

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ТАВРІЙСЬКИЙ  
ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**



**МАТЕРІАЛИ  
II ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ  
“ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ”  
ЗА ПІДСУМКАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 2021 РОКУ**



**Мелітополь 2021**

Проблеми та перспективи розвитку агропромислового комплексу України: матеріали II Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції / ТДАТУ: ред. кол. С. В. Кюрчев, О.В. Пеньов [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2021. - 128 с.

У збірнику представлені матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції за підсумками наукових досліджень 2021 року.

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: Кюрчев С.В. - д.т.н., проф. кафедри "ТКМ"; Пеньов О.В. – к.т.н., доц., завідувач кафедри "ТКМ"; Посвятенко Е.К. – д.т.н., проф., кафедри "Виробництва, ремонту та матеріалознавства" НТУ; Харченко Б. Г., к.т.н, Дніпровський державний аграрно-економічний університет; Дмитревський Д. В., к.т.н. державний біотехнологічний університет; Лодяков С. І. к.т.н. Національний технічний університет; Червоний В.М., к.т.н. Зарківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Гузенко В.В. к.т.н.Державний біотехнологічний університет; Сушко О.В. – к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Черкун В.В. – к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Колодій О.С. – к.т.н., ст. викл. кафедри "ТКМ" ТДАТУ; Бакарджиєв Р.О.– к.т.н., доц. кафедри "ТКМ" ТДАТУ.

Адреси для листування:

72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18

© Автори тез, включені до збірника, 2021  
© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021

## ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА.....	6
Моторін В.А.	
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРОМОДУЛЯ .....	8
Ковальов О.В.	
CNC MACHINES: PROCESSING DESIGN AND PROGRAMMING .....	11
Kolodii O.S., Lemeshchenko-Lagoda V.V.	
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ .....	14
Ковальов О.В.	
INFLUENCE OF THE MEDIUM ON THE CUTTING PROCESS.....	17
Sushko O.V., Kolodii O.S., Lemeshchenko-Lagoda V.V.	
МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРКАСА ДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	21
Холодняк Ю.В., Гавриленко Е.А.	
ВПЛИВ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ ПЛОДОВИХ СОКІВ .....	25
Мішин Д.В.	
МОДЕЛЮВАННЯ КРИВИХ ЛІНІЙ З ЗАДАНОЮ ТОЧНІСТЮ .....	29
Холодняк Ю.В., Гавриленко Е.А.	
ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ВІБРАЦІЙНОГО КОПАЧА З КОРЕНЕПЛОДОМ .....	32
Карапетров В.В., Ігнат'єв Є.І.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ФРОНТАЛЬНОЇ ГИЧКОЗИРАЛЬНОЇ МАШИНИ .....	34
Карапетров В.В., Ігнат'єв Є.І.	
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УЗДОВЖ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСУ ПОВЕРХНІ .....	38
Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В.	
УТОЧНЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ ЗМІНИ РЕСУРСНИХ ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТІВ МАШИН.....	42
Сушко О.В., Харченко Б. Г.	
ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ.....	46
Сушко О.В., Посвятенко Е. К.	
АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ЯК ОСНОВА ЯКІСНОЇ ОСВІТИ .....	50
Крестов В.Г.	
АНАЛІЗ ПРИЧИН НИЗЬКОЇ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ.....	51
Фірсова О.М.	

ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ .....	56
Сушко О.В., Колодій О.С., Лодяков С. І.	
ЧАВУНИ.....	59
Колодій О.С.	
РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ВАЛУ .....	62
Сушко О.В., Колодій О.С.	
ЗАСТОСУВАННЯ ЧАВУНУ В МАШИНОБУДУВАННІ.....	64
Прокопій В.С.	
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ .....	67
Мавродий Д.В.	
СФЕРИ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛІ .....	71
Іванченко В.С.	
ЩОДО УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА .....	74
Комар А.С.	
СТРУЖКОУТВОРЕННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ.....	77
Іванченко А.С.	
АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ОБУМОВЛЮЮТЬ НИЗЬКУ ДИНАМІКУ РОЗВИТКУ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ .....	79
Пачко К.Г.	
ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ .....	82
Сінельникова Д.О.	
ВДОСКОНАЛЕННЯ МАКАРОННОГО ПРЕСУ МШ-35С .....	85
Крестов В.Г.	
ВИКОРИСТАННЯ 3D ПРИНТЕРІВ В МАШИНОБУДУВАННІ .....	87
Кретов Д.О.	
КОДЕКС ЧЕСТІ ГРУПИ ЯК ОРІЄНТИР ДЛЯ ДОТРИМАННЯ НОРМ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ СТУДЕНТАМИ ВНЗ .....	90
Пачко К.Г.	
СТРУЖКОУТВОРЕННЯ ПРИ ШЛІФУВАННІ .....	93
Філоненко А.В.	
ТЕПЛОУТВОРЕННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРА НАГРІВАННЯ РІЗЦЯ ПРИ РІЗАННІ ..	97
Філоненко А.В.	
НЕДОЛІКИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.....	100
Мехтієва С.М.	
СОНЯШНИК – СТРАТЕГІЧНО ВАЖЛИВА КУЛЬТУРА УКРАЇНИ .....	103
Прокопій В.С.	

ПЕРЕВАГИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ .....	107
Крестов В.Г.	
СЕПАРАЦІЯ НАСІННЯ ЗБІЛЬШУЄ ВРОЖАЙ СОНЯШНИКА .....	110
Бобровський М.С.	
ECONOMICAL EFFICIENCY OF USING A DISPERGATOR JET-SLOT TYPE .....	113
Bratishko V., Kovalov O.	
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИК .....	116
Бобровський М.С.	
ЗАСТОСУВАННЯ ПОДРІБНЕННЯ У ПРИГОТОВУННЯ КОРМУ ТВАРИНАМ .	121
Пархоменко Д.О.	
СУЧАСНИЙ РОЗВИТОК ГАЛУЗІ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТВАРИНИЦТВА....	123
Єлізаров Д.О.	
PRINCIPLES OF JET-SLIT HOMOGENIZER OF MILK WITH SEPARATE SUPPLY OF CREAM .....	125
Тkach V., Kovalov O.	
ПОКАЖЧИК АВТОРІВ .....	127

## **ІННОВАЦІЙНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗІ ТВАРИННИЦТВА.**

**Моторін В.А., магістрант**

**Науковий керівник: Болтянська Н.І, к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра*

*Моторного*

Вітчизняне сільське господарство для свого подальшого розвитку потребує модернізації, так як існуючі форми його ведення часто засновані на застарілих, високовитратних методах, технологіях і технічних засобах. Але відразу слід застерегти, що сила сільського господарства – в його консерватизмі. В даний час можна виділити три напрями розвитку тваринництва в Україні: інтенсивні – на основі вітчизняних розробок; інтенсивні – на основі зарубіжних розробок; екстенсивні, що зберігають окремі елементи вітчизняного тваринництва, пов'язані з традиційним побутом сільського населення [1].

При цьому для великих і дрібних товаровиробників існують свої шляхи інноваційного розвитку тваринницької галузі в межах виділених напрямів розвитку галузі. У сучасному розумінні інтенсифікація виробництва – це перехід до якісно нового стану розвитку галузі від кількісного зростання до якісних показників. В умовах ринкової економіки це перебудова всього господарського механізму з урахуванням ресурсозберігаючого фактора. Слабким місцем попереднього періоду інтенсифікації галузі була розрізненість нововведень у виробництво, її сучасний етап передбачає перехід на інноваційний шлях розвитку, характерним для якого є системний підхід до проблеми. Галузі потрібні інновації, що дозволяють отримувати високу врожайність рослин і продуктивність тварин при малих витратах, у результаті собівартість продукції буде низькою, а рентабельність виробництва – високою [2-3].

Установка на високу продуктивність часто обертається зниженням рентабельності виробництва. З освоєнням інновацій у нас не все гаразд: відсутні значущі результати у цьому напрямку, а ті, що є, не приносять належного ефекту, більшість новацій не доходять до кінцевого товаровиробника. Тільки інноваційний

підхід здатний вивести сільське господарство країни, яке розташоване в сприятливих природнокліматичних умовах, ніж інші країни, на передові позиції у світі. Серед основних завдань галузі – розробка сучасних енерго- та ресурсозберігаючих технологій, зниження собівартості виробленої продукції, подальше поліпшення існуючих і нових порід, типів, ліній та кросів, спрямованих на підвищення продуктивності тварин, поліпшення відгодівельних якостей одержуваного приплоду, а також пошук дешевих і багатих на протеїн місцевих кормів та раціональне використання останніх у господарствах із різними формами власності. Для успішного вирішення проблеми відродження галузі тваринництва в Україні виробничники потребують оновлених методичних матеріалів по розробці сучасних успішних бізнес-планів по кожному виду тваринницької продукції, в яких було б ураховано зміну цінових співвідношень на енергоносії, корми, тваринницьку продукцію, оновлення парку машин і механізмів по кормозаготівлі та роздаванню кормів тваринам, а також по обслуговуванню тварин, напуванню їх водою, прибиранню гною, оновленню систем мікроклімату тощо. Технологічні карти повинні включати: вихідні дані; технологічну частину, яка визначає послідовність операцій і обсяг виконуваних робіт; інженерну частину; тобто перелік і кількість технічного оснащення виконуваних операцій; економічну частину, показники затрат праці, капітальних вкладень та експлуатаційних витрат.

#### Список використаних джерел

1. Маніта І.Ю. Інноваційний розвиток техніки для молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2.
2. Skliar O., Grigorenko S. Technical means for mechanization of technological processes on livestock farms // Theory, practice and science. Abstracts of V International Scientific and Practical Conference. Tokyo, Japan 2021. Pp. 255-257.
3. Boltianskyi B.V. Reducing energy expenses in the production of pork. WayScience. Dnipro, Ukraine, 2021. P.1. С. 27-29.

# ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГРУНТООБРОБНОГО АГРОМОДУЛЯ

**Ковальов О.В., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Тенденції розвитку сучасного сільгоспвиробництва направлені головним чином на вирішення таких задач як зменшення виробничих витрат, підвищення врожайності і збереження родючості ґрунту. Що стосується останнього, то сьогодні науковцями пропонується велика кількість досліджень, направлених на призупинення деградації родючого шару ґрунту, яке відбувається внаслідок його переущільнення ходовими системами енергетичних засобів і сільськогосподарських машин за рахунок створення малогабаритної ґрунтообробної техніки невеликої маси [1,2]. В такій ситуації багатьма науковцями розглядається напрямок революціонізування сільського господарства за рахунок переходу від тракторно-комбайнових технологій до мостової. Але ж, ідея мостового землеробства дотепер не впроваджена. Аналіз досліджень цього напрямку показує, що причинами тому є велика матеріалоємність агромотів (агромодулів) та недостатні наукові напрацювання.

Вага агромодуля  $G_{ам}$  визначається за умови зчеплення рушіїв з ґрунтом. Зчеплення повинно бути достатнім для того, щоб агромодуль на горизонтальній ділянці змог розвивати задане номінальне тягове зусилля при роботі на агрофоні нормальної вологості з буксуванням не більше допустимого, яке, наприклад, для колісних тракторів становить  $\delta_n = 14-16\%$  [3].

Припустимо, що для покращення зчіпних якостей агромодуля його всі колеса ведучі. В такому випадку значення коефіцієнта навантаження  $\lambda_k = 1$ . Коефіцієнти  $\varphi_k$  та  $f_k$  в першому наближенні попередніх розрахунків приймемо на рівні значень для колісних тракторів при роботі на полі, підготовленому під посів ( $\varphi_k=0,4-0,6$ ;  $f_k=0,16-0,18$ ). Залежність величини тягового зусилля агромодуля від ваги (діапазон варіювання 5-10 кН) представлено в [4], з якого свідчить, що реалізація тягових



зусиль агро модулем до 4,5 кН потребує необхідну його масу до 1 т.

Вибір потужності тягового електродвигуна є однією з найбільш складних і відповідальних задач, що виникає в процесі створення тягового електроприводу будь-яких мобільних агрегатів і транспортних систем, у тому числі і агро модуля на початковій стадії їх розробки.

Основною вимогою і критерієм правильного вибору електродвигуна є відповідність його потужності і параметрів умовам технологічного процесу робочої машини. Номінальну експлуатаційну потужність тягового електродвигуна агро модуля  $N_{ам}$  визначається за умови реалізації на заданому агрофоні номінального тягового зусилля при заданій швидкості руху  $v_{ам}$  по горизонтальній ділянці [4].

Розглянемо модель електрифікованого агро модуля, який можна створити на базі елементів конструкцій дощувальних машин (рис. 1) та реалізувати в рослинництві. Основними елементами агро модуля є: 1 – остов-рама, 2 – енергетична установка (тяговий електродвигун), 3 – кабель електричного живлення, 4 – механізм приводу рушіїв, 5 – рушії, 6 – навісний механізм, 7 – додатковий баластний вантаж.

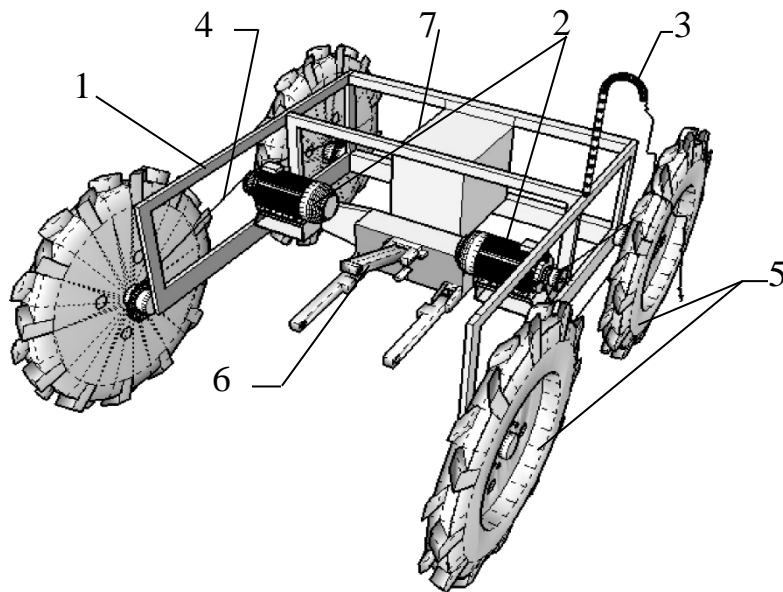


Рисунок 1. Модель ґрунтообробного агро модуля

У попередніх розрахунках механічний ККД трансмісії приймається рівним  $\eta_{mp}=0,95-0,98$ . Для більш точних розрахунків потужності за рівнянням (2) необхідно тяговий ККД визначати з урахуванням реальної компоновки механічної передачі приводу рушіїв агро модуля: типу редуктора, можливого використання додаткової

ланцюгової передачі та ін. Швидкість руху агро модуля  $v_{ам}$ , приймається відповідно до доцільного діапазону швидкостей, що встановлені на основі досліджень та спостережень за роботою мобільних ґрунтообробних агрегатів [5].

Електрифікований агро модуль з електроприводом призначений для виконання агротехнічних операцій по обробці ґрунту: оранки, культивації, нарізки борозен, підгортання боронування і ін.

### **Список використаних джерел**

1. Назаренко І.П., Ковальов О.В., Герасименко В.П. Енергозберігаюча система обробітку ґрунту на базі електрифікованого мотоблоку. Енергетика і автоматика: зб. наук. праць. Київ: НУБіП, 2018. № 5(39). С. 48-58.

2 Ковальов О.В. Тягові характеристики та керування мотоблоком з електроприводом по максимуму ККД. Вісник Національного технічного Університету «Харківський політехнічний інститут». Харків, 2008. №30. С. 509-510.

3 Ковальов О.В., Куценко Ю.М., Назар'ян Г.Н. Розрахунок потужності та вибір тягового електродвигуна приводу мотоблока. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2010. Вип. 10., Т.8. С. 228-238.

4. Кувачов В.П., Куценко Ю.М., Ковальов О.В., Єгнат'єв Є.І. Електрифікований агро модуль – ефективне рішення проблем механізації рослинництва. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2012. Вип. 12., Т.2. С. 86-92.

5. Kovalov O., Kvitka S., Solomakha O., Gerasymenko V. Development of a Motor Speed Observer for a Electrified Soil-Cultivating Motoblock. Modern Development Paths of Agricultural Production. Trends and Innovations. Cham, Springer International Publihing, 2019. P. 365-374.

## CNC MACHINES: PROCESSING DESIGN AND PROGRAMMING

**Kolodii O.S., Candidate of Technical sciences,**

**Lemeshchenko-Lagoda V.V.,ESP Teacher**

*Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,*

**Problem setting.** Nowadays the industrial automation is gaining its popularity. Thanks to the automation of technological processes, it is possible to remove workers from direct participation in production processes, and use the latter only to check the size of finished products or for the automatic equipment maintenance.

Due to the high concentration of basic operations, working conditions and economic indicators of production are significantly improved.

Automation of production processes is associated with the release of a number of automatic devices. In mass production, these devices are specialized. In serial production it is necessary to use universal automatic devices that require readjustment, which causes more non-production time.

Therefore, in recent years, more attention is paid to the "flexibility" of automatic equipment, achieved through the widespread use of the principles of aggregation and software control, which leads to a gradual complication of the design.

Numerical program control (CNC) has become a universal tool for machine control. It is used for all groups and types of machines.

**Findings.** The most important task due to the growth of labor productivity in mechanical engineering is to reduce the complexity of machining processing of details. The main way to solve this problem is to automate the processes of machining parts, taking into account the use of metal-cutting machines with numerical program control (CNC), as well as automatic lines and automated areas based on these machines [1-3].

Automation of large-scale and mass production is provided by the use of automatic machines and automatic lines. For small-scale and serial production, covering approximately 75-80% of mechanical engineering products, automation tools are needed that combine the productivity and accuracy of automatic machines with the flexibility of universal equipment.

Such automation tools are CNC machines. The CNC machine is a machine with a flexible connection, the operation of which is controlled by a special electronic device. The accuracy of the size setting does not depend on the properties of the software, but only on the resolution of the CNC system. The CNC machine does not require long-term readjustment when switching to the processing of a new part. To do this, simply change the program, cutting tool and device. This allows you to process a wide range of parts on the machine. Working in an automatic cycle, the CNC machine retains the properties of a universal machine with manual control.

The use of CNC machines puts forward new requirements for the design and processing technology of parts. Technological preparation of production (CCI) is radically changing: its center is transferred from the sphere of production to the sphere of engineering work, it becomes more complicated and increases in volume.

The introduction of the CNC machines into the production is a major organizational and technical measure. It must comply with a carefully thought-out plan of all work arising from this task, including such a priority as training all the required staff and training on the technological processes of machine processing using CNC machines.

Mechanical engineer must be able to solve problems to maintain the successful use of CNC machines in mechanical engineering. To do this, he must be well acquainted with the technological capabilities of CNC machines and their technical equipment, methods of designing technological processes for processing details on these machines, methods of developing control programs, the procedure for compiling and processing technological documentation.

CNC metal-cutting machines are able to perform an almost unlimited number of different coordinated movements of the working bodies with a certain accuracy and for a certain time according to predetermined commands. All this creates new technological opportunities and expands their application, improves production on a new basis. CNC equipment is the technology to which the future belongs.

According to domestic and foreign data, the efficiency of the introduction of CNC machines is determined by the following indicators:

1. The number of replaceable universal machines (3 - 8).
2. Reducing the number of workers (by 25 - 30%).

3. Increasing the share of machine time in the structure of the operation and increasing productivity (up to 70%).
4. Reducing the complexity of manufacturing parts (by 25 - 80%).
5. Reduction of terms of production preparation (by 50 - 70%).
6. Reducing the total duration of the production cycle (by 50 - 60%).
7. Cost savings in the design and manufacture of equipment (from 30 to 80%).
8. Increasing of processing accuracy (in 2 - 3 times), maintenance of interchangeable details.
9. Time reduction for marking and metalwork-finishing works (in 4 - 8 times).
10. Introduction of calculation norms from the beginning of launch.

**Conclusions.** To sum it all up, it must be said that the use of CNC not only changed the nature of the production organization, but also radically affected the design of the machines themselves. And at the present stage of development of mechanical engineering, the use of CNC machines has become one of the main areas of scientific and technological progress in the field of machining.

### **References**

1. Автоматичне управління процесами обробки металів різанням / Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. Мелітополь: ТОВ «Люкс», 2020. 136 с.
2. O. Sushko, S. Kiurchev, O.S. Kolodii and oth. Grains Dynamic Strength Determination and the Optimal Combination of Components of a Diamondiferous Layer of Grinding Wheels. Modern Development Paths of Agricultural Production. Trend and Innovations. Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, 2019. P. 259-266.
3. O.V. Sushko, O.S. Kolodii, O.V. Penyov. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv. 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

# ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

**Ковальов О.В., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Використання електромеханічних перетворювачів індукторного типу в мобільній ґрунтообробній техніці та деяких видах транспорту пояснюється високою надійністю, простотою конструкції, технологічністю виготовлення і низькою вартістю [1,2]. Вентильні індукторні електромеханічні перетворювачі міцно завоювали позиції як джерела механічної енергії в автотранспортних засобах та малогабаритній ґрунтообробній техніці (електрифікованих мотоблоках, агро модулях та ін.), завдяки простоті конструкції і відсутності ковзних контактів, що істотно підвищує їх надійність і термін служби [3].

Функційна схема для режиму вентильного двигуна приводу мотоблоку представлена на рис. 1. Обмотки фаз двигуна 2 за допомогою силових ключів інвертора 1 по чергово підключаються до джерела постійної напруги  $U_0$ . Комутація обмоток вентильного індукторного двигуна здійснюється схемою управління 3 в залежності від положення ротора, яке визначається за допомогою датчика положення ротора 4.

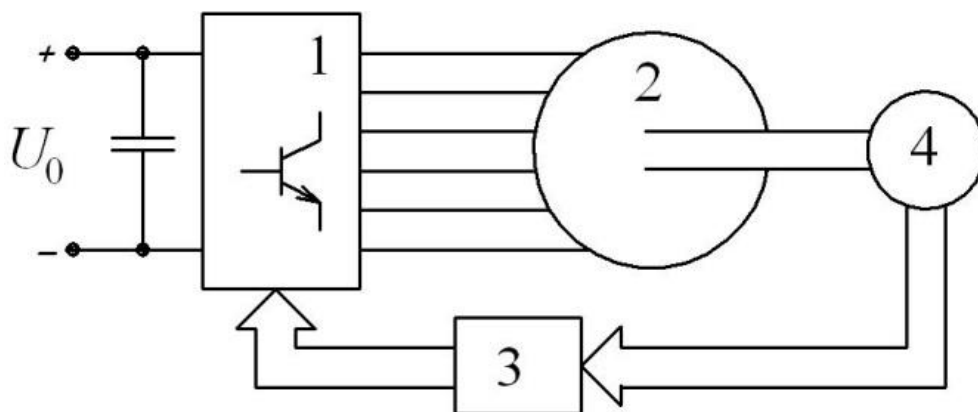


Рисунок 1. Функціональна схема моделі вентильного індукторного двигуна електротехнологічної системи обробітку ґрунту

На основі функціональної схеми (рис. 1) для трифазного вентильного

індукторного двигуна електроприводу руху мотоблоку запропонована імітаційна математична модель [4]. Блок живлення формує вихідну характеристику джерела залежно від споживаного струму.

Електромагнітні процеси в вентильній індукторній машині описуються системою рівнянь Кірхгофа, яка в загальному вигляді в  $j$ -му контурі має вигляд

$$U_j = \sum_{j=1}^n i_j \cdot R_j + \sum_{j=1}^n \frac{d\psi_j}{dt}, \quad (1)$$

де  $U_j, i_j, R_j$  - напруга, струм і опір елемента контуру;  
 $\psi_j$  - потокозчеплення обмоток  $j$ -го контуру.

При формуванні напруги, що подається на фазну обмотку враховується падіння напруги на вентилях напівпровідникових перетворювачів.

За допомогою запропонованої імітаційної моделі досліджувалися режими пуску двигуна приводу руху мотоблоку з різними кутами включення, з навантаженням і при відсутності навантаження на валу. Графік перехідного процесу при пуску вентильного індукторного двигуна показаний на рис. 2, а.

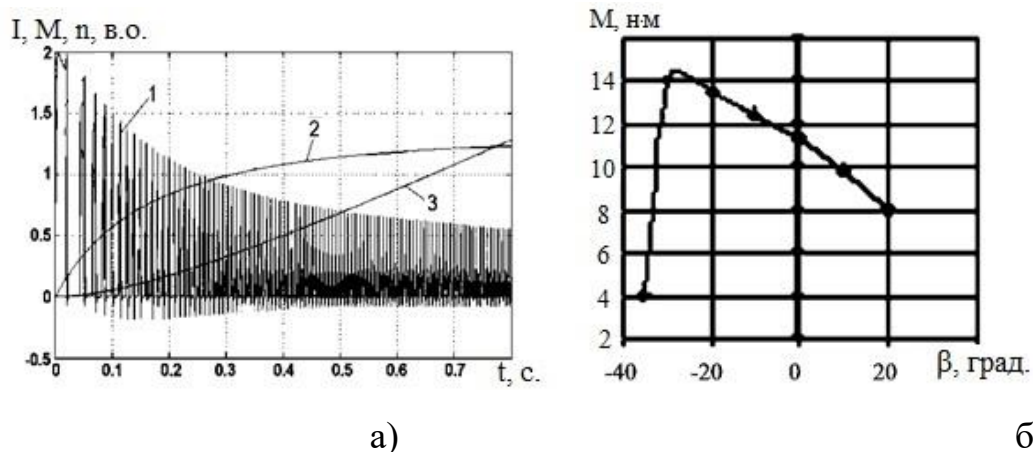


Рисунок 2. Перехідний процес пуску вентильного двигуна електротехнологічної системи обробітку ґрунту з кутом включення  $\beta = 0$  (а) та залежність моменту від кута включення фази (б)

Досліджувався вплив кута включення фази при незмінній тривалості включення (120 електричних градусів) на електромагнітний момент, що розвивається вентильною індукторною машиною. Результати моделювання показали (рис. 2, б), що максимальне значення електромагнітного моменту досягається при куті

управління – 27 електричних градусів. Модель використовувалася також для розрахунку механічної характеристики вентильного індукторного двигуна, при цьому розходження з дослідними даними не перевищило 10-15%.

