні вчителі трудового навчання та технологій.

Важливим також є вивчення питань надійної експлуатації деталей машин, механізмів, елементів конструкцій та споруд, яке фактично зводиться до їхнього розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість. Серед таких обчислень важливу роль відіграє розрахунок на зсув (зріз), який є доволі розповсюдженим в машинобудуванні та часто зустрічається в повсякденному житті.

Вивчення закономірностей розрахунку на зсув (зріз) під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій має включати такі основні елементи: вивчення сутності зсуву та основних алгебраїчних залежностей, які при цьому мають місце, ознайомлення з практичними прикладами роботи деталей та елементів конструкцій на зсув; ознайомлення із сутністю зрізу і зминання та вивчення особливостей відповідних розрахунків; опанування основними алгоритмами розрахунку з'єднань на зріз і зминання.

З урахуванням особливостей професійної діяльності вчителів трудового навчання та технологій доцільним вбачається виокремлення таких

розрахункових алгоритмів: перевірка виконання умови міцності на зріз (перевірний розрахунок); визначення геометричного розміру елементу, що працює на зріз; визначення кількості елементів, що працюють на зріз; обчислення мінімальної товщини деталі (листа). Опанування такими алгоритмами стане в нагоді майбутнім фахівцям як під час проведення занять в межах освітнього процесу, так і при організації роботи гуртків технічної творчості.

Ключові слова: вчитель трудового навчання та технологій, технічні дисципліни, зсув, зріз, зминання.

Podolyanchuk Stanislav Viktorovich PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Dean of the Faculty of Mathematics, Physics and Computer Science, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Ostrozkogo St., 32, Vinnytsia, 21001,tel.: (0432) 27-69-73, https://orcid.org/0000-0001-9088-3342

STUDY OF METAL PART SHEAR (CUT) CALCULATION METHODS USED FOR TRAINING OF SHOP TEACHERS

Abstract. The article is dedicated to the study of regularities of metal part shear (cut) calculations in the process of shop teachers` training, which is a multi-stage and systematic process in the modern context. One of the most important components of such training is the study of technical disciplines, which are quite diverse even within the limits of some individual industries, in particular mechanical engineering. The disciplines may cover the issues of structure, chemical composition and mechanical properties of structural materials; the basics of industrial production; metal processing techniques; standardization and technical measurements, etc. Mathematical, graphic, material, design, technological and functional components of engineering disciplines are considered of the particular importance for future shop teachers studied at higher education institutions.

It is also important to study the issues pertaining to reliable operation of individual parts of machines, mechanisms, elements of structures and buildings, which is actually reduces to calculation of strength, stiffness and resistance of such parts. The calculation of shear (cut), which is quite widespread in engineering industry and often encountered in everyday life, is one of the most important engineering skills.

The study of the regularities of shear (cut) calculations in the process of shop teachers` training should include the following basic elements: the essence of shear and main algebraic dependencies thereof; practical examples of parts and construction elements in a shear; the essence of cutting, crushing and corresponding

calculations; mastering the basic algorithms for calculating of connections being cut and creased.

Taking into account the specifics of the professional activity of shop teachers, the following separate calculation algorithms are considered appropriate: verification of the shearing resistance condition (the verification calculation); calculation of the geometric size of an element in a shear; determination of the number of elements in a shear; and calculation of the minimum part (sheet) thickness. Mastering the above algorithms will be useful to future teachers both for regular academic classes and for enthusiast engineering workshops.

Keywords: shop teacher, engineering disciplines, shear, cut, crushing.

Постановка проблеми. Підготовка вчителів трудового навчання та технологій в сучасних умовах носить багатоетапний та системний характер, одним з найважливіших компонентів якої є вивчення технічних дисциплін. В той же час самі технічні дисципліни є доволі різноманітними, навіть в межах тієї чи іншої галузі, зокрема машинобудування. Вони можуть включати різноманітні питання структури, хімічного складу та властивостей конструкційних матеріалів; основ промислового виробництва; технологій обробки металів; стандартизації та технічних вимірювань тощо.

