

**Передача гвинт-гайка як засіб формування технічного світогляду  
майбутніх учителів технологій**

**Анотація.** У статті розкрито сутнісні особливості світоглядних знань про передачу гвинт-гайка, обґрунтовано обмеження світоглядних знань про передачу гвинт-гайка вивченням явища самогальмування. Для відбору навчального матеріалу з світоглядними функціями визначено поле світоглядних знань про передачу гвинт-гайка.

**Ключові слова:** передача гвинт-гайка, світоглядний навчальний матеріал, явище самогальмування передачі гвинт-гайка, поле світоглядних знань.

**Abstract:** The article describes the essential features of world-view knowledge about the transfer of the screw-nut, substantiates the limitation of the world-view knowledge about the transfer of the screw-nut by studying the phenomenon of self-braking. For the selection of educational material with ideological functions, a field of ideological knowledge about the transfer of a screw-nut has been defined.

**Keywords:** screw-nut transmission, world-view educational material, self-braking phenomenon of screw-nut transmission, field of world-view knowledge.

**Постановка наукової проблеми.** До основних результатів технологічної освіти відносять технологічну грамотність, технологічну компетентність, технологічну культуру. При цьому сутність технічної грамотності розкривається розумінням студентами загальних фізичних принципів і законів, закладених в основі принципу дії технічних систем [5]. У роботах Р. Гуревича стверджується, що досягти технічної грамотності студентів можливо інтеграцією фундаментальних природничо-наукових і технічних знань. Сприяє інтегративним процесам напрям розвитку сучасних технічних наук «... границя між фундаментальними і прикладними технічними знаннями все більше стає розмитотою, що приводить до виникнення систем знань, котрі все частіше називають фундаментальними технічними науками (наприклад, інженерна фізика)» [1, с. 68]. Однак до цього часу відбір і структурування технічних знань відбувається на основі концепції виробничого процесу, а не концепції світоглядних знань, тому актуальними є наукові розвідки в руслі зазначеної концепції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Обґрунтуванню змісту і структури комплексу технічних наук із назвою «технікознання» посвятив ряд досліджень В. Сидоренко. Зміст і методику формування загальнотехнічних знань у майбутніх учителів технологій досліджував І. Неговський. Розв'язання проблем формування технологічної культури майбутнього вчителя технологій знайшли відображення в роботах В. Симоненка, В. Шешенка та ін. Дослідження поняття приводу машини як системотворчого чинника світоглядних знань студентів про робочі машини здійснив А. Іванчук [2].

**Мета і завдання статті** – визначити сутнісні особливості світоглядних знань про передачу гвинт-гайка, окреслити доцільність їх використання у навчанні майбутніх учителів технологій.

**Виклад основного матеріалу.** Перш ніж розпочати відбір навчального матеріалу про передачу гвинт-гайка необхідно з'ясувати, які в нього мають бути властивості. Наше дослідження спрямоване на розвиток технічного світогляду майбутніх учителів технологій. До основних властивостей світоглядного навчального матеріалу належать узагальненість або широта поняття, яка сприяє фундаментальності підготовки студентів, здатність інтегруватися з навчальним матеріалом із різних навчальних дисциплін, відносна простота формування переконань у студентів, щодо функціональних можливостей навчального матеріалу (формування наукової картини світу робочих машин (базової частини техносфери)).

Викликає природний інтерес пізнання сутності технічних знань про механічні передачі взагалі і передачі гвинт-гайка зокрема. У винахідницькій діяльності поняття механічної передачі відноситься до категорії пристроїв. Ознаки, за якими характеризують будь-який пристрій, такі: структурні (деталі, вузли, агрегати); взаємне розташування елементів; взаємозв'язок елементів; форма елементів та форма взаємозв'язку між елементами; співвідношення розмірів елементів; матеріали елементів [6]. «Опис пристрою розпочинають з його конструкції в статичному стані; тут