Обґрунтовано параметри імітаційної моделі вентильної індукторної машини приводу електротехнологічної системи обробітку ґрунту, що враховує параметри вентилів напівпровідникових перетворювачів, комбіноване збудження, насичення магнітного кола машини. Імітаційна модель дозволила дослідити вплив параметрів електромеханічної системи індукторного типу на її робочі характеристики в динамічних і статичних режимах.

### **Список використаних джерел**

1 Ковальов О.В., Куценко Ю.М., Назар`ян Г.Н. Розрахунок потужності та вибір тягового електродвигуна приводу мотоблока. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2010. Вип. 10, Т.8. С. 228-238.

2 Ковальов О.В. Тягові характеристики та керування мотоблоком з електроприводом по максимуму ККД. Вісник Національного технічного Університету «Харківський політехнічний інститут». Харків: НТУ «ХПІ», 2008, №30. С. 509-510.

3 Ковальов О.В., Катюха А.А., Назар`ян Г.Н. Аналітичний метод порівняльної техніко-енергетичної оцінки ефективності і технічного рівня мотоблоків. Праці ТДАТА. Мелітополь: ТДАТА, 2007. Вип. 7. Том 3. С. 93-99.

4 Кувачов В.П., Куценко Ю.М., Ковальов О.В., Єгнат'єв Є.І. Електрифікований агро модуль – ефективне рішення проблем механізації рослинництва. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2012. Вип. 12, Т.2. С. 86-92.



## INFLUENCE OF THE MEDIUM ON THE CUTTING PROCESS

**Sushko O.V., Candidate of Technical sciences,**

**Kolodii O.S., Candidate of Technical sciences,**

**Lemeshchenko-Lagoda V.V.,ESP Teacher**

*Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University*

**Problem setting.** In the practice of metalworking, liquid, gaseous and solid lubricating and cooling technological means are now widely used. The use of such tools is an important factor in expanding the technological capabilities of the cutting process. The most widely used solid materials are graphite, molybdenum disulfide, metal oxides and salts, as well as solid organic compounds, etc. There are many examples of how a medium applied to a surface affects the mechanical properties of a processed material. One such example is the result of an experimental study of the effect of carbon tetrachloride on the cutting mechanism. Taking into account the inevitable costs, as well as the environmental aspects associated with the use of liquid lubricating technological agents, the use of medium that can be used for the implementation of the minimum lubrication technology is very relevant and promising.

**Findings.** Cover films made from fatty acids, vegetable fats, mineral oils, paraffin, etc., although they have some differences, basically have the same effect on the cutting process. Taking into account this similarity, stearic acid was chosen to perform this experiment with different cutting rake angles, which gives the most noticeable effect.

The tests were carried out under the following conditions: cutting method - orthogonal cutting at a speed of 1 m / min by feeding the table of a vertical milling machine; the processed material is mainly copper; in addition, mild steel, aluminum and brass in a ratio of 4: 6. Along the cutting length (250 mm), there were three successive zones 80 mm long: an auxiliary section, a coated section and a cleaned section (dry cutting). The thickness of the processed sheet was 3 mm.

The process was investigated using a cutting tool made of T15K6 material with different values of the rake angle ( $\alpha = 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ ) and the value of the clearance angle  $\gamma = 6^\circ$  on various materials: copper, mild steel, aluminum, brass. The cutting

coefficient was determined from the results of measuring the chip length.

In the stearic acid-coated area of the machined surface, the cutting resistance was lower than in the cleaned area when cutting dry. Since the reduction in cutting resistance in the presence of a coating is not very dependent on the depth of cut, in this case a significant reduction in the indentation force can be expected.

Under the influence of the stearic acid layer, the cutting ratio increases. When cutting a cleaned surface, the cutting coefficient increases with an increase in the depth of cut, gradually approaching the value characteristic of a given rake angle.

On the other hand, when a stearic acid layer is applied to the treated surface, in contrast to the case of cutting a cleaned surface (uncoated), the cutting coefficient becomes large at small values of the cutting depth, i.e. in the case of coated cutting, the scaling effect has the opposite effect of dry cutting. A layer of such an effective coating as stearic acid applied to the treated surface not only completely eliminates the scale effect characteristic of dry cutting, but due to the active action of stearic acid gives the copper surface the effect of shear angle increasing (compared to the case of cutting a pure copper surface).

As it is known, due to the deposition of a coating on the surface to be treated, simultaneously with an increase in the shear angle, an increase in the friction angle  $\beta$  occurs. The reason for the increase in the angle is not yet clear enough. However, it can be assumed that, since the friction force on the front face of the cutter is determined by the shear resistance in the chip material, and the change in the friction coefficient is mainly caused by a decrease or increase in normal stresses, then the effect from the coated chip surface with a reduced cross-sectional area in the shear plane and a change in the stress state on the front face of the cutter causes some stabilization of friction stresses and a transition to the cutting state with a significant decrease in normal stresses.

The magnitude of the increase in the shear angle under the action of the applied coating is almost independent of the rake angle of the cutter, however, the magnitude of the decrease in the cutting resistance will be the greater, the smaller the rake angle. This is because, no matter how different the values of the changes in the angle  $\varphi$ , the decrease in the cross-sectional area in the shear plane caused by these changes remains large. Ultimately, since the relationship between the cross-sectional area in the shear plane AS

and the angle  $\varphi$  through the cutting width  $w$  is expressed by the equation:

$$A_S = \frac{wt_1}{\sin \varphi}, \quad (1)$$

can be written as:

$$\frac{dA_S}{d\varphi} = \frac{wt_1 \cos \varphi}{\sin^2 \varphi} \quad (2)$$

Whence it can be seen that when cutting under conditions of small values (for example, with a cutter with a small value of  $\alpha$ ), even a small change in  $\varphi$  will lead to a significant change in  $A_S$ .

**Conclusion.** Solid lubricants applied to the machined surface showed that even without supplying liquid lubricant to the cutting edge of the tool, they have the same positive effect of increasing the cutting ratio (shear angle), reducing cutting forces and improving the condition of the machined surface, which is achieved under cutting conditions using cutting fluid. Therefore, the same methods can be used to study the phenomena occurring in this case as in the case of a conventional supply of cutting fluid. Taking into account the inevitable costs, as well as the environmental aspects associated with the use of liquid lubricating process agents, the use of such media that can be used for the most complete implementation of the minimum lubrication technology is very relevant and promising.

The dependence of the cutting resistance on the depth of cut for processing without coating and with coating has been established; thanks to the model of orthogonal cutting, the general features of the mechanism during cutting are revealed, and the influence of the thickness of the cut layer on the depth of cut is established

The carried out experimental studies made it possible to establish that the presence of a medium applied in the form of a coating on the surface to be treated leads to an increase in the shear angle of the material and to a decrease in the cutting resistance forces. However, on the other hand, this contributes to an increase in the coefficient of friction at the leading edge of the tool (cutter). This indicates that the medium to be applied to the surface should be selected taking into account the properties of the material to be treated.

#### **Reference.**

1. Yue Yan. Cutting fluid mist formation via atomization mechanisms. PhD.

Michigan Technological University. Abstract. Jul 2000. <http://tekhnosfera.com/mehanika-protsesta-rezaniya-metallov-v-zhidkih-sredah-i-soputstvuyuschie-yavleniya#ixzz6cjr6Dscv>

2. Saynatjoki M., Koutio M. Drilling test-a method for cutting // Tribologia. 2002. 11, № 2. P. 30-38. <http://tekhnosfera.com/mehanika-protsesta-rezaniya-metallov-v-zhidkih-sredah-i-soputstvuyuschie-yavleniya#ixzz6cjrHPqaG>

3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних станках. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 10; т.1.

4. Автоматичне управління процесами обробки металів різанням / Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. Мелітополь: ТОВ «Люкс», 2020. 136 с.

5. O.V. Sushko, O.S. Kolodii, O.V. Penyov. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine*. Kyiv. 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ КАРКАСА ДИНАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**Холодняк Ю.В., к.т.н.,**

**Гавриленко Е.А., д.т.н.**

*Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного*

**Постановка проблемы.** Геометрическое моделирование дискретно представленной поверхности (ДПП) может осуществляться путем организации, на основе исходного множества точек, каркаса, состоящего из дискретно представленных кривых (ДПК). Далее поверхность моделируется путем формирования одномерных обводов, образующих ее каркас. При этом на формируемые одномерные обводы могут накладываться различные дополнительные условия. Такими условиями могут быть отсутствие осцилляций, фиксированные характеристики и порядок гладкости формируемых обводов, другие требования. В случае моделирования динамической поверхности важным требованием является монотонный характер изменения значений кривизны вдоль линий каркаса [1].

В работах [2-4] проведен анализ существующих методов дискретного геометрического моделирования и определены пути их дальнейшего развития. Предложены основные подходы к решению задачи формирования ДПП. Среди последних отметим моделирование ДПП как однопараметрического множества кривых линий, на основе методов одномерной интерполяции.

В работах [5-6] предложен метод дискретного геометрического моделирования плоских обводов второго порядка гладкости с монотонным изменением кривизны. Метод позволяет определить всю область возможного решения и с учетом дополнительных условий выбрать оптимальное решение.

Целью данной работы является разработка технологии проектирования компьютерных моделей поверхностей, заданных массивом точек.

**Основные материалы исследования.** Разработанная технология формирования компьютерной модели поверхности включает следующие этапы.

1. Из исходного массива точек выделяются точечные ряды,

представляющие плоские или пространственные кривые линии – линейные элементы каркаса поверхности. Полученные ДПК разбиваются на участки, на основе которых возможно сформировать монотонные кривые.

2. С помощью программного обеспечения, разработанного в системе компьютерной алгебры Maple, на основе исходных ДПК формируются точечные ряды, состоящие из сколь угодно большого числа узлов, которые возможно интерполировать кривыми с заданными свойствами.

3. В системе трехмерного параметрического моделирования SolidWorks на основе полученных ДПК формируются обводы, состоящие из участков непрерывных кривых с заданными характеристиками. Обводы используются в качестве линейных элементов каркаса поверхности.

Практическое применение разработанной технологии показано на примере проектирования поверхностей межлопаточного канала рабочего колеса турбокомпрессора [7].

Межлопаточный канал рабочего колеса турбокомпрессора ограничен поверхностями ступицы, крышки и соседних лопаток.

Исходными данными для моделирования рабочей поверхности лопатки является упорядоченный массив точек, принадлежащих семейству горизонтальных плоскостей. На основе исходного точечного массива формируется семейство плоских ДПК (рис. 1). В результате сгущений исходных ДПК получены точечные ряды, определяющие кривые с монотонным изменением радиусов кривизны. Максимальная абсолютная погрешность формирования монотонных кривых составляет  $10^{-4}$ .

Направляющие линии каркаса сформированы на основе точечных рядов, расположенных на ступице и кромке лопатки. На основе исходного точечного ряда сформированы пространственные ДПК правого хода, вдоль которых радиусы соприкасающихся сфер и окружностей монотонно возрастают.

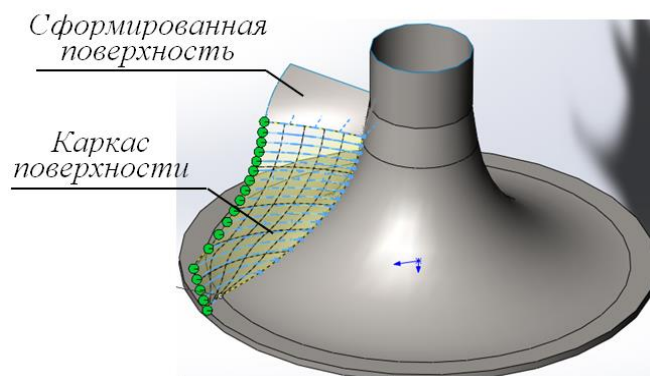


Рис. 1. Формирование каркаса поверхности лопатки

Полученные ДПК интерполированы В-сплайном в пакете трехмерного параметрического моделирования SolidWorks. После этого с помощью стандартных функций сформирована модель рабочей поверхности лопатки. На основе полученной модели с помощью функций САМ-пакетов создается управляющая программа для станков с ЧПУ.

**Результаты и выводы.** В результате проведенных исследований разработана технология проектирования сложных поверхностей технических изделий. Технология включает в себя создание геометрических моделей поверхностей и управляющих программ для их обработки на станках с ЧПУ.

Из исходного массива точек выделяются подмножества – точечные ряды, на основе которых формируются линейные элементы каркаса поверхности. Компьютерная модель поверхности создается на основе дискретного линейчатого каркаса, представленного семействами образующих и направляющих кривых линий. Управляющая программа создается в автоматизированном режиме с использованием САМ-пакетов на основе трехмерной компьютерной модели, сформированной в пакете трехмерного моделирования SolidWorks.

Дальнейшее развитие метода направлено на повышение его универсальности и возможностей адаптации под требования конкретных прикладных задач. Такая задача может быть решена наращиванием условий, накладываемых на обвод за счёт увеличения числа параметров формообразования.

## Список литературы.

1. Havrylenko Y., Cortez J.I., Kholodniak Y., Aliksieieva H., Garcia G.T. Modelling of surfaces of engineering products on the basis of array of points. Tehnicki Vjesnik. 2020. Vol. 27(6). P. 2034–2043. DOI: [10.17559/tv-20190720081227](https://doi.org/10.17559/tv-20190720081227)
2. Гавриленко Е.А., Найдыш А.В., Холодняк Ю.В., Лебедев В.А. Моделирование точеного ряда, принадлежащего пространственной монотонной кривой. Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвід. наук.-техн. збірник. К.: КНУБА, 2020. Вип. 96. С.23-28.
3. Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Ивженко А.В., Найдыш А.В. Назначение характеристик в точках обвода с монотонным изменением кривизны. Сучасні проблеми моделювання: наукове фахове видання. Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2020. Вып.16. С. 91-97.
4. Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Найдыш А.В., Лебедев В.А. Создание САД-моделей поверхностей с использованием специализированного программного обеспечения. Прикладні питання математичного моделювання. Херсон: ХНТУ, 2020. Т. 3, № 2.2. С. 66-75.
5. Гавриленко Є.А., Холодняк Ю.В. Моделювання ділянки обводу з монотонною зміною кривини. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ ім. Дмитра Моторного, 2019. Вип. 9, т. 1. С. 1-8.
6. Холодняк Ю.В., Гавриленко Е.А., Ивженко А.В., Найдыш А.В. Моделирование участка пространственной монотонной кривой линии. Сучасні проблеми моделювання: наукове фахове видання. Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2020. Вып.17. С. 131-137.
7. Холодняк Ю.В., Гавриленко Є.А., Івженко О.В., Найдиш А.В. Технологія моделювання поверхонь складних технічних виробів за заданими умовами. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання. Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. Вип. 19, т. 2. – С. 257-263.



# ВПЛИВ ХОЛОДИЛЬНОЇ ОБРОБКИ НА ЯКІСТЬ ПЛОДОВИХ СОКІВ

**Мішин Д. В., бакалавр**

**Науковий керівник: Тарасенко В.Г., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Обсяг промислового виробництва плодів соків весь час зростає і перетворилося в одну з головних галузей плодопереробної промисловості. Темпи росту в плодоовочевій консервній промисловості в значній мірі обумовлені зростаючим попитом на товари вітчизняних виробників, якими освоєне виробництво нових видів продукції із застосуванням сучасних видів упакування, по зовнішньому вигляду, ціні і якісних показниках конкурентоздатною з імпортною [1]. Процес одержання різних видів плодово-ягідних соків, у тому числі з застосуванням холодильної обробки як сировини для їх виготовлення, так і готового продукту вивчали вітчизняні і закордонні вчені.

За основу був взятий відомий спосіб отримання соку з гарбузових та інших овочів. Суть цього способу полягає у тому, що гарбуз замочують, миють щітками, вирізають плодоніжку, розрізають на шматки, відділяють насіння, інспектують, подрібнюють, дроблять, розварюють при температурі 98 °С, протирають, змішують з цукровим сиропом концентрацією 25 % у співвідношенні 1:11 та додаванням 0,1% лимонної кислоти, фасують і стерилізують при температурі 120 °С. Недолік цього способу – невиправдана втрата значної частини біохімічних елементів під час тривалої термообробки [2].

Для одержання соків з м'якоттю мезгу ферментативно обробляють пектолітичними препаратами або електроплазмолізом, віджимають сік з мезги, бланшують вижимки у воді, подрібнюють їх та змішують з віджатим соком. Основний недолік цього способу це недостатній вихід соку з сировини.

З метою удосконалення способу отримання соку гарбузів, перед віджиманням соку сировину попередньо заморожують, заморожену сировину дефростують, під час віджимання соку та отриманий сік піддають миттєвій стерилізації, що дозволяє

зменшити тиск на сировину при вилученні соку механічним способом за рахунок порушення цілісності клітин утворенням кристалів льоду у клітинах та міжклітинному просторі при заморожуванні. Таким чином, спосіб отримання соку з гарбузів складається з таких операцій: заморожування сировини, віджимання соку з замороженої сировини одночасно з її дефростацією та стерилізацією соку, бланшування вичавків, їх подрібнення та змішування їх з віджатим соком.

Застосування цього способу дозволяє зменшити до мінімуму потемніння та окислення складових речовин сировини зменшивши час дефростації в наслідок виділення теплової енергії за рахунок стиску сировини під час віджимання соку та його стерилізації. Крім того, має місце більший вихід соку, вищий рівень вмісту біохімічних речовин, зменшення енергоємності віджиму соку.

Результати, представлені в табл. 1, свідчать, що спосіб отримання соку з замороженої сировини має найбільший його вихід в порівнянні з іншими.

Таблиця 1 – Вихід соку в залежності від способу обробки

Спосіб попередньої обробки	Вихід соку, %
Без попередньої обробки	53,9
Бланшування сировини	64,3
Ферментативна обробка сировини	70,0
Заморожування сировини	82,9

Більшість овочевих соків з м'якоттю виготовляють зі свіжої сировини і розфасовують в консервну тару, герметизовану з наступним виконанням процесу пастеризації або стерилізації. Недоліком цього способу консервування являється те, що вплив високих температур негативно позначається на вмісті біологічно активних речовин в готовій продукції. При такому способі консервування майже повністю знищується патогенна мікрофлора що і забезпечує тривале зберігання продукції з рослинної сировини. Але біологічна цінність її при цьому значно втрачається.

Більш прогресивним є спосіб консервування з використанням швидкого заморожування і тривалого низькотемпературного зберігання фруктових, овочевих, плодовоовочевих соків з м'якоттю [3, 4].

Спосіб, описаний вище, передбачає виготовлення соку кукурудзяно-перцевого

купажованого. За цим способом сік кукурудзи молочної стиглості отримують з усієї зернівки, без відрізання зародка, а потім його купажують з соком перцю солодкого біологічної стадії зрілості, цукром, медом та кислотою лимонною в оптимальному співвідношенні відповідної сировини. Це дозволяє підвищити якість продукту, максимально зберегти його вихідні властивості, харчову та біологічну цінність, розширити асортимент харчових продуктів багатих на вуглеводи, білки, мінеральні, біологічно-активні речовини. Продукт придатний до вживання для всіх верств населення, а також можуть вживатися, як дієтичний.

Кукурудзяно-перцевий натуральний купажований сік одержаний з замороженої сировини має однорідну практично непрозору масу з рівномірно розподіленим тонкоподрібненим м'якушем. Запах соку має добре виражений аромат вихідної сировини, особливо перцю солодкого, та добрий смак.

Під час зберігання у замороженому вигляді проводили біохімічну та органолептичну оцінку якості дефростованого соку. Продукт був оцінений високими органолептичними показниками. Він зберіг свій колір, смак і добре виражений аромат перцю, а також, майже без змін, вихідний біохімічний склад. Якісна оцінка соку з м'якоттю після 9 місяців зберігання показана в табл. 2.

Таблиця 2 – Показники соку кукурудзяно-перцевого до і після зберігання протягом 9 місяців

Найменування показника	Сік кукурудзяно-перцевий	
	свіжий	заморожений
Масова частка сухих речовин, %	13,2	13,3
Загальний цукор, %	6,74	6,76
Загальна кислотність, %	0,6	0,6
Вітамін С, мг/100 г	80,0	65,2
Каротин, мг/100 г	0,03	0,028
Загальна органолептична оцінка	4,9	4,7

Наведені вище результати досліджень підтверджують доцільність розробки технологічних процесів виготовлення плодових соків з замороженої сировини і застосування зберігання цих соків у замороженому вигляді.

### **Список використаних джерел**

1. Тарасенко В. Г. Вдосконалення обладнання для заморожування харчових продуктів // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету / ТДАТУ імені Дмитра Моторного. Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. Вип. 19, т. 2. С. 130–136.
2. Ялпачик В. Ф., Буденко С. Ф., Тарасенко В. Г. Використання холодильної обробки при виробництві плодових соків // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 17. Т.1. – Мелітополь, 2017. – С. 213 – 219.
3. Стручаєв М. І., Загорко Н. П., Тарасенко В. Г. Формування заморожених // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / ТДАТУ. - Мелітополь, 2018. - Вип. 18, т. 1 : Технічні науки. - С. 246-252.
4. Загорко Н.П. Виробництво аерованих заморожених продуктів / Загорко Н.П., Стручаєв М.І., Тарасенко В.Г// Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Вип. 6. –Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, – 2018. – С. 124-133.

## МОДЕЛЮВАННЯ КРИВИХ ЛІНІЙ З ЗАДАНОЮ ТОЧНІСТЮ

**Холодняк Ю.В., к.т.н.,**

**Гавриленко Е.А., д.т.н.**

*Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного*

**Постановка проблемы.** Модель поверхности сложной формы, как правило, формируется на основе каркаса, элементами которого являются кривые линии. Функциональные свойства таких поверхностей обеспечивают заданные дифференциально-геометрические характеристики линейных элементов модели.

Дискретное геометрическое моделирование предполагает задание поверхности точечным массивом, а линейных элементов модели – точечным рядом или дискретно представленной кривой (ДПК). ДПК формируется методом сгущения, предполагающего определение промежуточных точек (точек сгущения) для исходного точечного ряда. Результатом моделирования ДПК является сопровождающая ломаная линия (СЛЛ), состоящая из прямолинейных отрезков, соединяющих узлы сгущенного точечного ряда.

Оценка точности, с которой СЛЛ представляет искомое решение, является обязательным этапом формирования ДПК по заданным условиям. Такая оценка может быть сделана исходя из свойств формируемой кривой, которые необходимо обеспечить в процессе моделирования [1,2].

**Основные материалы исследования.** Предположение, на основе которого формируется кривая, следующее: если существует кривая линия, интерполирующая исходный точечный ряд, и у этой линии отсутствуют особые точки (точки перегиба, смены направления возрастания вдоль кривой значений кривизны, кручения и т.д.), то такие особые точки отсутствуют и у исходного объекта. Рассматривается две составляющие возникновения погрешности.

Алгоритмы формирования одномерных обводов разрабатываются исходя из свойств моделируемой кривой. Это может быть порядок гладкости обвода, фиксированные характеристики в его узлах, характер изменения значений кривизны

вдоль кривой. Основной характеристикой плоских ДПК, формируемой нашими методами, является закономерное изменение радиусов кривизны вдоль кривой.

Под закономерным изменением кривизны вдоль формируемого обвода будем понимать, что обвод содержит минимальное по условиям задачи количество особых точек: точек перегиба и точек смены возрастания вдоль кривой значений кривизны.

Обвод формируется по участкам, вдоль которых значения кривизны монотонно возрастают или убывают, с последующей их стыковкой.

Погрешность, с которой сформированная кривая линия, интерполирующая исходный точечный ряд, представляет исходную кривую, оценивается как область возможного расположения всех кривых линий, свойства которых идентичны свойствам исходной кривой. Интерполирующая кривая линия формируется в виде сгущенного точечного ряда, состоящего из сколь угодно большого количества узлов, определенных исходя из условия возможности интерполировать его кривой линией с заданными характеристиками.

Как правило, при решении практических задач, необходимо сформировать точечный ряд, представляющий любую кривую линию, свойства которой отвечают условиям задачи. Алгоритм моделирования такой кривой обеспечивает наличие области возможного расположения точки сгущения на каждом участке ДПК, получаемой после каждого шага сгущения. Результатом моделирования является СЛЛ, для которой максимальное отклонение от искомого решения не превышает заданной точности формирования ДПК.

Погрешность формирования интерполирующей кривой линии оценивается как область возможного расположения кривой линии, интерполирующей сгущенный точечный ряд. Область расположения кривой, определенная исходя из условия выпуклости кривой, максимальна и является исходной. Наложение последующих условий: монотонное изменение кривизны вдоль кривой и назначение фиксированных положений касательных и значений кривизны в исходных точках, локализует область возможного решения.

**Результаты и выводы.** Разработанный способ оценки точности интерполяции кривой позволяет определить абсолютную погрешность, с которой модель представляет исходную кривую и точность, с которой интерполирующая кривая

представляет любую кривую с заданными свойствами. Разработанный способ может быть использован при решении задач, требующих определения максимальной абсолютной погрешности, с которой модель представляет исходный объект. Это приближенные вычисления, построение графиков, описывающих процессы и явления, формирование моделей поверхностей по физическому образцу.

### **Список литературы.**

1. Холодняк Ю.В., Гавриленко Е.А., Ивженко А.В., Найдыш А.В. Моделирование участка пространственной монотонной кривой линии. Сучасні проблеми моделювання: наукове фахове видання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2020. Вып.17. С. 131-137.

2. Havrylenko Ye., Kholodniak Yu., Halko S., Vershkov O., Bondarenko L., Suprun O., Miroshnyk O., Shchur T., Śrutek M., Gackowska M. Interpolation with Specified Error of a Point Series Belonging to a Monotone Curve. Entropy (Basel). 2021; 23(5):493.

3. Havrylenko Ye., Kholodniak Yu., Halko S., Vershkov O., Miroshnyk O., Suprun O., Dereza O., Shchur T. and Śrutek M. Representation of a Monotone Curve by a Contour with Regular Change in Curvature. Entropy (Basel). 2021; 23 (7):923.

4. Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Ивженко А.В., Найдыш А.В. Назначение характеристик в точках обвода с монотонным изменением кривизны. Сучасні проблеми моделювання: наукове фахове видання. Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2020. Вып.16. С. 91-97.

# ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ВІБРАЦІЙНОГО КОПАЧА З КОРЕНЕПЛОДОМ

**Карапетров В.В., магістрант,**

**Ігнат'єв Є.І., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного*

**Постановка проблеми.** Необхідною умовою забезпечення якості виконання технологічного процесу вібраційного викопування коренеплодів є їх непошкодження. Очевидно, що найбільша ймовірність пошкодження коренеплодів і навіть їх зламування має місце при наявності ударної взаємодії викопувального робочого органу з тілом коренеплоду, особливо при роботі у сухому і твердому ґрунті.

А тому виникає актуальна науково-технічна проблема дослідити теоретично зазначену ударну взаємодію, що дасть можливість визначити раціональні конструктивні і кінематичні параметри робочого органу.

**Мета статті.** Дослідження конструктивних і кінематичних параметрів вібраційного копача при його ударній взаємодії з коренеплодом цукрового буряку при викопуванні з ґрунту, за умови його не пошкодження.

**Основні матеріали дослідження.** Зазначена ударна взаємодія відбувається під час першого контакту робочого органу з коренеплодом, який міцно зв'язаний з оточуючим ґрунтом, за рахунок швидкості поступального руху копача та швидкості коливального руху самого робочого органу. Під час такого контакту протягом досить короткого проміжку часу виникає значний ударний імпульс, який може призвести до зламування коренеплоду.



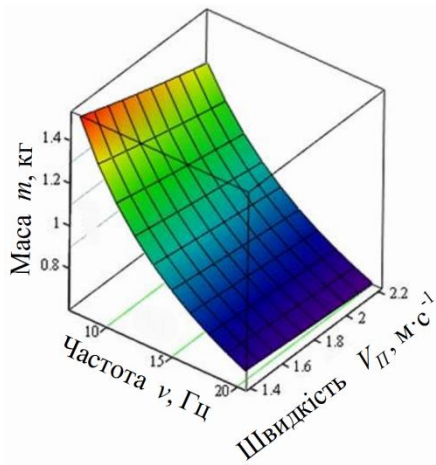


Рис. 1. Графік залежності зведеної до точки удару маси робочого органу  $m(\nu, V_n)$ , кг

Оскільки робоча глибина ходу викопувальних робочих органів у більшості випадків не перевищує 0,10 м [1], то при варіанті розрахунку для  $z = 0,10$  м і амплітуди  $a = 0,016$  м. Для даного випадку графік функції  $m = m(\nu, V_n)$  наведено на рис. 1.

Отриманий графік чітко відображає тенденцію зменшення зведеної маси робочого органу з ростом частоти коливань і швидкості поступального руху копача. Так, в межах зміни частоти коливань та швидкості поступального руху копача, представлених на даному графіку, зведена маса робочого органу змінюється в межах 1,51...0,63 кг.

**Висновки.** Визначені спектри допустимих зведених до точки удару мас робочого органу, допустимих частот коливань робочого органу та допустимих швидкостей поступального руху копача з умов незламування коренеплодів при ударі з урахуванням конструктивних параметрів вібраційного викопувального робочого органу та фізико-механічних властивостей коренеплодів цукрового буряку.

#### Список використаних джерел

1. Булгаков В.М., Головач І.В., Теорія вібраційного викопування коренеплодів. – Збірник наукових праць Національного аграрного університету “Механізація сільськогосподарського виробництва”, 2003, Том XIV. – С. 34 – 86.

Bulgakov V., Adamchuk V., Nozdrovický L., Ihnatiev Ye. Theory of Vibrations of Sugar Beet Leaf Harvester Front-Mounted on Universal Tractor. – Acta Technologica Agriculturae. – 2017, Volume 20: Issue 4, Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae.–pp. 96-103.

# ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ФРОНТАЛЬНОЇ ГИЧКОЗИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

**Карапетров В.В.,** магістрант,

**Ігнат'єв Є.І.,** к.т.н., ст. викл.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

**Постановка проблеми.** Проведеними агрономічними дослідженнями було встановлено, що гички цукрового буряка може використовуватися як корм у тваринництві, у зеленому виді або у вигляді силосу, оскільки має достатні поживні властивості. Крім того, гичка цукрового буряка тепер широко використовується як сировина при виробництві біогазу, а також як добриво для ґрунту відразу після її зрізання й здрібнювання.

**Мета статті.** Оцінити експлуатаційні показники фронтально навішеної на колісний агрегуючий трактор роторної гичкозбиральної машини при її коливаннях у повздовжньо-вертикальній площині.

**Основні матеріали дослідження.** Агротехнічні показники ділянки поля, на якому проведені експериментальні дослідження, були такими: вологість ґрунту 22,5%; твердість ґрунту 2,0 МПа; урожайність коренеплодів 53,3 т·га<sup>-1</sup>; врожайність гички 13,3 т·га<sup>-1</sup>; форма гички на головках коренеплодів по характеру розміщення листів: розетка 21,1%, напіврозетка 50,8%, конус 28,1%.

Для проведення експериментальних досліджень по визначенню експлуатаційних характеристик нової гичкозбиральної машини були розроблені часткові методики [1], а також використовувалися загальні методики проведення польових випробувань сільськогосподарських машин [2].

Зафіксовані під час експериментальних досліджень експлуатаційні характеристики розробленої нами гичкозбиральної машини були зібрані й оброблені на ПК. Для статистичної обробки експериментальних даних використовувався пакет «Аналіз даних» Microsoft Excel [1, 2]. Регресійний аналіз, проведений з його допомогою, використовувався при визначенні залежностей для досліджуваних

параметрів за допомогою методу найменших квадратів, по якому коефіцієнти рівнянь регресії підбираються за умови, що суми квадратів відхилень знайдених значень від дійсних значень мінімальні:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - y_{iroz})^2 = \min \quad (1)$$

Апроксимацію й згладжування отриманих графіків залежностей проводимо з використанням лінії тренда поліноміального виду в Excel при вірогідності апроксимації  $R^2 \approx 1$  [9]:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}}, \quad (2)$$

де  $y_i$  – експериментальне значення;  $\tilde{y}_i$  – математичне очікування.

Чим більше цей показник, тим краще описує отримана лінія тренда досліджуваний процес, більш детально даний алгоритм описано в [1, 2]. Як результат необхідно отримати емпіричні залежності показників від параметрів гичкозбиральної машини для адекватного опису їхнього впливу.

Польові експериментальні дослідження гичкозбиральної машини були проведені при її агрегуванні із просапним колісним трактором МТЗ-82.1, обладнаним переднім валом відбору потужності (рис. 1).

Оскільки при розв'язку задачі оптимальні значення встановити однозначно не вдалося, то було проведено додаткову серію експериментів при висоті зрізу 0,02 м і частоті обертання ротора 1000 об·хв<sup>-1</sup> та зі зміною значення швидкості руху машини від 0,5 до 3,0 м·с<sup>-1</sup> з кроком 0,5 м·с<sup>-1</sup>. Згідно аналізу отриманих результатів встановлено, що раціональними значеннями швидкості руху гичкозбиральної машини будуть 1,5...2,0 м·с<sup>-1</sup>.

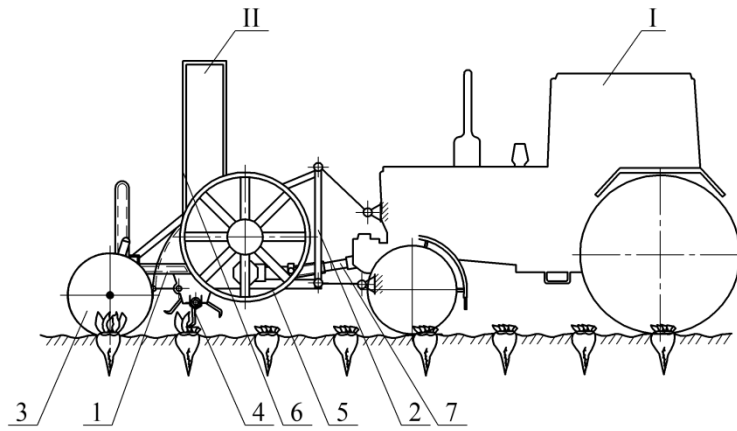


Рис. 1. Схема гичкозбирального агрегату: 1 – рама; 2 – начіпний пристрій; 3 – опорне колесо; 4 – роторний ріжучий пристрій; 5 – транспортуєчий робочий орган; 6 – завантажуючий пристрій; 7 – привід

Питома потужність за результатами польових експериментальних досліджень, що потрібна на виконання всього технологічного процесу збирання гички гичкозбиральною машиною, становить із урахуванням ККД приводу, близько 14,48 кВт при швидкості поступального руху гичкозбирального агрегату  $1,2 \dots 2,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Таблиця 2 – Експлуатаційні показники порівнюваних гичкозбиральних агрегатів: розробленої нами експериментальної гичкозбиральної машини й серійної

Показник	Експериментальна машина	Базова машина БМ-6А
Продуктивність, га·год <sup>-1</sup>	2,15	1,63
Питома витрата палива, кг·га <sup>-1</sup>	3,02	5,58
Питомі інвестиційні вкладення, грн·га <sup>-1</sup>	291,33	338,31
Приведені експлуатаційні витрати, грн·га <sup>-1</sup>	441,18	596,70

За рахунок менших енергетичних витрат на виконання технологічного процесу збирання гички при рівній робочій ширині захвату порівнюваних агрегатів (табл. 2) спостерігається зменшення витрати палива на  $2,5 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$ , внаслідок чого приведені експлуатаційні витрати зменшуються на  $156,6 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}$ .

**Висновки.** За результатами проведених польових експериментальних досліджень отримані експлуатаційні показники роботи гичкозбиральної машини. Так, продуктивність, при агрегуванні з колісним трактором класу 1.4, дорівнює  $2,15 \text{ га} \cdot \text{год}^{-1}$ ; питома витрата палива –  $3,02 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$ ; питомі інвестиційні вкладення –  $291,33 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}$ ; приведені експлуатаційні витрати –  $441,18 \text{ грн} \cdot \text{га}^{-1}$ .

### **Список використаних джерел**

1. Bulgakov V., Adamchuk V., Ivanovs S., Ihnatiev Y. Theoretical investigation of aggregation of top removal machine frontally mounted on wheeled tractor. Engineering for rural development. – Jelgava, 2017. – Vol. 16. – p.p. 273–280.
2. Bulgakov V., Adamchuk V., Nozdrovický L., Ihnatiev Ye. Theory of Vibrations of Sugar Beet Leaf Harvester Front-Mounted on Universal Tractor. – Acta Technologica Agriculturae. – 2017, Volume 20: Issue 4, Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. – pp. 96-103.

# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАНИХ ХАРАКТЕРИСТИК УЗДОВЖ ЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСУ ПОВЕРХНІ

Гавриленко Е.А., д.т.н.,

Холодняк Ю.В., к.т.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет имени  
Дмитрия Моторного*

**Постановка проблеми.** При розв'язанні задачі інтерполяції точкового ряду обвід можна формувати із відрізків дискретно представлених кривих (ДПК). При моделюванні обводу, кривина уздовж якого змінюється монотонно, положення дотичних, значення радіусів кривини у вузлах та положення точок згущення пов'язані між собою уздовж усього точкового ряду. Тому при моделюванні кривої із монотонною зміною кривини, необхідно визначити систему обмежень, що накладаються на її параметри.

Методика, яка дозволяє визначити можливість забезпечення монотонної зміни кривини (зростання або убутання) уздовж ДПК розроблена в [1]. Вихідними даними для проведення аналізу є положення вузлів вихідного точкового ряду. Методика не враховує положення дотичних у вузлах.

У роботах [2-3] запропоновано критерій, за допомогою якого можна оцінювати значення радіусів кривини у вузлах монотонної ДПК. Вихідними даними є координати вузлів та положення дотичних у цих вузлах.

Метою даної статті є визначення обмежень положення точки згущення та дотичної, що проходить через цю точку, при моделюванні обводу із монотонною зміною кривини.

**Основні матеріали дослідження.** Розглянемо задачу моделювання ДПК із монотонною зміною кривини, яка задана координатами вузлів та положенням дотичних. Обвід формується на основі базисних трикутників, які обмежені дотичними у двох послідовних вузлах ДПК та хордою, яка з'єднує ці вузли.

Розглянемо ділянку ДПК між двома послідовними вузлами  $i$  та  $i+1$ , у яких задані положення дотичних:  $t_i$  та  $t_{i+1}$  (рис. 1).

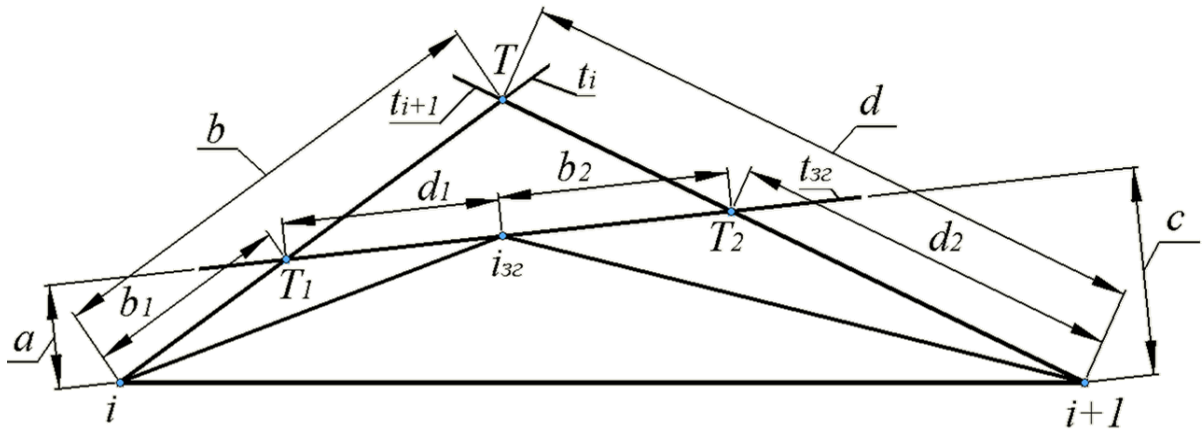


Рис. 1 – Схема побудови базисних трикутників

При кожному кроці згущення всередині вихідного базисного трикутника визначається точка згущення ( $i_{32}$ ) та дотична до кривої ( $t_{32}$ ), що проходить через цю точку. В результаті всередині базисного трикутника  $i, T, i+1$  отримаємо два нових базисних трикутника  $i, T_1, i_{32}$  та  $i_{32}, T_2, i+1$ . Для того, щоб забезпечити другий порядок гладкості обводу необхідно, щоб на основі кожного нового базисного трикутника можна було отримати криву, значення кривини якої у вихідному вузлі таке ж саме, як у вузлах вихідної ДПК. При цьому параметри базисних трикутників мають забезпечити можливість монотонної зміни кривини уздовж обводу.

Значення радіусів кривини ДПК у точках  $i$  та  $i+1$ , які визначає базисний трикутник  $i, T, i+1$  можна оцінити за формулами [2]:

$$R_i = \frac{b^3}{S}, \quad R_{i+1} = \frac{d^3}{S}, \quad (1)$$

де  $b = |i; T|$  та  $d = |T; i+1|$  – довжини сторін базисного трикутника;

$S$  – площа базисного трикутника.

Отже, при проведенні згущень необхідно забезпечити виконання наступних умов.

Значення радіусів кривини в точках  $i$  та  $i+1$ , що визначають базисні трикутники  $i, T_1, i_{32}$  та  $i_{32}, T_2, i+1$  ( $\vec{R}_i$  та  $\overleftarrow{R}_{i+1}$ ), мають

дорівнювати значенням радіусів кривини у цих точках, що визначає

базисний трикутник  $i, T, i+1$  ( $R_i$  та  $R_{i+1}$ ), тобто  $R_i = \vec{R}_i$  та

$$R_{i+1} = \overleftarrow{R}_{i+1}.$$

1) Значення радіусів кривини у точці  $i_{32}$ , що визначають базисні

трикутники  $i, T_1, i_{32}$  та  $i_{32}, T_2, i+1$  ( $\vec{R}_{32}$  та  $\overleftarrow{R}_{32}$ ) мають бути рівними, тобто

$$\vec{R}_{32} = \overleftarrow{R}_{32}. \quad (3)$$

Виконання умов (1) та (2) забезпечує другий порядок гладкості кривої, що моделюється. Для забезпечення монотонного зростання радіусів кривини уздовж обводу необхідно ввести додаткові вимоги:

$$\vec{R}_i < \vec{R}_{32} \quad \text{та} \quad \overleftarrow{R}_{32} < \overleftarrow{R}_{i+1}. \quad (4)$$

Виразимо через параметри базисних трикутників систему обмежень (2), (3) та

(4). У відповідності до (1) умова (2) приймає вигляд:

$$\frac{b^3}{S} = \frac{b_1^3}{S_1} \quad \text{та} \quad \frac{d^3}{S} = \frac{d_2^3}{S_2}, \quad (5)$$

де  $b_1 = |i; T_1|$  та  $d_2 = |T_2; i+1|$  – довжини сторін базисних трикутників, отриманих в результаті згущення,  $i, T_1, i_{32}$  та  $i_{32}, T_2, i+1$  відповідно;

$S_1$  та  $S_2$  – площі вказаних базисних трикутників.

Площі базисних трикутників можна обчислити за формулами:

$$S_1 = \frac{1}{2} d_1 \cdot a \quad \text{та} \quad S_2 = \frac{1}{2} b_2 \cdot c, \quad (6)$$

де  $a$  та  $c$  – відстані від точок  $i$  та  $i+1$  до дотичної  $t_{32}$ .

Підставимо (1) та (6) до формули (3) та отримаємо  $\frac{d_1^2}{b_2^2} = \frac{a}{c}$ . У відповідності до



(1) умова (4) приймає вигляд:  $b_1 < d_1$  та  $b_2 < d_2$ .

Таким чином при моделюванні обводу другого порядку гладкості із монотонним зростанням кривини необхідною умовою є виконання (7) та (8) на кожному кроці згущення.

**Результати та висновки.** В роботі визначено систему обмежень, виконання яких забезпечує моделювання монотонної ДПК. Отримані обмеження дають можливість всередині базисного трикутника визначити область можливого розташування точки згущення та граничні положення дотичної, що проходить через цю точку. При накладанні додаткових умов на криву, необхідно уточнювати отриману область можливого розв'язку задачі.

### **Список літератури.**

1. Havrylenko Y., Cortez J.I., Kholodniak Y., Aliksieieva H., Garcia G.T. Modelling of surfaces of engineering products on the basis of array of points. *Tehnicki Vjesnik*. 2020. Vol. 27(6).
2. Kholodniak Yu., Havrylenko Ye., Pykhtieieva I., Shcherbyna V. Design of Functional Surfaces in CAD System of SolidWorks via Specialized Software. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 63-74.
3. Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Найдыш А.В., Лебедев В.А. Создание CAD-моделей поверхностей с использованием специализированного программного обеспечения. *Прикладні питання математичного моделювання*. Херсон: ХНТУ, 2020. Т. 3, № 2.2. С. 66-75.
4. Гавриленко Е.А., Холодняк Ю.В., Антонова Г.В., Чаплинский А.П. Разработка алгоритма программного обеспечения для формирования обводо́в по заданным геометрическим условиям. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь: ТДАТУ ім. Д. Моторного, 2020. Вип. 20, т. 3. С. 293-303.

# УТОЧНЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ ЗМІНИ РЕСУРСНИХ ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТИВ МАШИН

Сушко О.В.<sup>1</sup>, к.т.н.,

Харченко Б. Г.<sup>2</sup>, к.т.н.,

<sup>1</sup>Таврический государственный агротехнологический университет имени  
Дмитрия Моторного

<sup>2</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

*Постановка проблеми.* Попередніми дослідженнями [1- 4] встановлено, що існуючий метод прогнозування оптимального залишкового ресурсу агрегатів машин обумовлює середню квадратичну погрішність не менше 350-430 мото-год., що призводить до підвищення середніх питомих витрат на ремонт. Це довело необхідність побудови більш адекватного дійсності описання реального процесу зміни діагностичних параметрів та розробки на основі аналізу статистичних характеристик цього процесу більш точнішого і достовірнішого методу визначення залишкового ресурсу складової частини.

*Основна частина.* На основі представлених в [1-4] результатів випробувано декілька підходів до рішення даної задачі. У результаті була розроблена методика, що забезпечує мінімальну середню квадратичну погрішність оцінок основних показників [2]. Суть її полягає в тому, що значення показника швидкості  $V_i$  оцінюються за методом найменших квадратів, який застосовується до кожної  $i$ -тої реалізації ( $i = \overline{1, l}$ , де  $l$  – число реалізацій даного діагностичного параметра), а величини  $Z_{ij}$  визначаються за формулою:

$$Z_{ij} = U_{ij} - V_i \cdot t_{ij}^\alpha, \quad (1)$$

де  $U_{ij}$  – фактична зміна параметрів при напрацюванні  $t_{ij}$

( $j = \overline{1, m_i}$ ,  $m_i$  - число експериментальних точок на  $i$  – тій реалізації).

На основі отриманих матриць значень  $\|u_{ij}\|$  та  $\|z_{ij}\|$  за стандартними формулами математичної статистики випадкових процесів [5] побудовано оцінки функцій їх математичного очікування, середнього квадратичного відхилення та автокореляції.

Вивчення отриманих статистичних характеристик процесу  $z(t)$  показало, що його можна вважати стаціонарним нормальним випадковим процесом. Для доказу цього ствердження використано методику [4, 5], при якій:

- математичне очікування  $\hat{m}_z(t)$  рахували тотожно рівним нулю, оскільки середня квадратична погрішність його оцінки в 2,5-5 разів перевищувала оцінювану величину в переважній більшості точок у всіх наявних діагностичних параметрів;

- для доказу того, що дисперсію  $\hat{\sigma}_z(t)$  можна вважати постійною при напрацюванні, більшому 1000 мото-год., використано критерій Кохрена  $G$ . Розглянемо ряд величин, які визначаються за формулою:

$$\hat{G} = \frac{\hat{\sigma}_{zj}^2}{\sum_{j=1}^m \hat{\sigma}_{zj}^2}, j = \overline{1, m} \quad (2)$$

Закон розподілу максимального члена цього ряду  $\hat{G}_{\max}$ , який відповідає максимальній величині  $\hat{\sigma}_{\max}$ , відомий, і в додатку до [6] є таблиця граничних значень  $G_{\text{табл}}$  розглянутого критерію, входами якої є число вибірок  $m$  і об'єм кожної вибірки  $l$ . Для більшості отриманих нами ансамблів реалізацій діагностичних параметрів виконується нерівність  $\hat{G}_{\max}^2 < G_{\text{табл}}$  при рівні значущості  $q = 0,05$ . Це свідчить про відсутність підстав для того, щоб відкинути припущення про однорідність емпіричного ряду  $\hat{\sigma}_{zj}^2$ , тобто розсіювання оцінок дисперсій у перерізах процесу  $z(t)$  слід вважати неістотним і обумовленим випадковими причинами, а дисперсійну функцію  $\sigma_z^2(t)$  - постійною;

- найбільш важливим для обґрунтування стаціонарності випадкового процесу фактором є залежність його автокореляційної функції  $\rho(t_1, t_2)$  не від абсолютного розташування аргументів  $t_1$  і  $t_2$  на осі абсцис, а тільки від різниці між ними  $\tau = t_2 - t_1$ . У нашому випадку ця умова виконується, якщо коефіцієнти кореляції  $\rho_{ij}$ , які розташовані в матриці кореляцій по діагоналях, паралельних головній діагоналі, є рівними між собою. У отриманих матрицях кореляцій процесу  $z(t)$  ця вимога не дотримується. Було встановлено, чим викликана така розбіжність оцінок: випадковим статистичним розсіюванням, залежним від числа реалізацій, або не стаціонарністю процесу  $z(t)$ . Для перевірки статистичної однорідності коефіцієнтів

кореляції між перерізами випадкового процесу, які знаходяться на однаковій відстані  $\tau$ , застосовано перетворення Фішера:

$$r_{ij} = \operatorname{arctanh} \rho_{ij} = 0,5 \ln \left( \frac{1 + \rho_{ij}}{1 - \rho_{ij}} \right). \quad (3)$$

Розбивши усі  $r_{ij}$ , що відносяться до однієї діагоналі, на дві групи через одного з метою виключення залежності між ними, обчислено величини  $\chi^2$  для кожної з груп розмірів  $m'$  за формулою:

$$\chi^2 = (l-3) \sum_{ij}^{m'} r_{ij}^2 - \frac{1}{m(l-3)} \left[ (l-3) \sum_{ij}^{m'} r_{ij} \right]^2. \quad (4)$$

Встановлено, що для 92% всіх наявних ресурсних параметрів величини  $\chi^2$  істотно менше відповідних табульованих меж при рівні значущості  $q = 0,05$  [6], тобто емпіричні дані не суперечать гіпотезі про стаціонарність випадкового процесу  $z(t)$ , а різницю між оцінками  $\rho_{ij}$  слід пояснювати статистичним розсіюванням.

- з метою обґрунтування нормальності процесу  $z(t)$  застосовано критерій  $\omega^2$  до набору значень  $z_{ij}$  у ряді перерізів  $t_j$ : для забезпечення незалежності значень функції перерізу  $t_j$  слід вибирати на такій відстані  $\tau$  один від одного, щоб  $\rho_z(\tau) \rightarrow 0$ . Порівняння розрахованих значень критерію  $\omega^2$  з табличними при рівні значущості  $q = 0,05$  показало, що гіпотеза про нормальний розподіл перерізів процесу  $z(t)$  не суперечить експериментальним даним.

*Результати та висновки.* Таким чином, проведений статистичний аналіз дозволив обґрунтувати стаціонарність і нормальність випадкового процесу  $z(t)$ . Даний висновок можна розповсюдити на всі ресурсні діагностичні параметри вузлів і агрегатів машин, оскільки дослідження фізичних факторів, які обумовлюють формування випадкового процесу  $z(t)$  при експлуатації сільськогосподарських тракторів, також його підтверджує.

