

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ, ДИСТАНЦІЙНОЇ ТА ВЕЧІРНЬОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

Івченко Олександр Володимирович

«СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ
ПРОГНОЗОВАНИХ ОБСЯГІВ ЕНЕРГОВИТРАТ
ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ»

Магістерська робота

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»
(Енергетичний менеджмент)

*В роботі не виявлено текстових,
ілюстративних та інших запозичень
без коректного на них посилання*

Керівник роботи: _____
(підпис)

Сотник Микола Іванович
д-р техн. наук, доцент

Суми – 2020

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	5
1 Дослідження сучасного стану та шляхів розвитку питання розрахунку обсягів енерговитрат під час проектування процесів механічної обробки деталей.....	9
1.1 Аналіз поточного стану та тенденції світової торгівлі продукцією машинобудування та місце України в ній.....	9
1.2 Дослідження зобов'язання України у сфері енергоефективності.....	14
1.2.1 Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом – стратегічний орієнтир зміни державного регулювання в сфері енергетики	14
1.2.2 Аналіз законодавчих актів ЄС у сфері енергетичної ефективності.....	16
1.3 Аналіз споживання електричної енергії промисловістю України та структура споживання за секторами промисловості	19
1.4 Дослідження вимог нормативних документів щодо методі оцінювання енергетичної ефективності продукції	22
1.5 Дослідження класичних методів розрахунку енергозатрат під час механічної обробки металів лезовим інструментом	29
1.5.1 Метод обчислення витрат електроенергії під час механічного оброблення поверхні на основі теорії різання	29
1.5.2 Розрахунок питомих норм витрати енергоресурсів для машинобудівних підприємств	34
1.6 Висновок	38
2 Методологія обчислення обсягів енерговитрат під час проектування процесів механічної обробки деталей	40
2.1 Визначення та класифікація технологічного процесу	40

2.2	Методи проектування технологічних процесів в машинобудуванні	46
2.3	Визначення питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів різанням.....	55
2.3.1	Обчислення значень питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів різанням	55
2.3.2	Аналітична методика визначення показників енергоефективності устаткування.....	57
2.3.3	Методика визначення енергоефективності устаткування на основі натурних випробувань	58
2.3.4	Методика проведення уточнюючих обчислень показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням.....	59
2.4	Теоретичні розробки універсального методу обчислення значень питомого показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням	60
2.4.1	Нормування розрахунку енергетичної ефективності технологічного процесу механічної обробки металу	60
2.4.2	Визначення залежності ККД устаткування за електроспоживанням від елементів спроектованого технологічного процесу	63
2.5	Розробка рекомендацій щодо впровадження системи автоматизованого розрахунку прогнозованих обсягів енерговитрат при проектуванні технологічного процесу обробки деталей	64
2.6	Висновок	65
3	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	67

3.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при виконанні дипломної роботи	67
3.2 Пожежна безпека.....	76
3.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	81
Висновки	83
Перелік джерел посилань	85
Додаток А Копії публікацій	89

ВСТУП

Актуальність теми. За даними ООН всесвітня торгівля продукцією промисловості, а саме машинобудування зростає в середньому на 3,1 % в рік, сягнувши в 2017 р. 7,3 трлн. дол. [1]. Структура світової торгівлі складається на 53 % з готової продукції та залишається сталою протягом останніх декілька десятків років. Найбільші обсяги світової торгівлі, за даними джерела [1], припадають на комп'ютери та електронну продукцію – 39 %; автотранспортні засоби – 21 %; машини та устаткування – 21 %. Найбільшими сегментами світової торгівлі машинобудівною продукцією є автотранспорт, що складає 996 млрд. дол.; електронні компоненти – 901 млрд. дол.; обладнання зв'язку – 694 млрд. дол., комп'ютери і периферійне устаткування – 610 млрд. дол. та літальні апарати – 396 млрд. дол. [1].

Україна, як флагман машинобудування пострадянського простору має великий потенціал зі збільшення експорту продукції машинобудування. Одним з інструментів що дозволяє підвищити конкурентоздатність вітчизняного машинобудування є зниження собівартості продукції за рахунок скорочення витрат зі споживання електроенергії, частка якої в структурі собівартості займає іноді до 50 %.

В той же час відповідно до інформації з роботи [5] «...Національний план дій з енергоефективності України на період до 2025 року, прийнятий на виконання зобов'язань України як члена Енергетичного Співтовариства, забезпечує встановлення мінімальних вимог до енергоефективності енергоспоживчих продуктів у якості горизонтального заходу з підвищення енергоефективності на допомогу досягненню національних цілей з енергозбереження. Законом України «Про енергозбереження» вводиться концепція енергоефективної продукції, статтею 19 встановлюється обов'язковість для виконання державних енергетичних стандартів. Згідно з положеннями Розділів IV та V Угоди про асоціацію між Україною та

Європейським Союзом, Україна зобов'язана перенести законодавство ЄС з екодизайну до національного законодавства...».

Таким чином, на разі існує науково-практична проблема щодо розроблення методологічних основ системи автоматизованого розрахунку прогнозованих обсягів енерговитрат при проектуванні технологічного процесу обробки деталей, впровадження якої дозволить вітчизняним машинобудівним підприємствам знизити собівартість продукції за рахунок зниження витрат електроспоживання на одиницю продукції, що випускається.

Мета дослідження. Виходячи з актуальності й ступеня наукової розробки проблеми, метою дослідження є підвищення енергетичної ефективності технологічних процесів механічної обробки металів шляхом впровадження системи автоматизованого розрахунку прогнозованих обсягів енерговитрат при його проектуванні на основі розроблення універсального методу обчислення значень питомого показника споживання енергії під час проектування операцій механічної обробки металів різанням.

Для досягнення поставленої мети були встановлені та вирішені наступні **завдання дослідження:**

1. Дослідити сучасний стан та шляхи розвитку питання розрахунку обсягів енерговитрат під час проектування процесів механічної обробки деталей

2. Проаналізувати сучасні методи проектування технологічних процесів в машинобудуванні.

3. Розробити інструментарій щодо визначення питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів різанням.

4. Запропонувати теоретичні розробки універсального методу обчислення значень питомого показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням.

5. Розробити рекомендації щодо впровадження системи автоматизованого розрахунку прогнозованих обсягів енерговитрат при проектуванні технологічного процесу механічної обробки деталей.

Об'єкт дослідження. Процедура проектування технологічного процесу механічної обробки деталей.

Предмет дослідження. Методи обчислення значень питомого показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням.

Методи дослідження. Принципи системного й процесного підході, статистичні методи; аналітичний та порівняльний аналіз різних наукових підходів у сфері визначення енергоефективності технологічних процесів механічної обробки деталей; експертні методи; математичне моделювання; сучасні інформаційні технології та програмне забезпечення з планування експерименту.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше запропоновані теоретичні основи універсального методу обчислення значень питомого показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням, які базується на прямих випробуваннях верстатів та визначення ККД устаткування за електроспоживанням під час зміни різних факторів технологічного процесу. Це дозволяє провести нормування обчислень енергетичної ефективності технологічного процесу механічної обробки металу за показником сумарної потужності процесу оброблення.

Практичне значення отриманих результатів. В роботі запропоновано рекомендації щодо впровадження системи автоматизованого розрахунку прогнозованих обсягів енерговитрат при проектуванні технологічного процесу обробки деталей.

Особистий внесок здобувача. Основні наукові результати дослідження, що виносяться на захист, одержані автором самостійно або за його активної участі.

Постановка задач, аналіз і обговорення наукових результатів виконані спільно з науковим керівником д-р техн. наук, доц. Миколою Сотником та аспірантом кафедри технології машинобудування, верстатів та інструментів Сумського державного університету Дмитром Гладишевим.

Апробація роботи. Результати кваліфікаційної роботи магістра були представлені на:

Міжнародній науково-технічній конференції «Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку» (04–07 травня 2019 року);

IV Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві» (Суми, 16–19 квітня 2019 р.);

24-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Технології XXI сторіччя» (10-15 вересня 2018 р.).

Публікації. Основні положення наукової роботи відображені в трьох тезах міжнародних та всеукраїнських конференцій [3], [4], [5] та в одній статті [6] в міжнародному збірнику Lecture Notes in Mechanical Engineering, що індексується БД Scopus.

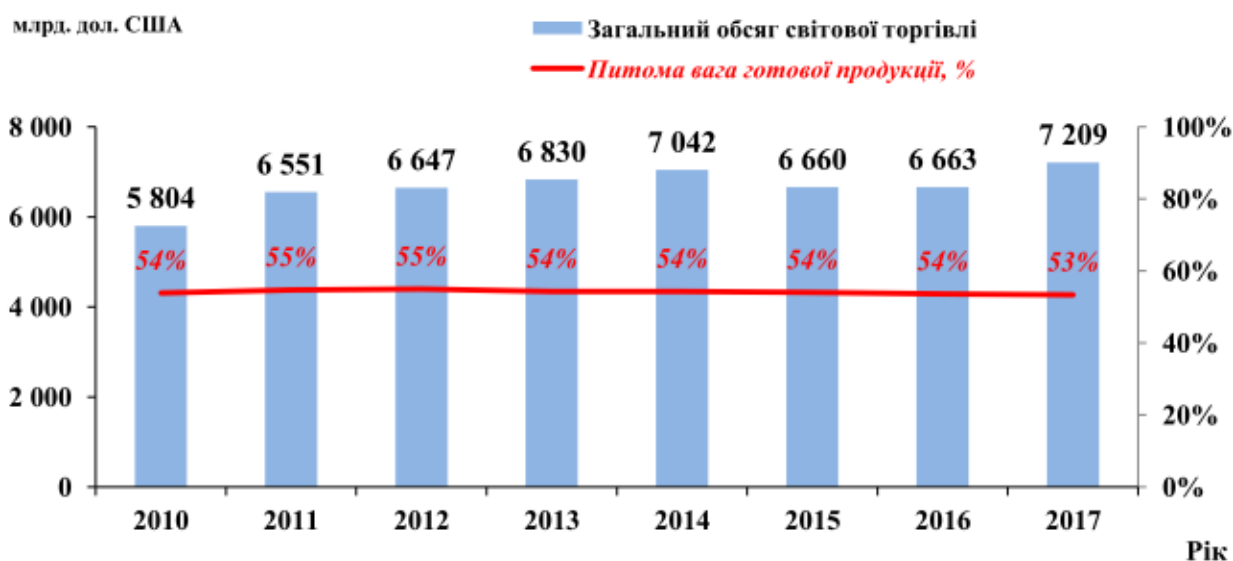
Копії публікацій наведено в додатку А.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, переліку джерел посилань і додатку. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 96 сторінок, у тому числі семи таблиць, 29 рисунків, бібліографії із 30 джерел на трьох аркушах, одного додатку на восьми аркушах.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ ОБСЯГІВ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

1.1 Аналіз поточного стану та тенденції світової торгівлі продукцією машинобудування та місце України в ній

За результатами статистичних даних, що наведено на сайті Організації об'єднаних Націй (<https://unstats.un.org/home/>), можна зробити висновок про те, що всесвітня торгівля продукцією промисловості, а саме машинобудування зростає в середньому на 3,1 % в рік, сягнувши в 2017 р. 7,3 трлн. дол. (див. рис. 1.1).

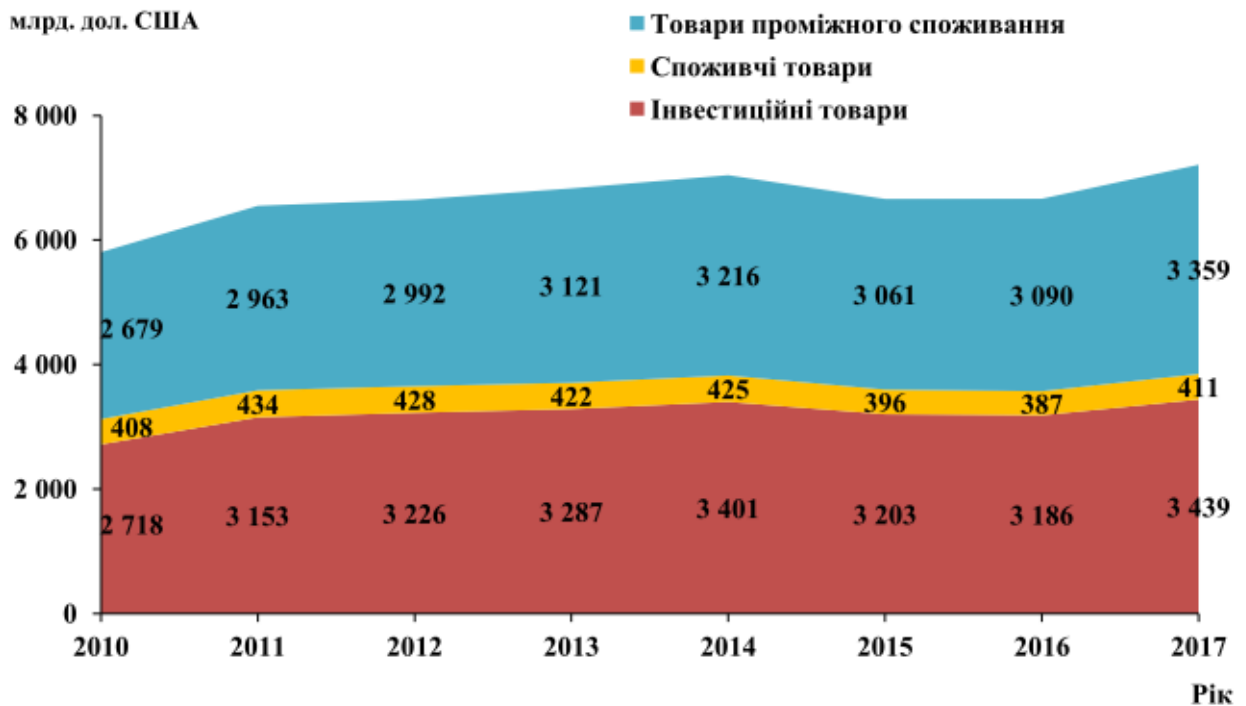


Джерело: United Nations Statistics Division

Рисунок 1.1 – Динаміка світової торгівлі продукцією машинобудування в 2010–2017 рр. та питома вага готової продукції в ній [1]

Структура світової торгівлі складається на 53 % з готової продукції та залишається сталою протягом останніх декілька десятиріч. Найбільші обсяги світової торгівлі (див. рис. 1.2–1.4) припадають на комп'ютери та

електронну продукцію – 39 %; автотранспортні засоби – 21 %; машини та устаткування – 21 %. Найбільшими сегментами світової торгівлі машинобудівною продукцією є автотранспорт, що складає 996 млрд. дол.; електронні компоненти – 901 млрд. дол.; обладнання зв'язку – 694 млрд. дол., комп'ютери і периферійне устаткування – 610 млрд. дол. та літальні апарати – 396 млрд. дол. [1].



Джерело: United Nations Statistics Division

Рисунок 1.2 – Динаміка світової торгівлі продукцією машинобудування в 2010–2017 рр. за категоріями кінцевого використання [1]

Близько 53–55 % обсягів світової торгівлі припадає на готову продукцію (інвестиційні та споживчі товари), 45–47 % на товари проміжного споживання (деталі та комплектуючі для машинобудівної продукції).

За обсягом валового випуску продукції машинобудування лідером поки залишаються країни ЄС. Однак їх незабаром може потіснити Китай, який за останні 10 років значно збільшив виробничі потужності. Зайнятість в галузі машинобудування Китаю щорічно росла на 6 % в період з 2000 р., що не можна

сказати про розвинені країни, де навпаки вона скорочувалася (в ЄС – на 2 %, в Японії і США – на 3 %). [1]



Джерело: United Nations Statistics Division

Рисунок 1.3 – Середньорічні темпи приросту світової торгівлі продукцією машинобудування в 2010–2017 рр. за економічними категоріями, % [1]

Таким чином, з наведеної інформації можна зробити висновок, що на цей час відбувається поступове перенесення продуктивних потужностей з Західної Європи до Східної – головна причина цього криється в питомих трудових витратах Китаю, які, на 2018 рік були в п'ять разів нижче, ніж в ЄС, в три рази нижче, ніж в США, та в два рази нижче, ніж в Японії.

Основними регіонами-експортерами машинобудівної продукції на світовий ринок є країни ЄС, приблизно 339 млрд. дол.; країни Азії (без Китаю) – 2 220 млрд. дол. та Китай – 1 171 млрд. дол., яку сумарно формують майже

80 % експорту. Можна сказати, що експортні поставки машинобудівної продукції зростають за всіма регіонами, окрім країн Африки.



Рисунок 1.4 – Галузева структура світової торгівлі продукцією машинобудування в 2017 р., млрд. дол. [1]

Найвищі темпи зростання експорту демонструють інші країни СНД (без Росії), це +7,5 % на рік; Китай +4,8 % на рік та країни Африки +3,7 % на рік [1].

В останні роки експорт продукції машинобудування з України суттєво скорочувався, це пов'язано з втратою російського ринку та зупинкою підприємств на сході країни. Так, якщо в 2012 р. експорт складав 13,2 млрд. дол. (пікові значення), то в

2017–2018 рр. експорт з України становив близько 5 млрд. дол.

Сучасні тенденції вказують на скорочення позицій України, як держави експортерів машинобудівної продукції, так частка українського експорту в світовій торгівлі в останні роки складає лише 0,05–0,1 %, тоді як в 2010 р. частка України становила 0,16 % [1].

Перспективи для українсько експорту знаходиться в тих секторах, де наша країна має виробничі потужності, зокрема, це повітряні та космічні літальні апарати (темп приросту світової торгівлі (далі – ТПСТ) 7 %, частка України – 0,1 %), «електричне і електронне устаткування для автотранспортних засобів» (ТПСТ 6 %, частка України – 2 %), «обладнання

зв'язку» (ТПСТ 5 %, частка України – 0,04 %), «машини і устаткування для сільського та лісового господарства» (ТПСТ 3,6 %, частка України – 0,18 %).

Значні можливості для українських виробників машинобудівної продукції криються в розширенні торгової співпраці з ЄС. Щорічний імпорт товарів машинобудування Євросоюзом складає понад 2 трлн. дол. Близькість українського виробника до цих ринків збуту створює передумови для інтеграції національних підприємств в виробничі ланцюги сумісно з європейськими країнами.

Є перспективними азійські ринки збуту, обсяг імпорту яких складає майже два трлн. дол., при цьому щорічні темпи росту становлять до чотирьох відсотків.

Ще одним кроком, крім чисто торгівельних можливостей, національні машинобудівники мають перспективи інтегруватися в глобальні ланцюги доданої вартості шляхом залучення іноземних виробництв. Так за останні десять років спостерігається загальна тенденція перенесення машинобудівних потужностей в Китай, Тайвань та інші країни Азії (їх сумарна частка в світовому експорті в 2010–2017 рр. зросла з 31 % до 36 %).

Перенесення виробництв глобальних корпорацій в Україну є досить перспективним, враховуючі той факт, що Україна має достатньо високу кваліфікацію національних виробників та їх відносно низький рівень оплати праці.

Однак її використання значною мірою залежить від комплексу заходів, одним з яких є підвищення енергоефективності вітчизняних машинобудівних підприємств, зокрема, відповідно до взятих Україною міжнародних зобов'язань.

1.2 Дослідження зобов'язання України у сфері енергоефективності

1.2.1 Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом – стратегічний орієнтир зміни державного регулювання в сфері енергетики

Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом заклала якісно нову правову основу для подальших взаємин між Україною та ЄС і слугуватиме стратегічним орієнтиром для проведення системних соціально-економічних реформ в Україні, широкомасштабної наближення законодавства України до норм і правил ЄС, в тому числі в галузі енергетики. [2], [3].

Розділ V Угоди «Економічне та секторальне співробітництво» містить положення про умови, механізми та часові рамки наближення законодавства України до законодавства ЄС, зобов'язав Україну стосовно реформування інституційної спроможності відповідних державних організацій (установ), а також принципи співробітництва між Україною, ЄС і його державами-членами в деяких галузях економіки України та напрямків реалізації державної політики в них. [2], [3].

Глави цього розділу Угоди передбачають відповідні заходи у таких секторах як енергетика, включаючи ядерну, транспорт, захист навколишнього середовища, промислова політика та підприємництво, сільське господарство, оподаткування, статистика, надання фінансових послуг, туризм, аудіовізуальна політика, космічні дослідження, охорона здоров'я, науковотехнічна співпраця, культура, освіта тощо [2], [3], [4].