Важливим також є вивчення питань надійної експлуатації деталей машин, механізмів, елементів конструкцій та споруд, яке фактично зводиться до їхнього розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість. Зрозуміло, що значна частина таких розрахунків носить вузько спеціалізований характер і потребує ґрунтовної інженерної підготовки. В той же час подібні розрахунки є невід'ємною частиною професійної діяльності вчителя трудового навчання та технологій, в тому числі під час його керівництва роботою гуртком технічної творчості.

Серед таких обчислень важливе місце посідають розрахунки деталей на зсув (зріз) як одного з простих видів опору, який є доволі широко розповсюдженим в промисловості та часто зустрічається в повсякденному житті. Враховуючи такі обставини дослідження особливостей розрахунків деталей на зсув (зріз) під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій, вбачається доволі актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На початковому етапі технічна підготовка майбутніх фахівців фактично дублювала традиційну інженерну підготовку з вивчення «класичних» навчальних дисциплін («Матеріалознавство», «Теоретична механіка», «Деталі машин», «Гідравліка», «Теплотехніка» тощо), тільки в дещо меншому обсязі. Як вважає М. Корець [1, с. 40] таке поєднання навчальних предметів носило штучний характер, не повністю відповідало кваліфікаційній характеристиці вчителя трудового навчання і не задовольняло

потреб школи. Крім того, навчання школярів лише окремим прийомам, процедурам, засобам перетворення матеріалів, енергії, інформації в процесі трудової діяльності не відображало проблем сталого розвитку суспільства знань [2, с. 265].

Загалом необхідність загальнотехнічної підготовки визначається предметом майбутньої професійної діяльності вчителів трудового навчання та технологій та значенням і роллю загальнотехнічних знань у сучасному суспільстві як складової наукової картини світу [3, с. 94]. Все це дозволяє повною мірою формувати компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій у здобувача освіти під час освітнього процесу в закладі загальної середньої освіти [4, с. 92].

Тому питання розробки нових підходів до підготовки вчителів трудового навчання та технологій набуло особливої ваги. Так, в роботі [5, с. 93] велике різноманіття технічних дисциплін пропонується зосередити навколо трьох змістовних ліній: «матеріали – конструкції – технології». При цьому надзвичайно важливою є реалізація системного підходу, однією з вимог якого є уміння самостійно розв'язувати технічні завдання [6, с. 398]. У зв'язку з цим вбачається доцільним виділити такі складові технічних дисциплін, які мають вивчати у закладі вищої освіти майбутні вчителі трудового навчання та технологій:

- математична;
- графічна;
- матеріалознавча;
- конструкторська;
- технологічна;
- функціональна [7, с. 106].

Загалом машинознавчі знання мають стати складовою технологічної культури майбутнього вчителя технологій [8, с. 123]. При цьому всі компоненти такої культури є важливими і в певному сенсі безальтернативними. Так, наприклад, важко собі уявити підготовку вчителя трудового навчання та технологій без вивчення хімічного складу, фізико-механічних та технологічних властивостей таких матеріалів, як сталі та чавуни. Важливим є ознайомлення майбутніх фахівців з основами промислового виробництва, принципами його організації, складовими виробничого процесу, конструктивними та функціональними елементами машин, стандартизацією та технічними вимірюваннями, автоматизацією виробничих процесів, основами промислової робототехніки [9]. Очевидно, що обов'язковим є знання різних способів формування металевих виробів та технологій їхньої обробки: лиття, пластичного деформування [10], різання тощо.

Важливим компонентом підготовки вчителів трудового навчання та технологій є вивчення різних видів деформацій матеріалів (розтягання

(стискання), зсуву, кручення, згинання). Кожен з цих видів має свої закономірності, сфери використання та особливості розрахунку. Важливе місце серед них займає деформація зсуву (зрізу).