вказуються всі вузли і деталі, які утворюють дану конструкцію та показні на кресленнях, пояснюють їх призначення, зв'язки та взаємне розташування частин пристрою» [6, с.50]. Як бачимо для винахідників системотворчим елементом опису пристрою є його принцип дії і пріоритетною є технічна інформація у них конструкторського типу. Однак навчальний матеріал про конструктивно-функціональну єдність пристрою вузький та інтегруватися може лише в процесі конструкторської діяльності у формі переносу технічних рішень. Через невеликий інтерес до з боку студентів до морфологічно-функціональних описів технічних систем формування у них поглядів та їх трансформація в переконання швидше за все буде малопродуктивним. Наразі виникає потреба розглянути інші підходи до опису технічної інформації.

У психологічному підході до визначення сутності та структури технічного мислення основними його компонентами приймають поняття, образи, дії, мову техніки. Такий навчальний матеріал характеризується великим об'ємом, легко інтегрується з навчальним матеріалом різних типів у процесі розв'язання технічних задач. Проте цей типу навчальний матеріал переважно призначений для формування технічного мислення як важливого особистісного утворення майбутнього фахівця.

Системотворчим чинником відбору і структурування технічного навчального матеріалу в більшості навчальних посібників є виробничий процес. У ньому розкриваються особливості створення, виготовлення, експлуатації і ремонту техніки. Відбір технічної інформації у навчальних посібниках проводять за схемою: призначення → будова принцип дії → розрахунки проектні і перевірки.

Розглянуті нами три підходи до відбору і структурування технічного навчального матеріалу наблизили нас до розуміння, який саме навчальний матеріал про передачу гвинт-гайка необхідно відбирати і структурувати, щоб сформувати наукову картину світу робочих машин у майбутнього вчителя технологій. Пошуки навчального матеріалу необхідно вести з обов'язковим дотриманням принципів політехнізму, міжпредметних зв'язків та ін.

Сучасні механічні передачі генетично пов'язані з винаходами простих механізмів, характеристики яких наведено на рис. 1.

Однак в описі простих механізмів, існують протиріччя, наприклад, між потребою формування технічного світогляду в майбутніх фахівців та відбором базових понять у технічній літературі. Передаточне відношення, вибране за базове поняття у вітчизняній технічній літературі, а механічний вигреш (mechanical advantage) – у зарубіжній. Поняття передаточне відношення має ознаки інженерного, а поняття механічний вигреш – світоглядного.