Зобов'язання України щодо питань енергоефективності, визначені переважно в положеннях Глави 1 «Співробітництво у сфері енергетики, включаючи ядерну енергетику» розділу V «Економічне і галузеве співробітництво» [2], [7].

По-перше, у статті 338 визначено цілі та напрямки співпраці України та ЄС в енергетичній сфері щодо енергоефективності:

– сприяння енергоефективності та енергозбереженню, у тому числі шляхом формування політики щодо енергоефективності та структури права і нормативно-правової бази з метою досягнення значного прогресу відповідно до стандартів ЄС, зокрема ефективну генерацію, виробництво, транспортування, розподіл та використання енергії, на основі функціонування ринкових механізмів, а також ефективного використання енергії при застосуванні обладнання, освітленні та у будівлях» (пункт «і»); [7]

– розвиток та підтримка відновлювальної енергетики з урахуванням принципів економічної доцільності та охорони навколишнього середовища, а також альтернативних видів палива, зокрема сталє виробництво біопалива і співробітництво у сфері нормативно-правових питань, сертифікації та стандартизації, а також технологічного і комерційного розвитку (пункт «j»); [3]

– просування Механізму спільного запровадження Кіотського протоколу до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату 1997 року з метою зменшення викидів парникових газів шляхом реалізації проектів у сфері енергоефективності та відновлювальної енергетики (пункт «k»); [6]

– науково-технічне співробітництво та обмін інформацією з метою розвитку та удосконалення технологій у сфері виробництва енергії, її транспортування, постачання та кінцевого споживання, особливу увагу приділяючи технологіям енергоефективності та екологічно безпечним технологіям, зокрема вловлювання та зберігання вуглецю, ефективні та «чисті» технології у вугільній галузі, відповідно до встановлених принципів, визначених, зокрема, в Угоді про співробітництво у сфері науки та технологій між Україною та Європейським Співтовариством (пункт «l»). [5]

По-друге, у Додатку за номером XXVII, який визначає зобов'язання України з наближення законодавства в енергетичній сфері (це стаття за номером 341 Угоди), міститься перелік законодавчих актів ЄС з питань енергоефективності.

Крім того, окремі зобов'язання України щодо енергетичної ефективності містяться в інших розділах Угоди. Вони стосуються таких сфер співробітництва як:

- оподаткування,
- промислова політика,
- технічне регулювання та
- сталий розвиток.

Таким чином, Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом зобов'язала Україну співпрацювати щодо сприяння підвищення конкурентоспроможності. Це базується на основі управління структурними змінами (реструктуризацією), а також управління в галузі охорони навколишнього середовища та енергетики, зокрема з питань енергоефективності та чистого виробництва.

1.2.2 Аналіз законодавчих актів ЄС у сфері енергетичної ефективності

Загальні вимоги щодо енергетичної ефективності встановлені в документах, що представлені на рис. 1.5.

Вимоги до екодизайну та ефективності приладів встановлені в Директиві № 2005/32/ЄС, яка містить вимоги до екологічного проектування енергопоглинаючих продуктів. Імплементативні Директиви/Регламенти представлено на рис. 1.6.

Положення основної Директиви, а також відповідні імплементативні акти ЄС («дочірні директиви та регламенти») повинні бути впроваджені Україною протягом 3 років з дати набрання чинності Угодою про асоціацію (тобто до 01.11.2017 року).



Рисунок 1.5 – Загальні вимоги щодо енергетичної ефективності, що встановлені в документах ЄС

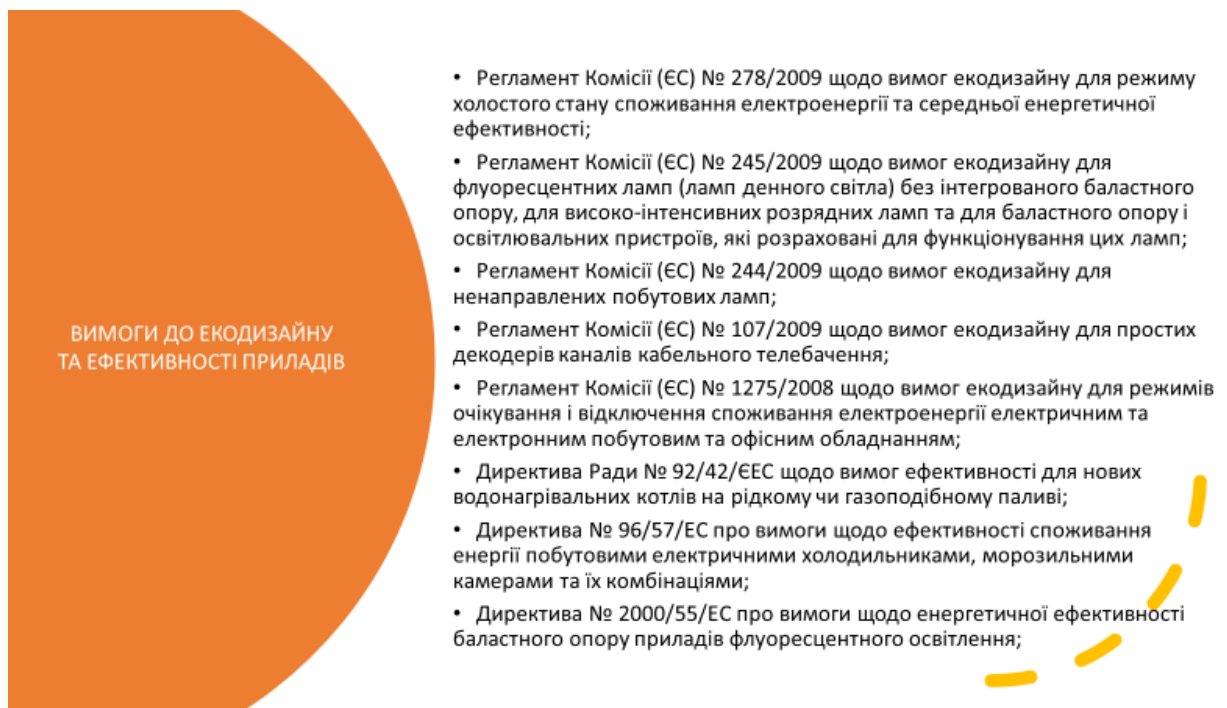


Рисунок 1.6 – Вимоги до екодизайну та ефективності приладів, що встановлені в документах ЄС

У випадку затвердження нових дочірніх директив/регламентів, вони мають бути впроваджені у відповідності до графіків, встановлених у цих директивах/регламентах, після внесення змін до цього Додатку згідно з інституційними положеннями, викладеними у розділі VII Угоди, і доведених до відома української сторони.

Вимоги до маркування приладів встановлені в Директиві № 92/75/ЄЕС про вказування за допомогою маркування та зазначення стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів побутовими електроприладами. Імплементативні Директиви/Регламенти представлено на рис. 1.7.

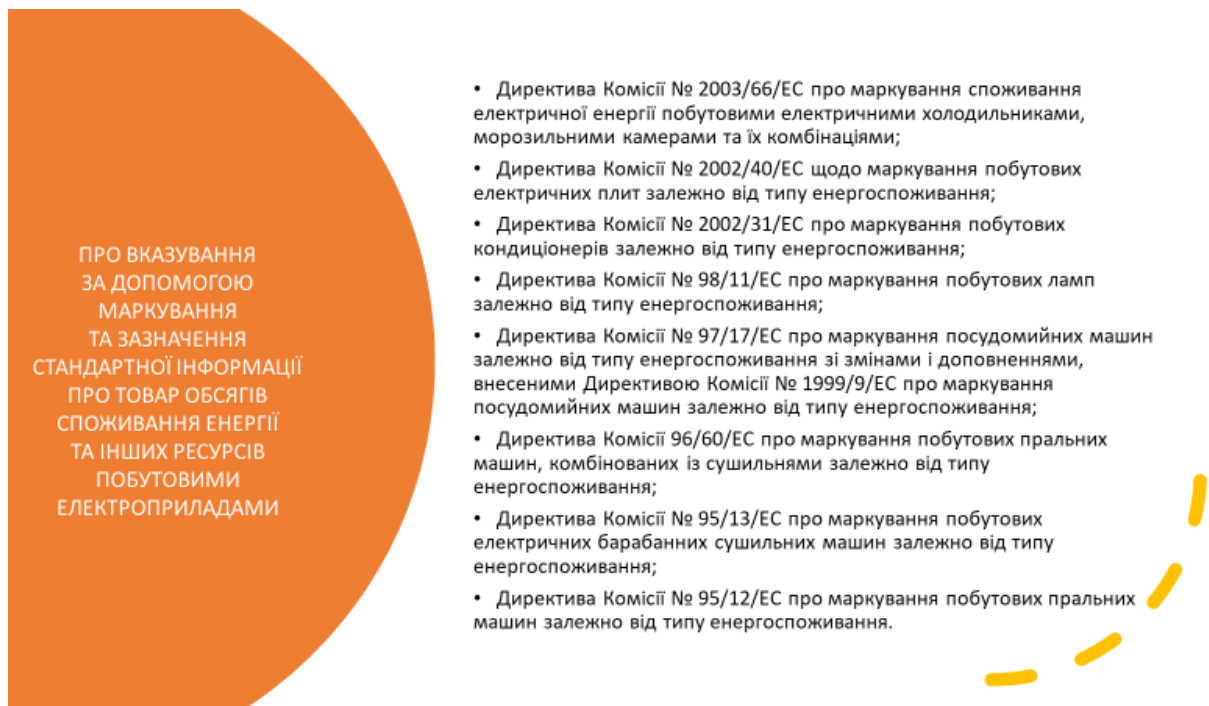


Рисунок 1.7 – Вимоги до маркування приладів, що встановлені в документах ЄС

Таким чином, на цей час Україна перебуває на початку масштабної програми з модернізації економіки в частині поліпшення її енергоефективності. Україна постійно однак непослідовно здійснює напрацювання в частині усунення адміністративних бар'єрів у сфері

впровадження енергоефективних технологій, і на сам перед, взяла на себе зобов'язання стосовно підвищення енергоефективності всіх галузей економіки.

1.3 Аналіз споживання електричної енергії промисловістю України та структура споживання за секторами промисловості

За даними Міністерства енергетики України, на цей час спостерігається зниження споживання електроенергії, яке склало 95241,2 млн кВт • год, що на 4453,7 млн кВт • год, або на 4,5 % менше, ніж за відповідний період минулого року (див. рис. 1.8).

Споживання електроенергії (нетто) галузями національної економіки та населенням протягом 8 місяців 2020 року склало 80268,6 млн кВт • год, що на 2 111,9 млн кВт • год (або 3,6 %) менше аналогічного показника 2019 року. Споживання знизили промислові споживачі (на 4,9 %), зокрема, паливна промисловість (на 6,7 %), металургійна (на 7,0 %), машинобудівна (на 17,9 %), промисловість будматеріалів (на 0,7 %), харчова і переробна (на 3,3 %), сільгоспспоживачі (на 1,6 %), транспорт (на 16,6 %), будівництво (на 6,6 %), комунально-побутові споживачі (на 9,0 %), інші непромислові споживачі (на 4,3%) [2].

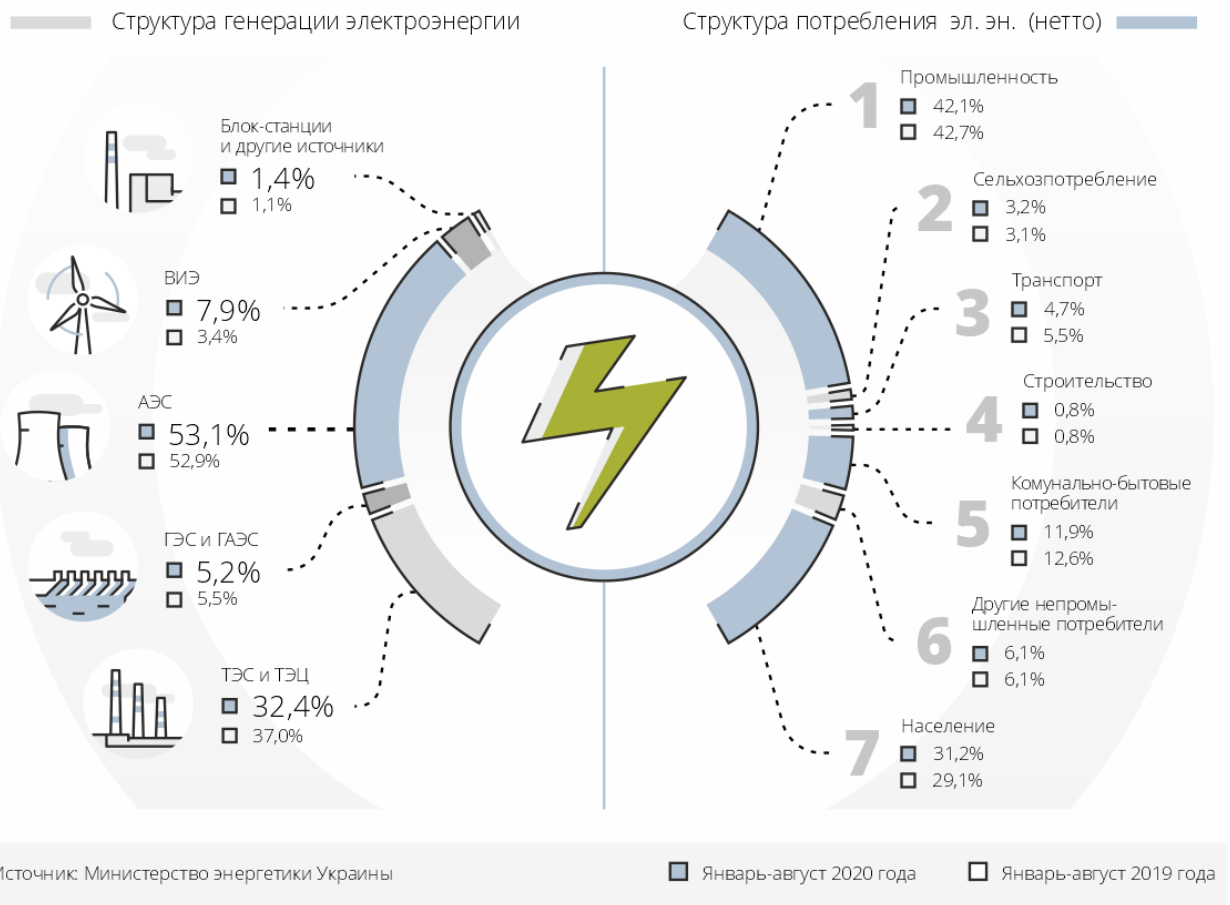
У січні – серпні 2020 року збільшило споживання електроенергії населення (на 3,3 %). У серпні 2020 року споживання електроенергії в енергосистемі України практично вийшло на рівень споживання 2019 року і склало 9364 млн кВт • год, що лише на 0,01 % менше минулого року (9370 млн кВт • год). З усіх груп споживачів зростання споживання продемонструвало тільки населення на 5,7 % до показників серпня минулого року (2643 млн кВт • год в серпні 2020 року в порівнянні з серпнем 2019 року – 2501 млн кВт • год). Промисловість використовувала в серпні на 2,9 % менше електроенергії, ніж в минулому році (4187 млрд кВт • год проти 4312 млрд кВт • год відповідно).



Kosatka.Media
energy.in.one.click

СТРУКТУРА ГЕНЕРАЦИИ И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ

Период: январь-август 2020 / январь-август 2019



Джерело: <https://kosatka.media/>

Рисунок 1.8 – Структура генерації та споживання електроенергії в Україні: січень-серпень 2020 року / січень-серпень 2019 року [2]

Машинобудівна промисловість скоротила споживання на 12 %, металургія – на 6 % і паливна – на 3 %. У той же час зросла електроспоживання в харчовій і переробній галузі, хімічної і нафтохімічної, галузі будматеріалів і інших, які спожили електроенергії в серпні в середньому на 5 % більше, ніж в минулому році. За даними «Укренерго», подальше зростання споживання електроенергії буде пов'язаний, перш за все, із сезонністю (зниженням температури повітря), а також часткової адаптацією галузей економіки до роботи в умовах карантину.

Незважаючи на деякі зміни в структурі споживання електроенергії, загальна структура споживання в 2020 році залишилася без помітних змін. Так, 42,1 % спожитої електроенергії в країні припадає на промисловість, 31 % – на населення, 11,9 % – на комунально-побутових споживачів.

Розподіл електроспоживання за галузями промисловості відповідно до даних Міністерства енергетики України представлено на рис. 1.9.



Рисунок 1.9 – Структура споживання електроенергії в Україні у 2020 році сектор промисловість за галузями, %

Найбільш енергоємної була і залишається металургійна промисловість – 24,33 млрд. кВт • год спожитої електроенергії за 10 місяців, або 24,5 % у загальній структурі споживання. У машинобудівній промисловості споживання електроенергії зменшилася за 10 місяців до 3,0 % від загального

обсягу з 3,3 % в січні-жовтні 2019 року; а в хімічній і нафтохімічній, навпаки, зросла до 3,1 % з 2,6 % роком раніше.

Розгляд часток витрат на електроенергію в структурі собівартості енергоємних підприємств за даними роботи [9] на 2008 рік представлено на рис. 1.10.

Порівняльний аналіз часток витрат на електроенергію в структурі собівартості енергоємних підприємств згідно діючого та уточненого тарифу на електроенергію

Найменування підприємства	Частка витрат на електроенергію в структурі собівартості, %	
	згідно діючого тарифу	згідно уточненого тарифу
ВАТ "Запоріжсталь"	11,93	8,60
ВАТ "ЗФЗ"	40,81	32,38
ВАТ "Укрграфіт"	14,70	10,69
ВАТ "Залк"	45,40	36,61

Рисунок 1.10 – Частка витрат на електроенергію в структурі собівартості енергоємних підприємств [9]

Таким чином, одним з найефективніших заходів щодо зниження собівартості продукції для промислових підприємств є визначення напрямків скорочення витрат на споживання електроенергії, частка якої в структурі собівартості останніх займає до 50 %.

1.4 Дослідження вимог нормативних документів щодо методі оцінювання енергетичної ефективності продукції

Директива 2010/30/ЕС від 19 травня 2010 року про маркування та стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів енергоспоживчими продуктами встановлює вимоги щодо маркування та стандартної інформації про товар обсягів споживання енергії та інших ресурсів енергоспоживчими продуктами. [6]

Відповідно до [5]: «...Директива встановлює рамки для гармонізації державних заходів щодо публікування, насамперед шляхом маркування та зазначення інформації про товар, інформації про споживання енергії та інших

основних ресурсів, а також додаткової інформації стосовно певних типів енергоспоживчих продуктів, дозволяючи таким чином кінцевим споживачам обирати більш енергоефективні продукти. Ця Директива застосовується до енергоспоживчих продуктів, які мають значний прямий або непрямий вплив на споживання енергії та, за необхідності, інших основних ресурсів під час використання...».

Всі постачальники та дистриб'ютори, які знаходяться на їх території, зобов'язані вказувати клас енергоспоживання пристроїв [7]. Директива встановлює візуальне маркування шкалою кольорів і складається з не більше ніж сімох різних кольорів, від темнозеленого до червоного [7].

Інформація, що описує споживання електроенергії, інших форм енергії та, за необхідності, інших основних ресурсів під час використання товару, та додаткова інформація, відповідно до цієї Директиви, доводиться до уваги кінцевих споживачів шляхом використання мікрофіші та знаків маркування, пов'язаних з продуктами, які виставлені на продаж, оренду, оренду з правом викупу, або представляються кінцевим споживачам безпосередньо чи опосередковано шляхом будь-якого виду продажу на відстані, включаючи Інтернет. [3]

Директива вимагає супроводжувати впровадження маркування освітніми та агітаційними інформаційними кампаніями, спрямованими на заохочення енергоефективності та більш відповідального використання енергії кінцевими споживачами [6].

Перелік українських технічних регламентів, прийнятих в рамках зобов'язань відповідно до цієї Директиви представлено в табл. 1.1.

Розглянемо більш детально деякі з них в частині обчислення значень енергоефективності промислової продукції.

Аналіз Регламенту Європейської Комісії №640/2009 щодо вимог до екодизайну електродвигунів представлено на рис. 1.11.