### Список літератури.

1. Сушко О.В. Підвищення ефективності ремонту дизелів транспортних засобів оптимізацією ремонтно-обслуговуючих дій: дисс. канд. техн. наук: Київ, НТУ, 2007.178 с.

2. А. с. 15864. Методика визначення граничних значень основних техніко-економічних параметрів двигунів з метою підвищення ефективності ремонту транспортних засобів / О.В. Сушко № 15927; заявл. 10.01.06, зареєстр. 01.03.06.

3. Сушко О.В. Оптимизация ремонтно-обслуживающего цикла тракторных дизелей с целью повышения эффективности их использования. Материалы междунаучно-практич. конф. "Моделирование процессов и технологического оборудования в сельском хозяйстве", 17-19 авг. 1994 р., Мелитополь: МИМСХ, Материалы докладов. С. 161- 163.

4. Сушко О.В. Описання імітаційних моделей, які використовуються для дослідження системи технічного обслуговування та ремонту машин. *Праці ТДАТУ*. 2010. Вип. 9., т. 4. С. 37- 41.

5. Посвятенко Е.К., Сушко О.В. Визначення похибки методу прогнозування оптимального залишкового ресурсу складової частини машини. *Вісник Національного транспортного університету: Ч.2*. 2011. Київ, НТУ. Вип. 24. С.48-51.

6. ГОСТ 11.006-74. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. 1975. – 24 с.

# ІМІТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Сушко О.В.<sup>1</sup>, к.т.н.,

Посвятенко Е. К.<sup>2</sup>, д.т.н.,

<sup>1</sup>*Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного*

<sup>2</sup>*Національний технічний університет*

*Постановка проблеми.* Визначення техніко-економічних характеристик практичного застосування будь-якої стратегії постановки машин чи агрегатів в ремонт може бути здійснено декількома шляхами. Вочевидь, найбільш достовірним, є прямий натурний експеримент. Однак, в реальних умовах експлуатації мобільної техніки такий експеримент провести дуже складно. Для цього знадобиться час, порівняний зі строком служби техніки, та значні витрати на збирання усієї необхідної первинної інформації по відмовам та витратам на ремонт [1]. Можливий інший шлях вирішення вказаної задачі – аналітичний. Для визначення техніко-економічних характеристик стратегії ремонту за фактичним станом необхідно здійснити усереднення як за множиною різних технічних станів кожного агрегату, так і за множиною машин та їх складових частин, що вимагає використовувати апарат багатократних інтегралів [2]. Записати їх у вигляді елементарних функцій не завжди вдається, тому доводиться вести розрахунки численними методами, серед яких найбільш доступним і зручним є метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло) [2, 3]. У такому разі доцільніше використовувати цей метод для побудови імітаційної моделі, в якій наводяться як процеси зміни технічного стану агрегатів та вузлів машини за весь строк служби, так і процес обслуговування її ремонтними роботами згідно зі стратегією, яку необхідно перевірити.

*Основна частина.* Отже, метод Монте-Карло є апаратом, який найбільш підходить для дослідження техніко-економічної ефективності будь якої стратегії постановки машини в ремонт та порівняння різних стратегій між собою [3, 4].

Вже довгий час метод статистичних випробувань на ЕОМ широко

використовується в інженерній практиці для рішення різноманітних задач, які не вдається виконати іншими способами [1-4]. Основна перевага методу полягає в можливості врахування багатьох випадкових факторів, характерних для більшості реальних складних систем. Багато дослідників використовують цей потужний апарат для оптимізації системи технічного обслуговування та ремонту. Однак, методу статистичного моделювання притаманні й деякі недоліки, важливішим з яких є відсутність універсальності, тобто для кожної конкретної задачі звичайно приходиться розробляти як схему алгоритму, так і програму, яка її реалізує. Розглянемо основні відомі моделі з тим, щоби встановити, які загальні підходи та принципи можливо застосувати при розробці імітаційної моделі, призначеної для рішення задач даного дослідження.

В [3] розроблено імітаційну модель, у якій досить детально наводяться етапи обслуговування машин ремонтними роботами. Однак, в цій роботі етап діагностування враховується шляхом розгляду величини ресурсу агрегату на підставі відомої функції його розподілу, а процес зміни діагностичного параметра при цьому не моделюється. Крім того, у цій моделі не забезпечена можливість відтворити попереджувальний ремонт або додаткове діагностування агрегату при закінченні призначеного йому залишкового ресурсу. Це унеможлиблює використання розглянутої моделі для вирішення задач визначення залишкового ресурсу та виду ремонту.

В роботах [4, 5] метод статистичних випробувань використаний для оптимізації припустимих відхилень параметрів технічного стану та відповідних значень міжконтрольного напрацювання. В цих моделях приводиться випадковий процес зміни діагностичного параметру, який розраховують за формулою:

$$u_{ij} = V_i \left( \sum_{j=1}^m t_{ij} \right)^\alpha + Z_{ij}, \quad (1)$$

де  $u_{ij}$  – зміна діагностичного параметра у  $i$ - тій реалізації

$(i = \overline{1, N})$  в  $j$ -тий момент контролю  $(j = \overline{1, m})$ ;

$V_i$  – показник швидкості зміни параметру  $i$ -тої реалізації;

$t_{ij}$  – напрацювання протягом  $j$ -го міжконтрольного інтервалу;

$Z_{ij}$  – відхилення параметру від гладкої кривої.

У залежності від задач дослідження випадковими величинами тут є змінні  $V_i$ ,  $t_{ij}$ ,  $Z_{ij}$ . Наведення випадкової величини  $V_i$  здійснюється чи на підставі функції її розподілу [4], чи на основі функції розподілу ресурсів по параметру [5]. Останній варіант є більш зручним, так як при обробці статистичного матеріалу отримують частіш за все показники насамперед цього розподілу – середній ресурс по параметру, його коефіцієнт варіації та іноді показник зсуву. Однак, значно більш доцільним є застосування алгоритму наведення корельованих випадкових величин, який наведений в роботі [6].

Приблизно аналогічна модель використовується в [7] для порівняння різних методів прогнозування та вибору найбільш придатної функції, яка апроксимує математичне очікування процесу зміни параметра. До недавнього часу вельми складною задачею було отримання великих масивів випадкових чисел. У теперішній час найдоступнішим методом є використання спеціальних програм, які забезпечують отримання послідовності псевдовипадкових чисел заданої довжини. Наприклад, апробована програма розрахунку рівномірно розподілених випадкових чисел [7].

*Результати та висновки.* Короткий аналіз розповсюджених імітаційних моделей показав необхідність розробки оригінальної моделі для вирішення задач даного дослідження.

### **Список літератури.**

1. Сушко О.В. Підвищення ефективності ремонту дизелів транспортних засобів оптимізацією ремонтно-обслуговуючих дій: дисс. канд. техн. наук: Київ, НТУ, 2007.178 с.
2. Посвятенко Е.К., Сушко О.В. Визначення похибки методу прогнозування оптимального залишкового ресурсу складової частини машини. Вісник Національного транспортного університету: Ч.2. 2011. Київ, НТУ. Вип. 24. С.48-51.
3. Гольтшальк Е., Кубайн И. Применение метода Монте - Карло для определения оптимальной стратегии ремонта / Пер. с нем. № 2947. Москва. 1972. 18 с.



4. Kumamoto H., Tanaka K., Inoue K., Henley E. Dagger-sampling Monte-Carlo for System Unavailability Evaluation. IEEE «Transactions of Reliability». 2011. A-29, № 2. P. 122-125.

5. Збірник наукових програм для ЕОМ. Статистика. 2002. Вип.1. Київ. 315 с.

6. Сушко О.В., Лодяков С.І. Визначення умов застосування нового методу прогнозування залишкового ресурсу складових частин машини. Праці ТДАТУ. 2012. Вип. 12, т. 5. С. 42-49.

7. Сушко О.В. Аналіз імітаційних моделей для дослідження системи технічного обслуговування та ремонту машин. Сучасні проблеми землеробської механіки. 2018 рік: Зб. тез доп. ХІХ міжн. наук. конф., 17-19 жовт. 2018 р. Київ: НУБіП, 2018. С. 134-135.

## АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ЯК ОСНОВА ЯКІСНОЇ ОСВІТИ

**Крестов В.Г., бакалавр,**

**Керівники: Самойчук К. О., д.т.н.**

**Ковальов О.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Постановка проблеми. Згідно з пунктом 3 статті 58 Закону України «Про вищу освіту» науково-педагогічні, наукові та педагогічні працівники закладу вищої освіти зобов'язані дотримуватися в освітньому процесі та науковій (творчій) діяльності академічної доброчесності та забезпечувати її дотримання здобувачами вищої освіти. Зі свого боку, особи, які навчаються у закладах вищої освіти зобов'язані виконувати вимоги освітньої (наукової) програми (індивідуального навчального плану (за наявності), дотримуючись академічної доброчесності, та досягати визначених для відповідного рівня вищої освіти результатів навчання (пункт 3 статті 63 Закону України «Про вищу освіту») [1].

Академічна доброчесність базується на згоді усіх учасників академічного процесу дотримуватися правил та виконувати покладені на них обов'язки. Однією з ключових складових внутрішньої системи забезпечення якості у закладах вищої освіти є університетська система забезпечення академічної доброчесності, яка визначає загальноприйняті світовою спільнотою стандарти здійснення освітньої та наукової діяльності здобувачами вищої освіти і співробітниками університету й створює середовище нульової терпимості до порушень академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин [1,2].

Основні матеріали дослідження. Загальну увагу на сприяння академічної доброчесності звернув увагу проект розпочатий о 2016 році, а через майже півтора року у законі України «Про освіту» вперше з'явився термін «академічна доброчесність». Завдяки цьому більшість вищих навчальних закладів має свій кодекс честі, який був сформований, керуючись новими освітніми законами та етичними нормами [1,3]. Кодекс - є переліком настанов та цінностей, дотримання

яких є обов'язковим, як в стінах університету так і поза ними. Але, що таке академічна доброчесність? Кодекс честі ТГАТУ, студентом якого я є, дає таке поняття: «Академічна чесність – це дотримання певних моральних та правових норм, правил етичної поведінки в Університеті як співробітниками, так і студентами при здійсненні навчально-виховної та науково-дослідницької діяльності.». Таким чином університет прагне створити середовище, в якому заохочується сумлінне навчання, інтелектуальний розвиток та прагнення до істини. Варто зауважити, що кожен учасник навчального процесу впливає на академічну доброчесність. Так чому академічна доброчесність є основою якісної освіти?

Нині з першого курсу студентів інформують про основні положення чесності та кодекс університету [2,3,4]. Отже вони з перших днів навчання знають такі основи роботи в сфері освіти як: «Вірити у власний інтелект та здібності», «Поважати навчальні та наукові здобутки інших», «Посилатися на джерела, з яких береться інформація, незалежно від того, в якому вигляді вона опублікована – в електронному чи паперовому», «Робити оригінальну роботу для кожної дисципліни», «Використовувати у навчальній та науковій діяльності тільки надійні та достовірні джерела інформації». Це вносить прозорість та розуміння в академічній активності студентів та співробітників університету, що у свою чергу стимулює на плідну наукову роботу без навмисних плагіатів. Таким чином здобувачі освіти не тільки вивчають матеріал, який вони проходять за навчальним планом, але й розширюють кругозір у своїй спеціальності шукаючи та аналізуючи інформацію в процесі написання наукових праць чи тез доповіді [5,6]. Такий підхід в свою чергу підвищує ерудованість, дає правильний початковий досвід в академічній активності та підготовлює до чесної та інтелектуальної роботи за обраною спеціальністю.

Результати та висновки. Впровадження норм академічної доброчесності забезпечить підвищення довіри до результатів навчання здобувачів вищої освіти як з боку потенційних роботодавців, так і з боку суспільства в цілому.

### **Список літератури**

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О.,

Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. – Мелітополь, 2021. – 180 с.

2. Ковальов О.О. Розроблено лекційний матеріал та методичні вказівки з академічної доброчесності для дисципліни Вступ до фаху. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/rozrobleno-lekcijnyj-material-ta-metodychni-vkazivky-z-akademichnoji-dobrochesnosti-dlja-dyscypliny-vstup-do-fahu/> (дата звернення 16.11.2021 р.)

3. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О. Особливості трудового і професійного виховання студентів закладів вищої освіти // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 382 -392.

4. Ковальов О.О., Самойчук К.О., Колодій О.С., Червоткіна О.О. Індивідуалізація та диференціація підходів в процесі засвоєння дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень з основами інтелектуальної власності. Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: зб. Наук.-метод. Праць ТДАТУ. Мелітополь, 2021. Вип. 24. С. 496-505.

5. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Задосна Н.О. Методичні засади проблеми депопуляції та профорієнтації шляхом розвитку Мелітопольської урбанізації поліцентричного типу // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 531-538

6. Паляничка Н.О., Верхоланцева В.О., Ковальов О.О. Використання активних та інтерактивних методів навчання при викладанні дисципліни «Технологічне обладнання переробних і харчових виробництв» // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 578-582

## АНАЛІЗ ПРИЧИН НИЗЬКОЇ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

**Фірсова О.М., студентка,**

**Керівники: Дмитревський Д. В., к.т.н.**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

**Ковальов О.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Постановка проблеми. В останні роки значного розвитку в Україні набуло впровадження альтернативних джерел енергії, заснованих на використанні потенціалу сонячної інсоляції та вітроенергетика. Ця тенденція пов'язана з кризою вичерпних джерел енергії [1,2]. Слід зазначити, що зважаючи на тенденцію до децентралізації територій та джерел енергії прогнозовано буде забезпечувати подальший розвиток поновлюваних джерел енергії в Україні [3]. Однак незважаючи на те, що за рахунок потенціалу 7 західних та центральних областей України за рахунок використання потенціалу геотермальних джерел можна заміщувати в еквіваленті понад 10 млрд м<sup>3</sup>, розвиток цієї галузі поновлюваних джерел теплової та електричної енергії все ще не набув достатньої динаміки.

Основні матеріали дослідження. Геотермальна енергетика — промислове отримання енергії, з гарячих джерел, термальних підземних вод. Геотермальна енергія акумульована в перших десятих кілометрах Земної кори, температура на такій глибині варіюється від 200— до 270 °С, що за оцінкою експертів в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих. Найкращими видами геотермальної енергії для експлуатації – є термальні води, пароводяні суміші і природна пара. Між цим на сьогоднішній день використання потенціалу геотермальних джерел енергії, по всьому світові, складає 1% від загального теплового запасу Землі. Низький рівень використання температурного потенціалу надр Земної кори пов'язано с рядом труднощів та проблем, серед найбільш поширених з яких фахівці галузі виділяють [1, 4, 5]:

- відсутність ґрунтовних досліджень можливості експлуатації потенційних

районів видобутку геотермальної енергії при максимально можливій інтенсивності процесу протягом якомога більш тривалого часу;

- відсутність теоретичних розрахунків оптимальної кількості свердловин з метою виключення можливості зменшення потужності електростанцій при зниженні температури робочого тіла при використанні надмірної кількості родовищ;

- недостатній рівень розвитку наукової, технічної та технологічної бази для впровадження систем підземної акумуляції тепла;

- недосконалість нормативно – правової бази України, відсутність державних стандартів відносно проектування та експлуатації геотермальних установок;

- низький рівень впровадження в Україні систем опалення, заснованих на використанні геотермальних теплових насосів, які наприклад забезпечують понад 10% потреби в Швеції;

- відсутність в Україні систем виготовлення електричної енергії з використанням температурного потенціалу підземних шарів ґрунту, заснованих на принципі замкненого контуру, що передбачає вирішення проблеми утилізації відпрацьованих вискомінералізованих вод та збільшує вартість будівництва генерацій цього типу;

- недостатній рівень досліджень можливості використання непродуктивних свердловин для видобутку газу та нафти в схемах виробництва тепла та електричної енергії на основі потенціалу геотермальних джерел з використанням водневих технологій.

Результати та висновки. Незважаючи на наявність значного потенціалу для розвитку геотермальних установок та систем в Україні досі відбувається з надто помірною швидкістю. Але враховуючи тенденції на децентралізацію джерел живлення та зниження викидів в атмосферу шкідливих сполучень цей напрям енергетики прогнозовано матиме стрімкий розвиток.

### **Список літератури**

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. – Мелітополь, 2021. – 180 с.

2. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Задосна Н.О. Методичні засади проблеми депопуляції та профорієнтації шляхом розвитку Мелітопольської урбанізації поліцентричного типу // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 531-538

3. Самойчук К.О., Петриченко С.В. Огляд основних тенденцій, методів і технологій сучасного комп'ютерного інжинірингу харчових і переробних виробництв. Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: зб. Наук.-метод. Праць ТДАТУ. Мелітополь, 2021. Вип. 24. С. 47-53.

4. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхованцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. – 250 с.

5. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. – Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. – 428с.

6. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences». 2020. No. 5. 51–59 pp.

7. Кузьмін К.С., Ковальов О.О., Колодій О.С. Перспективи отримання енергії від вібраційних ефектів. Матеріали VIII всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів та студентів за підсумками наукових досліджень 2020 року (01-18 листопада 2020 р). т.2. с.29.

8. Паляничка Н.О., Верхованцева В.О., Ковальов О.О. Використання активних та інтерактивних методів навчання при викладанні дисципліни «Технологічне обладнання переробних і харчових виробництв» // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 578-582

## ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ

**Сушко О.В., к.т.н.,**

**Колодій О.С., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного*

**Лодяков С. І. к.т.н.**

*Національний технічний університет*

*Постановка проблеми.* Представниками ТОВ «Зоря» Мелітопольського району Запорізької області в особі директора Головенка С. В. в рамках «Договору про надання інформаційних та консультаційних послуг», укладеного з виконавцями: доцентами кафедри «Технологія конструкційних матеріалів» ТДАТУ ім. Д. Моторного Колодієм О.С. та Сушко О.В. було поставлено завдання провести дослідження щодо обґрунтування можливості заміни сталі 40ХФА на сталь 40Х для виготовлення деталі: вал 5340.1308050.

*Основна частина.* Згідно кресленника, вал 5340.1308050 виготовляється зі сталі 40ХФА за ГОСТ 4543-2005. Розглядається можливість заміни цієї сталі на сталь 40Х, як більш дешевої та доступної.

На підставі ретельного вивчення умов роботи валу, технічних та технологічних можливостей його виготовлення, було проведено порівняльну характеристику сталей 40Х и 40ХФА, які за класифікацією відносяться до середньолегованих конструкційних, покращуваних сталей. Сталь 40Х є хромистою, 40ХФА – хромованадієвою [1, 2].

Зазвичай для сталі 40Х у якості матеріалів-замінників застосовують сталі: 45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР. Для сталі 40ХФА – 40Х, 65Г, 50ХФА, 30ХЗМФ.

Застосовуються сталі 40Х для виготовлення осей, валів, валів-шестерень, штоків, колінчастих та кулачкових валів, кілець, шпинделів, оправок, рейок, болтів, напівосей та інших покращуваних деталей підвищеної міцності. Сталь 40ХФА у покращеному стані використовується для виготовлення валів, штоків, траверс, валів



екскаваторів та інших деталей, що працюють при температурі до 400 °С; а після гартування та низького відпуску – черв'ячні вали та інші деталі підвищеної зносостійкості. Хімічний склад порівнюваних сталей наведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічний склад сталей 40Х та 40ХФА

Марка	Вміст елементів, %							
	С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	Інші
						Не більше		
40Х	0,35-	0,17-	0,50-	≤0,8-	≤0,25	0,02	0,02	≤0,2Cu
40ХФ	0,44	0,37				0,80	1,1	5
А	0,37-	0,17-	0,5-0,8	0,8-1,1	≤0,25	0,02	0,02	0,2V;
	0,44	0,37				5	5	≤0,2Cu

За хімічним складом порівнювані сталі відрізняються тільки наявністю до 0,2 % ванадію в сталі 40ХФА. Ванадій вводять у сталь для підвищення ударної в'язкості та застосовується в деталях, які працюють в умовах жорстких ударних динамічних навантажень. Для валів, які протистоять тільки крутним моментам, ці сталі не рекомендуються, тому що мають підвищену вартість та випускаються лише по спецзамовленням виробництв [3]. Введення 1% хрому дозволяє підвищити прогартуваність до 25 мм. Тобто, сталі, які застосовуються у валах діаметром до 50 мм, прогартуються по всьому перерізу, підвищуючи механічні властивості деталі. Ці сталі обов'язково підлягають покращенню, тобто гартуванню з наступним високим відпуском [1, 4]. Сталь 40Х після термічної обробки має міцнісні характеристики вище, ніж у сталі 40ХФА. Механічні властивості наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Механічні властивості сталей після покращення

Марка	Температура °С		Переріз заготовки, мм	$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta$	$\psi$	КСУ Дж/см <sup>2</sup>	НВ
	Гартув. в оліві	відпуск		не менше, МПа		не менше, %			
40Х	860	500	50	785	980	10	45	59	217
40ХФА	870	540- 600	До 100	550	800	20	60	80	≥302

*Результати та висновки.* Заміна сталі 40ХФА на більш дешеву сталь 40Х можлива не тільки з економічної точки зору, а й з точки зору надійності деталей, виготовлених з цієї сталі. Для валів, які працюють при ударних навантаженнях, рекомендується застосовувати більш розповсюджену сталь 40ХН, так як нікель підвищує в'язкість.

На підставі вищесказаного, рекомендується замінити сталь 40ХФА, яка йде на виготовлення валу 5340.1308050, на сталь 40Х.

### Список літератури.

1. Прикладне матеріалознавство / Сушко О.В., Посвятенко Е.К., Кюрчев С.В., Лодяков С.І. Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2019. 352 с.
2. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоєць В.А. [Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.](#)
3. Сушко О.В. Поліпшення механічних характеристик традиційних сталей. Праці ТДАТУ. 2010. Вип. 9, т. 4. С. 77-81.
4. [Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89](#)

## ЧАВУНИ

**Колодій О.С., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Знання фізичної сутності механічних властивостей металів та сплавів, способів утворення їх структури, числових технічних характеристик, а також методів їх визначення виключно важливе для фахівців. При оцінці механічних властивостей матеріалів орієнтуються кілька груп критеріїв. Перша група включає хімічний склад та властивості, що визначаються на зразках стандартних розмірів без урахування експлуатаційних факторів, вони характеризують марки сплавів за висновком виробників сплавів. Друга група - критерії конструкційної міцності (надійність, довговічність, опір втоми, зносостійкість, корозійна стійкість та ін.) – комплекс технічних характеристик, що враховують зміну структури та властивостей у процесі отримання виробів зі сплавів на машинобудівних заводах та враховують можливі структурно-фазові перетворення у сплаві готової продукції при впливі тих чи інших навантажень та зовнішнього стану середовищ [1-4].

У процесі виплавки сплаву формуються структури, що включають дрібні зерна, різновісні зерна та великі рівноосні зерна. Сплави таких полізернистих структур відрізняються мінімальними значеннями фізико-технічних характеристик (перший рівень). Показники їх суттєво змінюються і підвищуються в процесі пластичного деформування (другий рівень). Умови експлуатації при впливі знакоперемінних навантажень викликають явища втоми. Кінетика процесу деструкції приведе до змін останнього рівня властивостей (третього).

Чавун - сплав заліза з вуглецем (зазвичай 3 ... 4,55%), з деякою кількістю марганцю (до 1,5%), кремнію (до 4,5%), сірки (не більше 0,08%), фосфору (до 1,8%), та інших елементів. Вуглець у чавуні може перебувати у зв'язаному стані вигляді карбиду заліза  $Fe_3C$  (білий чавун) або у вільному стані у вигляді графіту (сірий, ковкий, високоміцний чавуни). За призначенням та хімічним складом чавуни поділяються на передільні, з яких виплавляють сталі, ливарні для отримання

фасонного лиття та спеціальні. Якість чавунних виливків підвищують модифікації (додають магній) і легуванням [3-4].

За структурою чавуни відрізняються розміром, формою, кількістю графітових включень, а також фазовим складом металевої основи. За фазовим складом чавуни можуть бути феритними, феритно-перлітними та перлітними. Утворення тієї чи іншої структури металевої основи залежить від кількості Si, C, модифікуючих добавок, товщини стінок виливки, яка визначає тривалість охолодження рідкого металу у формі.

Сірі чавуни маркуються СЧ 25 (ГОСТ 1412), тут СЧ – сірий чавун, 25 – міцності в при розтягуванні 25 кгс/мм<sup>2</sup> (250 МПа). Відомо, що чавуни краще працює на стиск. У марці ковких чавунів (ГОСТ 1215) додається показник відносного подовження: КЧ 45-7, КЧ - ковкий; 45 – межа міцності при розтягуванні кгс/мм<sup>2</sup> (450 МПа); 7 – відносне подовження, %. Високоміцні чавуни маркуються ВЧ 80 (ГОСТ 7293 [5-8]).

Термічну обробку виливків (деталей) з чавуну проводять для зняття внутрішніх напруг, зниження твердості та поліпшення оброблюваності різанням. Розрізняють відпал для зняття внутрішніх напруг, пом'якшувачий відпал, графітуючий та нормалізацію. Для підвищення твердості виливків використовують загартування, у тому числі ізотермічну та поверхневу. Розглядаючи термічну обробку чавуну білого, необхідно усвідомити, що розкладання цементиту при нагріванні супроводжується виділенням вуглецю у вільному стані (графітуючий відпал), що формується структура відрізняється за властивостями від початкової: НВ, знижуються, а непластичний сплав перетворюється на сплав із величиною більше 2 %.

### **Список літератури.**

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.

2. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.

3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник

ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.

4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.

5. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

6. Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89.

7. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоєць В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.

8. Кюрчев С. В., Колодій О. С., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Визначення терміну служби інструменту залежно від основних властивостей матеріалів і умов обробки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Київ. 2021. Вип. 12. № 1. С. 97-101.

## РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ВАЛУ

**Сушко О.В., к.т.н.,**

**Колодій О.С., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

*Постановка проблеми.* Представниками ТОВ «Зоря» Мелітопольського району Запорізької області в особі директора Головенка С. В. в рамках «Договору про надання інформаційних та консультаційних послуг», укладеного з виконавцями: доцентами кафедри «Технологія конструкційних матеріалів» ТДАТУ ім. Д. Моторного Сушко О.В. та Колодієм О.С. було передано вал та поставлено завдання проведення технічної експертизи щодо причин його зламу.