Мета статті – визначення змістовного наповнення та особливостей вивчення закономірностей розрахунку деталей на зсув (зріз) під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглядаючи закономірності зсуву під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій необхідно враховувати декілька важливих факторів, перш за все – вивчення таких закономірностей упродовж навчання у закладі вищої освіти та використання набутих знань у своїй подальшій педагогічній діяльності, включаючи, зокрема, організацію роботи гуртків технічної творчості.

У зв'язку з цим вивчення закономірностей розрахунку на зсув (зріз) деталей машин, механізмів, елементів конструкцій та споруд під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій має включати такі основні елементи:

- вивчення сутності зсуву як одного з простих видів опору;
- ознайомлення з практичними прикладами роботи з'єднань, деталей машин, механізмів, елементів конструкцій та споруд на зсув;
- вивчення алгебраїчних залежностей, які мають місце при зсуві;
- ознайомлення із сутністю зрізу та вивчення особливостей розрахунку;
- ознайомлення із сутністю зминання та вивчення особливостей розрахунку;
- опанування алгоритмами розрахунку з'єднань на зріз і зминання

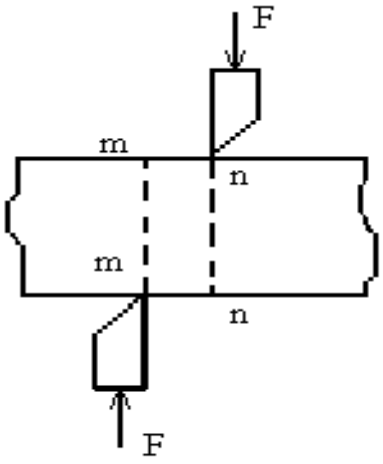


Рис. 1. Зсув.

В загальному випадку деформація зсуву виникає тоді, коли дві паралельні сили, діючи на незначній незмінній відстані одна від одної, зміщують два паралельні перерізи стержня один відносно одного (рис. 1).

Деформації зсуву зазвичай мають місце при експлуатації нероз'ємних з'єднань (заклепкових, зварювальних). Хоча в машинобудуванні вони виникають також при експлуатації роз'ємних з'єднань: болтових, шпоночних, шліцевих, штифтових. В повсякденному житті деформації зсуву можна спостерігати, наприклад, при різанні ножицями.

При зсуві з шести внутрішніх силових факторів діє лише один – поперечна сила. Це означає, що в поперечних перерізах стержня виникає лише одне дотичне напруження τ, яке можна знайти за такою формулою

$$\tau = \frac{Q}{A} \qquad (1)$$

де Q – поперечна сила, A – площа поперечного перерізу.

Загалом встановлення закономірностей деформації зсуву становить переважно теоретичний інтерес. Натомість, практичне значення має розрахунок на зріз (рис. 2), який в загальному випадку трактується як доведена до руйнування деформація зсуву. Часто також вважають, що зрізом називається деформація зсуву в металах, а в каменю чи деревині така деформація називається сколюванням.

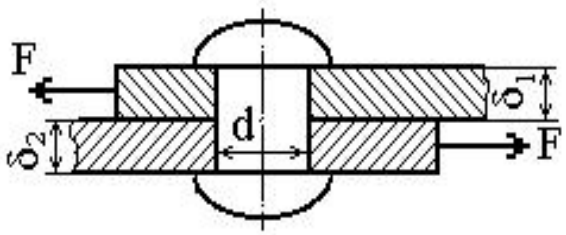


Рис. 2. Зріз.

Отже, умова міцності при зрізі (або формула, за якою здійснюється перевірний розрахунок) з урахуванням реальних умов експлуатації з'єднань, може бути записана в такому вигляді

$$\tau_{зр} = \frac{F}{knA_{зр}} \le [\tau_{зр}] \qquad (2)$$

де F – зовнішнє навантаження, k – кількість площин зрізу, n – число елементів, що працюють на зріз, $A_{зр}$ – площа поперечного перерізу елементу, що працює на зріз, $[\tau_{зр}]$ – допустиме дотичне напруження при зрізі.