Таблиця 1.1 – Перелік українських технічних регламентів, прийнятих в рамках зобов'язань відповідно до Директиви 2010/30/ЕС

Назва технічного регламенту	Дата прийняття	Дата обов'язкового застосування
Технічний регламент енергетичного маркування побутових електричних холодильників Technical regulation on energy labeling of domestic electric refrigerators Regulation 1060/2010 supplementing Directive 2010/30/EU	07.08.2013	01.07.2015
Технічний регламент енергетичного маркування побутових пральних машин Technical regulation on energy labeling of household washing machines Regulation 1061/2010 supplementing Directive 2010/30/EU	07.08.2013	01.07.2015
Технічний регламент енергетичного маркування електричних ламп та світильників Technical regulation on the energy marking of electric lamps and fixtures Regulation 874/2012 supplementing Directive 2010/30/EU	07.08.2013	01.07.2015
Технічний регламент енергетичного маркування побутових посудомийних машин Technical regulation on energy labeling of household dishwashers Regulation 1059/2010 supplementing Directive 2010/30/EU	27.05.2015	12.12.2015
Технічний регламент енергетичного маркування кондиціонерів повітря Technical regulation on energy labeling of air conditioners Regulation 626/2011 supplementing Directive 2010/30/EU	17.07.2015	07.02.2016
Технічний регламент енергетичного маркування телевізорів Technical regulation on energy labeling of televisions Regulation 1062/2010 supplementing Directive 2010/30/EU	24.05.2017	09.12.2017
Технічний регламент енергетичного маркування побутових барабаних сушильних машин Technical regulation on energy labeling of household tumble driers Regulation 392/2012 supplementing Directive 2010/30/EU	24.05.2017	02.12.2017
Технічний регламент енергетичного маркування пилососів Technical regulation on energy labeling of vacuum cleaners Regulation 665/2013 supplementing Directive 2010/30/EU	31.05.2017	14.12.2017
Технічний регламент енергетичного маркування побутових духових шаф та кухонних витяжок Technical regulation on energy labeling of domestic ovens and range hoods Regulation 65/2014 supplementing Directive 2010/30/EU	31.05.2017	14.12.2017
Технічний регламент енергетичного маркування водонагрівачів, баків-акумуляторів та комплектів з водонагрівача і сонячного обладнання Technical regulation on energy labeling of water heaters, hot water storage tanks and packages of water heater and solar device Regulation 812/2013 supplementing Directive 2010/30/EU	07.02.2018	12.12.2018

Джерело: Міністр розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України

Аналіз витрат та вигоди: встановлення мінімальних стандартів енергоефективності двигунів – питома річне споживання електроенергії



$$\frac{\text{сер. ном. потужність (кВт)}}{\text{сер. ККД (\%)}} \times (\text{сер. річ. експлуатація} \times \text{коэф. завантаження})$$

Вхідні параметри для розрахунку питомого річного споживання електроенергії:

- **Середня номінальна потужність (кВт):** середнє значення потужності у кожному діапазоні потужності (не було даних, щоб зробити точніші припущення)
- **Середній ККД (%):** середній для 2-6-полюсних одношвидкісних двигунів всіх моделей, що були визначені у кожному діапазоні моделей за потужністю
- **Середньорічна кількість годин експлуатації (год./рік):** використані середні секторальні показники ЄС, скориговані відповідно до споживання електроенергії за секторами (промисловий сектор та сектор обслуговування)
- **Середній коефіцієнт завантаження* (%):** для всіх двигунів (наданий Інститутом електродинаміки)

*Коефіцієнт завантаження – це відношення фактичного завантаження двигуна до номінального

3-фазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором	Розд. ціна (грн.)	надбавка до ціни у зв'язку з виконанням вимог рівня 1	надбавка до ціни у зв'язку з виконанням вимог рівня 2
Трифазні асинхронні двигуни 0,75-7,5 кВт	2,800	10-15%	20-25%
Трифазні асинхронні двигуни 7,5-37 кВт	11,000	10-15%	20-25%
Трифазні асинхронні двигуни 37-75 кВт	24,500	10-15%	20-25%
Трифазні асинхронні двигуни 75-375 кВт	51,600	10-15%	20-25%

- Роздрібна ціна - середня від цін 8 постачальників (ТОВ «ЕЛ-НАСОС», ТОВ «Перша редукторна компанія», ПКФ «Гідромаш», «горизонт» С.Н.О., інтернет-магазин «Електромотор», «ООО Насосные технологии», «ООО УПК Фарватер», компанія «Українське промислове обладнання»)
- Надбавки до цін розраховані за інформацією журналу «Машиностроитель» (2011 р.) [<http://konstruktor.net/podrobnee-elekt/evropa-speshit-za-ssha.html>]
- У якості надбавки до цін узято вищі значення у діапазонах (тобто, 15 та 25%).
- Надбавки до цін у зв'язку з необхідністю виконати вимоги рівню 2 стосуються тільки закупівлі двигунів рівня ІЕ3. Варіант ІЕ2 + регулятор змінної швидкості у моделі не врахований у зв'язку з високою ціною на регулятори змінної швидкості.

Рисунок 1.11 – Обчислення значень мінімальних стандартів енергоефективності двигунів – питома річне споживання електроенергії [10]

Аналіз Регламенту Європейської Комісії №327/2011 щодо екодизайну вентиляторів представлено на рис. 1.12.

Аналіз витрат та вигоди: встановлення мінімальних стандартів енергоефективності вентиляторів – питоме річне споживання електроенергії



сер. ном. потужність (кВт) × (сер. річ. кількість годин ек

Вхідні параметри для розрахунку питомого річного споживання електроенергії:

- **Середня номінальна потужність (кВт):** значення відповідної електричної потужності на вході двигуна вентилятора у точці найвищої ефективності
- **Середньорічна кількість годин експлуатації (год./рік):** використані значення збуту в Україні (2015 р.), середньозважені значення показників ЄС за кожною технологією вентиляторів

*Коефіцієнт завантаження – це відношення фактичного завантаження двигуна до номінального

Аналіз витрат та вигоди: встановлення мінімальних стандартів енергоефективності вентиляторів: середня ефективність



- Дані були одержані з листків тех. даних українських виробників реальних вентиляторів
- Середня ефективність в Україні у 2016 р. порівнюється з середньою ефективністю у ЄС у 2011 р. Виробники у ЄС стикаються з тими самими проблемами
- Розрахунки ефективності вентиляторів наведені нижче.

Категорії вентиляторів	Середня ел. потужність, Україна (кВт)	Сер. статичний ККД, Україна (2016 р.) (%)	Вимоги рівня 2 до статичного ККД (%)	Середня ел. потужність, ЄС (кВт)	сер. статичний ККД, ЄС (2011) (%)
Осьові	1,1	32,3%	33,9%	1,17	35,9%
Відцентрові вентилятори із загнутими вперед лопатками – з корпусом	0,55	31,9%	36%	0,44	30%
Відцентрові вентилятори із загнутими назад лопатками – з корпусом	4	51,6%	56,8%	3,76	50%
Змішаного потоку/ дахові вентилятори	1,1	35,3%	50,9%	1,2	40%
Перехресного потоку	0,49	-	-	0,42	-

η_e - загальна ефективність

$$\eta_e = P_{u(s)} / P_e$$

$P_{u(s)}$ - потужність потоку газоподібної речовини у вентиляторі, що визначається відповідно до пункту 3.3, коли вентилятор працює на своїй оптимальній точці енергоефективності

P_e - потужність, виміряна на вхідних клеммах електродвигуна вентилятора, коли вентилятор працює на своїй оптимальній точці енергоефективності

Рисунок 1.12 – Обчислення значень мінімальних стандартів енергоефективності вентиляторів [11]

Аналіз Регламенту Європейської Комісії №547/2012 щодо екодизайну водяних насосів представлено на рис. 1.13.

Аналіз витрат та вигоди: встановлення мінімальних стандартів енергоефективності водяних насосів – питома річне споживання електроенергії



сер. підвідна електрична потужність (кВт) у точці *ВЕР* × (сер. річ. кількість годин експлуатації × коеф. завантаження)

Вхідні параметри для розрахунку питомого річного споживання електроенергії:

- **Середня номінальна потужність (кВт):** підвідна потужність на вході у точці найвищої ефективності (ВЕР).
- **Середньорічна кількість годин експлуатації (год./рік):** використані середні у ЄС значення за типами насосів, адже даних по Україні немає.
- **Середній коефіцієнт завантаження* (%):** для всіх двигунів, пов'язаних з водяними насосами**

$$(\eta_{\text{ВЕР}})_{\text{min reqd}} = 88,59 x + 13,46 y - 11,48 x^2 - 0,85 y^2 - 0,38 x y - C_{\text{вид насоса, об/л}}$$

де,

$x = \ln(n_2)$; $y = \ln(Q)$ та \ln – натуральний логарифм та Q – подача у [м³/год.]; n_2 – питома частота обертання у [min⁻¹]; C – значення, наведене в Таблиці.

*Коефіцієнт завантаження – це співвідношення між номінальним та фактичним завантаженням насосу

** <http://www.online-electric.ru/dbase/kicos.php?query=&type=%EE&type4>

Аналіз витрат та вигоди: встановлення мінімальних стандартів енергоефективності водяних насосів – типові технічні параметри в Україні



Тип насосу	Сер. ном. потужність (кВт)	Сер. ефективність (%)	Мех. потужність (P)	Напір (H)	Подача (Q)
ESOB	2,55	0,64	2,55	30	20
ESCC	3,57	0,61	3,57	32	25
ESCCi	3,61	0,603	3,61	32	25
MS-V	5,45	0,55	5,45	110	10
MSS	3,94	0,63	3,94	70	13

Джерело: технічні дані виробників

- Значення середньої ефективності у точці ВЕР надані трьома різними виробниками
- Значення середньої номінальної потужності, напору та подачі одержані з технічних паспортів водяних насосів
- Механічна потужність (P) розрахована за допомогою рівняння, що наведено праворуч

$$P = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{367 \cdot \eta}$$

Рисунок 1.13 – Обчислення значень мінімальних стандартів енергоефективності водяних насосів [12]

Відповідно до останнього Регламенту ЄС розглянемо загальну методику обчислення показника енергоефективності (EEI), ε_{EEI} безсальникових циркуляційних насосів, що представлена в серії стандартів ДСТУ EN 16297 [13].

Показник енергоефективності, ε_{EEI} , обчислюють як [13]:

$$\varepsilon_{EEI} = \frac{P_{L,avg}}{P_{ref}} \cdot C_{xx\%}, \quad (1.1)$$

де $C_{xx\%}$ – поправочний коефіцієнт, що залежить від типу циркуляційного насоса і сфери застосування пристрою та гарантує, що на момент визначення поправочного коефіцієнта тільки XX % циркуляційних насосів певного типу мали $EEI \leq 0,20$ [13].

Обчислення середньої компенсованої потужності на вході, $P_{L,avg}$, розраховують за формулою [13]:

$$P_{L,avg} = L_1 \cdot P_{L,100\%} + L_2 \cdot P_{L,75\%} + L_3 \cdot P_{L,50\%} + L_4 \cdot P_{L,25\%}.$$

Значення наведених величин беруться з профілю навантаження, визначеного в таблиці 4 ДСТУ EN 16297-1, та з еталонної кривої регулювання, визначеної в пункті 6.2.4 ДСТУ EN 16297-1 [13].

Еталонна потужність на вході, P_{ref} , обчислюється за формулою [13]:

$$P_{ref} = 1,7 \cdot P_{hyd,r} + 17 \cdot (1 - e^{-0,3 \cdot P_{hyd,r}}).$$

Таким чином, впровадження зазначених Технічних регламентів в Україні створює систему для визначення вимог з екодизайну енергоспоживчих продуктів для досягнення основної мети: «Забезпечення вільного руху таких продуктів, як на внутрішньому ринку, так і на спільному ринку ЄС».

Технічні регламенти встановлюють вимоги, яким повинні відповідати енергоспоживчі продукти, на які поширюється дія відповідних технічних

регламентів щодо встановлення вимог з екодизайну за типами продуктів, для їх введення в обіг, а також сприяє підвищенню загальних рівней енергоефективності та охорони навколишнього природного середовища, в той же час збільшуючи безпеку енергопостачання. [18]

1.5 Дослідження класичних методів розрахунку енергозатрат під час механічної обробки металів лезовим інструментом

1.5.1 Метод обчислення витрат електроенергії під час механічного оброблення поверхні на основі теорії різання

Відомо, що процес різання являє собою процес проникнення леза в заготовку з утворенням нової поверхні за допомогою відокремлення від заготовки шару, що зрізується (див. рис. 1.14). Лезо взаємодіє із заготовкою по передній поверхні – по поверхні, уздовж якої переміщується стружка, та по заднім поверхнях (головною й допоміжною), які ковзають по поверхнях на заготовці (різання та обробленій).

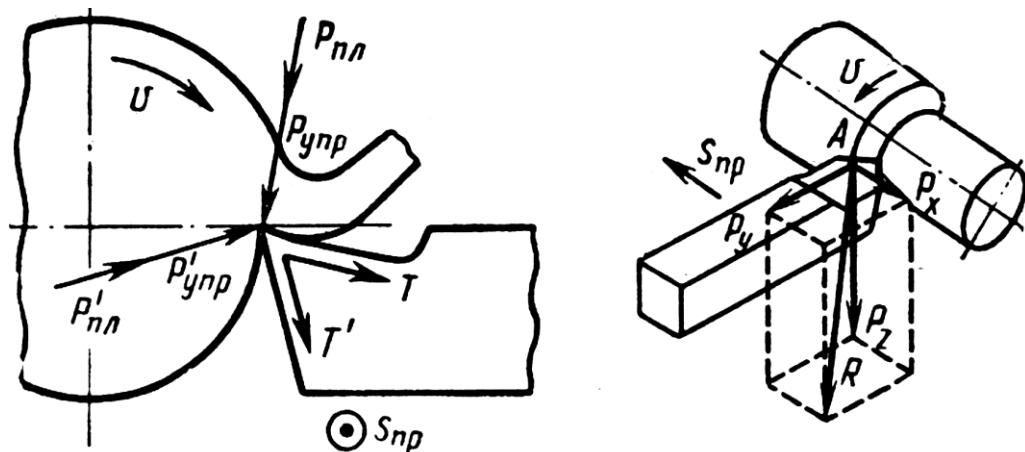


Рисунок 1.14 – Схема діючих сил на токарський різець [15]

За результатами такої взаємодії на контактних поверхнях виникають сили опору ковзанню, які призводять до виникнення (формування) контактних дотичних напружень τ_N (рис. 1.15). Велика кількість експериментальних робіт,

проведених J. A. Armarego, T. H. S. Childs, P. L. V. Oxley, Г. С. Андреевим, А. С. Верещакою, Б. Ф. Бобровим, М. М. Зоревим, І. В. Крагельським, Д. В. Криворучко, М. П. Мазуром, М. Ф. Полетикою, Л. Ш. Шустером [8] та іншими дослідниками, дозволяють сьогодні уявити те, що відбувається на контактних поверхнях леза в процесі різання. [16]

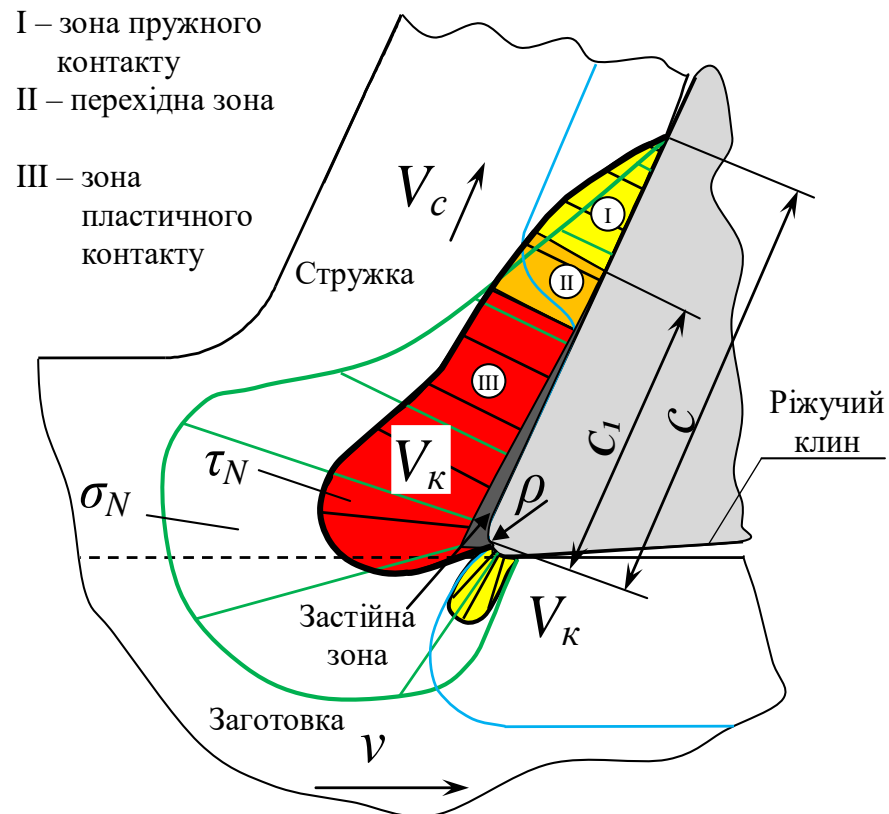


Рисунок 1.15 – Характерний розподіл контактних напружень σ_N , q_F та відносної швидкості ковзання V_k на контактних поверхнях леза [8]

Умови контактної взаємодії інструменту із заготовкою та стружкою неоднозначні. Контактні нормальні напруження σ_N , температура і швидкість ковзання на межі між стружкою та інструментом змінюються в широких діапазонах [16].

Контактні поверхні позбавлені плівок окислів і мають значну молекулярну й хімічну активність щодо нових (також ювенільно чистих, тобто

без окисних плівок) поверхонь, які утворюються в процесі розділення оброблюваного матеріалу на стружку та готову деталь при проникненні леза у заготовку [16].

В цих умовах реалізуються різні механізми тертя ковзання стружки і заготовки по робочих поверхнях леза інструменту: механізм внутрішнього тертя, сухого граничного і навіть рідинного (у разі дії температур, близьких до температур плавлення оброблюваного матеріалу) зовнішнього тертя. Останній механізм досить часто виявляється, наприклад, при обробці з високими швидкостями різання, коли можуть виникати надто високі температури різання. Все це проявляється в достатньо великому діапазоні коефіцієнтів тертя, характерних для процесів різання (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Коефіцієнти тертя для різних видів тертя ковзання [15]

	Вид тертя (зовнішнього)	Коефіцієнт тертя
1	Тертя ювенільних поверхонь	0,8 – 6,0
2	Тертя (сухе) окислених поверхонь	0,4 – 0,8
3	Область прикордонного тертя (рубіжного)	0,2 – 0,6
4	Граничне тертя	0,015 – 0,4
5	Область рубіжного режиму гідродинамічного тертя	0,005 – 0,02
6	Гідродинамічне тертя	0,01 – 0,2

На цей час широко визнаним є уявлення про двоїсту молекулярно-механічну (на заході: адгезійно-деформаційну) природу тертя на контактних поверхнях інструменту в умовах зовнішнього сухого тертя. Найбільш розвиненою і фізично обґрунтованою вважається молекулярно-механічна теорія тертя, розроблена І. В. Крагельським [16] та F. P. Bowden і D. Tabor [22].