*Основна частина.* Технічна експертиза наданого замовником валу проводилася згідно Положення про порядок проведення автотоварознавчої оцінки транспортних засобів та Науково-методичних рекомендацій з питань проведення автотоварознавчої оцінки транспортних засобів (сільсько-господарської техніки).

Після проведення технічної експертизи можна констатувати наступне.

Вал виготовлений фірмою BOMET.07-100WEGRO, Berta Gozelevicha 2. Наданий вал приводу фрези діаметром 48 мм зламаний по місцю перепаду діаметрів з 48 мм до 40 мм на шліцьовому кінці валу. Більше половини перерізу займає втомлена тріщина. Серцевина має крихке руйнування [1].

Твердість на шліцах та на валу склала 100-120 НВ. Сталь – низьковуглецева, термічно не оброблена.

За характером зламу встановлено, що більшу частину зламу складає втомлена тріщина з крихким зломом [2] серцевини з-за укріпленого зерна.

Види зламів наведені на рис. 1 та рис. 2.



Рис. 1. Злам шліцьового кінця валу



Рис. 2. Злам

*Результати та висновки.* Встановлено, що можливими причинами зламу валу є:

1) металургійний дефект – прокатування здійснювалося при підвищених температурах, що призвело до росту зерна в середині прокату. Після прокатування був здійснений дифузійний відпал прокату;

2) конструктивний дефект – занижений радіус галтелі перепаду діаметрів з 48 мм до 40 мм на шліцьовому кінці валу, що викликало утворення втомленої тріщини;

3) технологічний дефект – вал не піддавався термічній обробці: покращенню (гартування + високий відпуск), на що вказує низька твердість поверхні. Прокат перед обробкою необхідно було піддати нормалізації для ліквідації внутрішніх металургійних дефектів.

### **Список літератури.**

1. Прикладне матеріалознавство / Сушко О.В., Посвятенко Е.К., Кюрчев С.В., Лодяков С.І. Мелітополь: ТОВ «Forward press», 2019. 352 с.

2. [Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021.c88-89.](#)

## ЗАСТОСУВАННЯ ЧАВУНУ В МАШИНОБУДУВАННІ

**Прокопій В.С., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Чавун – це основний метал чорної металургії. Він є сплавом заліза і вуглецю. До чавуну можуть входити спеціальні добавки, які роблять його властивості особливими. Такий чавун має характеристики зносостійкості, корозійностійкості, жароміцності, немагнітності та іншими. Про властивості, склад і сферу застосування сірого, білого, ковкого чавуну, а також високоміцного і гранульованого розповімо нижче [1].

Завдяки цінним властивостям, дешевизні та гарним ливарним характеристикам чавун застосовують для виготовлення різних деталей та предметів. З чавуну можна отримати вироби цікавої та особливої форми, так як цей матеріал має відмінну твердість і міцність. Зроблені чавунні предмети можуть витримати досить серйозні навантаження. Саме з цієї причини з чавуну роблять корпуси машин та основи верстатів [2-4].

Чавун завжди застосовувався для виготовлення деталей та предметів важкої промисловості. Його використовували в металургії та верстатобудуванні. При цьому цей матеріал брався дуже великих кількостях. Він застосовувався як основний для дрібних виробів і для великогабаритних предметів, маса яких досягала сотні тонн.

У машинобудуванні знайшов своє застосування сірий чавун із графітною складовою. Саме цей вид завжди беруть для виготовлення відповідальних деталей. Чавунні машинні вироби добре протистоять коливанням та вібрації.

У автомобільній промисловості із чавуну виготовляють блоки циліндрів. Це відповідальні деталі, які повинні мати високу міцність і стійкість до зносу. Цим якостям допомагає відповідати чавун. Щоб зробити названі показники оптимальними до чавуну додають спеціальні добавки у вигляді графіту. Графіт у кілька разів підвищує таку властивість металу, як міцність. Добавки дозволяють



зробити чавун досконалим і використовувати його при виготовленні колінчастих валів дизелів [5-7].

З чавуну роблять гальмівні колодки. Ми знаємо, що ці деталі працюють при підвищеному терті. Чавун допомагає їм витримати ці тверді умови. Крім цього, з чавуну роблять валки борошномельних та папероробних машин.

Чавунні вироби добре працюють за низьких температур. Для цього використовують ковкий вид чавуну. З нього роблять вузли тракторів та складних механізмів, які надалі працюватимуть у жорстких умовах.

Чавун широко використовується виготовлення предметів побуту. Цей матеріал дуже популярний серед нашого населення. Чавунні горщики, сковорідки, казани можна зустріти як на звичайній кухні, так і в арсеналі посуду ресторану. Це справді унікальний посуд.

Про чавунну сковорідку, яка має відмінну якість, знає кожна господиня. Чавунний посуд добре зберігає тепло. У ній зручно готувати страви, для яких необхідно зберігати тепло. Чавунний посуд використовують для приготування плову, каш та рагу. Продукти у ній зберігають масу корисних властивостей. У такій їжі не утворюються канцерогенні речовини. До речі, було доведено, що чавунний посуд здатний збагачувати продукти корисними елементами заліза [8].

Для нафтової промисловості, складної та небезпечної галузі, труби виготовляють тільки з чавуну. Вироби виходять із високими експлуатаційними якостями.

Чавун відрізняється своєю довговічністю. Тому в наших будинках до сьогодення можна побачити мийки та ванни, які були виготовлені понад 50 років тому та до сьогодення з успіхом експлуатуються.

Чавун часто застосовують для художніх предметів. З нього роблять різні витвори мистецтва. Так, набережна Санкт-Петербурга практично вся прикрашена чавунними виробами. З чавуну виготовляють цікаві та незвичайні огорожі, ажурні гіллясті ворота та чавунні пам'ятники. Все це стало можливим завдяки добрим ливарним якостям цього матеріалу. Зроблені речі практично не зношуються і виглядають так само через багато років. Нерідко можна зустріти чавунні витвори мистецтва у стінах музею.

## Список літератури.

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.
2. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.
3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.
4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.
5. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.
6. Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89.
7. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоець В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.
8. Кюрчев С. В., Колодій О. С., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Визначення терміну служби інструменту залежно від основних властивостей матеріалів і умов обробки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Київ. 2021. Вип. 12. № 1. С. 97-101.

## ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

**Мавродий Д.В., бакалавр**

**Научный руководитель: Бакарджиев Р.А., к.т.н.**

*Таврийський державний агротехнологічний університет імені  
Дмитрія Моторного*

На сегодняшний день суть обработки металла давлением интересна для многих производителей, так как эта технология позволяет изменять свойства металла, делая его прочнее, а так же такая обработка металла позволяет штамповать детали, что очень важно для массового производства. Поэтому было проведено исследование в этой отрасли обработки металла, чтобы понять насколько эта недорогой и продуктивный метод обработки металла.

ОМД, возможна благодаря пластической деформации. В итоге из заготовки можно получить готовое изделие. Эта технология может выполняться по разным методам, она активно используется для выпуска продукции. ОМД применяемой в машиностроительной, авиации, автомобилестроительстве. Суть обработки металлов давлением в том, что атомы металла при воздействии на него внешней нагрузки, в кристаллической сетке могут занимать новые устойчивые места. Это явление получило название- пластическая деформация . При этом металл изменяются не только механически, но и физико-химически.

Обработка металлов давлением может быть холодной или горячей. Горячая обработка металла выполняется при температуре, которая выше температуры его рекристаллизации. Холодная обработка металлов- ниже температуры его рекристаллизации.

Виды обработки:

1. прокатывание
2. ковка
3. прессование
4. волочение.
5. штамповка-листовая

## 6. штамповка-объемная

Прокатка – это обработка давлением детали из металла, при которой на металл действуют прокатные валки. Прокатка выполняется для уменьшения геометрических параметров и придание ей требуемой формы.

Прокатку металлов различают по трём технологиям:

- поперечная. По этой технологии обрабатывают давлением шары, цилиндры и др.

- поперечно-винтовая. Это что-то между продольной и поперечной прокаткой. С ее помощью обрабатываются полые металлические детали.

- продольная. Суть заключается в том, что заготовка, проходящая между двумя валками, оборачивается в противоположные стороны, обжимая до толщины зазора между валками, металл.

Ковка, относится к высокотемпературной обработке давлением. Металлическую заготовку, перед началом ковки, нагревают, температура которого зависит от типа металла.

Ковкой можно обработать металл несколькими способами:

- ковка, выполняемая на пневматическом, гидравлическом и паровоздушном оборудовании

- штампование

- ручная ковка

При прессовании, металл вытесняется из матрицы через специальное отверстие в ней. При этом усилие, которое необходимо для выполнения такого выдавливания, выполняется мощным прессом. Прессованию обычно подвергают заготовки, которые сделаны из хрупких металлов. В следствии прессования получают детали с полым или сплошным профилем. Из сплавов на основе титана, меди, алюминия и магния. Прессование может происходить в холодном или горячем состоянии. Это зависит от материала детали. Заготовки которые изготовлены из пластичных металлов, не нагревают, к ним относятся алюминий, олово, медь и др. А более хрупкие металлы подвергают нагреву, к ним относятся никель, титан и др. Прессование, выполняющееся на оборудовании со сменной матрицей, дает возможность изготавливать изделия различной формы и размеров. Это детали с

внешними или внутренними ребрами жесткости с разными профилями.

Во время волочения круглая или фасонная металлическая деталь протягивается через отверстие в фильере или волоке, в следствии этого формируется изделие с нужным профилем поперечного сечения. Хорошим примером применения такой технологии, процесс производства проволоки, при этом заготовка большого диаметра протягивается через целый ряд фильер, и конце превращаясь в проволоку нужного диаметра.

По степени чистоты формируемой поверхности: черновое и чистовое

Классифиции волочения:

- сухое ( выполняется с применением мыльной стружки);
- мокрое (используется мыльная эмульсия)

По температурному режиму:

- холодным
- горячим

По кратности проходов волочение:

- однократное (осуществляется за один проход)
- многократное (осуществляется за несколько проходов)

Листовая штамповка - это метод изготовления плоских и объемных тонколистовых изделий, ленты или полосы с помощью штампов на прессах или без применения прессов. Листовая штамповка делится на горячую и холодную.

Объемная штамповка - это вид ОМД, при которой формирование деталей нагретой до нужной температуры заготовки осуществляют при помощи штампа. Течение металла ограничивается полостью, изготовленных в отдельных частях штампа, так что в итоговый момент штамповки они образуют один замкнутый ручей по форме поковки. В виде деталей для горячей штамповки используют прокат круглого, квадратного, прямоугольного профилей. При этом разрезают прутки на отдельные заготовки, но иногда штампуют из прутка с последующим отделением поковки именно на штамповочной машине.

Обработка металлов давлением позволяет повысить производительность, снизить трудоемкость, повысить прочность изделия при незначительных затратах.

## Список литературы.

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.
2. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.
3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.
4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.
5. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.
6. Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89.
7. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоець В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.
8. Кюрчев С. В., Колодій О. С., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Визначення терміну служби інструменту залежно від основних властивостей матеріалів і умов обробки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Київ. 2021. Вип. 12. № 1. С. 97-101.

## СФЕРИ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛІ

**Іванченко В.С., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Сталлю називають сплав заліза та вуглецю, кількість якого не перевищує 2%. Чим вище вміст вуглецю, тим більше тверду сталь одержують, але менш пластичну. У сплав також додають різні металеві та неметалічні речовини – сірку, фосфор, кремній, різні метали. Кількість і вид домішок впливає склад сталі і формує її вид. Розглянемо основні види сталі [1-3].

Відповідно до стандартів, сталь поділяють залежно від її якості на сталь особливої якості, конструктивну та інструментальну. Також сталь буває вуглецевою та легованою. Залежно від того, скільки вуглецю містить сплав, розрізняють низьковуглецеві, середньовуглецеві та високовуглецеві сплави. Кількість вуглецю в таких сплавах варіюється від 0,25 до 2%.

Легована сталь означає, що до складу сплаву додали певну кількість якогось металу, тим самим надавши сталі особливих властивостей (стійкості до корозії, морозостійкості, міцності). Така сталь буває низько-, середньо-, високолегованою (зміст легуючих речовин коливається від 4 до 11%) [4-6].

Варто відзначити, що певний вид і марка сталі має свою сферу застосування. Так, вуглецева інструментальна сталь високої та підвищеної міцності різних марок використовується для виробництва слюсарних зубил, молотків, викруток, кіс, столярних інструментів, пилок, ножиць, ножів рубальних машин, токарних різців по дереву.

З низьковуглецевих сталей виготовляють різні вироби за допомогою холодного штампування, а також для невеликих деталей (малонавантажених зубастих коліс, штовхачів). Середньовуглецеві сталі також застосовуються для виготовлення деталей невеликих розмірів – шестерень, шатунів, махових коліс. Сталі з найвищим вмістом вуглецю – високовуглецеві – використовуються для виробництва пружин

різних розмірів та ресор різних видів.

З якісної вуглецевої сталі марок У7, У8Г, У9, У12 та У13 виробляють свердла, ковальські інструменти, різці, а також інструменти для обробки каменю та дерева [7-8].

Сталь з різними легованими речовинами має різноманітні властивості, ніж звичайна. Легована сталь може бути більш тендітною, пластичнішою або твердішою, все залежить від її складу. Призначення такої сталі залежить від того, які добавки були внесені до металу.

Легована сталь використовується в будівництві, машино- та приладобудуванні і навіть у медицині. Розглянемо сфери та галузі застосування сталі з легованими добавками докладніше:

- виробництво хірургічного обладнання;
- виготовлення різних труб (безшовні, електрозварні, гарячедеформовані безшовні, прямошовні, спіралешовні);
- будівництво мостів та доріг різного призначення;
- судно- та авіабудування;
- виробництво сверدل, фрез, колекторів, мітчиків, плашок;
- виготовлення великих деталей складних форм;
- виготовлення деталей, які призначені для роботи в умовах тертя та підвищених навантажень;
- виробництво ножів різного призначення;
- створення трубопроводів з нержавіючої сталі (підвищений вміст хрому в сплаві).

Сталь – це складний метал. Він має складну класифікацію та маркування, але, незважаючи на це, сталь незамінна та необхідна для нормального функціонування різних сфер промисловості та народного господарства і навіть медицини.

### **Список літератури.**

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.



2. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.

3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.

4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.

5. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

6. Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89.

7. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоєць В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.

8. Кюрчев С. В., Колодій О. С., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Визначення терміну служби інструменту залежно від основних властивостей матеріалів і умов обробки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Київ. 2021. Вип. 12. № 1. С. 97-101.

## ЩОДО УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

**Комар А.С., техник I категорії**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,*

*Постановка проблеми.* Органічні відходи сільського господарства, зокрема, безпідстилкові екскременти, є потужним енергоносієм, потенціал якого використовується недостатньо ефективно. Це пов'язано з необхідністю придушення його патогенної складової, що вимагає розробки нових технічних засобів і рішень. Обсяги отриманих органічних відходів сільського господарства часто перевершують обсяги виробництва основних продуктів: м'яса, молока, яєць [1], що може привести до підвищеного екологічного навантаження на навколишнє середовище. Одним з основних напрямків утилізації органічних відходів сільського господарства є їх використання в якості добрив.

*Основні матеріали дослідження.* Сучасний індустріальний підхід до тваринництва та птахівництва вимагає їх утримання без підстилки, результатом якого є безпідстилкові екскременти [2]. В таблиці 1 представлені агро-фізико-хімічні властивості органічних відходів. Незважаючи на високий вміст вологи органічні відходи тваринництва і птахівництва, при утримання без підстилки, мають високу удобрювальну цінність за рахунок вмісту біогенних речовин, зокрема у відходах птахів міститься їх найбільша концентрація.

Перевагами використання органічних відходів у якості добрив [3]будуть наступні:

- накопичення в ґрунті гумусу;
- підтримка природного рівня водневого показника (рН);
- компенсація виносу біогенних елементів з полів при збиранні врожаю;
- виділення вуглекислого газу необхідного для фотосинтезу рослин і природного захисту ґрунту (інтенсифікація руху ґрунтових фосфатів);
- зниження опору ґрунту механічній обробці та питомої енергоємності операційних впливів.

Таблиця 1 Агро-фізико-хімічні властивості органічних відходів тваринництва

№ п/п	Параметр речовини в матеріалу) (кг. в 1т.	Органічні відходи при вологості, W			
		свині		ВРХ	птиця
		70 %	90 %	70 %	70 %
1	органічна речовина	240,0	115,0	210,0	350,0
2	N <sub>заг</sub>	5,0	4,5	5,0	16,0
3	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,0	2,5	2,5	15,0
4	K <sub>2</sub> O	6,0	3,0	6,0	8,0
5	CaO	1,8	1,9	4,0	24,0
6	MgO	0,8	1,0	1,1	7,0
7	SO <sub>4</sub>	0,8	0,4	0,6	4,0

В процесі переміщення органічних відходів від тварини до кореневої системи рослини за даними різних джерел втрачається більше половини органічної речовини і біогенних елементів: по азоту до 70 %, фосфору і калію 40-50 % [4].

Систематизувавши органічні відходи тваринництва, бачимо, що свіжі відходи, які утворюються в результаті діяльності тварин і птиці, залежать від способу утримання і технічних рішень, що використовуються для видалення [5].

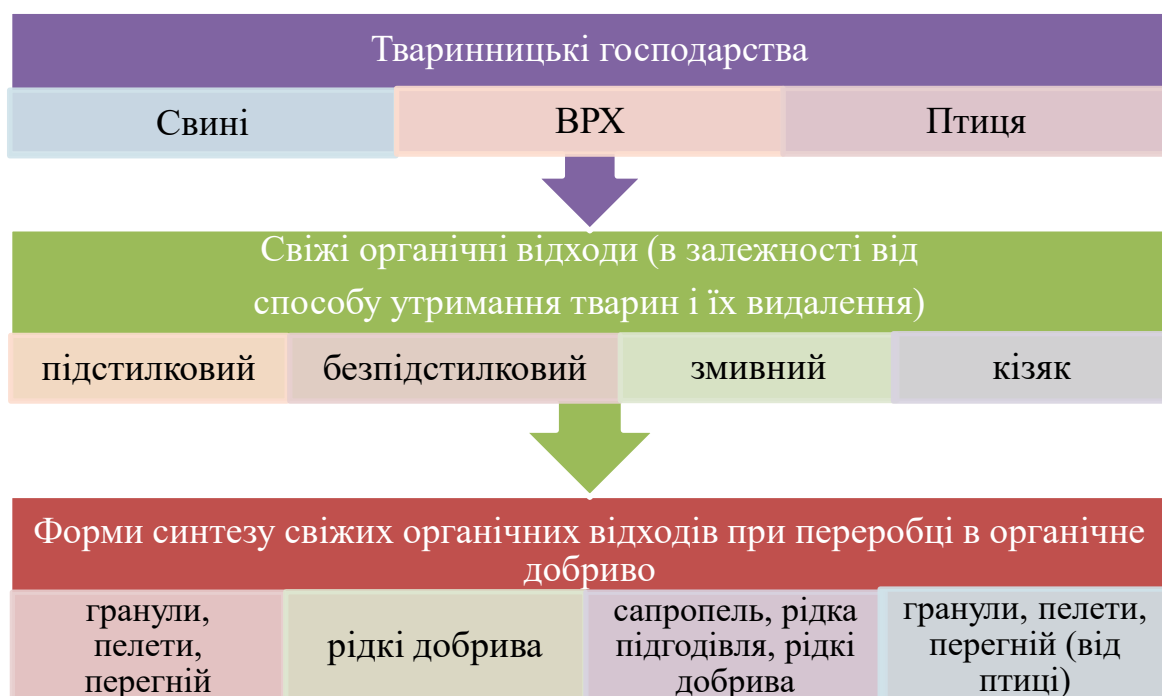


Рис. 1. Класифікація органічних відходів тваринництва в залежності від

напрямків його утилізації

Напрями подальшого використання органічних відходів визначаються в залежності від форми його синтезу при внесенні як органічне добриво. Отримана в результаті цієї систематизації класифікація представлена на рис. 1.

Незважаючи на різноманіття варіантів утилізації органічних відходів, одним з основних критеріїв прийняття оптимального рішення при виборі напрямку і технології є енергетична ефективність. Обмеженнями виступають природно-кліматичні умови регіону, доступний рівень механізації, агрономічні аспекти застосування.

*Результати та висновки.* Високим екологічним навантаженням і патогенністю володіють відходи птахівництва при безпідстилковому утриманні птахів. Основними напрямками їх утилізації є гранули, пелети, перегній, рідкі добрива і підгодівля.

### **Список літератури**

1. Boltianska N., Skliar R. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «Multidisciplinary research». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431-433.

2. Комар А. С. Утилізація відходів птахівництва в Україні. Інноваційні технології в АПК: матер. VII Всеукраїнської науково-практичної конференції. (20-21 травня 2021 р.) Луцьк: Луцький НТУ. 2021. С. 62-64.

3. Григоренко С.М., Скляр Р.В. Конверсії вторинної сировини в повноцінну продукцію сільського господарства. Матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 284-290.

4. Komar A. Basics of granulating feed and excrements. Перспективная техника и технологии в АПК: материалы Международной научной конференции студентов, магистрантов и аспирантов. Минск: БГАТУ, 2021. С. 122-125.

5. Болтянська Н.І. Аналіз основних помилок при спорудженні самопливної системи видалення гною періодичної дії на свинокомплексах. Науковий вісник НУБіП. Серія „Техніка та енергетика АПК“ .К., 2015– Вип.212, ч.2 .- С. 269-277.

## СТРУЖКОУТВОРЕННЯ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ

**Іванченко А.С., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Процес утворення стружки при фрезеруванні супроводжується тими самими явищами, як і процес стружкообрання при точенні. Разом з тим, процес фрезерування має свої специфічні особливості: товщина шару, що зрізається кожним зубом фрези, змінна і змінюється від деякого мінімуму до максимуму або навпаки. Одночасно в роботі знаходиться кілька різальних лез; ріжучі леза працюють із перервами. Якщо головне рух, тобто. обертання фрези, і рух подачі спрямовані назустріч один одному, тобто зустрічне фрезерування, зване зазвичай фрезеруванням проти руху подачі. Якщо головний рух і рух подачі відбуваються в одному напрямку має місце попутне фрезерування, зване зазвичай фрезеруванням по руху подачі [1-4].

Зустрічне фрезерування характеризується тим, що процес різання починається з нульової товщини шару, що зрізається, і закінчується з максимальною товщиною зрізаного шару.

Фреза відриває заготовку від столу, приводячи до збільшення зазору між столом і направляючими станини, викликаючи вібрації та збільшення шорсткості обробленої поверхні. Робота зубів фрези пов'язана із скрутними умовами врізання зуба в метал.

При зустрічному фрезеруванні навантаження на зуб фрези збільшується від нуля до максимуму.

Гідність фрезерування проти руху подачі - це робота зубів фрези «під корки», тобто. Фреза підходить до твердого поверхневого шару знизу і відриває стружку при підході до точки В. Недоліком є наявність початкового ковзання зуба по наклепаній поверхні, утвореної попереднім зубом, що викликає підвищений знос фрези.

Попутне фрезерування призводить до зрізання шару найбільшої товщини в момент входу зуба фрези в метал у точці і нульової товщини в момент виходу зуба.

Фреза притискає заготовку до столу, а стіл - до направляючих станини. Робота за другою схемою протікає спокійніше і забезпечує більш високу якість обробленої поверхні, ніж при роботі за першою схемою.

При фрезеруванні по подачі зуб фрези відразу починає зрізати шар максимальної товщини і піддається максимальному навантаженню. Це виключає початкове прослизання зуба, зменшує знос фрези та шорсткість обробленої поверхні [5].

Процес фрезерування вважають рівномірним, коли сумарна довжина ріжучих кромок, що знаходяться в роботі, залишається постійною, що призводить до плавної зміни сумарної площі поперечного перерізу шару, що зрізається, а отже, до незначного коливання сили різання. Це досягається тільки для фрез з гвинтовим зубом за умови кратності ширини фрезерування  $V$  осьовому кроці  $t_Q$  фрези.

### **Список літератури.**

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.
2. Колодій А.С., Парахин А.А. Аналіз процесу стружкоутворення. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.
3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.
4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.
5. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоець В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.

## **АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ОБУМОВЛЮЮТЬ НИЗЬКУ ДИНАМІКУ РОЗВИТКУ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ**

**Пачко К.Г., бакалавр,**

**Керівники: Червоний В.М., к.т.н.**

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, м. Харків,.*

**Ковальов О.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного*

Постановка проблеми. Однією з сучасних проблем, яка постала перед Україною, є енергетична. Постійне зростання цін на енергоносії, невпинне вичерпування основних ресурсів: нафти, газу, кам'яного та бурого вугілля, а також обмежені можливості розвитку атомної та гідроенергетики призвели до використання відновлювальних джерел енергії. У зв'язку із цим використання відновлюваних джерел енергії є одним із найбільш важливих напрямів державної енергетичної стратегії розвитку країни, яка передбачає не лише збереження енергії за рахунок заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів, але й забезпечення умов для максимально ефективного її використання і покращення стану довкілля.