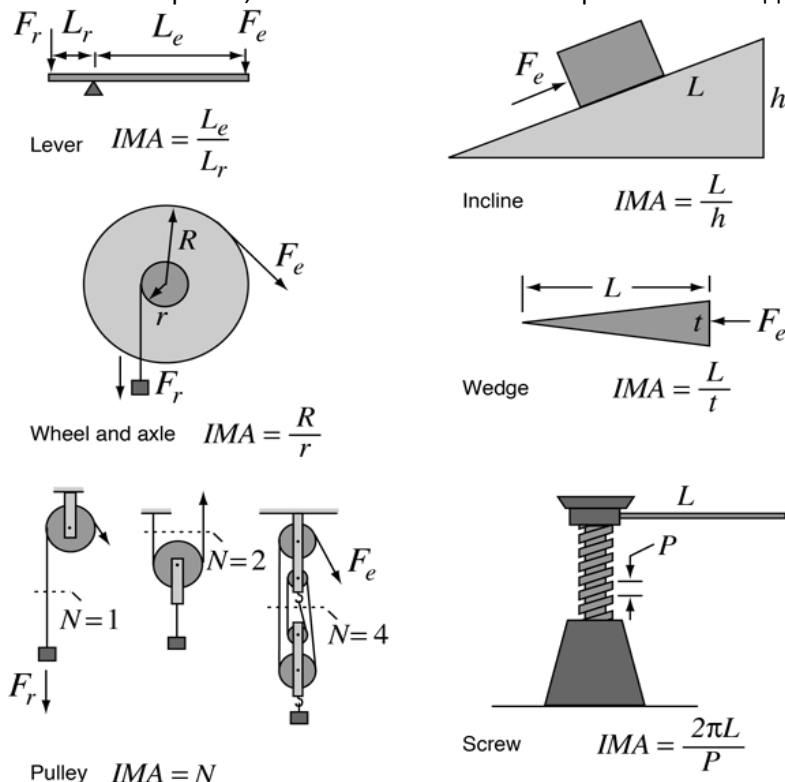


Рис.1. Прості механізми: важіль; коловорот; блок; похила площина; клин; гвинт. IMA (ideal mechanical advantage) – ідеальний механічний вииграш [7]

Отже, до основних світоглядних понять майбутніх вчителів технологій про механічні передачі відноситься поняття механічного виграшу простого механізму. Базові поняття більш узагальнені за основні і, до того ж, механічний виграш проблематично віднести до категорії базових з позиції відповідності принципу політехнізму. Ми знову повертаємося до винахідницького підходу, але нас цікавитиме, як винахідники узагальнено трактують принцип дії пристрою. У роботі [3] винахідницьке трактування принципу дії технічної системи зводиться до використання фізичних явищ і ефектів для реалізації технічної функції. Використання фізичних ефектів і явищ у принципі дії технічної системи за своєю суттю відноситься до категорії технічних явищ. У кожного пристрою свої технічні явища, але поняття технічного явища відповідає всім вимогам до навчального матеріалу світоглядного характеру. Залишається лише зважено підійти до відбору технічного явища з їх сукупності, характерної для кожної механічної передачі.

Серед технічних явищ передачі гвинт-гайка зупинимося на самогальмуванні. Явище самогальмування використовується в механізмах: клинових, ексцентрикових, черв'ячних, циліндричних зубчастих із великим кутом нахилу зубів (гвинтових), а також в різбових з'єднаннях та в пристроях, наприклад, гвинтових домкратах, струбцинах, лещатах, мікрометричних гвинтах тощо.

Досліджуючи змісту загальнотехнічних знань у професійній підготовці майбутніх вчителів технологій, І. Неговський зазначає «...при дидактичному відборі та систематизації загальнотехнічних знань варто спиратися на такі критерії та вимоги: світоглядний характер, спільність для основних галузей виробництва і трудової діяльності...; можливість організації навчального матеріалу в цілісну систему...; тісний зв'язок із життям, з практикою; опора на знання, набуті в загальноосвітній школі; можливість задоволення пізнавальних інтересів і запитів студентів» [4, с.6]. До основних критеріїв відбору відноситься «...цінність інформації, обумовлена цілями і завданням загальнотехнічної підготовки майбутніх учителів технологій; вимоги суспільства до підготовки майбутніх учителів технологій...; можливість реалізації основних дидактичних принципів (науковість і політехнічна спрямованість навчального матеріалу, системність і послідовність у його побудові, доступність і посиленість понять)» [4, с.11]. Як бачимо, основним завданням загальнотехнічної підготовки є розвиток у майбутніх учителів технологій здатності ідентифікувати науково-природничу основи принципу дії пристроїв.