Аналіз умов, що практично реалізуються на поверхнях контакту інструменту із заготовкою та стружкою, і механіки процесу тертя дозволяє встановити, що сила опору відносному ковзанню формується в результаті дуже складних контактних процесів. У зв'язку зі зміною контактного тиску, температури і швидкості ковзання на поверхні контакту одночасно може відбуватися взаємодія в різних режимах: зовнішнє, внутрішнє або навіть

граничне тертя ковзання. У межах довжини площадки контакту С (рис. 1.15 –) є ділянки, де реалізуються умови тертя спокою на ділянках пластичного контакту III і частково II (на довжині площадки контакту C_1), де розташований загальмований шар (застійна зона), у межах якого стружка рухається не по передній поверхні, а по загальмованому шару, і опір руху стружки визначається опором зсуву в контактному шарі стружки. На цих ділянках зовнішнє тертя ковзання відсутнє, тобто воно замінюється «внутрішнім» тертям між окремими шарами стружки. За такої схеми на площадці контакту, яка має області пружного і пластичного контактів практично хімічно чистих (ювенільних) поверхонь, в умовах високих температур і тисків різко інтенсифікуються адгезійні та дифузійні процеси. [16], [19]

Оскільки навіть найгладкіші металеві поверхні в субмікроскопічному масштабі є шорсткими і при зіткненні контактують своїми виступаючими ділянками, на яких локальні тиски стають достатніми для забезпечення пластичної деформації. У результаті цієї пластичної деформації оголюються нові поверхні, метали приходять в безпосередній контакт хімічно чистими поверхнями і між ними встановлюються адгезійні зв'язки, тобто за певних умов можуть утворюватися так звані ділянки схоплювання, які при роз'єднанні поверхонь можуть руйнуватися або безпосередньо по новій формації, або з відділенням її з якоїсь із контактуючих поверхонь (стружки, поверхні на заготовці або лезі інструменту). Руйнування містків адгезійних зв'язків може супроводжуватися перенесенням часток матеріалів з однієї поверхні на іншу, величини є, як правило, значно більшими в порівнянні з розмірами атомів. В області контакту леза інструменту із заготовкою в процесі різання завжди утворюються адгезійні зв'язки, які розриваються при розділенні поверхонь. Для виникнення адгезії («містків» міцних металевих зв'язків) необхідно, по-перше, достатнє зближення поверхонь, щоб почали діяти атомні та молекулярні сили, і, по-друге, щоб шляхом пластичної деформації була вилучена поверхнева плівка, яка складається з оксидів і

зміцненого (наклепаного) металу, і в результаті цього мав би місце контакт двох чистих металів, тобто без наявності якогось третього (твердого, рідкого або газоподібного) середовища. Відомо, що адгезія є результатом утворення інтерметалічних зв'язків між контактуючими тілами і залежить від їх здатності створювати між собою хімічні сполуки і тверді розчини. Чим більше спорідненість (за хімічним складом) контактуючих матеріалів, тим (за інших рівних умов) імовірність адгезії вища. Очевидно, що зі збільшенням тиску і, у певних межах, температури в зоні контакту (розм'якшення) зростає як імовірність утворення містків захоплення, так і ступінь їх утримання на контактуючих поверхнях. [16], [13]

Таким чином, для визначення дії сили опору різанню її розкладають на три взаємно перпендикулярні складові сили, що направлені по осях координат верстата:

P_x – осьова сила;

P_y – радіальна сила;

P_z – тангенційна сила, яку називають силою різання.

Осьова сила P_x діє вздовж заготовки та при продольному точінні протидіє механізму подач. Радіальна сила P_y - віджимає різець, її реакція згинає заготовку. Сила різання P_z направлена по дотичній до поверхні різання та визначає потужність різання N_p . Складові сили різання при точінні розраховують за аналітичною формулою, Н:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (1.2)$$

де C_p – стала, що враховує умови обробки;

x, y, n – показники ступеня;

t – глибина різання, мм;

S – подача, мм/об;

v – швидкість різання, м/хв;

K_P – узагальнений корегувальний коефіцієнт, що враховує зміну умов обробки по відношенню до табличних.

$$K_P = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp}, \quad (1.3)$$

де K_{mp} – корегувальний коефіцієнт, що враховує властивості оброблюваного матеріалу;

$K_{\varphi p}, K_{\lambda p}, K_{\gamma p}, K_{rp}$ – коефіцієнти, що враховують відповідні геометричні параметри різця.

Потужність різання розраховують за формулою, кВт:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}. \quad (1.4)$$

Відповідно до описаних фізичних явищ, що виникають в процесі механічної обробки, загально прийнятний метод обчислення витрат електроенергії під час механічного оброблення поверхні має наступний вираз:

$$H_e = M_H \cdot K_{внп} \cdot \frac{L \cdot \pi \cdot d}{1000 \cdot S \cdot v}, \quad (1.5)$$

де H_e – норма споживання електроенергії, кВт;

M_H – номінальна потужність устаткування, кВт;

$K_{инм}$ – коефіцієнт використання номінальної потужності устаткування;

L – довжина обробки, мм.

1.5.2 Розрахунок питомих норм витрати енергоресурсів для машинобудівних підприємств

З метою економної витрати енергоресурсів (ЕР) авторами роботи [19] запропоновано наступний порядок визначення питомих норм витрати ЕР.

Планова питома норма витрати ЕР визначається таким чином:

$$H_{num} = H_{сер} \cdot K_{ен.еф}, \quad (1.6)$$

де $H_{сер}$ – середньо-статистична питома норма витрати ЕР цехом за відповідний квартал року, що передує розрахунковому;

$K_{ен.еф}$ – коефіцієнт енергоефективності – залежить від використовуваних технологічних процесів, впровадження енергозберіжних технологій, досягнутих рівнів енергоспоживання попередніх звітних періодів і стану обладнання (виконання ППР) – визначається відділом головного енергетика, звідси:

$$H_{сер} = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{3}, \quad (1.7)$$

де H_1, H_2, H_3 – фактична питома норма витрати ЕР цехом за місяць відповідного кварталу року, що передує розрахунковому

$$H_1 = \frac{E_1}{T_1}, \quad (1.8)$$

де E_1 – фактичне споживання ЕР цехом за місяць відповідного кварталу року, що передує розрахунковому;

T_1 – фактичний показник трудомісткості продукції (трудовитрат), випущеної цехом, за місяць відповідного кварталу року, що передує розрахунковому;

H_2, H_3 розраховуються за формулою (1.8).

Планова питома норма витрати ЕР (H_{num}) для дільниць і цехів об'єднання, в яких плановий випуск продукції визначається в тонах, розраховується службами головного металурга і головного зварника.

Обчислення планованої кількості споживання ЕР цехами, в яких трудовитрати визначаються в нормо годинах, (E_n) обчислюється за формулою:

$$E_n = H_{нит} \times T_{пр}, \quad (1.9)$$

де $H_{нит}$ – планова питома норма витрати ЕР цехом за відповідний квартал року, що передує розрахунковому;

$T_{пр}$ – планований показник трудомісткості продукції, що випускається цехом за розрахунковий місяць.

Звідки:

$$T_{пр} = ((\mathcal{C}_{осн.роб.відр.пл.пр} \cdot \Phi_{кор.ф.роб.часу} \times \frac{\%_{вир.норм.}}{100}) + T_{дод}) \times K_{тр}, \quad (1.10)$$

де $\mathcal{C}_{осн.роб.відр.пл.пр}$ – кількість основних робітників з відрядною оплатою праці - облікова кількість робітників, чол;

$\Phi_{кор.ф.роб.часу}$ – корисний фонд робочого часу – фактичний час, відпрацьований робітниками з відрядною формою оплати праці;

$\%_{вир.норм.}$ – відсоток вироблення норм часу – відношення вироблених нормогодин за нарядами до відпрацьованого часу за табелем, у відсотках;

$T_{дод}$ – додаткова трудомісткість робіт – трудомісткість робіт, оплачуваних згідно з Положенням «Про порядок оформлення заявок на організацію проведення і оплати робіт у вихідні дні».

$K_{тр}$ – коефіцієнт співвідношення трудомісткості в розрахунковому місяці по відносно аналогічного місяця минулого року (коефіцієнт $K_{тр}$ застосовується, якщо його значення більше 1) – визначається відділом заробітної праці.

Обчислення планованої кількості споживання ЕР цехами, в яких трудовитрати визначаються в тонах ($E_{нт}$), обчислюють за формулою:

$$E_{nm} = H_{nm} \cdot T_{nm}, \quad (1.11)$$

де H_{nm} – планова питома норма витрати ЕР, розраховується управліннями головного металурга та головного зварника;

T_{nm} – план випуску продукції цехом за розрахунковий місяць, тонах.

Фактична питома норма витрати ЕР цехами, в яких трудовитрати визначаються в нормогодинах (H_{ϕ}), обчислюють за виразом:

$$H_{\phi} = \frac{E_{\phi}}{T_{\phi x} \cdot K_{mp} \cdot K_{n\phi}}, \quad (1.12)$$

де E_{ϕ} – фактичне споживання ЕР цехом за розрахунковий місяць;

$T_{\phi x}$ – фактичний показник трудомісткості продукції за розрахунковий місяць, нормогодин;

K_{mp} – коефіцієнт зниження трудомісткості в розрахунковому місяці відносно аналогічного місяця минулого року (коефіцієнт K_{mp} застосовується, якщо його значення більше 1, - визначається відділом праці);

$K_{n\phi}$ – відсоток виконання плану виробництва в розрахунковому місяці, визначається плановим відділом.

Фактична питома норма витрати ЕР цехами, в яких випуск продукції визначається в тонах ($H_{\phi m}$), обчислюють за формулою:

$$H_{\phi m} = \frac{E_{\phi}}{T_{\phi m}}, \quad (1.13)$$

де E_{ϕ} – фактичне споживання ЕР цехом за розрахунковий місяць;

$T_{\phi m}$ – фактичний випуск продукції за розрахунковий місяць, тонах.

Для машинобудівних підприємств, що мають в своєму використанні інтегровану автоматизовану систему управління відповідні обчислення проводять в автоматичному режимі.

1.6 Висновок

За результатами проведеного дослідження сучасного стану та шляхів розвитку питання обчислення обсягів енерговитрат під час проектування процесів механічної обробки деталей можна зробити наступний висновок.

1. Основні тенденції останніх років щодо виробництва машинобудівної продукції на світовому ринку були:

- зростання ролі країн з економікою, що розвивається, зокрема географічне розширення так званих «глобальних ланцюгів доданої вартості»;
- сервісифікація виробництва;
- глобальна стандартизація;
- прискорення виведення нових продуктів на ринок та зменшення терміну їх життєвого циклу.

Тому навіть кількаразове збільшення поточних показників експорту України видається цілком досяжною ціллю у стратегічній перспективі, враховуючи наявність виробничої бази та можливість створення продукції на основі розробок вітчизняних науково-дослідних закладів.

2. Одним з інструментів що дозволяє підвищити конкурентоздатність вітчизняного машинобудування є зниження собівартості продукції для за рахунок скорочення витрат на споживання електроенергії, частка якої в структурі собівартості останніх займає іноді до 50 %.

3. Національний план дій з енергоефективності України на період до 2025 року, який було запроваджено для досягнення виконання зобов'язань України як члена Енергетичного Співтовариства, забезпечує встановлення мінімальних вимог до енергоефективності енергоспоживчих продуктів у якості горизонтального заходу з підвищення енергоефективності на допомогу

досягненню національних цілей з енергозбереження. Законом України «Про енергозбереження» вводиться концепція енергоефективної продукції, статтею 19 встановлюється обов'язковість для виконання державних енергетичних стандартів. Згідно з положеннями Розділів IV та V Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Україна зобов'язана перенести законодавство ЄС з екодизайну до національного законодавства [5].

4. За результатом дослідження вимог та рекомендацій національних та міжнародних законодавчих та нормативних документів встановлено факт, що вимоги до маркування промислового устаткування не регламентуються, на цей час розроблені вимоги лише до певних видів промислової продукції побутового призначення.

5. Дослідження основ теорії різання дозволило встановити факт, що під час обчислення потужності процесу різання металів аналітичним методом притаманно використання великої кількості коефіцієнтів, які іноді взагалі не нормовані або мають дуже великий діапазон значень табличних величин, що в сукупності призводить до досить суттєвих значень невизначеності (похибки) обчислень.

6. Існують інші методи обчислення енергоспоживання технологічним обладнанням, але їх використання можливе лише після завершення процесів механічної обробки деталей.

Таким чином, на разі існує науково-практична проблема щодо розроблення методологічних основ системи автоматизованого обчислення прогнозованих обсягів енерговитрат при проектуванні технологічного процесу обробки деталей, впровадження якої дозволить вітчизняним машинобудівним підприємствам знизити собівартість продукції за рахунок зниження витрат електроспоживання на одиницю продукції, що випускається.

2 МЕТОДОЛОГІЯ ОБЧИСЛЕННЯ ОБСЯГІВ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

2.1 Визначення та класифікація технологічного процесу

Практичне застосування будь-якої технології відбувається через формалізований, доцільний комплекс дій, спрямованих на зміну форми, розміру, стану, структури, місця розташування предмета праці, та можна класифікувати, як процес.

Технологічний процес – це комплекс операцій з видобутку, переробки сировини та матеріалів напівфабрикатами та виробництва готової продукції. Кожен процес може бути розчленований на певну кількість типових технологічних ланцюжків або операцій і поданий як технологічна схема.

За типом джерела необхідної енергії, технологічні процеси можуть бути пасивними і активними. Перші виконуються як природні процеси (наприклад, сушіння в нормальних умовах). Активні технологічні процеси є результатом або прямого впливу людини на суб'єкта праці, або впливу засобів праці, через енергію, яка раціонально трансформована для цього людиною.

За ступенем безперервності впливу на предмет роботи технологічні процеси діляться на дискретні (переривчасті або переривчасті), безперервні та комбіновані (рис. 2.1).

Дискретний процес характеризується чергуванням основної роботи і допоміжних заходів з чітким поділом часу на їх виконання. Наприклад, металообробка здійснюється в такій послідовності: установка заготовки в патрон верстату (допоміжна операція), позиціювання різального інструменту (допоміжна операція), обробка заготовки за допомогою різального інструменту (робочий хід), контроль (допоміжна операція), зняття заготовки з верстату (допоміжна операція), установка нової заготовки в патрон і т. д.

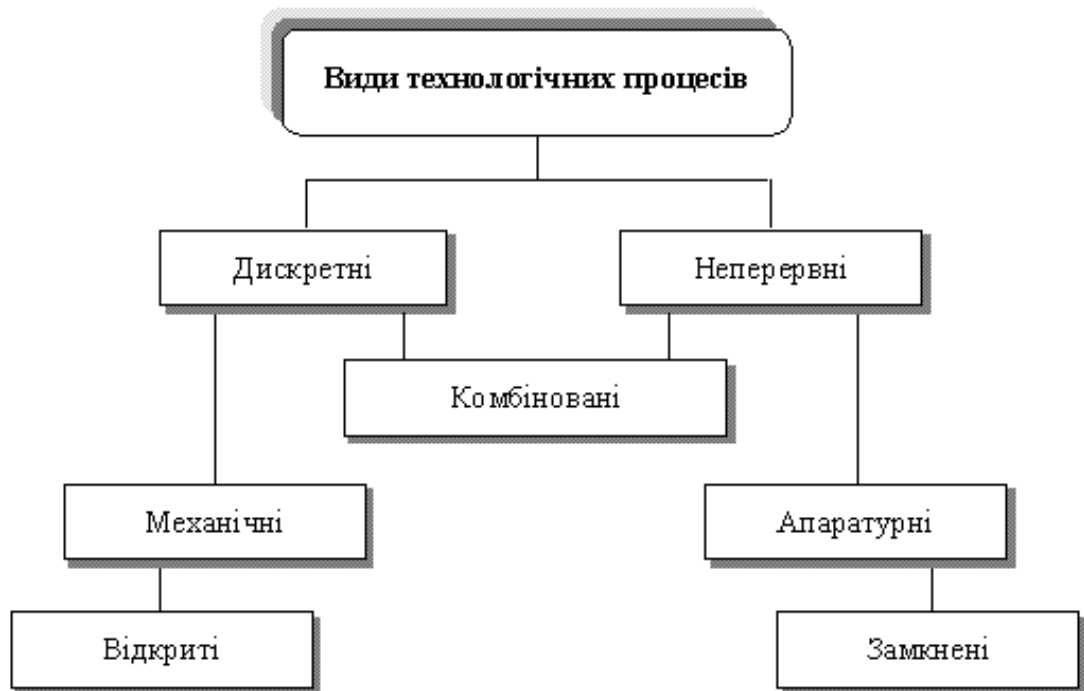


Рисунок 2.1 – Види технологічних процесів [21], [25]

Недоліком дискретних процесів є висока вартість робочої сили (робочого часу) при виконанні допоміжних ходів, так як основне технологічне обладнання простоє і продукція не виготовляється. Дискретні технологічні процеси характерні для машинобудування, будівництва, приладобудування тощо.

Особливість безперервних процесів полягає в тому, що вони не мають чіткого чергування (за час реалізації) робочих і допоміжних ходів. Вони завжди можуть ідентифікувати групу допоміжних (опорних) ходів, які здійснюються одночасно з робітниками, і групу допоміжних ходів, періодично повторюються в залежності від результатів роботи. Такі процеси характерні для хімічної промисловості, термічної та хімічної обробка в машинобудування та приладобудування.

Металургія, енергетика та інші галузі характеризуються комбінованими процесами, в яких відбувається поєднання ознак безперервних і дискретних процесів (наприклад, доменного виробництва чавуну).

Механічні та апаратні процеси відрізняються за виконуваною роботою та типом використовуваного устаткування. Механічні процеси здійснюються вручну або з машинами (верстати, складальні машини та інше), коли предмет праці зазнає механічного впливу, тобто йде змін його форми, розміру, положення. Механічні процеси переважають в галузі машинобудування.

Під час апаратних процесів фізико-хімічні властивості об'єктів праці змінюються під впливом теплової енергії, різних випромінювань, хімічних реакцій, біологічних об'єктів. Апаратні процеси відбуваються в приладах різних дизайнерських форм – печах, камерах, лазнях, посудинах та інше. За результатом апаратних процесів отримують продукт, який відрізняється від сировини хімічним складом або агрегатом. Апаратні процеси можна спостерігати в хімічній, нафтопереробній, металургійній галузях, а також у виробництві електричної та теплової енергії.

За показником кратності обробки сировини технологічні процеси діляться на процеси за відкритою схемою, де сировина підлягає єдиній переробці (наприклад, конвертерний спосіб виплавки сталі) і процесам з циркулюючою схемою, де сировина неодноразово повертається до початкового етапу переробки (наприклад, обертання водопостачання, коли вода циркулює в системі після очищення).

Циркулюючі процеси є найбільш передовими, економічними та екологічно чистими, нешкідливими, хоча вони складні і економічно обтяжливі для підприємств.

Будь-який процес можна розглядати як систему (рис. 2.2), яка має входи (склад сировини, кількість, температура тощо) та виходи (деталі, вузли, готову продукцію, їх кількість, якість та інші параметри).



Рисунок 2.2 – Схема технологічного процесу як системи [26], [24]

Технологічний процес поєднує в собі ряд ступенів (стадій), від швидкості яких залежить швидкість всього процесу (системи). У свою чергу, етапи діляться на операції. Технологічна операція є повною частиною процесу, що здійснюється на одному робочому місці і характеризується стійкістю предмета робіт, інструментів і особливостей впливу на предмет роботи.

Характеристики продукції багато в чому визначають організацію виробничого процесу в просторі та часі. Наприклад, структурна складність продукції істотно впливає на кількість переробних і монтажних ділянок і співвідношення між ними.

Чим складніший продукт, тим більша частка в трудомістких роботах припадає на монтажні роботи, а на виробничих майданчиках і в структурі підприємства - складальні цехи. Розмір, вага і кількість продукції впливають на організацію їх складання, створення конкретного виду потокового виробництва, організацію транспортування деталей, складальних вузлів і виробів на робочі місця, майданчики і цехи, значною мірою визначають тип руху на робочому місці (операції) і тривалість виробничого циклу.

Для великих і важких виробів використовуються стаціонарні поточні лінії з періодичним рухом конвеєрів, оснащених кранами і спецавтомобілями. Переміщення продукції через операції організовується переважно на паралельній основі. Цикл виробництва такої продукції довгий та іноді вимірюється роками. У деяких випадках в механічних цехах організовуються ділянки з виробництва великих, дрібних та середніх деталей.

На сполучення збирально-переробних майданчиків або цехів впливають види і марки матеріалів, які обробляються. У разі великої кількості заготовок з відливок або поковок, то створюють ливарні або ковальські і пресові (гаряче і холодне віджимання) майстерні. При виготовленні великої кількості заготовок з прокатного матеріалу створюються заготівельні ділянки або цехи. Для механічної обробки деталей з кольорових металів організовані окремі ділянки.

Ступінь точності і чистоти обробки і монтажу впливає на структуру устаткування ділянок і їх розташування. З метою обробки особливо точних деталей і складання вузлів і виробів, що вимагають створення особливих санітарних умов, організовуються окремі ділянки (майданчики).

Склад устаткування майданчиків і цехів також залежить від частки стандартних, нормалізованих і уніфікованих деталей і складальних вузлів. Виготовлення стандартних і нормалізованих деталей зазвичай здійснюється на спеціальних ділянках або в спеціальних цехах. З цією метою організовано масове виробництво.