Основні матеріали дослідження. Потенційно Україна має значні можливості для розвитку геотермальної енергетики, достатній температурний градієнт існує на територіях Запорізької, Херсонської, Донецької, Харківської, Полтавської, Чернігівської областей, у Прикарпатті та Криму [1, 2]. Теплота сухої, вологої пари, геотермальної води, використана по прямому або бінарному методу, сухих гірських порід, що розігріті від магми після перетворення можуть в вигляді електричної енергії або тепла використовуватись для забезпечення технологічних процесів в переробній галузі [1]. Враховуючи світові тенденції на широке впровадження поновлюваних джерел енергії та тенденцію на децентралізацію джерел живлення, в перспективі прогнозується, що частка енергії, що генерується з геотермальних джерел в загальному енергобалансі світу зросте до 15% до 2100р [1,3,4]. Однак

широкому впровадженню цих технологій в Україні перешкоджає ряд невирішених питань, серед яких [1,5-7]:

- відсутність ґрунтовних досліджень, присвячених впровадженню енергоефективних систем з використанням геотермального потенціалу в комбінованих системах виробництва енергії та теплопостачання;

- високий рівень мінералізації вод, які використовуються для отримання теплової або електричної енергії, що змушує потенційних інвесторів витратити або додаткові кошти на буріння другої свердловини та забезпечення роботи по замкненому контуру, або вирішення проблеми утилізації відпрацьованих термальних вод, що містять велику кількість небезпечних хімічних з'єднань та сполучень;

- відсутність експериментальних досліджень, присвячених розумінню гідродинамічних та теплових процесів, що забезпечують акумуляцію теплоти в підповерхневих шарах ґрунту та подальші зміни в стані потенційних джерел в зв'язку з видобуванням тепла та енергетики;

- відсутність перспективного з точки зору технології використання водневих технологій на базі непродуктивних свердловин, що використовувались для видобутку нафти та газу та можуть бути використані для видобутку геотермальної енергії, що забезпечило зниження вартості будівництва ГеоТЕС;

- відсутність технологій та розрахунків для забезпечення дешевого з точки зору економіки та екологічно безпечного використання потенціалу геотермальних теплоносіїв.

В Україні на даний момент побудовані 11 геотермальних електростанцій, а загальний потенціал геотермальних електростанцій складає 8,4 млн. тон/рік. Також були зроблені сотні свердловин, які досягли термальних вод і гарячих сухих порід та можуть бути використані для побудови електростанцій.

Результати та висновки. Геотермальні джерела тепло та електричної генерації могли б забезпечити місцеві потреби виробництв харчової та переробної промисловості, виробництво будівельних матеріалів, переробку сміття та ін. Однак високий потенціал розвитку геотермальної енергетики в Україні стримується рядом факторів, від швидкості їх вирішення залежить енергетична безпека України.



## Список літератури

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхованцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. – Мелітополь, 2021. – 180 с.

2. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Задосна Н.О. Методичні засади проблеми депопуляції та профорієнтації шляхом розвитку Мелітопольської урбанізації поліцентричного типу // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 531-538

3. Самойчук К.О., Петриченко С.В. Огляд основних тенденцій, методів і технологій сучасного комп'ютерного інжинірингу харчових і переробних виробництв. Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: зб. Наук.-метод. Праць ТДАТУ. Мелітополь, 2021. Вип. 24. С. 47-53.

4. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхованцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. – 250 с.

5. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. – Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. – 428с.

6. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences». 2020. No. 5. 51–59 pp.

7. Паляничка Н.О., Верхованцева В.О., Ковальов О.О. Використання активних та інтерактивних методів навчання при викладанні дисципліни «Технологічне обладнання переробних і харчових виробництв» // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 578-582

## **ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ**

**Сінельникова Д.О., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

**Науковий керівник: Горєлков Д.В. к.т.н.,**

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

У машинобудуванні застосовується дуже багато різних матеріалів: металів та його сплавів, кераміки, неорганічних матеріалів, полімерів, композитів та інших.

При створенні нових матеріалів переслідуються певні цілі: одержання матеріалу з вищими механічними, електричними, магнітними, радіаційними, оптичними або іншими характеристиками [1].

Створення нових матеріалів відбувається в наступних напрямках: зміна структурного або фазового складу матеріалу, введення в структуру нових складових елементів, зміна форми та розмірів складових елементів, застосування у структурі раніше невідомих елементів.

Машинобудівні матеріали поділяються на конструкційні, функціональні та інструментальні.

Найбільш поширеними конструкційними матеріалами є: чисті метали, чавун, сталь, алюмінієві, магнієві, титанові, нікелеві сплави, кераміка, полімери, композити [2-3].

Серед функціональних матеріалів відомі аморфні металеві сплави, магнітотверді та магнітом'які матеріали, магніто-стрикційні, теплоізоляційні, радіаційностійкі, надпровідні, з пам'яті форми, фрикційні та антифрикційні, порошкові матеріали та ін. У космічній техніці з'являються інтелектуальні матеріали.

На сьогоднішній день метали та їх сплави – найпоширеніші конструкційні матеріали в силу своїх механічних, фізичних та хімічних характеристик. Більшість з них має гарну оброблюваність різанням [4-5].

Для поліпшення характеристик матеріалів створюють багатокomпонентні метали сплави або роблять модифікацію поверхні.

Інтерметаліди – хімічні сполуки з двох або більше металів. На противагу твердим розчинам інтерметаліди мають кристалічну структуру, відмінну від структур вихідних металів. Інтерметаліди мають, як правило, більш високі механічні та інші характеристики, ніж вихідні метали. Майже всі інтерметаліди крихкі, деякі з них мають напівпровідникові властивості, а нікелід титану, відомий під маркою «нітінол», має пам'ять форми. Нітінол погано піддається обробці різанням.

Інтерметалідні сплави на основі титану можуть працювати до температури +850 °С без захисних покриттів, сплави на основі нікелю – до температури +1500 °С.

Легкі інтерметаліди на основі нікелю (ГДзА1), які але жароміцності не поступаються відомим матеріалам, почали застосовуватися в авіаційній техніці.

Базальт. Надоступніший і найдешевший матеріал. Завдяки створенню технологій одержання базальтових волокон, у машинобудуванні все більше знаходять застосування і базальтові волокна, і базальтові полотна. В першу чергу базальтові волокна стали застосовуватися для теплоізоляції, але деяким характеристикам не мають собі рівних [6-8].

Інтерес до базальтових матеріалів обумовлений ще й їх унікальними хімічними (стійкість у агресивних середовищах) та механічними характеристиками (високі значення модуля пружності, твердість, зносостійкість).

В даний час найбільш перспективними є такі галузі застосування базальт матеріалів, що містять: базальтові волокна як звукотегшоізолятори, наповнювач в композитах, замітник азбестів; склокераміка з підвищеною зносостійкістю; оболонки для інкапсуляції ядерних відходів

Вуглець. У машинобудуванні використовуються вуглецеві волокна як наповнювачі композитів. Вуглецеві волокна отримують повільною карбонізацією вуглеводневих волокон в інертній атмосфері.

Найчастіше для цього використовують волокна із поліакрилонітрилу. Завдяки низькій щільності вуглецеві волокна та питомої міцності та питомому модулю пружності перевершують більшість інших волокон. Ця властивість є дуже важливою

для різних літальних апаратів, що визначило їх широке використання в авіакосмічній та ракетній техніці.

### **Список літератури.**

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.

2. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.

3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.

4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.

5. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

6. Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89.

7. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоець В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.

8. Кюрчев С. В., Колодій О. С., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Визначення терміну служби інструменту залежно від основних властивостей матеріалів і умов обробки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Київ. 2021. Вип. 12. № 1. С. 97-101.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ МАКАРОННОГО ПРЕСУ МШ-35С

**Крестов В.Г., бакалавр,**

**Керівник: Ковальов О.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Постановка проблеми. Виготовлення макаронних виробів характеризується високим попитом на продукцію та відповідно високою рентабельністю виробництва. В умовах дрібносерійного виробництва для забезпечення потреби населення в локшині може використовуватись макаронний прес МШ 35С, який має продуктивність на рівні 35 кг/год, енерговитрати лише 2,2 кВт і може працювати за виключенням часу на проведення обслуговування майже 24 год [1,2]. Конструкція пресу складається з бункеру змішування та бункеру подачі і формування готових виробів, що дозволяє забезпечити безперервний процес змішування нового тіста після подачі попередньої порції на пресування. Але при використанні в періодичному режимі конструкція живильника нижнього бункеру пресу має деякі конструктивні вади, внаслідок чого при роботі формується так звана «мертва зона», в якій спостерігається накопичення тіста.

Основні матеріали дослідження. Близька до напівциліндричної форма корпусу нижнього бункеру пресу виключає можливість встановлення ворушилки більших геометричних розмірів. Отже можливі вдосконалення мають стосуватись або зміни форми подаючих поверхонь лопатей ворушилки або використання додаткових елементів, що буде перешкоджати появі «мертвої зони». Вирішення означеної проблеми може здійснюватися по кількох альтернативних напрямках. Одним з можливих шляхів позбавлення ворушилки від притаманної їй конструктивної вади може бути встановлення на її лопатях поперечних планок, які будуть забезпечувати включення до процесу більших мас тіста та забезпечувати більш ефективну подачу тіста до пресуючого шнеку та матриці [2,3]. Іншим напрямком вдосконалення конструкції лопатей ворушилки може бути збільшення площі її контакту з тістом. Одним з можливих технічних рішень на цьому шляху може бути встановлення

лопатею з напівциліндричною формою поверхні, що допоможе ворушилці підхоплювати додаткові об'єми тіста та забезпечувати його подачу на пресування [2,4,5]. Третім напрямком вдосконалення може бути встановлення на поверхні ворушилки додаткових елементів, наприклад з харчового гумового матеріалу, які в процесі обертання валу з ворушилкою будуть забезпечувати включення до процесу об'ємів тіста з «мертвої зони».

Результати та висновки. Макаронні вироби є популярним продуктом з високим попитом на готові вироби і рентабельністю виробництва. Вирішення проблеми технічної вади конструктивно притаманної ворушилці пресу МШ 35С дозволить забезпечити попит населення на макаронні вироби.

### **Список літератури**

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. – Мелітополь, 2021. – 180 с.

2. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. – Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. – 428с.

3. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. – 250 с.

4. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт / О.С. Колодій, С.В., Кюрчев, О.В.Сушко, О.О. Ковальов. – Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. – 136 с.

5. Петриченко С.В. Спосіб інтенсифікації сушіння макаронних виробів // С.В.Петриченко, Н.О.Паляничка, В.О.Олексієнко // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2017. Вип. 17. –Т.1. – С. 125 – 131.

## **ВИКОРИСТАННЯ 3D ПРИНТЕРІВ В МАШИНОБУДУВАННІ**

**Кретов Д.О., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

**Науковий керівник: Гузенко В.В. к.т.н.,**

*Державний біотехнологічний університет*

У машинобудуванні 3D принтери використовуються на всіх етапах розробки продукту: починаючи зі створення концептуальної моделі та закінчуючи плануванням виробництва, що значно прискорює та спрощує процес розробки для інженерів-конструкторів. 3D друк насамперед застосовується для візуалізації об'єктів різної складності. Це може бути як цілі моделі машин, і різноманітні механізми. За допомогою 3D моделювання можна створити масштабоване об'ємне зображення будь-якої деталі автомобіля, починаючи від циліндрів у двигуні і закінчуючи панеллю приладів, але дана модель не дасть повного уявлення без реального прототипу у ваших руках [1-3].

Швидке прототипування – напрямок, де в машинобудуванні найбільше використовується 3D друк, починаючи з перших ідей, закінчуючи вже прототипом готового виробу. Неймовірна швидкість виготовлення, висока точність та різноманітність матеріалів дозволяють у найкоротші рядки та з найвищою якістю уявити перші зразки для тестування.

Технологія 3D друку Stratasys FDM (Fused deposition modeling) дозволила інженерам вийти на новий рівень у використанні 3D принтерів у машинобудуванні. Функціональні прототипи можуть бути виготовлені на їх обладнанні з багатьох інженерних та високотехнологічних пластиків, в результаті вироби можуть піддаватися машинній обробці, свердлінню та механічному впливу. Вологостійкість та теплостійкість прототипів при випробуваннях відповідатиме характеристикам кінцевого виробу. Машинобудівні підприємства використовують надруковані деталі для огляду всього асортименту продукції та отримання впевненості в тому, що на

кожному робочому місці є всі необхідні інструменти для досягнення максимально можливої ефективності виробництва. Виготовлення різноманітного оснащення за допомогою реальних промислових пластиків дозволяє прискорити випуск готової продукції, а оснастка для лиття, що випалюється – отримати литий виріб з високою точністю в найкоротші рядки [4-6].

В останні роки все більше компаній почало вдаватися до 3D друку металами, яка в свою чергу дала можливість виробляти готові вироби складної форми, які повторити традиційними методами неможливо. Отримання готової продукції з таким обладнанням вимірюється кількома днями, може навіть годинами, а виготовлення запасних частин, які перестали виробляти – завдання, що швидко вирішується. Перспектива застосування 3D принтерів для машинобудування є економічно очевидною, оскільки ці пристрої суттєво прискорюють процес розробки нової продукції.

Переваги використання 3D-друку в машинобудівній галузі: можливість виготовлення унікальних за геометрією деталей, які неможливо створити традиційними способами. Те, що ще вчора здавалося фантастикою, сьогодні вже можна виготовити всього за пару годин на 3D-принтері. Скорочення термінів виробництва. 3D-принтер дозволяє надрукувати готовий виріб за кілька годин, тоді як традиційним технологіям потрібні тижні, а іноді – місяці. Виріб, створений за допомогою 3D-принтера, на 99% повторює САД-модель. Поліпшення параметрів готових виробів: зниження ваги, підвищення точності та міцності. Продукція 3D-принтерів має низку переваг у властивостях. Можливість керувати фізико-механічними властивостями деталей шляхом змішування різних матеріалів (наприклад, сплавів різних металів) [7-8].

Завдання машинобудування, які ефективно вирішують 3D-принтери:

Сучасні системи 3D-друку дозволяють швидко та якісно вирішувати найширше коло завдань, що стоять перед інженерами та конструкторами у машинобудівній галузі. 3D-принтери стають незамінними як на етапі створення концептуальних зразків, так і для виготовлення готових виробів. Прототипи для тестування. Виготовляйте прототипи майбутньої продукції до запуску серійного виробництва, тестуйте, перевіряйте властивості, міцність, функціональність, усувайте недоліки.



Корпуси для приладів та компонентів пристроїв. Унікальні корпуси, стінки, кріплення та інші пристрої для електронних приладів та механізмів, які забезпечать надійну роботу ваших розробок. Виробниче оснащення. 3D-друк — це можливість швидко виготовляти зручне та ефективне оснащення для прискорення виробництва.

### **Список літератури.**

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.

2. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.

3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.

4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.

5. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

6. Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89.

7. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоець В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.

8. Кюрчев С. В., Колодій О. С., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Визначення терміну служби інструменту залежно від основних властивостей матеріалів і умов обробки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Київ. 2021. Вип. 12. № 1. С. 97-101.

## КОДЕКС ЧЕСТІ ГРУПИ ЯК ОРІЄНТИР ДЛЯ ДОТРИМАННЯ НОРМ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ СТУДЕНТАМИ ВНЗ

**Пачко К. Г., бакалавр,**

**Керівник: Ковальов О.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного*

Постановка проблеми. Дотримання норм академічної доброчесності, що в результаті буде підвищувати якість освіти, сприяти формуванню фахівців, озброєних морально-етичними принципами залежить від кожного зі здобувачів вищої освіти. Саме тому останнім часом значного розвитку набуває ідея стимулювання кодексу честі академічних груп, що забезпечить обмеження з точки зору морально-етичних принципів для членів цієї спільноти [1,2]. З іншого боку такий підхід до реалізації принципів академічної доброчесності забезпечить солідарну відповідальність представників професорсько – викладацького складу закладів вищої освіти та здобувачів вищої освіти за кінцеві результати навчання та отриманні при цьому фахові компетенції [3].

Основні матеріали дослідження. Реалізація ідеї розробки Кодексу честі в кожній з академічних груп сприятиме вирішенню ряду завдань, зокрема [4-8]:

- здобувачі вищої освіти будуть реалізовувати прагнення до самоврядування, що буде ґрунтуватись на принципах відповідальності та самоорганізації;
- загальні принципи, відзначені в розробленому самими здобувачами вищої освіти Кодексу честі групи накладатиме додаткові зобов'язання на моделі поведінки членів групи у вищому навчальному закладі, ставленні до своїх обов'язків як студента та відповідальності за власну дію або без дію;
- власне написання норм Кодексу честі академічної групи буде сприяти формуванню у здобувачів вищої освіти навичок академічного письма, буде вчити основам наукових досліджень при проведенні аналізу шляхів вирішення подібних завдань у інших закладах вищої освіти України та засвоєнню первинних навичок академічного письма;

- участь студентів в реалізації програми академічної доброчесності дозволить їм в більшому ступені відчувати власну причетність та відповідальність за результати навчання;

- дотримання написаних власноруч норм академічної доброчесності для мікроколективу сприятиме формуванню комунікативних навичок та об'єднанню особистостей академічної групи в об'єднаний єдиною метою колектив однодумців.

До проблем реалізації такої пропозиції слід віднести інертність значної частини здобувачів вищої освіти. Внаслідок цього з високою часткою імовірності можна прогнозувати, що спроба практичної реалізації пропозиції призведе до того, що основне навантаження при написанні студентського Кодексу честі буде на кураторах академічних груп. Попередити це явище може керівництво цією роботою з боку студентської ради та представників деканатів.

Результати та висновки. Реалізація норм академічної доброчесності залежить від кожного з членів освітньо – виховного процесу. Незважаючи на те, що нині здобувачі вищої освіти ознайомлюються з Кодексом честі ТДАТУ, основами академічної доброчесності та академічного письма на першому курсі навчання, активна участь в обговоренні та формулюванні положень цього документу. Саме цьому виваженим рішенням буде пропонувати розробку Кодексу честі в кожній з академічних груп.

### **Список літератури**

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. – Мелітополь, 2021. – 180 с.

2. Ковальов О.О. Розроблено лекційний матеріал та методичні вказівки з академічної доброчесності для дисципліни Вступ до фаху. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/rozrobleno-lekcijnyj-material-ta-metodychni-vkazivky-z-akademichnoji-dobrochesnosti-dlja-dyscypliny-vstup-do-fahu/> (дата звернення 16.11.2021 р.)

3. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О. Особливості трудового і професійного виховання студентів закладів вищої освіти // Удосконалення освітньо-

виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 382 -392.

4. Ковальов О.О., Самойчук К.О., Колодій О.С., Червоткіна О.О. Індивідуалізація та диференціація підходів в процесі засвоєння дисципліни «Методологія та організація наукових досліджень з основами інтелектуальної власності. Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: зб. Наук.-метод. Праць ТДАТУ. Мелітополь, 2021. Вип. 24. С. 496-505.

5. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Задосна Н.О. Методичні засади проблеми депопуляції та профорієнтації шляхом розвитку Мелітопольської урбанізації поліцентричного типу // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 531-538

6. Червоткіна О.О., Тарасенко В.Г., Ковальов О.О. Дистанційне навчання як невідемний атрибут сучасного університету. Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: зб. Наук.-метод. Праць ТДАТУ. Мелітополь, 2021. Вип. 24. С. 481-488.

7. Паляничка Н.О., Верхоланцева В.О., Ковальов О.О. Використання активних та інтерактивних методів навчання при викладанні дисципліни «Технологічне обладнання переробних і харчових виробництв» // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 578-582

8. Михайлов Є.В., Чорна Т.С., Задосна Н.О., Ковальов О.О. Отримання лянтеоретичних та практичних навичок студентами при підготовці до роботи та регулюванню насіннеочисної машини // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 565 -571

## СТРУЖКОУТВОРЕННЯ ПРИ ШЛІФУВАННІ

**Філоненко А.В., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Шліфування - один із найстаріших технологічних процесів обробки матеріалів і в той же час залишається одним із слабовивчених, незважаючи на зростаючу роль його в промисловості.

Напружений стан у зоні контакту абразивного зерна з металом можна описати на основі теорії пружно-пластичного зіткнення твердих тіл, що викликають втомне руйнування металу та знос абразиву. У реальних умовах на поверхні кола утворюються ріжучі кромки, які частково сприймають тиск, що діє на коло, так як ззаду ріжучих кромок розташовані контактні зерна, що створюють подряпини або тільки поверхню контакту, що труться. Ріжучі кромки справляють дію в пластичній зоні, створюючи стружку. Чим більше під впливом ударів зерен зростає пластична зона, тим інтенсивніше стружкоутворення.

Деформацію металу в зоні стружкоутворення можна поділити на дві стадії. При заглибленні вершини зерна на величину, порівнянну з радіусом округлення вершини різця, відбувається пластичне зминання металу та виділяється велика кількість тепла, при подальшому заглибленні вершини різця на величину  $az > r$  починається утворення стружки за загальноприйнятою схемою роботи леза зі своїми джерелами тепла [1-5].

Якщо взяти до уваги, що процес різання при шліфуванні переривчастий при величезній кількості зерен-різців, а товщини зрізу дуже малі, слід вважати енергію, що витрачається на пластичне зминання, дуже значною. Ця енергія сприяє високим тепловиділенням у зоні контакту, які створюють фактичні умови стружкообрання, тобто. обробку нагрітої поверхні металу. Чим вище тендітна міцність абразивного зерна і вище твердість кола, тим інтенсивніше процес тепловиділення в контактних шарах, і при вищих значеннях подачі забезпечується

практично повне видалення тепла зі стружкою.

Стружка, що знімається, має суцільний контакт з великою кількістю абразивних зерен і зв'язкою інструменту. Стружка, зустрічаючись із сусідніми зернами, відчуває додаткову деформацію, яка залежно від природи матеріалу подрібнює і деформує її тією чи іншою мірою, зустрічаючись зі зв'язкою, сприяє її вигоранню та виникненню хімічних реакцій у зоні контакту. Взаємодія зерен з металом при шліфуванні має переривчастий характер, тому час контакту ділянки кола з оброблюваною поверхнею становить десятитисячні частки секунди і є тенденції до скорочення цього часу за рахунок підвищення швидкості шліфування шляхом створення високоміцних твердих кіл, а для оброблюваної поверхні металу час контакту з ділянкою поверхні кола становить десятки частки секунди залежить від швидкості подачі. Для цих умов оптимальний варіант буде створюватися в тих випадках, коли ділянки кола через уривчастість процесу не акумулюватимуть тепло, тобто поряд з підвищенням продуктивності шліфування буде досягатися вища стійкість інструменту.

Найбільший вплив на процес теплоутворення мають наступні фактори: теплопровідність металу, зусилля шліфування, швидкість шліфування та величина подачі, геометричні розміри кола та початкова температура металу.

Основна кількість тепла, що утворюється в зоні контакту кола з металом, видаляється зі стружкою (до 90%). Чим більше вдається відвести тепла з контактної зони зі стружкою, тим ефективніший процес шліфування в цілому, тобто вища продуктивність та стійкість інструменту. Позитивний вплив на процес надає додаткове виділення тепла у зоні контакту за рахунок введення до складу маси інструменту порошкоподібних металів типу титану, цирконію, які при шліфуванні вступають у реакцію хіміко-технологічного горіння із значним виділенням тепла [6-8].

Тепло реакції розміцнює поверхневі шари металу, переріз стружки, що зрізається, збільшується при тих же тисках на коло, знижуються умови обмеження по тендітній міцності матеріалу абразивних зерен, тобто створюються можливості подальшого підвищення продуктивності за рахунок збільшення тиску на коло.

Продукти реакції горіння вищезгаданих металів являють собою тугоплавкі

сполуки, які знижують зношування абразивних зерен. Обмеження в процесі шліфування настають за умов недостатньої теплостійкості органічної зв'язки, і зростаюче значення набуває охолодження ріжучої кромки інструменту, що в загальному випадку забезпечується за рахунок примусового охолодження організації. Основним напрямом, наприклад, найінтенсивнішого процесу силового та швидкісного шліфування — абразивного різання — є одночасне підвищення лінійної швидкості кола, максимально можливе охолодження інструменту та введення до складу кола складових, що підвищують тепловиділення в контакті.

Таким чином, процес силового та швидкісного шліфування є зрізання нагрітих до високих температур (аж до температури плавлення основи сталі  $\sim 1500^{\circ}\text{C}$ ) шарів металу. При таких високих температурах навіть дуже різні за пластичністю при нормальних або робочих температурах сталі і сплави в умовах контакту кола з металом істотно розміцнюються і мають близький рівень властивостей міцності. Тому краще розуміння контактних умов при шліфуванні буде досягнуто при першочерговому з'ясуванні механізму зношування інструменту з позицій крихкого та пластичного руйнування різальних зерен, явищ адгезійного, абразивного, дифузійного та хімічного зношування інструменту.

### **Список літератури.**

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.
2. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.
3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.
4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.
5. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical

condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine*. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.

6. Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89.

7. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоєць В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.

8. Кюрчев С. В., Колодій О. С., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Визначення терміну служби інструменту залежно від основних властивостей матеріалів і умов обробки. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. Київ. 2021. Вип. 12. № 1. С. 97-101.



# ТЕПЛОУТВОРЕННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРА НАГРІВАННЯ РІЗЦЯ ПРИ РІЗАННІ

**Філоненко А.В., бакалавр**

**Науковий керівник: Черкун В.В., к.т.н., Пеньов О.В., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Різання металів супроводжується виділенням великої кількості теплоти, про що свідчить сильне нагрівання стружки, різця та меншою мірою деталі. Вивчення теплових явищ при різанні має велике практичне значення насамперед збереження різальних здібностей різця, який теплота надає негативне дію. Нагріваючись, ріжуча кромка різця втрачає твердість і затуплюється[1].

Для боротьби зі шкідливою дією теплоти при різанні важливо знати джерела її утворення, залежність від умов роботи та розподіл між стружкою, різцем та деталлю [2,3].

Основними джерелами утворення теплоти при різанні є деформація шару металу, що зрізається, і тертя поверхонь різця, стружки і оброблюваної деталі.

При деформації частинки металу змінюються формою, зсуваються одна щодо друга, з-поміж них виникає сильне тертя, у результаті якого виділяється теплота. Таку теплоту називають теплотою внутрішнього тертя на відміну від теплоти зовнішнього тертя, яка виділяється внаслідок тертя дотичних поверхонь різця, стружки і деталі.

Дослідженнями встановлено, що найбільша кількість теплоти виникає в результаті першого джерела-деформації шару, що зрізається [4].

На інтенсивність теплоутворення впливають усі умови різання: властивості оброблюваного матеріалу, геометрія різця, режим різання та якість застосовуваної змащувально-охолоджуючої рідини. Їх вплив на процес різання вказувалося при розгляді утворення стружки та сил опору різання. Однак найбільший вплив на кількість теплоти надає режим різання, зі збільшенням якого збільшується робота деформації шару, що зрізається, майже повністю перетворюючись на теплоту.