Кількість площин зрізу зазвичай визначається конструкцією з'єднання і не є предметом проведення розрахунків. Так, у випадку з'єднання двох деталей (наприклад, металевих листів) кількість площин зрізу дорівнює одиниці.

В той же час важливою особливістю розрахунку на зріз є те, що у формулу 2 входить дві характеристики (площа поперечного перерізу елементу, що працює на зріз, та кількість елементів зрізу), які в тих чи інших випадках можуть бути предметом розрахунків.

Очевидно, що одночасно ці два параметри знайти практично неможливо, тому проектний розрахунок здійснюють залежно від конкретних умов роботи того чи іншого з'єднання. Якщо згідно з конструкцією з'єднання передбачена чітко визначена кількість елементів, що працюють на зріз, то проектний розрахунок в цьому випадку зводиться до визначення площі поперечного перерізу елементу, що працює на зріз,

Оскільки в більшості випадків елемент, що працює на зріз (заклепка, болт) має круглий поперечний переріз, то проектний розрахунок зводиться до визначення діаметра. Проте знаходженням діаметра розрахунок не завершується. Отримане значення необхідно округлити до найближчого більшого із стандартизованого ряду.

В той же час в більшості випадків проектний розрахунок полягає у визначення кількості елементів, що працюють на зріз. У випадку, коли елемент, що працює на зріз, має круглий поперечний переріз (наприклад, заклепка), кінцева формула набуде такого вигляду

$$n \geq \frac{4F}{\pi k d^2 [\tau_{зр}]} \qquad (3)$$

Після проведення обчислень отримане значення необхідно округлити до найближчого більшого цілого числа. При цьому слід врахувати принаймні дві особливості: по-перше, при отриманні невеликих величин кінцеве значення повинно бути не менше трьох, адже лише в такому випадку можна вести мову про конструкційну стійкість з'єднання; по-друге, при невеликій різниці отримане значення можна округлити і до найближчого меншого цілого числа, але в цьому випадку необхідно обчислювати перенапруження, яке не повинно перевищувати 5%.

Під час вивчення закономірностей зсуву (зрізу) слід звернути увагу майбутніх вчителів трудового навчання та технологій на те, що порушення міцності з'єднання можливе не лише через руйнування елементу (елементів), що працюють на зріз, а й через порушення міцності деталей, що з'єднуються між собою. Причина полягає в тому, що напруження, які виникають під дією зовнішніх сил, спричинюють також зминання поверхонь.

В загальному розуміння зминання являє собою пластичну деформацію, що виникає на поверхнях контакту деталей. Максимальне напруження в цьому випадку визначається шляхом ділення величини зовнішньої сили (F) на площу зминання ($А_{зм}$).

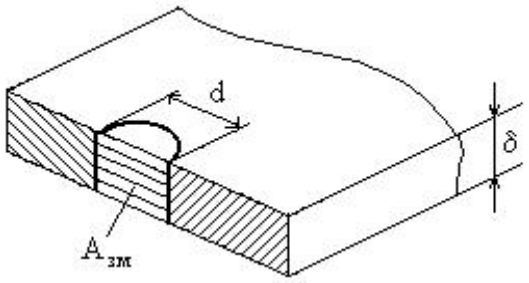


Рис. 3. Зминання.

Загалом контакт листа з елементом, що працює на зріз і має круглий поперечний переріз, здійснюється по всій внутрішній циліндричній поверхні. Проте характер розподілу тиску по цій поверхні точно не відомий, тому в якості $A_{зм}$ приймають площу проекції поверхні контакту на діаметральну площину (рис. 3).

В цьому випадку площу зминання можна знайти за формулою

$$A_{зм} = \delta d \qquad (4)$$

де δ – товщина деталі, *d* –діаметр елементу, що працює на зріз.

Тоді умова міцності при зминанні, з урахуванням реальних умов експлуатації з'єднань, набуде такого вигляду

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{n\delta d} \le [\sigma_{зм}] \qquad (5)$$

де n – кількість елементів, що працюють на зріз, $[\sigma_{зм}]$ – допустиме нормальне напруження при зминанні.