На кількість продукції та трудомісткість їх виготовлення впливає склад і кількість устаткування цехів і майданчиків, їх розташування, можливість організації виробництва, тривалість виробничого циклу, розмір незавершеного виробництва, собівартість та інші економічні показники виробництва.

Основними завданнями елементарної організації виробництва є правильний і раціональний підбір обладнання, інструментів, матеріалів,

заготовок і кваліфікованого персоналу для забезпечення їх повноцінного використання у виробничому процесі. Проблема взаємного дотримання елементів виробничого процесу особливо актуальна в складних високорівневих і автоматизованих процесах в динамічному виробничому діапазоні. Поєднання приватних виробничих процесів забезпечує просторове і тимчасове виробниче об'єднання.

Класифікація виробничих процесів. Процес виготовлення поєднує в собі безліч часткових процесів, спрямованих на виготовлення готової продукції, яку можна класифікувати на певних підставах:

1. Залежно від ролі в загальному виробничому процесі розрізняють основні, допоміжні та експлуатаційні процеси (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Структура виробничого процесу [26], [24]

Основні процеси спрямовані на зміну основних предметів роботи і забезпечення їх властивостями готової продукції. При цьому частковий виробничий процес пов'язаний або з реалізацією якого етапу обробки об'єкта праці, або з виготовленням частини готової продукції. Залежно від стадії (фази) виробництва готової продукції основні виробничі процеси діляться на:

- заготівля, які проводяться на етапі створення поковок, відливок, заготовок (наприклад, на машинобудівному виробництві вони включають рубку і різання матеріалу, ливарні, ковальство і пресові операції). Виробничі процеси використовуються в різних оздоблювальних агрегатах;

- обробні, що відбувається на етапі перетворення заготовки або матеріалу в готові деталі механічною, термообробкою, а також обробка за допомогою електричних, фізико-хімічних та інших методів (наприклад, в машинобудування обробка здійснюється металообробними майданчиками і цехами; в металургії – доменними, прокатними цехами)

- складання, характеризують етап прийому складальних блоків або готової продукції і процесів доведення та регулювання, також до них належить процес обкатки (наприклад, в машинобудуванні – це складання і фарбування).

Структура і складність допоміжних процесів залежать від специфіки основних процесів і складу логістичної бази організації.

Збільшення асортименту, різноманітність і складність готової продукції, збільшення технічного оснащення виробництва обумовлюють необхідність розширення складу допоміжних (опорних) процесів: виготовлення моделей і спеціальних приладів, розвиток енергетичного господарства, збільшення обсягів ремонтних робіт цеху.

Деякі допоміжні процеси (наприклад, виробництво технологічного обладнання) також можуть складатися з етапів: заготівельних, обробки, складання та обкатування.

Процеси технічного обслуговування спрямовані лише на забезпечення належного впровадження базових та підтримуючих процесів в організації.

Вони призначені для переміщення (транспортних процесів), збереження в очікуванні подальшої переробки (зберігання), контролю (контрольних операцій), забезпечення логістичними та енергетичними ресурсами тощо.

Основними тенденціями в організації сервісних процесів є максимальне поєднання з основними процесами і підвищення рівня їх механізації та автоматизації. Такий підхід дозволяє автоматично контролювати базовий процес обробки, безперервний рух робочої сили за процесом, автоматизоване постачання товарів на робочі місця тощо.

Управлінські процеси перетинаються з виробничими процесами, вони зв'язані з розробкою і прийняттям рішень, регулюванням і координацією виробництва, контролем за точністю програми, аналізом і розглядом проведених робіт.

Тому деякі фахівці задіяні в управлінські процеси для конкретних виробничих процесів. Така точка зору обумовлена тим, що сучасні інструменти оснащені механізмами управління та управління, які органічно інтегровані з працюючими, мобільними та трансмісійними механізмами (наприклад, автоматизованими поточними лініями, верстатами з ЧПК, автоматизованими системами управління процесами, технологією мікропроцесора тощо).

Одним із способів підвищення гнучкості та надійності основних виробничих процесів є широке використання робототехніки, автоматизація виробництва поряд з високою універсалізацією операторів автоматизованих комплексів.

2.2 Методи проектування технологічних процесів в машинобудуванні

Ефективність експлуатації виробничих потужностей машинобудування залежить від рівня проектування технологічних процесів. Рівень проектування визначається якістю вирішення завдань, відповідно до вимог, наведених в

конструкторської документації. Проектування технологічних процесів для машинобудування характеризується різними умовами, методами і режимами.

Важливе значення для визначення складу вирішуваних завдань та результатів їх вирішення мають умови, що визначають ступінь готовності машинобудівного виробництва. Проектування технологічних процесів може виконуватися в умовах діючого виробництва або в умовах проектного виробництва.

Проектування технологічних процесів в умовах машинобудівного виробництва найбільш ефективно виконувати методами математичного моделювання. Для проектування в цілому і для вирішення окремих завдань можуть застосовуватися різні методи, основні з яких наведені на рис. 2.4.

Під час проектування доцільно застосувати математичні моделі, що розроблені на основі типових для типових рішень, уніфікованих рішень, індивідуального проектування.

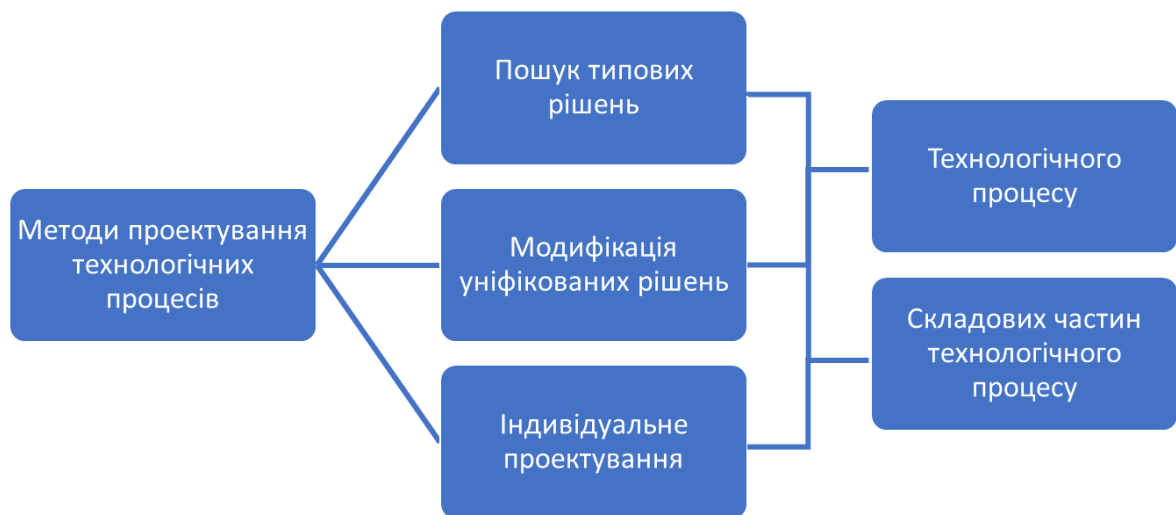


Рисунок 2.4 – Методи проектування технологічних процесів [26], [24], [25]

Організація технологічного проектування для машинобудівних виробництв із застосуванням різних методів показана на рис. 2.5–2.8.

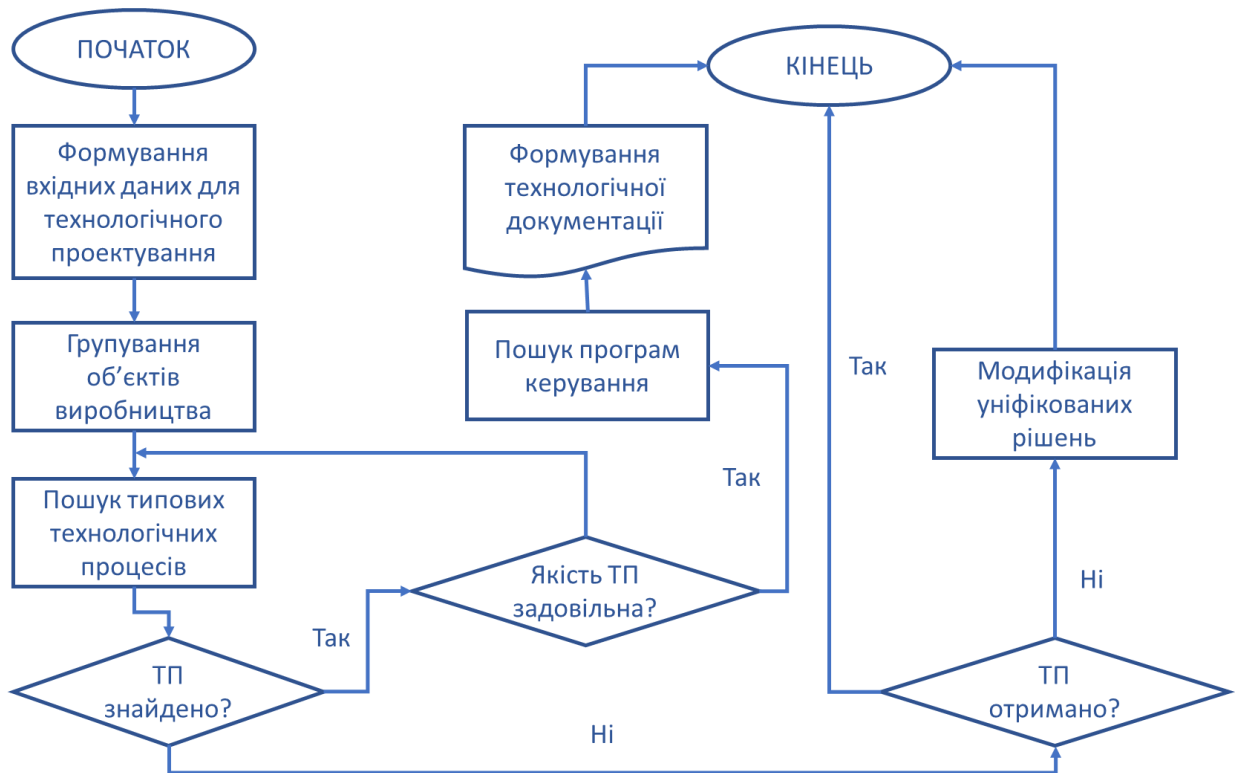


Рисунок 2.5 – Проектування технологічних процесів на основі типових рішень [26], [24], [25]

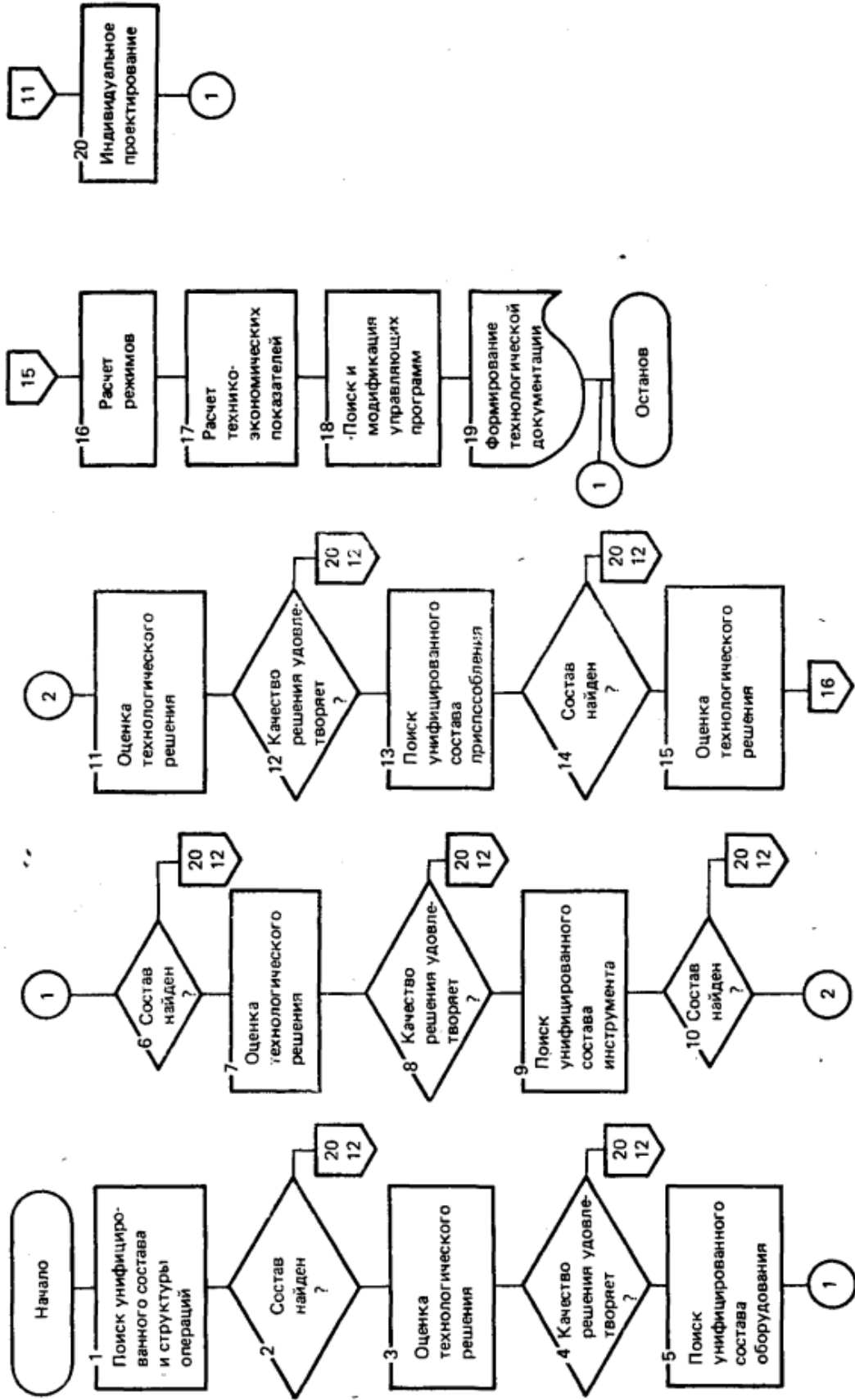


Рисунок 2.6 – Проектування технологічних процесів на основі уніфікованих елементів [26], [24], [25]

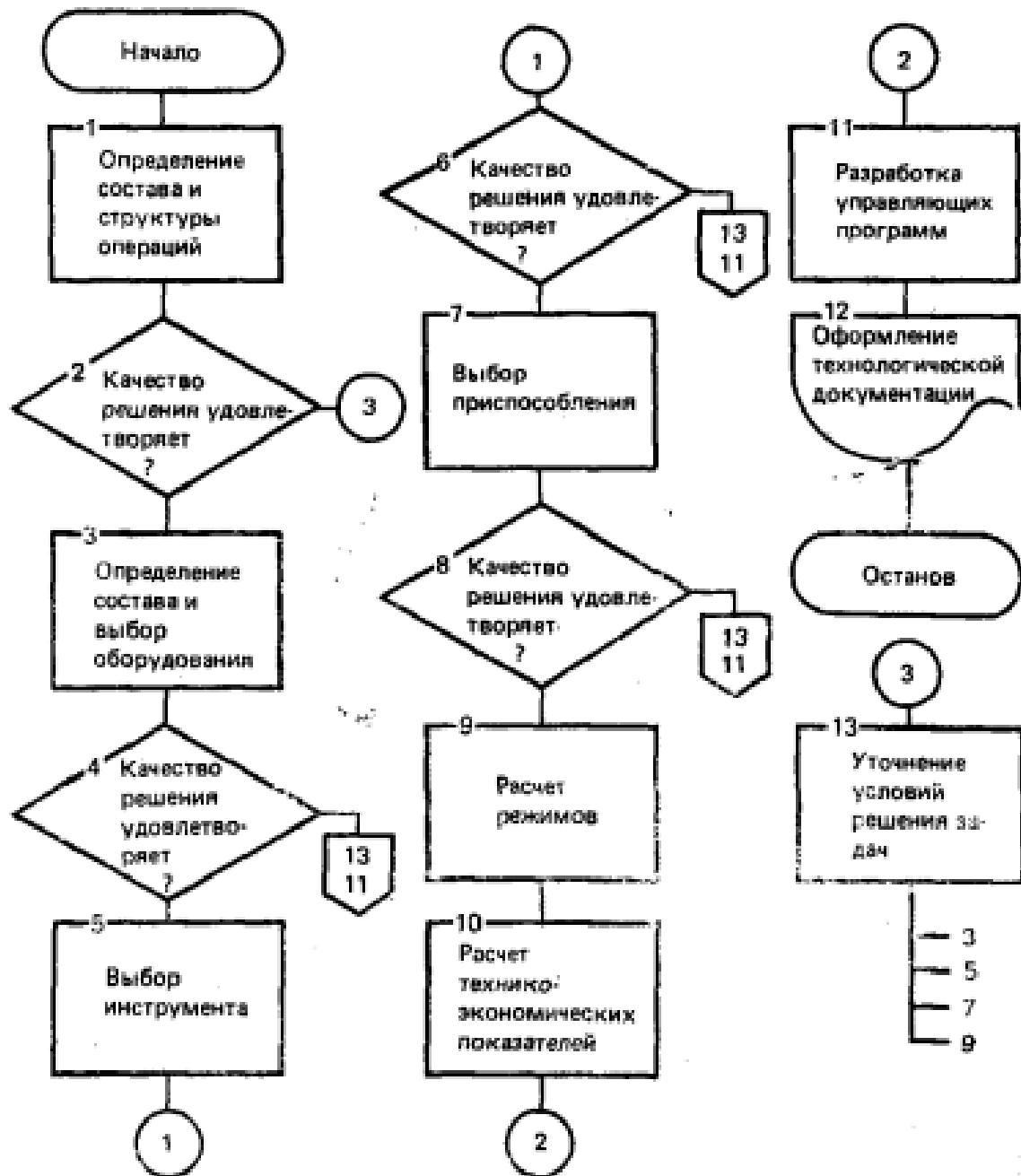


Рисунок 2.7 – Індивідуальне проектування технологічних процесів [26], [24], [25]

Для проектування можуть використовуватися пакетний або діалоговий режими, але найкращі результати забезпечує їх раціональне поєднання. Завдання, пов'язані з пошуком інформації про оснащення, з обчисленням режимів, норм часу, техніко-економічних показників доцільно вирішувати в

пакетному режимі. Завдання, пов'язані з «вибором раціональних варіантів послідовності обробки, засобів оснащення через складність формалізації доцільно вирішувати в діалоговому режимі.