Теплота при різанні розподіляється між стружкою, різцем, оброблюваною деталлю та навколишнім середовищем. Найбільша її кількість (близько 70-80%) виноситься стружкою, в різець надходить 20-25%, в деталь - 4-9% і близько 1% - в навколишній простір.

Розподіл теплоти не залишається постійним, він змінюється головним чином із зміною швидкості різання. Зі збільшенням швидкості різання збільшується кількість теплоти, що носить стружкою, і зменшується частка її надходження в різець і деталь. Це пояснюється тим, що зі збільшенням швидкості руху стружки теплота не встигає перейти від неї до різця та деталі. Проте із збільшенням загальної кількості теплоти розпалюється не тільки стружка, а й значно підвищується температура різця [5-8].

Для зниження температури нагріву різця слід правильно вибирати його геометрію, режим різання та застосовувати змащувально-охолоджуючі рідини. .

Вплив геометрії різця з його працездатність вказувалося при розгляді кутів заточування різця. Було встановлено, що різці з меншими кутами в плані ф і л), з позитивним кутом нахилу головної ріжучої кромки і великим радіусом закруглення вершини мають більш високу стійкість.

При дослідженні теплових явищ Я. Г. Усачов встановив закономірність впливу елементів режиму різання на температуру нагрівання різця. Їм було доведено, що на температуру різця найбільший вплив має швидкість різання, менший — подача та найменший — глибина різання. Ця закономірність є вихідним становищем визначення найбільш продуктивних режимів різання.

При збільшенні глибини різання збільшується не тільки кількість теплоти, але і відведення її в тіло різця, так як теплота розподіляється на більш довгу активну частину головної ріжучої кромки.

Зі збільшенням подачі активна частина головної ріжучої кромки не змінюється, проте від неї видаляється центр тиску стружки, що зменшує до певної міри нагрівання різця.

Швидкість різання найбільш інтенсивно підвищує температуру в зоні різання внаслідок збільшення швидкості деформації шару, що зрізається, і переміщення поверхонь стружки і оброблюваної деталі щодо різця.

## Список літератури.

1. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 136 с.
2. Колодій А.С., Парахин А.А. Анализ процесса стружкообразования. Праці ТДАТУ, ТДАТУ. Мелітополь, 2019 Вип. 19. Том 4. С. 253-259.
3. Колодій О.С., Сушко О.В. Аналіз плоского пластичного плину матеріалу при оцінюванні оброблюваності на металорізальних верстатах. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.1.
4. Колодій О.С., Сушко О.В. Влияние среды, нанесенной на обрабатываемую поверхность, на процесс резания. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – Вип. 10, т.2.
5. Sushko O. V., Kolodii O. S., Penyov O. V. Individual forecasting of technical condition of machines and development of method for determining the conditional function of distributing their residual resource. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2019. Vol. 10, № 4. P. 63-69.
6. Колодій О.С., Сушко О.В. Результати аналізу терміну служби інструменту залежно від матеріалів та умов обробки. I Всеукраїнська Інтернет-конференція студентів та молодих вчених «Science and innovations in the 21st century» - 2021. С. 88-89.
7. О.В.Сушко, О.С. Колодій, Коломоець В.А. Нові матеріали в машинобудуванні: навч.-метод. посіб. Мелітополь: 2021. 108 с.
8. Кюрчев С. В., Колодій О. С., Верхованцева В. О., Кюрчева Л. М. Визначення терміну служби інструменту залежно від основних властивостей матеріалів і умов обробки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Київ. 2021. Вип. 12. № 1. С. 97-101.

## НЕДОЛІКИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

**Мехтієва С.М., магістр,**

**Керівники: Дідур В.В., д.т.н.**

*Уманський національний університет садівництва*

**Ковальов О.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,*

Постановка проблеми. Після кризи енергоресурсів в 70-х рр минулого сторіччя та в зв'язку з існуючими проблемами традиційних носіїв енергії значна частина країн світу звернула увагу на розвиток альтернативних систем генерації. Одним з найбільш рентабельних та екологічних з точки зору зниження викидів шкідливих з'єднань в атмосферу видів поновлюваних джерел енергії є використання потенціалу внутрішнього тепла Землі. Разом з цим, цій групі способів виробітку тепла та електричної енергії властиві певні вади, що стримують або обґрунтовують обмеженість використання величезного потенціалу геотермальних джерел [1,2].

Основні матеріали дослідження. Однією з проблем цього виду генерації спеціалісти називають можливість зниження температурного потенціалу, що може спостерігатись при інтенсивному використанні свердловин. Звести до мінімуму вірогідність зниження температурного потенціалу ґрунтових масивів можливо за рахунок побудови великої кількості електростанцій невеликої потужності, наприклад системи генерації потужністю 5 –20 МВт могли б задовольнити потреби невеликих населених пунктів, або групи спеціалізованих виробництв переробної та харчової промисловості [3]. Однак реалізація такого способу використання потенціалу геотермальних джерел енергії ускладнюється високими капіталовкладеннями на етапі проведення геологічної розвідки та будівництва встановлених потужностей. Незважаючи на те, що 7 областей України здатні забезпечити генерацію 6-7 млрд кВт·год щороку кожна, на більшості територій країни для отримання необхідного для ефективної роботи ГеоТЕС температурного градієнту необхідно забезпечити буріння свердловин глибиною понад 4 км. Зростання витрат на будівництво таких тепло та

електростанцій матиме експоненціальний характер.

Можливим варіантом є широке впровадження бінарної системи видобування енергії, за якою тепло пари, або води, що отримується з під рівня Землі нагріває та забезпечує кипіння легко киплячої рідини (фреон, ізобутан), що подається по другому контуру геотермальної установки. Однак, при такому способі на перше місце виходять питання забезпечення безпеки обслуговування та вирішення питань можливого забруднення навколишнього середовища. Разом з цим, саме ця схема, для продуктивної роботи якої необхідна температура повинна складати мінімальну величину 120–170°C, що можливо досягти при бурінні свердловин меншої глибини, а отже досягти зниження первинних капітальних вкладень [3,4,5].

Крім цього, оскільки вода або суха пара, що використовується для генерації електричної енергії або забезпечення технологічних процесів гарячою водою має високий рівень мінералізації, це обумовлює вимоги до матеріалів, які використовуються при будівництві ГеоТЕС. Вони мають володіти властивостями корозійної стійкості, та бути здатними витримувати високі робочі температури протягом тривалого часу використання установки. Крім цього, враховуючи високий рівень мінералізації робочих тіл, що забезпечують функціонування обладнання не можна виключати відкладання солей на стінках обладнання та подальше явище облітерації труб, що занурюються в свердловину [6,7].

Високий рівень мінералізації пари або води створює питання екологічного характеру, оскільки після того як робоча речовина обертає турбіну та виходить на етап конденсації виникає проблема утилізації цих вод, що містять такі шкідливі елементи, як миш'як та ртуть. Можливим варіантом вирішення питання в цьому випадку могло б бути будівництво заводів по видобуванню з води хімічних елементів, але дійсно корисних і цінних з економічної точки зору елементів в такій воді небагато, що знижує мотивації до практичної реалізації такого способу. Іншим варіантом є використання схеми ГеоТЕС із замкненим контуром, що вирішує проблему утилізації відпрацьованої рідини, однак, зважаючи на необхідність високих вкладень на етапі будівництва електростанцій ця ідея досі не реалізована в жодній з існуючих на території України та окупованого Криму 11 ГеоТЕС [1,3,7].

Результати та висновки. Розвиток альтернативних джерел живлення та систем

електричної генерації обумовлений рядом труднощів, однак саме зусилля, спрямовані в цьому напрямку в потенціалі здатні забезпечити енергетичну незалежність України.

### Список літератури

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. – Мелітополь, 2021. – 180 с.

2. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Задосна Н.О. Методичні засади проблеми депопуляції та профорієнтації шляхом розвитку Мелітопольської урбанізації поліцентричного типу // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 531-538

3. Альтернативне живлення обладнання машинобудування. Конспект лекцій для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ОС Бакалавр - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2017 – 101 с. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/konspekt-lekcyj-alternatyvne-zhyvlennja-obladnannja-mashynobuduvannja.pdf>

4. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. – Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. – 428с.

5. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. – 250 с.

6. Колодій О.С., Кюрчев С.В., Сушко О.В., Ковальов О.О. «Автоматичне управління процесами обробки металів різанням»: Методичний посібник з виконання лабораторних робіт / О.С. Колодій, С.В., Кюрчев, О.В.Сушко, О.О. Ковальов. – Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. – 136 с.

## СОНЯШНИК – СТРАТЕГІЧНО ВАЖЛИВА КУЛЬТУРА УКРАЇНИ

**Прокопій В.С., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Соняшник останніми роками став найважливішою культурою України. У десятки разів збільшилися площі, що засівають соняшником по всіх регіонах. Але чи всі виробники ведуть своє господарство рентабельно?

Середня врожайність, зважаючи на результати щорічних звітів, дуже низька. Потенціал цієї олійної культури як мінімум у 2 рази вищий, ніж виходить на практиці. Чим зумовлена низька врожайність? Можна назвати 2 ключові фактори, які сприяють втратам урожаю [1,3].

По-перше, недотримання агротехнічних вимог. Сюди входять терміни сівби, густина посівів та своєчасне внесення необхідних препаратів. На жаль, недостатньо сумлінно дотримуються і правила сівозміни культур, що призводить до виснаження ґрунту [2-5].

По-друге, неякісний посівний матеріал може спричинити збитки господарства. Погнавшись за дешевизною насіння, можна залишитися практично без урожаю наступного сезону. Виробник або продавець повинен показати документи на свою продукцію, де вказані характеристики насіння. Знаючи біологічні показники насіння, можна передбачити результат, чи вийде виробництво рентабельним. Порожні сім'янки, уражені чи травмовані, не зможуть дати початок розвитку здорової рослини. Тому варто вибирати тільки здорове насіння. Судити про якість посівного матеріалу можна, ґрунтуючись на візуальному огляді або досвідченим шляхом перевірити схожість та енергію проростання.

Посівний матеріал від ПП "Насінницьке" сертифіковано, якість підтверджується документально. Крім того, ми з радістю надсилаємо нашим клієнтам зразки продукції для проведення ними самостійного аналізу [6-8].

Існує думка, що соняшник «висмоктує всі соки» із землі. Ми ж вважаємо, що

повернення його на колишнє місце через 6-8 років благотворно впливає на подальші культури у сівозміні. Давайте розглянемо, чи це так. Рослини соняшника дійсно мають потужну кореневу систему здатну поглинати воду з глибоких горизонтів ґрунту 1,5-2 м, а наступна культура, наприклад озима пшениця, споживає воду в основному з 0-100 см шару, який на 70% поповнюється за зиму. Тому для озимих зернових культур брак запасів вологи у глибоких горизонтах не є найголовнішим. У процесі своєї життєдіяльності коренева система соняшника переводить важкодоступні елементи живлення у більш доступні, а також підтягує їх з глибших горизонтів у 30-40 см шар ґрунту, що позитивно впливає на розвиток подальшої культури.

У золі соняшника міститься 40% калію. Нестача калійного харчування особливо відчутна з періоду бутонізації до дозрівання насіння. На більшій частині України забезпеченість калієм є достатньою. Внесення калійних добрив виправдано на ґрунтах з низьким його вмістом – вилуженому чорноземі, сірих лісових. Якщо врахувати особливості харчування соняшнику в системі сівозміни і приділити належну увагу в харчуванні подальшої культури, то виявиться, що він хороший попередник, наприклад для пшениці озимої, набагато краще ячменю, пшениці і тим більше кукурудзи.

При врожайності маслонасіння 3 т/га соняшник виносить із ґрунту 180 кг азоту, 80 кг фосфору та 560 кг калію. Вирощування низькорослих та середньорослих (120-170 см) сортів та гібридів зменшує сумарне споживання кількості азоту в порівнянні зі злаками [9].

Азот сприяє активному зростанню рослин. Однак його надлишок веде до суттєвого наростання вегетативної маси та нераціонального використання вологи. Фосфор благотворно впливає розвиток кореневої системи, стимулюючи її розвиток, у результаті рослина може забезпечити себе необхідними елементами. Він відіграє винятково важливу роль у процесах обміну енергії у рослинних організмах. Енергія сонячного світла в процесі фотосинтезу та енергія, що виділяється при окисненні раніше синтезованих органічних сполук у процесі дихання, акумулюється в рослинах у вигляді енергії фосфатних зв'язків у так званих макроергічних сполук, найважливішою з яких є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ). Накопичена в АТФ



енергія використовується для всіх життєвих процесів росту та розвитку рослин, поглинання поживних речовин із ґрунту, синтезу органічних сполук, їх транспорту. Фосфор, можливо, є недооціненим поживним елементом, через відсутність якого в ґрунті спостерігається нестача активної органічної речовини (гумінових і фульвокислот). Особливо різко дефіцит фосфору дається взнаки у всіх рослин при утворенні репродуктивних органів. Його недолік гальмує розвиток та затримує дозрівання, викликає зниження врожаю та погіршення якості продукції. Рослини при нестачі фосфору різко уповільнюють ріст, а листя їх набувають спочатку з країв, а потім по всій поверхні сіро-зелене, пурпурове або червоно-фіолетове забарвлення. Ознаки фосфорного голодування зазвичай проявляються вже на початкових стадіях розвитку рослин, коли вони мають розвинену кореневу систему і не здатні засвоювати важкорозчинні фосфати ґрунту.

Калій бере участь у процесах синтезу та відтоку вуглеводів у рослинах, зумовлює водоутримуючу здатність клітин та тканин, впливає на стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища та хвороб.

Відомо, що фосфор та калій дуже погано проникають у рослини через листя порівняно з іншими елементами. Найшвидше проникає N (азот), Mg (магній), Na (натрій), повільніше – S (сірка), ще повільніше – Ca (кальцій), K (калій), P (фосфор) та інші мікроелементи. Тим не менш, навіть калій і фосфор засвоюються через листову поверхню в кілька разів швидше, ніж із ґрунту, особливо при слаборозвиненій кореневій системі.

### **Список літератури.**

1. Кюрчев С. В., Колодій А. С. Результаты исследования разработанного сепаратора семена с вертикальным аспирационным каналом. Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2014. Vol. 16, № 2. P. 322–329.

2. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Аналіз методів збільшення врожайності сільськогосподарських культур та вимоги до сепаруємого матеріалу. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця, 2012. Вип. 11 (2). С. 322–327

3. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Багатокритеріальний аналіз існуючих сепараторів насіння із різним робочим знаряддям. Вісник Харківського

національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Серія: технічні науки. Харків, 2015. Вип. 156, т. 1. С. 86–92.

4. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Методика дослідження раціонального діаметра патрубків постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2013. Вип. 13, т. 3. С. 146–150.

5. Колодій О. С. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пневмогравітаційного сепаратора насіння соняшника: автореф. дис. канд. техн. наук. Мелітополь: ТДАУ, 2015. 23 с.

6. Кюрчев С.В., Колодій А.С. 2013. Анализ существующих способов и средств для сепарации семян. MOTROL. Motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow. Vol. 15. No 2. 197–205

7. Технічні засоби післязбиральної обробки насіння соняшнику: монографія /Є.В. Михайлов та інш.//Видавничо-поліграфічний центр FORWARD PRESS, м. Мелітополь, 2019. – 203с.

8. Колодій А. С. Математическое описание поведения зерновок подсолнечника в воздушном потоке разделительных установок. Motrol. Lublin-Rzeszow, 2015. Vol.17.№9. p. 9-13.

9. Кюрчев С.В., Колодій А.С. 2013. Методики исследования параметров сепаратора семян предложенного типа. MOTROL. Motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow. Vol. 15. No 2. 205-213.

## ПЕРЕВАГИ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

**Крестов В. Г., бакалавр,**

**Керівник: Ковальов О.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Постановка проблеми. Забезпечення енергетичної безпеки України ґрунтується на принципах децентралізації джерел енергії та широкого впровадження поновлюваних систем генерації на території нашої держави [1,2]. Одним з найбільш перспективних для розвитку видів альтернативних джерел енергії для виробітку енергії та забезпечення населення та технологічних процесів виробництва переробної і харчової промисловості опаленням та гарячою водою є використання геотермальних систем генерації.

Основні матеріали дослідження. На сьогоднішній день відсоток використання геотермальних джерел енергії, по всьому світу, складає 1% від загального теплового запасу Землі. Перспективними вважають території, в яких зростання температури з заглибленням відбувається достатньо стрімко для її використання [3]. З таких можна виділити території гірських порід, з поверхні яких, можна отримати значні кількості нагрітої пари чи води, а мінеральний склад термальних вод дозволяє уникнути труднощів з відкладенням солі в устаткуванні з видобутку цієї енергії. Іншими прикладами переваг цього виду енергії є [2-6]:

- незалежність виробництва електроенергії від пори року та умов навколишнього середовища;
- відсутність викидів вуглекислого газу і канцерогенних продуктів в атмосферу, що вигідно виділяє ГеоТЕС в порівнянні з традиційними джерелами генерації енергії;
- невичерпність енергії;
- надійність, висока передбачуваність та мінімальні витрати на проведення обслуговування в процесі функціонування;

- високий потенціал, що дозволяє задовольнити зростаючі в зв'язку зі збільшенням чисельності населення потреби в енергетичних ресурсах та враховуючи обмеженість традиційних носіїв;
- відсутність використання будь якого палива при роботі ГеоТЕС, що обумовлює незалежність від світових цін на енергоносії;
- майже незмінне електричне і теплове навантаження протягом усього життєвого циклу видобувної установки, щоправда за умови раціонального використання потенціалу свердловин;
- існує можливість використання як для опалення так і для видобутку електроенергії на електростанціях.
- низький шумовий фон, наявність якого пов'язана з роботою вентиляторів, які забезпечують функціонування систем охолодження.

Україна намагається не відставати від розвинених європейських країн, які динамічно розвивають „зелену” енергетику, максимально використовуючи власний природний потенціал. Лише у 2009 р. з державного бюджету на розвиток альтернативної енергетики в Україні було виділено 500 млн грн на об'єкти Міністерства житлового господарства і 1,5 млрд грн – за лінією Міністерства регіонального розвитку і будівництва. Але ефективність державної політики у сфері альтернативної енергетики залежить у першу чергу від ефективності нормативно-законодавчої бази, яка покликана створювати сприятливі умови для роботи на українському ринку відновлюваної енергетики [1,7].

Результати та висновки. Продовження зростання кількості населення на Землі та обмеженість потенціалу традиційних носіїв енергії, наявність в них широкого спектру принципово невирішуваних проблем призводить до збільшення генерацій, заснованих на впровадженні поновлюваних джерел енергії, одним з найбільш перспективних з яких є використання геотермальних джерел для генерації тепла та електричної енергії.

### **Список літератури**

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О.,

Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. – Мелітополь, 2021. – 180 с.

2. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Задосна Н.О. Методичні засади проблеми депопуляції та профорієнтації шляхом розвитку Мелітопольської урбанізації поліцентричного типу // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 531-538

3. Альтернативне живлення обладнання машинобудування. Конспект лекцій для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ОС Бакалавр - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2017 – 101 с. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/konspekt-lekcyj-alternatyvne-zhyvlennja-obladnannja-mashynobuduvannja.pdf>

4. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. – 250 с.

5. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. – Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. – 428с.

6. Самойчук К.О., Петриченко С.В. Огляд основних тенденцій, методів і технологій сучасного комп'ютерного інжинірингу харчових і переробних виробництв. Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти: зб. Наук.-метод. Праць ТДАТУ. Мелітополь, 2021. Вип. 24. С. 47-53.

7. Паляничка Н.О., Верхоланцева В.О., Ковальов О.О. Використання активних та інтерактивних методів навчання при викладанні дисципліни «Технологічне обладнання переробних і харчових виробництв» // Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти. Випуск 24 / Збірник науково-методичних праць / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, О.П. Ломейко, В.Т. Надикто [та ін.]. - Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С . 578-582

## СЕПАРАЦІЯ НАСІННЯ ЗБІЛЬШУЄ ВРОЖАЙ СОНЯШНИКА

**Бобровський М.С., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Сучасне агропромислове виробництво пред'являє високі вимоги до якості очищення соняшникового насіння при зниженні наведених витрат за технологію очищення. Задоволення вимог стикається з необхідністю подолання технічних проблем, вирішення яких найчастіше намагаються знайти шляхом реалізації систем високоефективних окремих технологічних операцій. Серед них можна виділити системи, що визначають найбільш поширені універсальні повітряно-решітні зерноочисні машини для очищення зернових, соняшнику та щегого насіння, що є основними елементами сучасних зерноочисних агрегатів та ліній, що реалізують різні технології післяжнивного очищення насіння різних сільгоспкультур [1].

Розвиток таких машин має бути спрямовано на розширення їх функціональних можливостей, підвищення ефективності роботи, надійності, довговічності, річного завантаження, універсальності, екологічності, зниження матеріало та енергоємності, зручність обслуговування.

Неповне вирішення цієї проблеми призводить до зниження якості очищення вороху насіння соняшника, зростання його втрат, а отже, зростання наведених витрат на очищення, зниження рентабельності виробництва насіння соняшнику. Виходячи з цієї дисертаційної роботи спрямована на інтенсифікацію процесу сепарації соняшникового насіння на решітній зерноочисній матині – актуальна.

Виробництво насіння соняшника є найважливішою сферою сільськогосподарського виробництва, що впливає на ступінь забезпечення населення продовольством, рівень розвитку кормової бази для тваринництва, птахівництва та сировинної бази для низки галузей промисловості. Державі поставлено стратегічне завдання найближчими роками в 1,5 рази збільшити валовий збір насіння соняшника.

Аналіз технологій очищення вороху насіння соняшника дозволяє зробити висновок, що одним з важливих напрямів зниження втрат є зниження його втрат при прийомі, зберіганні, виділення повноцінного насіння та олійних домішок з купи насіння соняшнику на зерноочисних агрегатах, на підприємствах прийому, зберігання та переробки зерна (ППХПЗ).

Тенденція еволюційного екстенсивного розвитку потоково-періодичних та поточкових технологій очищення купи насіння соняшника та технічних засобів вичерпує свої можливості. Для суттєвого зростання якості сепарації вороху соняшнику необхідні нові сучасні технології його очищення, що забезпечують сепарацію вороху насіння соняшнику із заданими технологічними обмеженнями та мінімізацією наведених витрат на очищення.

Використовуючи методи структурно-параметричної оптимізації та стендові випробування, виявлена перспективність використання універсальних одноярусних 3-х решітних модулів [2-6] (наприклад, в режимі очищення зерна пшениці продовольчого призначення продуктивність 2-х трирешітних модулів в 1,7 двоярусного 4-х решітного стану (площа решітних поверхонь, якого на 19,7% менше ніж у 2-х 3-х решітних) за рахунок тонкошарової сепарації та раціональної послідовності операцій, визначається компонуванням вирішує в ярусі.

При цьому велика увага приділяється принципу формування раціональної сукупності приватних технологічних операцій у відділеннях очищення агрегатів, основна частина яких використовується в різних поєднаннях та послідовності для різних видів очищення (попередня, продовольча, насіннева) купи насіння соняшника. Такий підхід забезпечує функціонування багатьох приватних технологічних операцій при реалізації різних раціональних технологій, що знижує наведені витрати на різні види очищення насіння [7-9].

### **Список літератури.**

1. Кюрчев С. В., Колодій А. С. Результаты исследования разработанного сепаратора семена с вертикальным аспирационным каналом. Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2014. Vol. 16, № 2. P. 322–329.
2. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Аналіз методів збільшення врожайності

сільськогосподарських культур та вимоги до сепаруємого матеріалу. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця, 2012. Вип. 11 (2). С. 322–327

3. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Багатокритеріальний аналіз існуючих сепараторів насіння із різним робочим знаряддям. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Серія: технічні науки. Харків, 2015. Вип. 156, т. 1. С. 86–92.

4. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Методика дослідження раціонального діаметра патрубка постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2013. Вип. 13, т. 3. С. 146–150.

5. Колодій О. С. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пневмогравітаційного сепаратора насіння соняшника: автореф. дис. канд. техн. наук. Мелітополь: ТДАУ, 2015. 23 с.

6. Кюрчев С.В., Колодій А.С. 2013. Анализ существующих способов и средств для сепарации семян. MOTROL. Motorization and energetics in agriculture. LublinRzeszow. Vol. 15. No 2. 197–205

7. Технічні засоби післязбиральної обробки насіння соняшнику: монографія /Є.В. Михайлов та інш.//Видавничо-поліграфічний центр FORWARD PRESS, м. Мелітополь, 2019. – 203с.

8. Колодій А. С. Математическое описание поведения зерновок подсолнечника в воздушном потоке разделительных установок. Motrol. Lublin-Rzeszow, 2015. Vol.17.№9. p. 9-13.

9. Кюрчев С.В., Колодій А.С. 2013. Методики исследования параметров сепаратора семян предложенного типа. MOTROL. Motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow. Vol. 15. No 2. 205-213.



# **ECONOMICAL EFFICIENCY OF USING A DISPERGATOR JET-SLOT TYPE**

**Bratishko V., Doctor of engineering Sciences**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

**Kovalov O., Candidat of engineering Sciences**

*Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university*

Dispersion refers to the normative operations used in the milk processing, the fat content of which does not exceed more than 2–4% [1]. Execution of this operation causes an increase in the unit cost of dairy products. This is explained by the fact that the energy costs of the process for the most common valve homogenization in the industry are more than 8 kWh/t of homogenized milk [1.2]. Scientists have proposed 10 hypotheses that do not fully explain the theory of the process in the area of the valve slit, which is associated with high speeds of milk (over 100m/s) and microscopic particle size with an average diameter of 1  $\mu\text{m}$  or less [1.3].

The results of the study of promising areas for improving the energy efficiency of dispersion suggests that a significant reduction in energy costs can be achieved by developing designs based on creating the maximum difference between the rates of skim milk and cream [4]. During the operation of the dispersant, pre-skimmed milk is fed to the chamber, the shape of which assumes the presence of the largest narrowing of the confuser, in which the required amount of cream, calculated from the material balance equation, is fed to it from the cream supply tank through the annular gap formed [3]. Thus in the place of receipt of a dispersed phase (cream) the maximum difference of speeds of dispersion and dispersed phases is created.