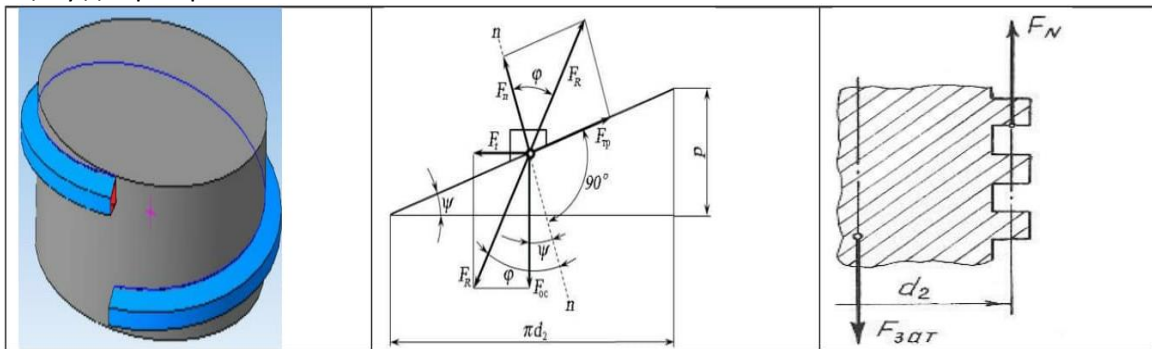


Рис.2. Вихідні зображення для вивчення явища самогальмування у передачі гвинт-гайка з прямокутною різьбою: виток різьби; розгортка витка різьби з нанесеними силами (розрахункова модель передачі гвинт-гайка); схема зрівноваження осьової сили нормальною реакцією робочої грані різьби

В якості базового поняттям явища самогальмування передачі гвинт-гайка приймаємо поняття сил, які в ній діють. Як відомо сили бувають активні та реакції. До активних сил відносять колову силу  $F_t$ , прикладену по дотичній до середнього діаметра різьби  $d_2$ , вона також належить до рушійних (вхідних), що приводить у рух механізм. Колова сила  $F_t$ , обертаючи гайку (гвинт) створює осьову силу  $F_a$  (вихідна сила, яка виконує корисну роботу) та призводить до поступального руху гайки вздовж осі гвинта. На витки різьби тисне сила  $F_a$ , якій протидіють дві реакції – нормальна  $F_n$  і дотична  $F_{tr}$  (сила тертя). За аксіомою паралелограма сили реакції мають рівнодіючу  $F_R$ , яка відхилена від нормальної реакції  $F_n$  на величину кута тертя  $\phi$ . Отже, в розрахунковій моделі

передачі гвинт-гайка сила взаємодії похилої поверхні з повзуном (гайкою) представляє собою рівнодіючу  $F_R$  сил реакцій, нахилена до нормалі похилої площини на кут тертя  $\phi$ . Кут тертя в різьбовому з'єднанні зв'язаний з коефіцієнтом тертя  $f$  оберненою залежністю:

$$\phi = \arctg f \quad (1)$$

З умови рівноваги повзуна на похилій площині рівнодіючу  $F_R$  зрівноважує така ж сама сила, але протилежно направлена, яка, в свою чергу, розкладається на вже відомі нам сили  $F_t$  і  $F_a$ .

На розрахунковій моделі передачі гвинт-гайка кут між розгорткою гвинтової лінії по середньому діаметрі різьби і площиною, перпендикулярною до осі гвинта називається кутом підйому різьби  $\psi$ , який обчислюється за формулою:

$$\tg \psi = P_h / \pi d_2, \quad (2)$$

де  $P_h$  – хід різьби;

$\pi d_2$  – довжина кола середнього діаметра різьби.

Як видно з рис.2 рівнодіюча сил  $F_t$  і  $F_a$  та рівнодіюча сил реакцій  $F_n$  і  $F_{тр}$  однакові і протилежно направлені для механізму в стані рівноваги, але стан рівноваги можуть порушити різні фактори, наприклад, збільшення кута підйому різьби  $\psi$ , ударні навантаження, пружні коливання, зміна температури, у результаті зменшиться сила тертя і зникне явище самогальмування в передачі гвинт-гайка. Статичний кут тертя  $\phi$  – це кут при граничній рівновазі, тобто, коли з'являється відносний рух між ланками передачі гвинт-гайка в статичних умовах. Ми підійшли до явища самогальмування в передачі гвинт-гайка, яке можна схарактеризувати відсутністю мимовільного відгвинчування гайки при статичному осьовому навантаженні  $F_a$  і умова самогальмування має вигляд:

$$\psi < \phi \quad (3)$$

Одне з практичних використань явища самогальмування – це принцип дії різьбового домкрату, в якому завдяки цьому явищу з'являється властивість фіксування будь-якого положення по висоті при підйому вантажу.