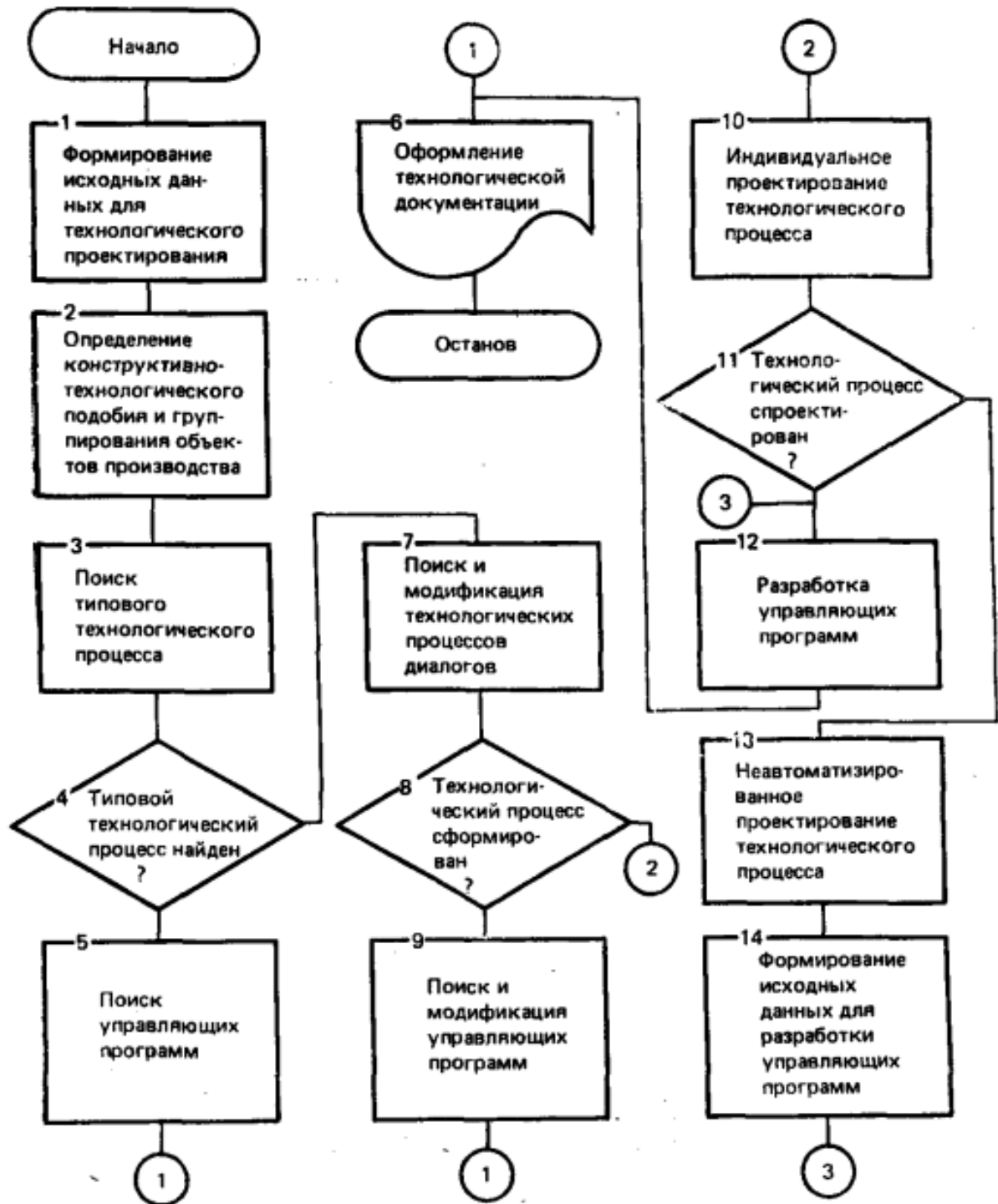


Рисунок 2.8 – Схема взаємодії методів проектування технологічних процесів [26], [24], [25]

Результатом проектного рішення з будь-якого з встановлених методів проектування технологічних процесів є технологічна документація і керуючі програми для обладнання роботів, транспортних систем, тощо.

Проектування технологічних процесів в умовах машинобудівного виробництва розділяється на етапи, склад яких наведено на рис. 7.

На першому етапі вирішуються завдання, пов'язані з аналізом об'єктів виробництва, їх відбором і групуванням відповідно до встановлених вимог: опис об'єктів виробництва, класифікація і групування, оцінювання групування.

Основою відбору і групування технологічних процесів в машинобудуванні є використання класифікатора ЕСКД і технологічного класифікатора деталей машинобудування і приладобудування, а також об'єктивна автоматизована класифікація.

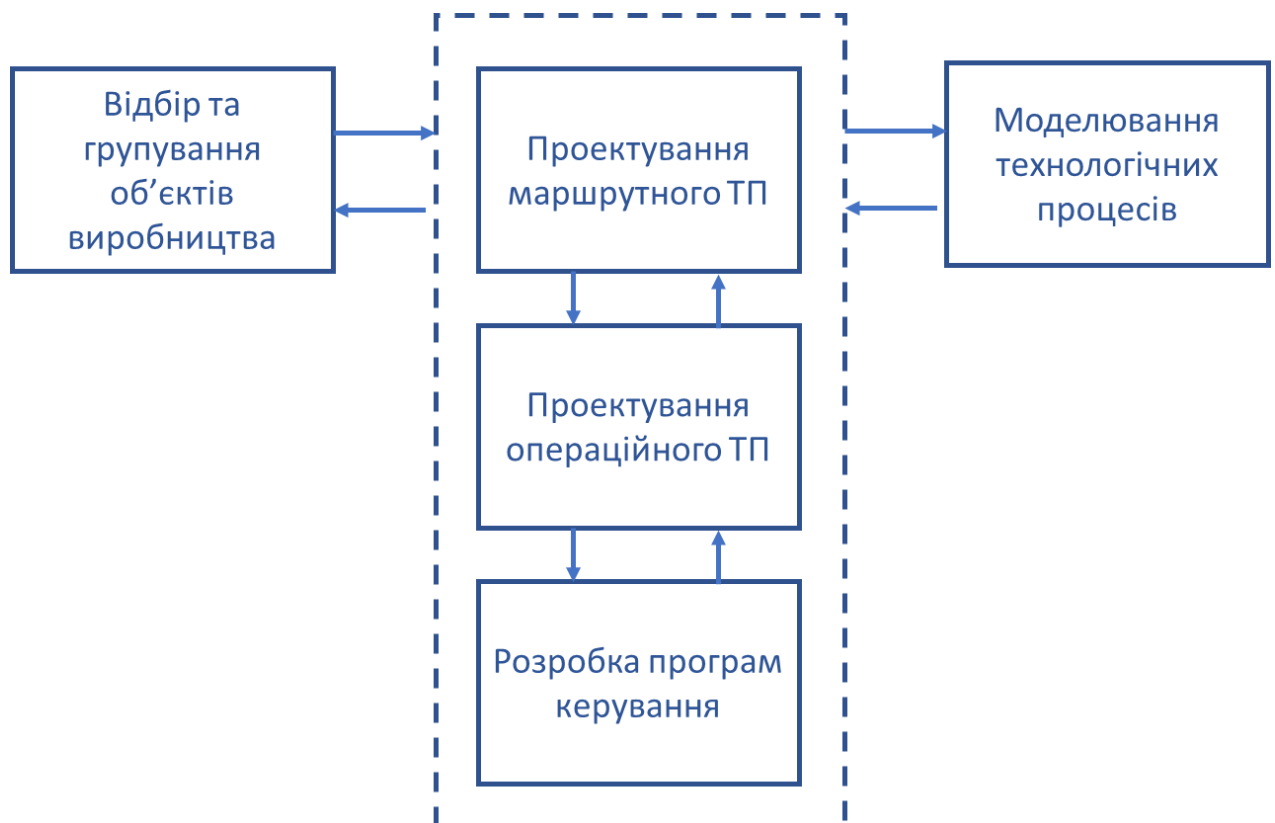


Рисунок 2.9 – Склад проектування технологічних процесів [26], [24], [25]

На другому етапі вирішуються завдання проектування маршрутного технологічного процесу, основними з яких є:

- вибір заготовок і комплектація; визначення складу і послідовності етапів; аналіз завантаження устаткування;
- вибір схеми базування;
- визначення складу і послідовності операцій;
- вибір обладнання;
- вибір інструменту;
- вибір пристосувань.

На третьому етапі, на основі маршрутного, розробляється операційний технологічний процес. При цьому вирішуються такі завдання:

- визначення складу і послідовності переходів;
- визначення траєкторій переміщення заготовок і деталей, робочих органів обладнання та інструменту;
- вибір інструментальних налагоджень і налагоджень пристосувань;
- розрахунок точності;
- розрахунок режимів;
- нормування.

На четвертому етапі, на основі інформації про виріб і технології виготовлення, проводиться розробка керуючих програм в наступній послідовності:

- формування вихідної інформації;
- підготовка керуючих програм;
- налагодження керуючих програм;
- передача в банк керуючих програм.

На п'ятому етапі виконується перевірка правильності прийнятих технологічних рішень моделюванням виробничої системи, що дозволяє

виявити і усунути вузькі місця та врахувати аварійні й ризиковані ситуації. Найкращі результати дає змогу отримати імітаційне моделювання.

2.3 Визначення питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів різанням

2.3.1 Обчислення значень питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів різанням

Під час виконання операцій різання (наприклад, фрезерування і токарної обробки), метою виконання яких є знімання матеріалу, на основі значень потужності обробки $N_{\text{process}}(t)$ інтеграла енергії E_{int} , v – швидкість різання і обсягу знятого матеріалу V розраховуються питома споживана енергія e_{unit} і питома потужність обробки $N_{\text{unit process}}(t)$:

$$e_{\text{unit}} = \frac{E_{\text{int}}}{V}; \quad (2.1)$$

$$N_{\text{unit process}}(t) = \frac{N_{\text{process}}(t)}{v}. \quad (2.2)$$

Примітка. Ця методика дозволяє здійснювати співставлення енергоефективності різних процесів механічної обробки металів, але не враховує обмеження пов'язані з вимогами до якості поверхонь, що обробляються.

Проведемо складання енергетичного балансу на основі порівняння вхідних і вихідних параметрів (при цьому їх суми повинні бути рівні). Енергетичний баланс описується за допомогою наступних параметрів: вхідний енергії E_{input} , що підводиться від виробничої системи, яка дорівнює

сумі додаткової енергії E_{addition} , і енергії втрат E_{losses} . Співвідношення даних параметрів описується простим рівнянням:

$$E_{\text{input}} = E_{\text{addition}} + E_{\text{losses}}. \quad (2.3)$$

Також це рівняння можливо виразити наступним чином:

$$E_{\text{machine}} = E_{\text{process}} + E_{\text{losses}}. \quad (2.4)$$

При цьому корисна енергія (енергія процесів обробки) розглядається поза межами системи (в якості вихідної характеристики), внаслідок цього здійснюється порівняння теплових втрат, що виникають в процесі перетворення і транспортування енергетичних потоків.

Енергія процесів обробки зазвичай є механічною енергією формоутворення і енергією підведення допоміжних середовищ. Тоді, енергетичний ККД верстата дорівнюватиме:

$$\eta_{\text{machine}} = \frac{E_{\text{process}}}{E_{\text{machine}}} = \frac{E_{\text{process}}}{E_{\text{process}} + E_{\text{losses}}}. \quad (2.5)$$

Відзначимо, що за допомогою складання балансу можна розрахувати окремо характеристики технологічних процесів і верстата в цілому. В цьому випадку допускається, що споживається в процесі обробки енергія є константою. Виходячи з цього, енергетичний ККД верстата можна підвищити або шляхом збільшення споживаної в процесі обробки енергії, або шляхом зменшення втрат енергії. Крім того, в процесі допоміжних операцій ККД верстата падає до нуля (не витрачається енергія процесів обробки). Для розробки верстатів зі зниженим енергоспоживанням необхідно зменшити допоміжний час верстата (наприклад, зменшити час подачі інструменту). Однак, прискорення процесів обробки і збільшення швидкостей подачі призводить до виникнення нових проблем.

Примітка. В даній роботі розглядається лише процеси механічної обробки металів лезовим інструментом, тому не враховано так звані вторинні енергозатрати, зокрема, енергозатрати на інструмент, пристосування, переміщення заготовок й деталей та інше.

2.3.2 Аналітична методика визначення показників енергоефективності устаткування

Для визначення інтеграла енергії при механічній обробці металів різанням визначають витрату електроенергії обладнанням W_0 шляхом їх обчислення.

Витрати електроенергії визначається сумою електроенергії в приводах, системах, пристроях устаткування при його роботі, кВт·год:

$$W_0 = W_{ГП} + \sum W_{ПП} + \sum W_{ДОП} + W_{УП} + W_{ОС}, \quad (2.6)$$

де індекси «ГП, ПП, ДОП» – показують, що витрати електроенергії відносяться до головного приводу, приводів подач і допоміжним приводам тривалого і короткочасного дії;

індекс «УП» – до систем, пристроїв управління і автоматики;

індекс «ОС» – до освітлення.

Структура розподілу енергії в приводі, системі і пристрої характеризується формулою:

$$W_{П,С,У} = W_{эф} + \sum \Delta W, \quad (2.7)$$

де $W_{эф}$ – витрата електроенергії на корисну роботу, кВт·год;

ΔW – сумарний витрата електроенергії на втрати в механічній, гідравлічній і електричній частинах приводу (системи, пристрої), кВт·год.

Обчислення витрати електроенергії виконують на основі інформації про цикли обробки деталей, а також на основі аналізу власних циклів роботи кожного приводу і інших споживачів електроенергії обладнання при обробці цих деталей.

Для розрахунку витрати необхідні креслення оброблюваної деталі, операційна технологія, дані про інструменти, конструкції, кінематики та технічною характеристикою обладнання, характеристики електрообладнання, відомі на стадії проектування.

Розрахунок витрати може бути уточненими або спрощеним.

При уточненому розрахунку витрати електроенергії в головному приводі і приводах подач визначають як суму витрат на кожному з технологічних переходів за цикл обробки деталі з урахуванням режиму обробки на даному переході і втрат енергії в механічній та електричній частинах приводу при відповідних частотах обертання елементів механізму і електродвигуна.

При спрощеному розрахунку визначення витрати проводять по наближених формулах, заснованих на статистичних і експериментальних даних і осереднених результатах.

2.3.3 Методика визначення енергоефективності устаткування на основі натурних випробувань

Експериментальні (фактичні) значення показників енергетичної ефективності металообробного обладнання визначають при випробуваннях цього обладнання (приймальних, на продуктивність, сертифікаційних) при обробці заданих деталей.

Для визначення будь-якого з показників встановленої номенклатури енергоефективності устаткування необхідно виміряти повні витрати електроенергії W_{Π} за цикл обробки деталей під час випробувань, кВт·год.

Для вимірювання використовують стандартні лічильники електроенергії трифазного струму, що підключаються до вхідних затискачів, що з'єднує зовнішнє джерело живлення з електрообладнанням, і показують величину витрат електроенергії (кВт·год) за цикл обробки деталі усіма споживачами електроенергії обладнання.

Також в роботі рекомендовано проведення випробування обладнання на продуктивність, іншими словами визначення ККД устаткування за електроспоживанням (цикловим) $\eta_{e.ц}$, що зручніше провадити через вимірювання $W_{B.x.x}$ – витрат електроенергії обладнанням на холостому ході під час імітації обробки тих же деталей, кВт·год:

$$\eta_{e.ц} = 1 - \frac{W_{B.x.x}}{W_{II}}. \quad (2.8)$$

2.3.4 Методика проведення уточнюючих обчислень показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням

Розглянемо етапи проведення уточнюючих обчислень показника споживання електроенергії в головному приводі верстату

Методика складається з наступних етапів:

Етап 1. За технологічними матеріалами, що характеризує цикл обробки деталей (операційні карти, роздруківки та інше) для кожної з m позицій (переходів), встановлюється набір даних (параметри режимів різання, інструменту та інше), необхідних для розрахунку потужності різання P_{efj} .

Етап 2. За формулам різання з довідника визначають величини P_{efj} .

Етап 3. З урахуванням кінематичної схеми приводу (даних щодо $n_{\partial s}$ і n_{un}) та величини P_{ef} для кожної позиції визначають величини втрат

потужності в механічній частині приводу $\Delta P_{Mj} = \Delta P_{X.X.j} + \Delta P_{НЦj}$ (втрати холостого ходу і навантаження), а також ККД електроприводу $\eta_{ел.прив.j}$.

Етап 4. Підраховують значення споживаної з мережі потужності $P_{П1j}$ і відповідні значення витрат електроенергії при різанні W_{1j} для кожної позиції.

Етап 5. Аналогічно визначають значення втрат потужності $\eta_{ел.X.X.j}$ споживаної потужності $P_{X.X.j}$ і відповідного витрати електроенергії W_{2j} при обертанні шпинделя вхолосту.

Етап 6. Обчислюють суми W_{1j} та W_{2j} та визначають сумарний витрата $W_{ПП}$.

Таким чином, запропонована методологія визначення питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів різанням передбачає досить складну процедуру обчислень з урахуванням значень великої кількості коефіцієнтів, табличні (унормовані) значення яких мають досить великий діапазон варіювання.

2.4 Теоретичні розробки універсального методу обчислення значень питомого показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням

2.4.1 Нормування розрахунку енергетичної ефективності технологічного процесу механічної обробки металу

За результатами дослідження джерел інформації встановлено, що існує співвідношення споживання енергії окремими компонентами металообробувального устаткування, приклад наведено на рис. 2.10.

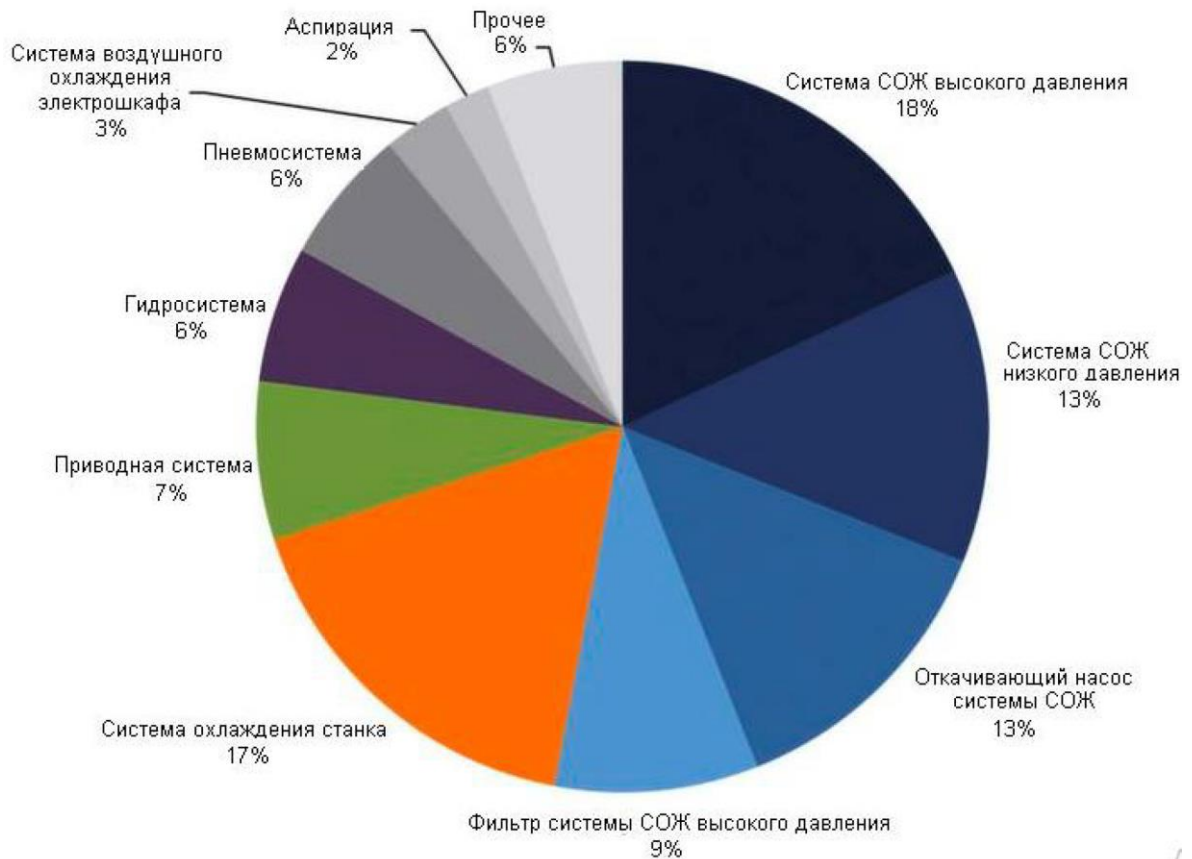


Рисунок 2.10 – Співвідношення споживання енергії окремими компонентами обробного центру (MAG XS211) в ході серійного виробництва в три зміни [21]

Нажаль в роботі [21] не вказано ні режимів різання, ні технологічних особливостей деталей, що оброблювалися, ні термінів вимірювань. Тому складно зробити висновок щодо статистичної значимості отриманих результатів.

Під час проектування технологічного процесу, технолога, на сам перед, цікавить виготовлення деталей з закладеними конструктором технічними параметрами та забезпечення найраціональнішого показника результативності процесу: найнижчої собівартості або найвищої продуктивності. Питання енергоефективності технологічного процесу стоїть осторонь.

Тому є необхідність автоматизації розрахунку енергоефективності спроектованого технологічного процесу.