Rational values of hydraulic, technological and structural parameters of the jet-slit homogenizer for achievement of the average size of fat balls at the level of 0,75–0,80 microns and the minimum specific energy consumption are analytically determined [2,5]:

- the optimization of the shape of the inner surface of the confuser in the supply zone of the fat phase indicates that the lowest energy consumption is provided when using the camera, with a conical shape of the inner surface;
- it is determined that increasing the efficiency of the jet-slit homogenizer can be

achieved by reducing the supply of the dispersion phase, increasing the inner diameter of the confuser at the site of greatest narrowing, increasing the width of the annular slit for feeding cream, using a chamber having a conical shape of the inner profile possible fat content of the finished product during normalization of fat content [6,7].

The obtained data show that to reduce energy costs while providing the same average diameter of fat globules (0.8  $\mu\text{m}$ ) it is necessary to use a chamber in which the length of the annular gap varies in the range of 8.7–8.9 mm, where energy costs have an extremum point (minimum), while the productivity of the homogenizer will fluctuate in the range of 950–1050l/h, and energy costs will be about 0.95–0.97 kW·h/t.

In the course of the research, a mock-up industrial sample of milk homogenizer with a capacity of 2500 kg/h was developed with an installed motor power of 8 kW, which allows to obtain milk with a fat content of 2–4% with an average fat globe size of 0.8–1.2  $\mu\text{m}$  and having specific energy consumption 0.74 kW·h/t. A method for calculating an industrial sample of a jet-slit homogenizer of milk with a separate supply of cream has been developed [2,8]. The comparative characteristic of economic efficiency which is reached at replacement of the basic variant of the valve homogenizer K5 – OG2A – 1,25 on the jet homogenizer of slit type milk is carried out.

The book value of the jet homogenizer is UAH 85,000, the weight does not exceed 180 kg, and the annual output is 5,000tons/year [3,6]. Achieving such a significant reduction in energy costs while ensuring the average diameter of fat globules after dispersion at the level of technologically determined requirements (0.8–1.2  $\mu\text{m}$ ) is possible by reducing the operating pressure of the process. Comparison of the results of theoretical studies in which the maximum operating speed of skim milk, which is the main component of energy consumption in the jet-slit dispergator does not exceed 85 m/s and is provided at an operating pressure of 2.1 MPa with a valve homogenizer whose operating pressure ranges from 15 -25 MPa indicates a decrease in the required pressure by 7-11 times. The use of a milk homogenizer with a separate supply of slit-type cream allows to reduce energy costs from 8 kWh / t of homogenized milk for valve dispersant to less than kWh/t of treated product and lower values for jet-slit dispersant of milk dispenser with a slit type.

### **Список літератури**

1. Ковальов О. О. Аналіз конструкцій гомогенізаторів молока. Праці ТДАТУ.

Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 4. С. 264-272.

2. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskiy, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Determination of fat milk dispersion quality in the jet-slot type milk homogenizer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 5/11 ( 107 ). pp 16–24.

3. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskiy, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences». 2020. No. 5. 51–59 pp.

4. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Лубко Д.В. Моделювання параметрів струминного гомогенізатора молока щілинного типу. Праці ТДАТУ. – Мелітополь, ТДАТУ. – Вип. 18. Т.2 – 2018. – С. 286–292.

5. A. Kovalev Determination of the coefficient of the injector-slot milk homogeneity of milk with separate giving of cream // Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали I Всеукраїн. Наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-30 вересня 2020 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 63-65.

6. Самойчук.К.О Аналіз сил дроблення жирових кульок в струминному гомогенізаторі/К.О.Самойчук, О.О.Ковальов//Наукові праці півд. Філіалу НАУ біоресурсів та природокористування «Кримський аграрний університет»,Симферополь 2013 Технічні науки вип.153, стр 26 – 34.

7. Самойчук К. О., Ковальов О.О., Колодій О.С., Серий І.О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію Вебера струминно-щілинного гомогенізатора молока/ Праці ТДАТУ, ТДАТУ імені Дмитра Моторного – Мелітополь: 2019. – Вип19. – Том3. С 78-85.

8. Ковальов О.О., Колодій О.С. Експериментальне визначення коефіцієнту витрат струминних диспергаторів жирової фази молока / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С.53 -55.

## ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

**Бобровський М.С., бакалавр**

**Науковий керівник: Колодій О.С., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Соняшник - однорічна рослина сімейства складноцвітих. Має потужну кореневу систему, що швидко розвивається до 140 см в глибину (в особливо оптимальних умовах — до 5 м) і до 120 см завширшки. Стебло високе (від 40 см до 4 м), дерев'янисте, покрите жорсткими волосками. Листя велике, овально-серцеподібної форми із загостреним кінцем. Суцвіття - багатоквітковий кошик (діаметром у олійних форм в середньому близько 15-20 см) з плоским або опуклим диском. Квітки крайові - язичкові, великі, безстатеві, оранжево-жовтого кольору; серединні - трубчасті, зазвичай обох статей, менших розмірів, покривають все квітколоже. Соняшник – добрий медонос. Плід - сім'янка, складається з оболонки та ядра. Оболонка (лушпиння) зазвичай становить 35-40%, у високоолійних сортів до 20% від ваги сім'янки. У сім'янках соняшнику міститься 22-27 % олії, а найкращих селекційних сортів до 46 % (в ядрі значно більше). В одному кошику, залежно від сорту соняшнику та характеру догляду за рослиною, є від 200 до 7000 сім'янок. Батьківщина соняшника – південь. Частина Півн. Америки. У Росію завезений із країн Західної Європи в 18 ст. Спочатку його вирощували, як декоративну рослину, потім насіння соняшнику почали розводити на городах і баштанах і вживати як ласощі. Вирощування соняшнику як олійної рослини в польовій культурі пов'язане з ім'ям кріпосного селянина Бокарева, який вперше почав виробляти з соняшника олію та з 1835 року збувати її. Культура соняшнику набула широкого поширення в поліводстві спочатку в Саратовській та Воронежській губерніях, потім і в інших районах.

Соняшник є типовою рослиною степової та лісостепової смуги. Має високу пластичність, яка дозволяє обробляти його в різних кліматичних умовах. У Росії її зосереджено близько 70 % всіх світових посівів. Соняшник - основна олійна

культура, що обробляється в Росії на насіння, з яких отримують харчову та технічну олію. Макуха використовується в корм сільськогосподарською твариною; із золи стебел отримують поташ або застосовують її як добриво. Високорослі сорти соняшнику (до 4 м), що дають велику зелену масу, вирощують як силосну культуру.

Форми культурного однорічного соняшника ділять на 3 групи: 1) гризові - мають великі сім'янки, з відносно невеликим ядром, що зумовлює їхню знижену олійність; не мають панцирного шару в навколопліднику, а тому легко ушкоджуються гусеницею соняшникової молі; 2) олійні - з дрібнішими сім'янками, що мають панцирний шар у навколопліднику; 3) межеумки - форми, перехідні між гризовими та олійними. У Росії виробниче значення мають сорти олійного соняшника.

Соняшник вимогливий до ґрунтів. Кращими ґрунтами для нього є суглинні та супіщані чорноземи, багаті на поживні речовини. Піщані ґрунти для нього непридатні. Його сіють у просапному клину сівозміни. Найкращими попередниками соняшнику є озима пшениця та ярий ячмінь. На колишньому місці соняшнику сіють не раніше як за 8-9 років. При внесенні під соняшник органічних та мінеральних добрив одержують високі врожаї. Проти шкідників соняшнику, з яких найбільш небезпечні дротяники, хибнодротяники, жук-кравчик, соняшниковий вусач, соняшникова шипоноска, а також проти хвороб (склеротин, або білої гнилі, та іржі) застосовують агротехнічні, механічні та хімічні способи.

Для соняшника найкращими попередниками є озимі зернові культури, ярі хлібні злаки (пшениця, ячмінь) та зернобобові. Не слід висівати соняшник після топінambuру, коренеплодів, багаторічних трав, коренеплодів та суданської трави, а саме після культур, які мають спільні хвороби. Соняшник висаджувати на колишньому полі рекомендують не раніше, ніж через 5-7 років, щоб не допустити розповсюдження шкідників та хвороб – зарази кумської – небезпечного паразита соняшнику та тютюну.

Обробіток ґрунту під посіви соняшника залежить від ґрунтових та кліматичних умов зони. У зонах у яких достатня кількість опадів основна обробка ґрунту починається із оранки на глибину 20-22 см після збирання попередника. Попередньо вносять органічні та мінеральні добрива за розрахунковими нормами. Частину

азотних і фосфорних добрив правильніше внести при сівбі комбінованими сівалками з туковисіваючими апаратами по 10 кг буд. на 1 га.

У зонах у яких недостатню кількість опадів оранку доцільніше замінити плоскорізним обробітком ґрунту на глибину 14-16 см. Передпосівна обробка починається з раннього весняного боронування полів після плоскорізного розпушування. Передпосівна культивация проводиться КПЕ-3,8 з боронуванням.

Механічну обробку доцільно замінити внесенням гербіцидів. Після збирання попередньої культури наприкінці літа або восени обприскування бур'янів, що вегетують, гербіцидом суцільної дії «Торнадо» з нормою витрати 4-6 л/га. А навесні за 5 днів до посіву обприскування небажаних, що вегетують.

Догляд за посівами починається з боронування до сходів через 2-3 дні після посіву для розпушення ґрунту та знищення проростків бур'янів. Боронування проводять повторно двічі-тричі до сходів. При утворенні однієї – двох пар листя проводять післясходове боронування поперек рядків. Його бажано проводити в полуденний годинник і на малій швидкості, щоб менше травмувати сходи соняшнику.

Після боронування проводять міжрядні культивациі просапними культиваторами. Кількість міжрядних обробок залежить від засміченості посівів.

Для покращення запилення соняшника необхідно вивозити пасики з вуликами під час цвітіння культури.

До ознак, за якими судять про дозрівання соняшника, належать: пожовтіння тильної сторони кошика, зав'ядання та опадання язичкових квіток, нормальне для сорту та гібриду забарвлення сім'янок, затвердіння ядра в них, засихання більшості листя.

За вологістю насіння та фарбування кошиків розрізняють три ступені стиглості: жовта, бура та повна. При жовтій стиглості листя і тильна сторона кошика набувають лимонно-жовтий колір, вологість насіння - 30-40% (біологічна стиглість); при бурій стиглості – кошики темно-бурі, вологість насіння 12-14% (господарська стиглість); при полиці стиглості вологість насіння 10-12%, рослини сухі, ламкі, сім'янки обсипаються.

Збирання соняшника комбайнами слід розпочинати при побурінні 85-90%

кошиків (вологість насіння 12-14%). Затримка із збиранням на 5-6 днів призводить до значних втрат насіння. Вимолочене насіння має бути очищене і просушене. На зберігання закладають очищене насіння з вологістю не більше 8%. Вологе насіння швидко зігрівається, гіркує і втрачає схожість.

Для збирання соняшнику використовують комбайни вітчизняного або імпортного виробництва. Стебла, що залишилися на корені, подрібнюють дисковими луцильниками. Для подрібнення та розкидання стебел під час збирання застосовують універсальні подрібнювачі.

Для лісостепових районів рекомендується застосовувати передвиборчу десикацію соняшнику. Посіви слід обприскувати розчином хлорату магнію (20 кг/га) або реглону (2-3 л/га) або сумішшю хлорату магнію з реглоном (10 кг/га + 1 л/га) на 100 л води на 1 га через 40-45 днів після масового цвітіння (10-20% побурілих кошиків, 20-30% жовто-бурих, 50-60% жовтих) при вологості середньої проби насіння 30-35%. Десикація дозволяє почати збирання на 8-10 днів раніше і знизити шкідливість білої та сірої гнилі. Вологість сім'янок після десикації знижується до 12-16%. Продуктивність комбайнів підвищується у 1,5 рази, зменшуються втрати насіння.

### **Список літератури.**

1. Кюрчев С. В., Колодій А. С. Результати дослідження розробаного сепаратора семена с вертикальним аспирационным каналом. Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2014. Vol. 16, № 2. P. 322–329.

2. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Аналіз методів збільшення врожайності сільськогосподарських культур та вимоги до сепаруємого матеріалу. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця, 2012. Вип. 11 (2). С. 322–327

3. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Багатокритеріальний аналіз існуючих сепараторів насіння із різним робочим знаряддям. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Серія: технічні науки. Харків, 2015. Вип. 156, т. 1. С. 86–92.

4. Кюрчев С. В., Колодій О. С. Методика дослідження раціонального діаметра

патрубка постачання насіння в середині вертикального аспіраційного каналу. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2013. Вип. 13, т. 3. С. 146–150.

5. Колодій О. С. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пневмогравітаційного сепаратора насіння соняшника: автореф. дис. канд. техн. наук. Мелітополь: ТДАУ, 2015. 23 с.

6. Кюрчев С.В., Колодій А.С. 2013. Анализ существующих способов и средств для сепарации семян. MOTROL. Motorization and energetics in agriculture. LublinRzeszow. Vol. 15. No 2. 197–205

7. Технічні засоби післязбиральної обробки насіння соняшнику: монографія /С.В. Михайлов та інш.//Видавничо-поліграфічний центр FORWARD PRESS, м. Мелітополь, 2019. – 203с.

8. Колодій А. С. Математическое описание поведения зерновок подсолнечника в воздушном потоке разделительных установок. Motrol. Lublin-Rzeszow, 2015. Vol.17.№9. p. 9-13.

9. Кюрчев С.В., Колодій А.С. 2013. Методики исследования параметров сепаратора семян предложенного типа. MOTROL. Motorization and energetics in agriculture. Lublin-Rzeszow. Vol. 15. No 2. 205-213.



# ЗАСТОСУВАННЯ ПОДРІБНЕННЯ У ПРИГОТОВУННЯ КОРМУ ТВАРИНАМ

**Пархоменко Д.О., магістр**

**Науковий керівник: Верхованцева В.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

Зерно є цінним компонентом приготування кормів. Концентровані корми перед згодовуванням подрібнюються, завдяки чому руйнується оболонка зерна і підвищується загальна поверхня частинок корму. За рахунок цього покращується процес травлення тварин.

У процесі подрібнення зернових культур велике значення мають будову зерна, його розміри та форма. Зерно за своєю структурою неоднорідне. Воно включає оболонку, ендосперм та зародок. Причому залежно від сорту, крупності та інших факторів співвідношення мас анатомічних частин зерна помітно варіює. Частини зерна мають різні механічні властивості. Оболонки мають значну в'язкість, а ендосперм порівняльну крихкість. При дробленні зерна оболонка працює на розрив, а ендосперм в основному на сколювання та стиснення [1].

При оцінці ефективності роботи зернодробилок враховують сукупність показників продуктивності, енергоємності та якості подрібнення кінцевого продукту. Продуктивність характеризує кількість виробленого продукту (подрібненого зерна) за одиницю часу. Енергоємність характеризує кількість електроенергії, витраченої виробництва продукту за одиницю часу. Третій показник є якісним і складені, тому для його характеристики можуть застосовуватися різні оцінки. Найважливішим якісним показником є степінь подрібнення зерна. Для її визначення проводиться ситовий аналіз. На основі проведеного ситового аналізу подрібненого зерна ми отримуємо процентний вміст подрібненої фракції у визначеному діапазоні розмірів частинок.

Подрібнення - найпоширеніший і обов'язковий спосіб підготовки зернових кормів. При розмелюванні, дробленні і плющенні зерна руйнується тверда оболонка,

полегшується розжовування, поживні речовини стають доступнішими травним сокам, в результаті вони найповніше і без втрат використовуються [2]. Подрібнене зерно легко переміщується з іншими кормами. Воно не повинно бути настільки дрібним, щоб тварина ковтала корм без пережовування. М'яке зерно, як, наприклад, овес, розмелюють досить крупно (середня величина частинок 2 мм), тверде - дрібніше (близько 1 мм). Свині краще використовують зерно дрібного помелу, велику рогату худобу - середньо- і крупнорозмелене (з переважанням частинок 1,5-4 мм), птах також віддає перевагу зерно великого дроблення, але для приготування вологих мішанок його розмелюють дрібно [1].

Дані дослідів показують, що м'які збіжжя вівса при різному помелі використовувалися свинями однаково. Тому при годівлі свиней м'які зерна можна подрібнювати крупніше (величина частинок 1,5-2,5 мм; кількість їх у розмеленій масі має бути не менше 75%). Тверді, сухі зерна ячменю, гороху, проса при дрібному розмелі (менше 1 мм) свині використовують на 4-12% краще, ніж при великому (2-2,5 мм). Отже, їх потрібно подрібнювати тонше, із середньою величиною частинок 1 мм.

### **Список використаних джерел**

1. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхованцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. –К. ПрофКнига, 2020. – 252 с.

2. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Лабораторний практикум / В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Н.О. Паляничка, С.Ф. Буденко, К.О. Самойчук, Кюрчев С.В., В.О. Верхованцева, В.О. Олексієнко, В.Г. Циб. // – Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. – 274.

# СУЧАСНИЙ РОЗВИТОК ГАЛУЗІ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТВАРИНИЦТВА

**Єлізаров Д.О., бакалавр**

**Науковий керівник: Кюрчев С.В., д.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

В даний час у ряді країн світу переробка відходів виробництва та споживання набула всіх ознак галузевої сформованості.

Серед причин формування галузі варто особливо відзначити зростання споживання, підвищення потреби у сировинних ресурсах, стримування подальшого інтенсивного розвитку економічного потенціалу низки країн (Японія, Австрія, Швейцарія) територіальної обмеженістю, що не дозволяє виводити землі з господарського обороту та використовувати їх як полігонів для поховання відходів.

Безперечним поштовхом у розвитку галузі переробки відходів у європейських країнах сприяла організація комплексної стратегічної та просторової політики, відображеної у низці спеціальних директив [1].

Основою політики ЄС у цьому напрямі є планомірне, стисло за строками, обмеження на захоронення відходів. Директиви ЄС визначають пріоритети у сфері поводження з відходами, причому головний акцент робиться на організації запобігання утворенню відходів; далі виділяються наступні пріоритети у порядку значущості: підготовка відходів до вторинного використання, рециклінг, енергетична утилізація, захоронення відходів.

Крім промислових відходів, відходи виробництва та споживання представлені відходами за такими видами діяльності, як:

- сільське господарство, мисливство та лісове господарство;
- виробництво та розподілення електроенергії, газу та води;
- будівництво;
- транспорт та зв'язок;
- надання інших комунальних, соціальних та персональних послуг і інші.

Безпечна та енергоефективна утилізація відходів тваринного походження є одним із найважливіших завдань для підприємств харчової промисловості.

Створення високоефективних технологій біоконверсії поновлюваної сировини дозволяє не тільки знизити екологічне навантаження, а й отримувати продукти з додатковою вартістю. Особливу актуальність проблема утилізації відходів має для тваринництва загалом та птицепереробної промисловості зокрема [2].

У процесі забою худоби та птиці та переробки продуктів тваринництва утворюється велика кількість відходів білкової природи, водночас переробка відходів тваринного походження практично відсутня.

Переробка відходів підприємств харчової промисловості є одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасних біотехнологій.

Вирішення перерахованих проблем неможливе без організації глибокої переробки відходів. У свою чергу створення виробничо-технічних комплексів з переробки відходів потребує значних інвестицій у будівлі, споруди та обладнання, для проведення науково-дослідних та дослідноконструкторських робіт у сфері переробки відходів та виробництва обладнання для галузі, і, отже, залучення коштів, а також участі приватних інвесторів.

### **Список використаних джерел**

1. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси: Підручник / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко, В. О. Верхоланцева, Н. О. Паляничка, Є. В. Михайлов, О. О. Червоткіна. – Київ : ПрофКнига, 2021. – 466 с.

2. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Лабораторний практикум / В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Н.О. Паляничка, С.Ф. Буденко, К.О. Самойчук, Кюрчев С.В., В.О. Верхоланцева, В.О. Олексієнко, В.Г. Циб. // – Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. – 274.

## **PRINCIPLES OF JET-SLIT HOMOGENIZER OF MILK WITH SEPARATE SUPPLY OF CREAM**

**Tkach V., Candidat of engineering Sciences.**

*National science center «Institute of mechanization and electrification of agriculture»,*

**Kovalov O., Candidat of engineering Sciences.**

*Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university*

Homogenization of milk refers to the regulatory operations of technological processes for the production of drinking milk, fermented milk products and beverages, yogurts, mixtures for the production of ice cream and more. With the exception of sterilization and pasteurization, this process is the most energy consuming. The percentage of homogenization among the total electricity consumption of dairy enterprises reaches 25–35%, and the specific energy consumption of the most common valve homogenizers in the industry exceeds 6–7 kWh/t. Therefore, the reduction of energy consumption for homogenization while ensuring a high degree of dispersion of milk fat is an urgent problem of the industry [1,2].

According to the latest research of such scientists as Baranovsky N. V., Vaitkus Oreshina M. M., Samoichuk K. O., Fialkova E. A., Bylund G., Innings F., Walstra P. and others the main hydrodynamic criterion for the destruction of fat globules of milk is determined by the number of Weber [1,3]. Its value increases with increasing speed of the fat ball relative to the milk plasma (the speed of sliding the fat ball). The highest sliding speed can be achieved with the use of jet homogenizers, of which the greatest potential for energy efficiency has a jet-slit homogenizer of milk with a separate supply of cream. Thus, the work is devoted to a practically important task for the milk processing industry - reducing the energy consumption of the homogenization process while maintaining high quality indicators of the process. The solution of this problem is based on a scientific hypothesis, which is to reduce the energy consumption of milk homogenization by supplying a stream of cream in the flow of skim milk through a narrow annular slit [4].

The generalized physical-mechanical and dispersed characteristics of milk emulsion

as an object for homogenization are given. conducted. analysis of literature sources, the results of which suggest the absence of energy-efficient structures that can reduce the average diameter of fat globules to technologically determined indicators (0.75-0.80  $\mu\text{m}$ ) with a significant reduction in specific energy consumption relative to valve homogenizers. The result of analytical studies show that the increase in energy efficiency of homogenization can be achieved by creating the maximum difference between the rates of dispersion and dispersed phases. This principle is best implemented in jet type homogenizers while providing a separate supply of skim milk and cream [5,6]. Among them are cavitation hydrodynamic homogenizer, microfluidizer, countercurrent-jet and jet milk homogenizer with separate cream supply. However, these designs have disadvantages, which are, respectively, high values, high energy consumption, increased foaming and high obliteration of the channels for feeding the fat phase. In order to increase energy efficiency in obtaining a product with an average diameter of fat globules at the level of technologically determined values and at the same time significantly reduce energy consumption, it is necessary to conduct studies of jet-slit homogenizer of milk with separate cream supply.

The process was simulated in the ANSYS software package, which allowed us to establish that the rational parameter of the excess pressure of the dispersion phase in terms of creating a critical value of the Weber test is 12 MPa. To increase the phase velocity difference while reducing the working dispersion pressure, the inner diameter of the confuser at the site of greatest narrowing in the laboratory sample of jet-slit milk homogenizer should be less than 4 mm, ie the length of the annular slit should be less than  $l_{sj}=12.5$  mm. The data obtained regarding the rational value of the slit width, the size of which should be about 0.8 mm [2, 7].

Mathematical dependences were found to determine the average diameter of fat globules, power, productivity and specific energy consumption of jet-slit homogenizer with separate supply of cream. Dependences are found that allow by varying the width of the annular gap, the fat content of the source product and cream and the feed rates of the fat and the dispersion phase to carry out in the developed device quantitative control of fat content in homogenized milk, ie normalize simultaneously with dispersion.

## Список літератури

1. Ковальов О. О. Аналіз конструкцій гомогенізаторів молока. Праці ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 4. С. 264-272.
2. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Determination of fat milk dispersion quality in the jet-slot type milk homogenizer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 5/11 ( 107 ). pp 16–24.
3. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences». 2020. No. 5. 51–59 pp.
4. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Лубко Д.В. Моделювання параметрів струминного гомогенізатора молока щілинного типу. Праці ТДАТУ. – Мелітополь, ТДАТУ. – Вип. 18. Т.2 – 2018. – С. 286–292.
5. A. Kovalev Determination of the coefficient of the injector-slot milk homogeneity of milk with separate giving of cream // Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали І Всеукраїн. Наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-30 вересня 2020 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 63-65.
6. Самойчук.К.О Аналіз сил дроблення жирових кульок в струминному гомогенізаторі/К.О.Самойчук, О.О.Ковальов//Наукові праці півд. Філіалу НАУ біоресурсів та природокористування «Кримський аграрний університет»,Симферополь 2013 Технічні науки вип.153, стр 26 – 34.
7. Ковальов О.О., Колодій О.С. Експериментальне визначення коефіцієнту витрат струминних диспергаторів жирової фази молока / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С.53 -55.

## ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

Bratishko V. ....	113	Крестов В.Г. ....	50, 85
Kolodii O.S. ....	11, 17	Лодяков С. І. ....	56
Kovalov O. ....	113, 125	Мавродий Д.В. ....	67
Lemeshchenko-Lagoda V.V. ....	11, 17	Мехтієва С.М. ....	100
Sushko O.V. ....	17	Мішин Д. В. ....	25
Tkach V. ....	125	Моторін В.А. ....	6
Бобровський М.С. ....	110, 116	Пархоменко Д.О. ....	121
Гавриленко Е.А. ....	21, 29, 38	Пачко К. Г. ....	90
Єлізаров Д.О. ....	123	Пачко К.Г. ....	79
Іванченко А.С. ....	77	Посвятенко Е. К. ....	46
Іванченко В.С. ....	71	Прокопій В.С. ....	64, 103
Ігнат'єв Є.І. ....	32, 34	Сінельникова Д.О. ....	82
Карапетров В.В. ....	32, 34	Сушко О.В. ....	42, 46, 56, 62
Ковальов О.В. ....	8, 14	Філоненко А.В. ....	93, 97
Колодій О.С. ....	56, 59, 62	Фірсова О.М. ....	53
Комар А.С. ....	74	Харченко Б. Г. ....	42
Кретов Д.О. ....	87	Холодняк Ю.В. ....	21, 29, 38
Крестов В. Г. ....	107		