Загалом проектний розрахунок при зминанні може зводитись до визначення трьох параметрів: діаметру елементу, що працює на зріз, кількості елементів, що працюють на зріз, мінімальної товщини деталі (листа). Проте на практиці діаметр елементу, що працює на зріз, знаходять власне з проектного розрахунку на зріз, а визначення кількості таких елементів з умови міцності при зминанні використовується або як допоміжний розрахунок, або в поєднанні з аналогічним розрахунком на зріз. Найчастіше розрахунок при зминанні використовується саме для визначення мінімальної товщини деталей (листів), що з'єднуються за допомогою тих чи інших елементів, з використанням такої формули

$$\delta \ge \frac{F}{nd[\sigma_{зм}]} \qquad (6)$$

Таким чином, розрахунок на зріз та (або) зминання має багатоваріантний характер і може проявлятись (в залежності від поставлених завдань) у визначенні достатньо великої кількості параметрів. Проте з урахуванням особливостей професійної діяльності вчителів трудового навчання та технологій можна виокремити такі основні розрахункові алгоритми:

- перевірка виконання умови міцності на зріз (перевірний розрахунок) з використанням формули 2;
- визначення геометричного розміру елементу, що працює на зріз, з подальшим округленням до найближчого більшого значення із стандартизованого ряду;
- визначення кількості елементів, що працюють на зріз, з використанням умов міцності на зріз і зминання, подальшим вибором з двох отриманих значень більшої величини та її округлення (в більшості випадків) до більшого цілого числа, яке має бути не менше трьох;
- визначення мінімальної товщини деталі (листа) з умови міцності на зминання та подальшим округленням до найближчого більшого числа із стандартизованого ряду або до розміру конкретного виробу відповідно до сортаменту прокатної сталі.

Висновки. Вивчення технічних дисциплін під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій здійснюється у багатьох напрямках, охоплюючи, зокрема вивчення матеріалів, конструкцій, технологій. Важливе місце посідає також розрахунок деталей механізмів, машин, елементів конструкцій та споруд на міцність, жорсткість і стійкість. Серед таких обчислень важливу роль відіграє розрахунок на зсув (зріз), який є доволі розповсюдженим в машинобудуванні та часто зустрічається в повсякденному житті.

Вивчення закономірностей розрахунку на зсув (зріз) під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій має включати такі основні елементи: вивчення сутності зсуву та основних алгебраїчних залежностей, які при цьому мають місце, ознайомлення з практичними прикладами роботи деталей та елементів конструкцій на зсув; ознайомлення із сутністю зрізу і зминання та вивчення особливостей відповідних розрахунків; опанування основними алгоритмами розрахунку з’єднань на зріз і зминання.

З урахуванням особливостей професійної діяльності вчителів трудового навчання та технологій доцільним вбачається виокремлення таких розрахункових алгоритмів: перевірка виконання умови міцності на зріз (перевірний розрахунок); визначення геометричного розміру елементу, що працює на зріз; визначення кількості елементів, що працюють на зріз;

обчислення мінімальної товщини деталі (листа). Опанування такими алгоритмами має важливе загальнотеоретичне та практичне значення, а їх безпосереднє використання в практичній педагогічній діяльності може стати предметом подальших досліджень в цьому напрямку.

Література:

1. Корець М. С. Новий підхід до вивчення машинознавства у вищих педагогічних закладах. *Трудова підготовка у закладах осв*іти. 1997. № 2. С.40–42.

2. Оршанський Л., Пагута М. Проблема проектування змісту технологічної освіти. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогік*а. 2016. № 2. С. 264–269.

3. Лаврентьєва О. Проблема змісту загальнотехнічної підготовки студентів технолого-педагогічних спеціальностей. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2017. №15. С. 91–99.

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

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

6. Марущак О. В. Структура системного підходу до професійної підготовки майбутніх учителів технологій. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми.* 2015. Вип. 41. С. 394–399.

7. 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.