Звернемося до формули (2.2)

Питома потужність обробки $N_{\text{unit process}}(T)$ обчислюється за виразом

$$N_{\text{unit process}}(T) = \frac{N_{\text{process}}(T)}{v}.$$

Враховуючи формули (2.5 та 2.8) зробивши припущення що:

$$\eta_{\text{machine}} = \eta_{e.u}. \quad (2.9)$$

Тоді з урахуванням (1.4):

$$N_{\text{process}}(T) = N \cdot \eta_{\text{machine}} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \cdot \eta_{e.u}. \quad (2.10)$$

Отримаємо з урахуванням (2.2):

$$N_{\text{unit process}}(T) = \frac{P_z(T)}{1020 \cdot 60} \cdot \eta_{e.u}. \quad (2.11)$$

Таким чином, з'явилася можливість провести нормування розрахунку енергетичної ефективності технологічного процесу механічної обробки металу $N_{\text{process}}^{\Sigma}$, кВт·год, за наступним виразом:

$$N_{\text{process}}^{\Sigma} = \frac{\sum_{j=1}^m P_{zj} \cdot T_{Oj}}{1020 \cdot 60} \cdot \eta_{e.u}, \quad (2.12)$$

де m – кількість позицій (переходів) в технологічному процесі;

P_{zj} – сила різання, Н;

T_{Oj} – основний (машинний) технологічний час, год (час витрачений на різання).

Для нормування показника $N_{\text{process}}^{\Sigma}$ необхідно встановити залежність ККД устаткування за електроспоживанням (цикловим).

2.4.2 Визначення залежності ККД устаткування за електроспоживанням від елементів спроектованого технологічного процесу

Аналіз факторів, що впливають на залежності ККД устаткування за електроспоживанням від елементів спроектованого технологічного процесу показує, що показник $\eta_{e.c}$ можна обчислити за наступним виразом:

$$\eta_{e.c} = F(v; S; t; K_T; \cos \varphi). \quad (2.13)$$

де v – швидкість різання, м/с;

S – подача, мм/хв;

t – глибина різання, мм;

$K_T = T_0 / T_{\text{umt}}$ – коефіцієнт, що характеризує співвідношення основного технологічного часу до штучного часу технологічної операції;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності електричного струму.

Функціональну залежність за виразом (2.13) рекомендовано визначати для кожного окремого обладнання за допомогою планування експерименту та нормувати цю залежність у вигляді номограм в паспорті устаткування.

Для продовження реалізації запропонованих теоретичних розробок в сфері визначення залежності ККД устаткування за електроспоживанням від елементів спроектованого технологічного процесу рекомендовано застосувати поліном другого ступеню:

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i x_i + \sum_1^k b_{ij} x_{ij} + \sum_1^k b_{ii} x_i^2. \quad (2.14)$$

На першому етапі провести дрібно факторний експеримент типу 2^{5-2} з кількістю експериментальних крапок – 8.

Другий етап рекомендовано проводити за умови, якщо перевірка статистичної значимості отриманого поліному не є адекватною, то на другому етапі пропонується дрібно факторний експеримент типу 2^{5-1} з кількістю експериментальних крапок – 16.

Третій етап рекомендовано проводити за умови, якщо перевірка статистичної значимості отриманого поліному на другому етапі не є адекватною, то на другому етапі пропонується повно факторний експеримент типу 2^5 з кількістю експериментальних крапок – 32.

2.5 Розробка рекомендацій щодо впровадження системи автоматизованого розрахунку прогнозованих обсягів енерговитрат при проектуванні технологічного процесу обробки деталей

Впровадження системи автоматизованого розрахунку прогнозованих обсягів енерговитрат при проектуванні технологічного процесу обробки деталей розглянемо на прикладі методу проектування технологічних процесів на основі типових рішень, алгоритм якого наведено на рис. 2.5.

Запропоновано зробити деякі уточнення в цьому алгоритмі для врахування потреб суспільства в енергозбереженні та впровадженні такої званої «зелених заходів у виробництво».

Модифікований алгоритм наведено на рис. 2.11.

Модифікований алгоритм проектування технологічних процесів пропонує додатково дії з проведення розрахунків енергетичної ефективності технологічних процесів, що розробляються.

Також в модифікованому алгоритмі запропоновано додатково провадити оцінювання за показниками енергоефективності вибраного технологічного процесу на етапі проведення оцінювання показників якості технологічного процесу.

В подальшому також запропоновано розрахунки щодо енергоефективності розроблених технологічних процесів вносити до АСУ з

енергоефективності підприємства для проведення постійного моніторингу та оцінювання роботи системи енергетичного менеджменту машинобудівного підприємства.

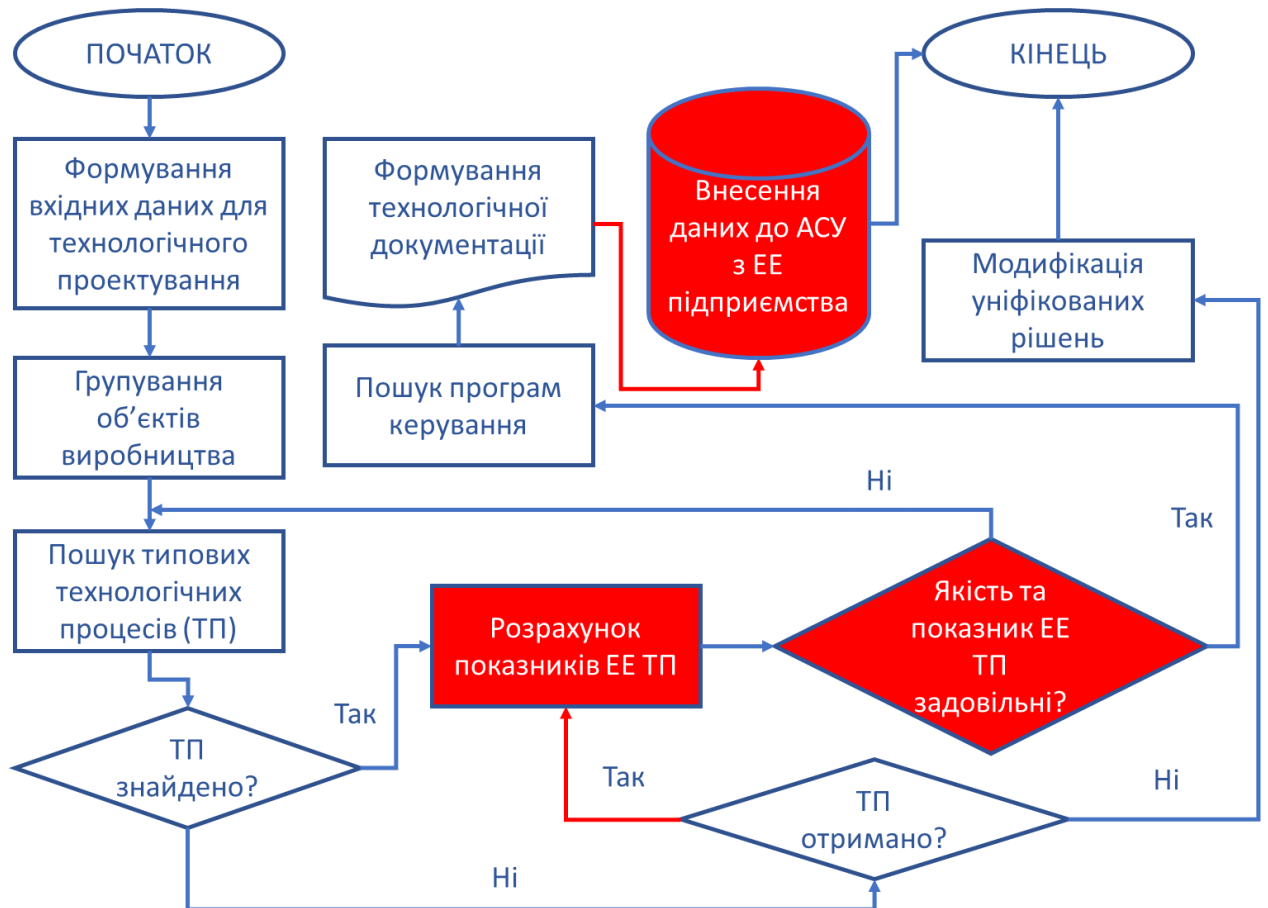


Рисунок 2.11 – Модифікований алгоритм проектування технологічних процесів на основі типових рішень з урахування автоматизованого обчислення прогнозованих обсягів енерговитрат

2.6 Висновок

На основі проведеного аналізу класифікацій технологічних процесів встановлено їх структуру та елементи, що дало змогу відокремити декілька методів проектування технологічних процесів в машинобудуванні, зокрема:

- проектування технологічних процесів на основі типових рішень;

- проектування технологічних процесів на основі уніфікованих елементів;
- індивідуальне проектування технологічних процесів.

Аналіз схеми взаємодії методів проектування технологічних процесів показав відсутність чіткого алгоритму дій щодо врахування показників енергоефективності технологічних процесів під час їх проектування.

Запропоновано інструментарій щодо визначення питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів різанням на основі обчислень питомої споживана енергії e_{unit} і питомої потужності обробки.

Для визначення питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів запропоновано дві методики визначення стандартних показників енергоефективності устаткування з метало оброблення, зокрема:

- аналітична методика визначення показників енергоефективності устаткування;
- методика визначення енергоефективності устаткування на основі натурних випробувань.

Встановлено, що ці методики не дозволяють досконало визначати показники енергоефективності устаткування під час проектування технологічних процесів, тому в роботі розроблено теоретичні основи універсального методу обчислення значень питомого показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням.

Наведено шляхи модернізації алгоритмів проектування технологічних процесів з врахуванням прийняття рішень щодо енергоефективності спроектованих технологічних процесів механічної обробки.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при виконанні дипломної роботи

Об'єктом дослідження приймаємо приміщення, яке використовувалося для виконання дипломної роботи. В даному випадку приймаємо для розрахунків аудиторію Т 205 корпусу «Т» Сумського державного університету.

Приміщення знаходиться на другому поверсі корпусу «Т». Довжина приміщення складає 8 м, ширина – 7 м, (загальна площа становить 56 м²), висота – 2,7 м, приміщення має три вікна. Кількість працівників – 11 осіб. Отже, на одного працівника припадає робочої площі:

$$S_{\text{чол}} = 8 \cdot 7 / 11 = 5,09 \text{ (м}^2\text{ / чол.)}$$

У відповідності зі ДСанПіН 3.3.2.007 на кожного працюючого в приміщенні повинно припадати не менше 6 (м²/чол.) робочої площі. Висота приміщення – не менше 2,5 м. Отже, нормативи забезпечення працюючих робочою площею в аудиторії недотримані.

В приміщенні знаходяться 11 письмових столів та 9 комп'ютерів. Напряга джерела живлення комп'ютерів становить 220 В. Щодо безпеки поразки електричним струмом аудиторія відноситься до приміщень без підвищеної безпеки поразки електричним струмом для працівників.

План приміщення наведений на рисунку 3.1.

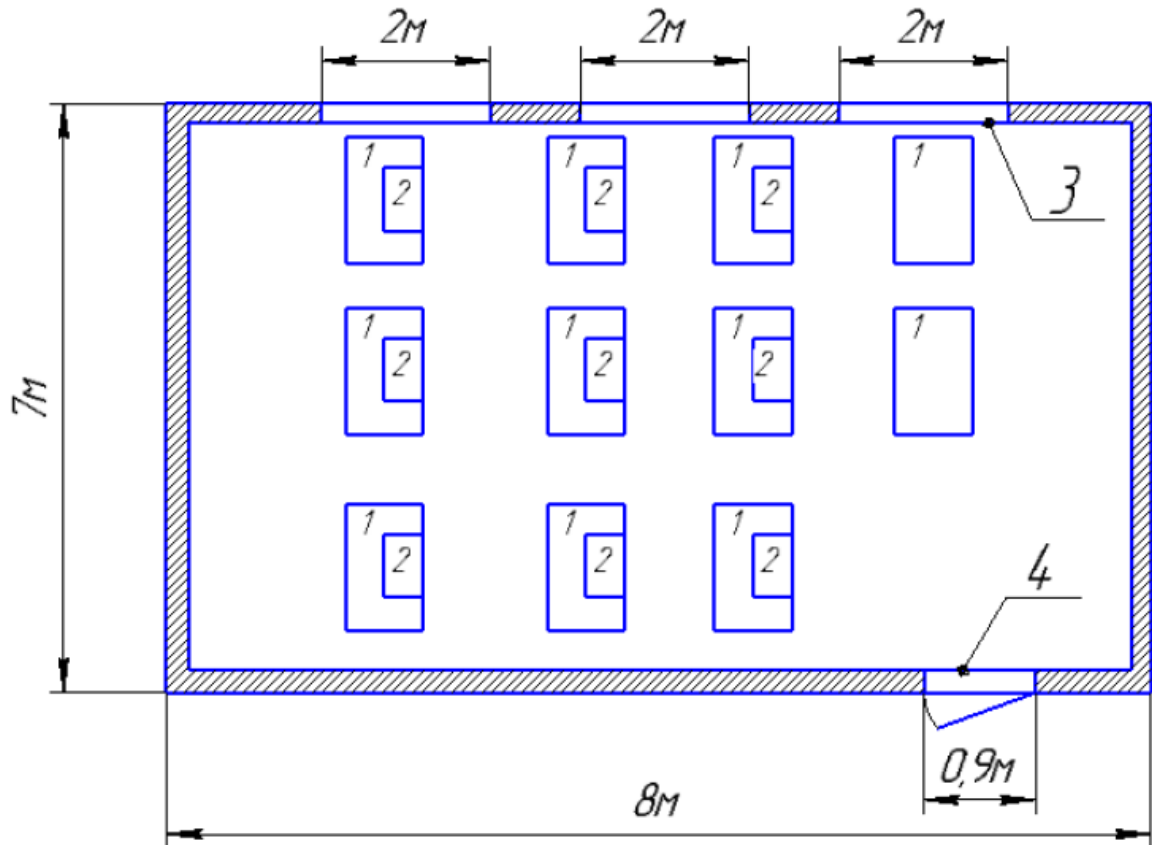


Рисунок 3.1 – План приміщення: 1 – письмовий стіл; 2 – комп'ютер; 3 – вікно; 4 – дверний прохід.

Проаналізуємо основні шкідливі та небезпечні фактори приміщення. Згідно з ГОСТ 12.0.003 ССБТ, для офісних приміщень такими факторами є:

- підвищена чи понижена температура та вологість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена чи понижена іонізація повітря;
- відсутність або недостатня кількість природнього освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони;
- безпека ураження електричним струмом;
- безпека виникнення пожежі.

Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ВДТ, ЕОМ та ПЕОМ згідно ДСанПіН 3.3.2.007:

Об'ємно-планувальні рішення будівель та приміщень для роботи з ВДТ ЕОГМ і ПЕОМ мають відповідати вимогам цих Правил.

Розміщення робочих місць з ВДТ ЕОМ і ПЕОМ у підвальних приміщеннях, на цокольних поверхах заборонено.

Площа не одне робоче місце має становити не менше ніж $6,0 \text{ м}^2$, а об'єм не менше ніж $20,0 \text{ м}^3$.

Приміщення для роботи з ВДТ повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до СНиП II-4.

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%. Розраховується КПО за методикою, викладеною в ДБН.

Виробничі приміщення для роботи з ВДТ (операторські, диспетчерські) не повинні межувати з приміщеннями, в яких рівні шуму і вібрації перевищують допустимі значення (виробничі цехи, майстерні тощо) за СН 3223, СН 3044, ГР 2411, ГОСТ 12.1.003.

Звукоізоляція огорожувальних конструкцій приміщень з ВДТ має забезпечувати параметри шуму, що відповідають вимогам СН 3223, ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 12.1.012.

Приміщення для роботи з ВДТ мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією відповідно до СНиП 2.04.05. Нормовані параметри мікроклімату, іонного складу повітря, вмісту шкідливих речовин мають відповідати вимогам СН 4088, СН 2152, ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007.

Віконні прорізи приміщень для роботи з ВДТ мають бути обладнані регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки).

Для внутрішнього оздоблення приміщень з ВДТ слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7–0,8, для стін 0,5–0,6.

Покриття підлоги повинне бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3–0,5. Поверхня підлоги має бути рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями.

Забороняється для оздоблення інтер'єру приміщень ВДТ застосовувати полімерні матеріали (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

Полімерні матеріали для внутрішнього оздоблення приміщень з ВДТ можуть бути використані при наявності дозволу органів та установ державної санітарно-епідеміологічної служби.

Виробничі приміщення можуть обладнуватись шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажми, тумбами тощо з урахуванням вимог до площі приміщень.

У приміщеннях з ВДТ слід щоденно робити вологе прибирання.

Приміщення з ВДТ мають бути оснащені аптечками першої медичної допомоги.

При приміщеннях з ВДТ мають бути обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження. В кімнаті психологічного розвантаження слід передбачити встановлення пристроїв для приготування й роздачі тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою.

Вимоги для допоміжних приміщень повинні відповідати ДБН В.2.5-27.

Розглянемо небезпечні та шкідливі фактори окремо.

Небезпека ураження електричним струмом. Захисні заходи електробезпеки викладені у ДБН В.2.5-27. За безпеки ураження електричним струмом аудиторія відноситься до приміщень без підвищеної

небезпеки ураження електричним струмом для працівників. Дана аудиторія передбачає роботу з комп'ютерами, отже використовується стандартна електрична мережа з напругою 220 В, тому така небезпека існує. Для її запобігання використовують заземлення приладів. Всі розетки прикриті кришками для запобігання контакту з електромережею. Вся електропроводка надійно ізолювана. Матеріали, що застосовуються для ізоляції струмопровідних частин електричної установки з часом втрачають діелектричні властивості, тому все електроустаткування піддається періодичним і постійним контролям надійності і цілісності ізоляції. Також використовується захисне вимикання, воно виконується як доповнення до захисного заземлення. Тому небезпека даного чинника зведена до мінімуму.

Електромагнітне випромінювання.

Джерелами змінних електричних і магнітних полів у ПК є вузли, у яких присутня висока змінна напруга, і вузли, що працюють з великими струмами. Рівні напруженості електромагнітних полів за електричними складовими та густиною магнітних потоків (індукції) у цих піддіапазонах регламентуються чинним в Україні нормативним актом ДСанПіН 3.3.2.007 (табл. 3.1).

Іонізуючі електромагнітні випромінювання на відстані 0,05 м від екрана до корпусу відеотермінала при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв не повинна перевищувати $7,74 \times 10$ в ст.-12 А/кг, що відповідає еквівалентній дозі 0,1 мбер/год (100 мкР/год) НРБУ № 58.

Підвищена чи понижена температура та вологість повітря робочої зони. Оптимально допустимі значення температури та вологості робочої зони визначаються за ГОСТ 12.1.005. У даній аудиторії виконується робота легкої важкості, тому для холодного сезону оптимальна температура у приміщенні має бути 22–24 °С, а для теплого сезону – 23–25 °С. Для дотримання даної вимоги у аудиторії передбачені теплові батареї та кондиціонери для регулювання температури повітря. Оптимальна вологість складає 40–60 %.

Таблиця 3.1 – Допустимі параметри електромагнітних неіонізуючих випромінювань і електростатичного поля

Види поля	Допустимі параметри поля		Допустима поверхнева щільність потоку енергії (інтенсивність потоку енергії), Вт/кв. м
		за електричною складовою (E), В/м	
Напруженість електромагнітного поля			
60 кГц до 3 мГц	50	5	
3 кГц до 30 мГц	20	-	
30 кГц до 50 мГц	10	0,3	
30 кГц до 300 мГц	5	-	
300 кГц до 300 гГц	-	-	10 Вт/кв. м
Електромагнітне поле оптичного діапазону в ультрафіолетовій частині спектру:			
УФ-С (220 - 280 нм)			0,001
УФ-В (280 - 320 нм)	-	-	0,01
УФ-А (320 - 400 нм)			10,0
в видимій частині спектру:			
400 - 760 нм			10,0
в інфрачервоній частині спектру:			
0,76 - 10,0 мкм			35,0 - 70,0
Напруженість електричного поля ВДТ			20кВ/м

У табл. 3.2 наведено гранично допустимі норми мікроклімату для приміщень.

Таблиця 3.2 – Норми мікроклімату для приміщень з ВТД ЕОМ та ПЕОМ

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, град. С не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	легка-1а	22 – 24	40 – 60	0,1
	легка-1б	21 – 23	40 – 60	0,1
Теплий	легка-1а	23 – 25	40 – 60	0,1
	легка-1б	22 – 24	40 – 60	0,2

Недостатнє освітлення приміщення або його відсутність. Освітлення приміщення нормується за ДБН В2.5-28. У аналізованій аудиторії природне освітлення є боковим і вікна знаходяться на північному сході, що недостатньо для забезпечення високого рівня освітленості, особливо в другу половину дня.