Окреслимо поле знань про явище самогальмування передачі гвинт-гайка. Очевидно, що основними його компонентами будуть: розрахункова модель передачі гвинт-гайка; активні сили; сили реакції; кут тертя; кут підйому різьби. Причинно-наслідкові зв'язки між елементами поля знань, розглянемо у вигляді логічного ланцюжка: обертальний момент на вході передачі гвинт-гайка  $T \rightarrow$  колова сила  $F_t$  на дотичній до середнього діаметра різьби  $\rightarrow$  обертальний рух  $\rightarrow$  осьова сила  $F_a$ , направлена вздовж осі гвинта  $\rightarrow$  поступальний рух вздовж осі гвинта  $\rightarrow$  нормальна реакція на робочій поверхні різьби та сила тертя між поверхнями  $\rightarrow$  рівнодіюча сил реакцій  $F_R \rightarrow$  рівнодіюча активних сил  $\rightarrow$  рівновага механізму  $\rightarrow$  зменшення кута підйому різьби для виконання умови  $\psi < \phi \rightarrow$  явище самогальмування передачі гвинт-гайка. Розглянемо причинно-наслідкові зв'язки, між елементами поля знань у випадку зникнення явища самогальмування в передачі гвинт-гайка, які також представимо у вигляді логічного ланцюжка: збільшення кута підйому різьби  $\psi \rightarrow$  зменшення передаточного відношення передачі гвинт - гайка  $i = \pi d_2 / P_h$  (збільшується хід різьби  $P_h$ )  $\rightarrow$  зменшення осьової сили  $F_a \rightarrow$  зменшення сили тертя  $F_{тр} \rightarrow$  гранична рівновага механізму  $\rightarrow$  зростання статичного кута тертя  $\phi \rightarrow$  зменшення величини сили тертя на розрахунковій моделі передачі гвинт-гайка  $\rightarrow$  мимовільний рух кінематичних ланок передачі гвинт-гайка.

**Висновки.** Навчальний матеріал про передачу гвинт-гайка повинен забезпечувати інтеграцію фундаментальних природничо-наукових технічних знань. До найбільш поширених підходів щодо відбору начального матеріалу про технічні об'єкти належать винахідницький, психології технічного мислення та на основі концепції виробничого процесу. Для формування в студентів світоглядних технічних знань наведені підходи малоефективні, бо в їхній основі лежать інші цілі. В основі концепції світоглядних знань про механічні передачі лежить відбір технічних явищ, характерних для принципу їх дії. Для передачі гвинт-гайка виражені світоглядні властивості має технічне явище самогальмування.

#### Список використаних джерел:

1. Гуревич Р.С. Інтегративні тенденції змісту освіти у підготовці вчителя. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід,*

*проблеми*. Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2016. Вип. 44. С. 66-72.

2. Іванчук А.В. Машинознавча складова загальнотехнічної підготовки майбутніх учителів технологій в контексті реалізації культурологічної концепції технологічної освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, досвід, проблеми*. Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2018. Вип. 50. С. 276-280.

3. Іванчук А.В. Підготовка майбутніх учителів трудового навчання до керівництва технічною творчістю школярів: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.04 / Вінницький держ. пед. ун-т імені М.Коцюбинського. Вінниця, 2005. 252 с.

4. Неговський І.В. Формування загальнотехнічних знань у процесі професійної підготовки майбутніх учителів технологій: автореф. дис. ... канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / І.В. Неговський. К., 2010. 20 с.

5. Петухова Т.А. До вирішення питання технічної грамотності в контексті напрямку «технологічна освіта». *Наука і освіта*. 2014. № 3. С. 127-131.

6. Прахов Б.Г., Зенкин Н.М. Изобретательство и патентование. К.: Тэхника, 1988. 256 с.  
Simplemachines. URL: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Mechanics/immac.html>