8. Іванчук А. В. Елементи машинознавства як засіб формування технічного світогляду вчителів технологій. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівця: методологія, теорія, досвід, проблеми.* 2017. Вип. 48. С. 120–124.

9. 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.

10. Подолянчук С. В. Особливості вивчення технологій пластичного деформування металів при підготовці вчителів трудового навчання та технологій. *Наука і техніка сьогодні*. 2022. №6. С. 245–257.

References:

1. Korets, M. S. (1997). Novyi pidkhid do vyvchennia mashynoznavstva u vyshchykh pedahohichnykh zakladakh [A new approach to the study of mechanical engineering in higher educational institutions]. *Trudova pidhotovka u zakladakh osvity – Labour Education in educational institutions*, *2*, 40–42 [in Ukrainian].

2. Orshanskyi, L., Pahuta, M. (2016). Problema proektuvannia zmistu tekhnolohichnoi osvity [The problem of designing the content of technological education]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriia: Pedahohika – Scientific Issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Pedagogy*, *2*, 264–269 [in Ukrainian].

3. Lavrentieva, O. (2017). Problema zmistu zahalnotekhnichnoi pidhotovky studentiv tekhnoloho-pedahohichnykh spetsialnostei [The problem of the content of general technical training of students of technological and pedagogical specialties]. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia – Problems of modern teacher training, 15*, 91–99 [in Ukrainian].

4. Liulchenko V., Suslo, L., Orlova, O. (2022). Tekhnichna kompetentnist maibutnoho vchytelia trudovoho navchannia ta tekhnolohii yak osnova hotovnosti do profesiinoi diialnosti [Technical competence of the future teacher of labor education and technology as a basis of preparedness for professional activity]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii – Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies, 1 (115)*, 86–94 [in Ukrainian].

5. Podolyanchuk, S. V. (2018). Vyvchennia tekhnichnykh dystsyplin yak vazhlyva skladova pidhotovky vchytelia trudovoho navchannia [The study of technical disciplines as an important component of the training of a teacher of labor education]. *Aktualni problemy pidhotovky vchytelia trudovoho navchannia ta tekhnolohii serednoi shkoly: teoriia, dosvid, problemy – Modern Issues in training of teachers of labour education and technologies: theory, experience, problems*, *1*, 91–94 [in Ukrainian].

6. Marushchak, O. V. (2015). Struktura systemnoho pidkhodu do profesiinoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv tekhnolohii [Structure of a systematic approach to the professional training of future technology teachers]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems, 41*, 394–399 [in Ukrainian].

7. Podolyanchuk, S. V. (2019). Systemnyi pidkhid do vyvchennia tekhnichnykh dystsyplin pry pidhotovtsi vchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnolohii [System approach to teaching technical disciplines in training of teachers of labour education and technologies]. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia – Problems of modern teacher training, 1 (19)*, 102–110 [in Ukrainian].

8. Ivanchuk, A. V. (2017). Elementy mashynoznavstva yak zasib formuvannia tekhnichnoho svitohliadu vchyteliv tekhnolohii [Elements of mechanical engineering as a means of forming the technical outlook of technology teachers]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsia: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern information technologies and innovative teaching methods in specialist training: methodology, theory, experience, problems*, *48*, 120–124 [in Ukrainian].

9. Podolyanchuk, S. V. (2019). Osoblyvosti vyvchenni osnov promyslovoi robototekhniky pry pidhotovtsi vchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnolohii [Special aspects of studying the fundamentals of industrial robotics in the training of handicrafts teachers]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriia: pedahohika i psykholohiia – Scientific issues of Vinnytsia State M. Kotsyubynskyi Pedagogical University. Section: Pedagogics and Psychology, 62*, 113–119 [in Ukrainian].

10. Podolyanchuk, S. V. (2022). Osoblyvosti vyvchennia tekhnolohii plastychnoho deformuvannia metaliv pry pidhotovtsi vchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnolohii [Special aspects of studying the technology of plastic flow of metals in the training of handicrafts teachers]. *Наука і техніка сьогодні – Science and technology today, 6*, 245–257 [in Ukrainian].