У даному приміщенні робочі місця розміщені так, що природне світло знаходиться з лівого боку, як вимагає ДСанПіН 3.3.2.007. Природне освітлення характеризується показником КПО, який має бути не менше 1,5. Штучне освітлення здійснюється системою загального рівномірного освітлення і не створює відблисків на моніторах. Для подачі світла використовуються люмінесцентні лампи денного світла. Значення коефіцієнта освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300–500 лк. Зважаючи на дані показники проблема недостатнього освітлення усувається.

Підвищений рівень шуму та вібрацій. Рівень шуму та вібрацій нормуються за ГОСТ 12.1.003 ССБТ та ГОСТ 12.1.012 відповідно.

У табл. 3.3 та 3.4 наведені допустимі рівні звуку та вібрації.

Таблиця 3.3 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ										Рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, дБА/дБАекв.
	в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц										
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Програмісти ЕОМ	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	60
Оператори в залах обробки інформації на ЕОМ та оператори комп'ютерного набору	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	
В приміщеннях для розташування шумних агрегатів ЕОМ	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75	

Таблиця 3.4 – Санітарні норми вібрації категорії 3 технологічного типу "В"

Середньгеометричні частоти смуг, Гц	Допустимі значення по осях X, Y, Z							
	віброприскорення				віброшвидкості			
	м/см в ст. 2		дБ		м/с*10 в ст. -2		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1 окт
1,6	0,0125		32		0,13		88	
2,0	0,0112	0,02	31	36	0,089	0,18	85	91
2,5	0,01		30		0,063		82	
3,15	0,009		29		0,0445		79	
4,0	0,008	0,014	28	33	0,032	0,063	76	82
5,0	0,008		28		0,025		74	
6,3	0,008		28		0,02		72	
8,0	0,008	0,014	28	33	0,016	0,032	70	76
10,0	0,01		30		0,016		70	
12,5	0,0125		32		0,016		70	
16,0	0,016	0,028	34	39	0,016	0,028	70	75
20,0	0,0196		36		0,016		70	
25,0	0,025		38		0,016		70	
31,5	0,0315	0,056	40	45	0,016	0,028	70	75
40,0	0,04		42		0,016		70	
50,0	0,05		44		0,016		70	
63,0	0,063	0,112	46	51	0,016	0,028	70	75
80,0	0,08		48		0,016		70	
Кориговані і еквівалентні кориговані значення та їх рівні	0,	14		3	0,02			5

За ГОСТ 12.1.003 на робочому місці, де виконується розумова робота та робота з зоровим контактом, оптимальний рівень звуку має бути 60 дБ. За ГОСТ 12.1.012 для третьої категорії (категорія 3 – технологічна вібрація, що впливає на людину на робочих місцях стаціонарних машин чи передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації) оптимальне віброприскорення складає 45 дБ, а віброшвидкість – 100 дБ.

Для дотримання даних норм у приміщенні застосовуються звукопоглинальні облицювання, тому даний небезпечний фактор відсутній,

так як усі прилади, які використовуються у даному приміщенні, не створюють підвищеного рівня шуму та вібрацій.

Пожежна безпека.

Це приміщення відноситься за безпекою виникнення пожежі до категорії В – «вогнебезпечне», згідно ОНТП 24. Визначення даної категорії обґрунтовується роботою з легкозаймистими матеріалами, такими як папір, дерево, реактивами та деякими матеріалами для обслуговування обладнання (різними маслами).

Можливими причинами пожежі можуть бути:

- коротке замикання в електромережі;
- загоряння паперу або дерева з-за недбалого поводження;
- поширення вогню з сусідніх споруд або аудиторій;
- порушення техніки безпеки при роботі з обладнанням.

Попередити виникнення пожежі можливо за допомогою наступних заходів:

- розробка і дотримання правил пожежної безпеки;
- проведення лекцій з пожежної безпеки;
- проведення тренувальних дій. Розробка плану евакуації;
- використання якісної ізоляції електропроводки.

Заходи по поліпшенню умов праці.

При аналізі стану охорони праці ми проаналізували різні параметри і запропонували методи поліпшення існуючих недоліків.

У цілому для поліпшення умов праці можна запропонувати наступні заходи:

- проведення вхідних, первинних, наступних інструктажів;
- ознайомлення персоналу з правилами пожежної безпеки;
- проведення лекцій щодо застосування та використання нових методик роботи;
- використання нових систем вентиляції та освітлення;

- створення кімнати для відпочинку і місця для куріння, що поки не передбачено для цього приміщення;
 - використання сучасну протипожежну сигналізацію та засобів гасіння пожеж;
 - застосування спеціальних приладів для поліпшення мікроклімату.
- Схема забезпечення вимушеної евакуації людей наведена на рис. 3.2.

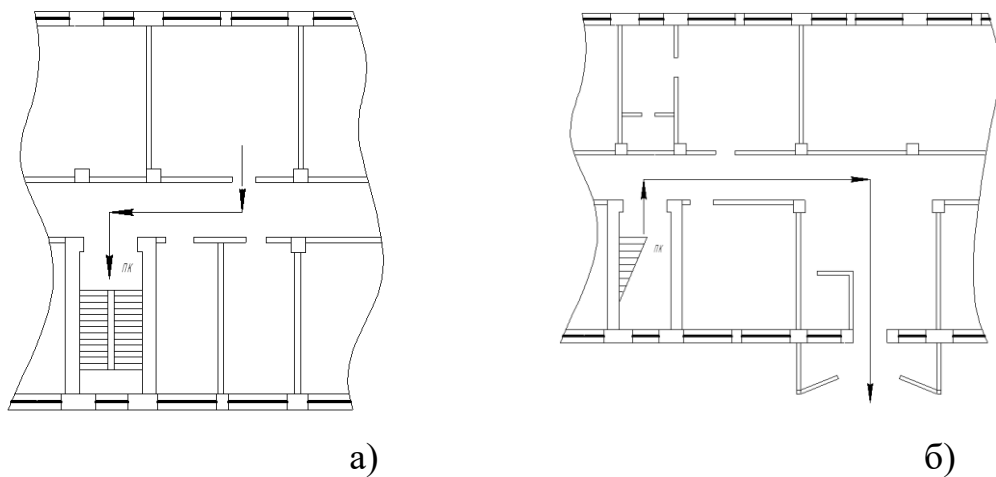


Рисунок 3.2 – Схема вимушеної евакуації людей: а) – 2-й поверх;
б) 1-й поверх

3.2 Пожежна безпека

При роботі з приладами різного призначення, що підлягають включенню в електромережу, в тому числі і комп'ютерами, необхідна обережність. З метою безпеки важливо ознайомити студентів, викладачів та інших ймовірних присутніх з правилами поведінки у комп'ютерному класі. Правильно складений документ допоможе запобігти виникненню небезпечних ситуацій, які мають місце при недбалому поводженні в робочому приміщенні з електроприладами.

До основних робочих агрегатів, з якими доводиться мати справу особам, які навчаються, відносяться:

- системний блок;
- монітор;

- клавіатура;
- миша.

Кабелі, що відходять від монітора і системного блоку, знаходяться під робочою електричною напругою. Необережне користування даними електроприладами може стати причиною загоряння в кабінеті або призвести до ураження людини струмом.

Звідси випливають такі правила поведінки в робочому комп'ютерному класі:

У приміщенні забороняється палити, користуватися відкритим вогнем (свічки, лампи гасові, ліхтарі), а також нагрівачами, електричними плитками, чайниками, кип'ятильниками і іншими електроприладами, що не мають відношення до ПК.

Не можна включати кілька потужних електроприладів в одну розетку.

Заборонено проводити в класі перепланування меблів і обладнання, якщо це не передбачено будівельними нормами.

Після уроку потрібно привести місце роботи в порядок, потім простежити, щоб все обладнання в класі було знеструмлено і зафіксувати інформацію в журналі обліку.

Розміщують в кабінеті тільки ту апаратуру та приладдя, які потрібні в ході робочого процесу. Комп'ютерний клас забороняється використовувати як аудиторію для занять з інших предметів або не за призначенням. Не допускається зберігати в класі інформатики підручників або матеріалів, не передбачених програмою навчання.

У зв'язку з тим, що дане приміщення є комп'ютерним класом, то це означає що воно підлягає проведенню заходів по установці пожежних сповіщувачів.

Пожежні датчики діляться на чотири основні види:

1. Теплові датчики пожежної сигналізації – реагують на наявність перепадів температури. Теплові датчики діляться на:

- а) порогові – з заданою межею температури;
- б) інтегральні - реагують на різку швидкість зміни температури.

Порогові датчики (пожежні сповіщувачі) – мають порівняно низьку ефективність, що обумовлено порогом температури, при якій датчик спрацьовує, близько 70 °С. А попит на цей вид датчиків обумовлюється виключно невисокою ціною. Інтегральні пожежні сповіщувачі здатні зареєструвати пожежу на ранніх стадіях. Однак, оскільки в них застосовуються два термоелемента (один в самій конструкції датчика, а інший вноситься за межі датчика), а в сам датчик вбудовується система обробки сигналу, ціна таких пожежних сповіщувачів буде значною.

Використовувати теплової датчики пожежної сигналізації слід тільки тоді, коли основна ознака пожежі – тепло.

2. Димові датчики пожежної сигналізації – визначають наявність в повітрі диму. Майже всі вироблені димові датчики працюють відповідно до принципу розсіювання на частинках диму інфрачервоного випромінювання. Мінус такого датчика - він може спрацювати при великій кількості пара або пилу в приміщенні. Однак димовий датчик також надзвичайно поширений, хоча, зрозуміло, не використовується в запилених кімнатах.

3. Датчики полум'я – має на увазі наявність відкритого полум'я. Сповіщувачі полум'я слід встановлювати в тих приміщеннях, де можлива поява пожежі без попереднього виділення диму. Вони ефективніше двох попередніх типів, оскільки виявлення полум'я здійснюється на початковому етапі, коли відсутні багато чинників – дим і значний перепад температури. А в деяких виробничих приміщеннях, які характеризуються високим рівнем запиленості або великим теплообміном, використовуються тільки пожежні сповіщувачі полум'я.

4. Комбіновані датчики пожежної сигналізації - поєднують в собі кілька способів визначення ознак пожежі. У більшості випадків комбіновані датчики поєднують димовий сповіщувач разом з тепловим. Це дозволяє точніше визначити присутність ознак пожежі, щоб подати на пульт сигнал тривоги. Вартість даних датчиків пропорційна складності технологій, які використані при його створенні.

Загальна ефективність системи пожежогасіння безпосередньо залежить від правильно сконструйованої системи пожежної сигналізації, що спирається на дані, одержувані від пожежних сповіщувачів. Саме тому правильне розташування, застосування для певних приміщень відповідного виду датчика, а також якість пожежних сповіщувачів дозволяє визначити ефективність протипожежної системи будівлі в цілому.

У нашому випадку приймаємо теплові датчики.

Площа, що контролюється одним точковим тепловим пожежним сповіщувачем, а також максимальна відстань між сповіщувачами, сповіщувачем і стіною визначаються за табл. 3.5 (ДБН В.2.5-13), але не повинні перевищувати значень, вказаних у технічній документації на сповіщувачі.

Допускається використовувати як точкові сповіщувачі точкові теплові технологічні датчики.

Таблиця 3.5 – Теплові пожежні сповіщувачі

Висота приміщення, що захищається, м	Схема квадратного розміщення сповіщувачів			Схема трикутного розміщення сповіщувачів		
	Площа, що контролюється одним сповіщувачем, м ²	Максимальна відстань, м		Площа, що контролюється одним сповіщувачем, м ²	Максимальна відстань, м	
		між сповіщувачами а	від сповіщувача до стіни б		між сповіщувачами а	від сповіщувача до стіни б
До 3,5	До 25	5,0	2,5	До 30	6,1	1,8
Понад 3,5 до 6,0	"- 20	4,5	2,0	"- 25	5,5	1,6
Понад 6,0 до 9,0	"- 15	4,0	2,0	"- 20	4,9	1,4

Оскільки площа приміщення складає 56 м², то згідно табл. 3.1 приймаємо 4 теплові сповіщувачі (див. рис. 3.3).

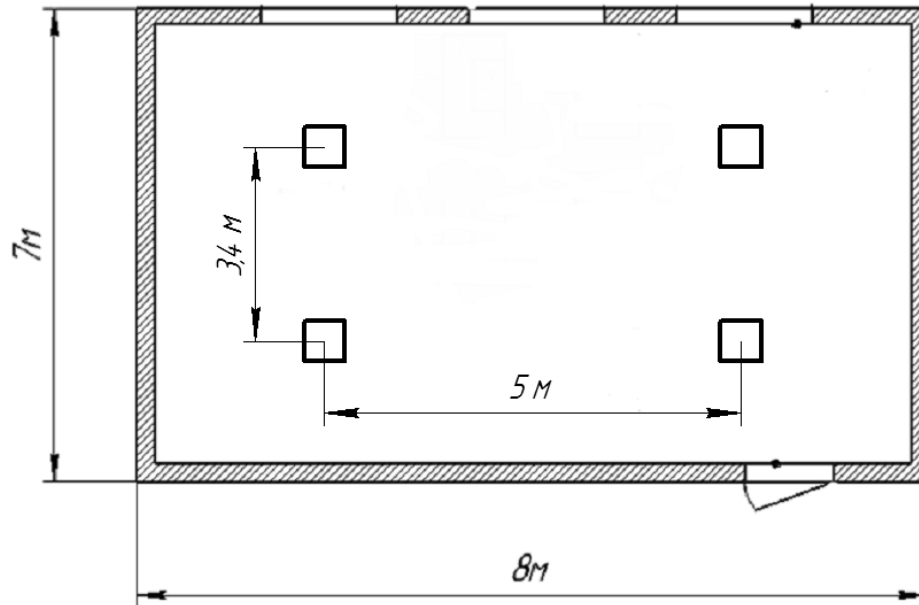


Рисунок 3.3 – Схема розміщення пожежних сповіщувачів

Виробничі, складські, лабораторні, адміністративні та побутові будинки і приміщення об'єктів різного призначення, громадські будівлі та споруди повинні бути оснащені переносними або пересувними вогнегасниками, які відповідають вимогам ДСТУ 3675 і ДСТУ 3734 відповідно та сертифіковані в Україні в установленому порядку. Ця вимога стосується також будівель, споруд і приміщень, обладнаних будь-якими типами установок пожежогасіння, пожежної сигналізації або внутрішніми пожежними кран-комплектами.

Для гасіння пожеж застосовуються різні типи вогнегасників: вогнегасники хімічні пінні – ОХП-10, вогнегасники вуглекислотні ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 та ін., де цифри 2, 5, 8 показують ємність балона в літрах; вогнегасники вуглекислотнобромметиллові – ОУБ-7А; вогнегасники порошкові ОП-10.

На сьогодні найбільшого поширення набули порошкові і вуглекислотні вогнегасники.

При виборі вогнегасників перевага повинна віддаватися більш універсальному, що має більш високі показники.

Вуглекислотні представляють собою товстостінний балон, заправлений зрідженою вуглекислою. При натисканні на робочу рукоятку вуглекислота починає спливати з вогнегасника, через перепад тисків склад змінює свою фізичний стан з рідкого в газоподібний і відбувається процес гасіння. Вуглекислотний вогнегасник є більш практичним, оскільки після його використання не залишається жодних слідів, (від порошкового необхідно буде проводити прибирання), на місці залишається лише вода.

Порошкові представляють собою балон, заповнений порошком, під певним тиском. Для контролю тиску біля рукоятки встановлений манометр. Для початку роботи виконуємо ті ж операції - висмикнути чеку, натиснути рукоятку, направити шланг з порошком на вогнище. Ці вогнегасники хороші малою вагою. Однак до недоліків можна віднести процес злежування порошку через деякий період часу після придбання вогнегасника, без його технічного обслуговування.

Для офісних приміщень (де є персональні комп'ютери, оргтехніка) використовуються вуглекислотні вогнегасники; для котелень, топкових, вибухонебезпечних приміщень типу виробництва лакофарбової продукції - порошкові.

Згідно з нормами НАПБ Б.03.001, враховуючи що дане приміщення категорії В та площею більше ніж 50 м², приймаємо вуглекислотний вогнегасник у кількості 3 шт.

3.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація (НС) – порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території причинене аварією, катастрофою,

стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат.

Щоб описати можливі надзвичайні випадки, необхідно виявити найбільш ймовірну для існуючих умов надзвичайну ситуацію (НС), що за характером дії може бути техногенною, природною, соціально-політичною чи воєнною. Та визначити масштаби наслідків НС: загальнодержавного, регіонального, місцевого чи об'єктового рівнів. Далі необхідно перелічити найбільш вірогідні вражаючі фактори та перейти до прогнозування та оцінки інженерної, радіаційної і хімічної обстановки в НС.

Розглянемо безпеку у випадку виникнення пожежі. У разі виникнення пожежі на кожному поверсі будівлі розміщені схеми евакуації, на яких зображено шлях виходу на зовні для кожного приміщення, котре знаходиться на даному поверсі та номери телефонів служб порятунку. Також на стінах розміщені сповіщувачі, котрі у разі виникнення вогню показують напрямок евакуації. Також на кожному поверсі є пожежні пункти, з необхідним інвентарем для гасіння пожежі. Для персоналу проводяться планові інструктажі та позапланові тренування евакуації.

Під час виникнення пожежі на кожному поверсі будівлі обов'язково розміщені схеми евакуації, де зображено шлях виходу на зовні для кожного конкретного приміщення, яке знаходиться на цьому поверсі та зазначені номери телефонів служб порятунку.

На стінах розміщені сповіщувачі, які під час виникнення пожежі вказують напрямок евакуації осіб, які знаходяться в цьому приміщенні.

На кожному поверсі будівлі облаштовано пожежний пункт, який оснащена необхідним інвентарем для гасіння полум'я.

В установлені проміжки часу для персоналу проводяться планові інструктажі та позапланові тренування евакуації.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки.

1. Українська промисловість має великий потенціал щодо розвитку. Це обумовлено світовими тенденціями з постійного підвищення виробництва машинобудівної продукції на світовому ринку. В той же час, без проведення заходів на рівні держави з підвищення саме енергоефективності машинобудівних виробництв, продукція національного виробника та його послуги у галузі машинобудування будуть не конкурентоспроможною на світовому ринку.

2. Україною на період до 2025 року, прийняті на виконання зобов'язання, як члена Енергетичного Співтовариства, стосовно забезпечення встановлення мінімальних вимог до енергоефективності енергоспоживчих продуктів у якості горизонтального заходу з підвищення енергоефективності. В той же час, за результатом дослідження вимог й рекомендацій національних та міжнародних законодавчих та нормативних документів встановлено факт, що вимоги до маркування промислового устаткування не регламентуються, розроблені вимоги лише до певних видів промислової продукції побутового призначення.

3. За результатами дослідження класифікацій технологічних процесів та методів їх проектування в машинобудуванні, встановлено відсутність чіткого алгоритму дій щодо врахування показників енергоефективності технологічних процесів під час їх проектування.

4. Запропоновано інструментарій щодо визначення питомих показників споживання енергії та потужності під час виконання операцій механічної обробки металів різанням на основі обчислень питомої споживана енергії і питомої потужності обробки.

5. Розроблено теоретичні основи універсального методу обчислення значень питомого показника споживання енергії під час виконання операцій механічної обробки металів різанням та наведено шляхи модернізації алгоритмів проектування

технологічних процесів з врахуванням прийняття рішень щодо енергоефективності спроектованих технологічних процесів механічної обробки.

6. За результатами досліджень можна рекомендувати подальше вирішення науково-практичного завдання щодо розроблення методів оцінювання допустимого рівня енергоефективності технологічних процесів механічного оброблення деталей, що проектуються. Це дозволить в повній мірі використати запропонований в роботі модернізований алгоритм проектування технологічних процесів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДП «УКРПРОМЗОВНІШЕКСПЕРТИЗА», «Машинобудівна галузь в Україні: потенціал та можливості для розширення експорту на період до 2021 року,» р. 350, 2019.
2. «Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони,» [Онлайновий]. Available: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/984_011/print1452771459172098. [Дата звернення: 2020].
3. Івченко О.В., Дмитрієва Н. В. та Ковтун А. О. , «Матеріали IV Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві»,» в Методи вимірювання рівня досягнутої / досяжної енергоефективності в організації , Суми, 2019.
4. Івченко О.В., Дмитрієва Н. В., Динник О. Д., Кунпан Н. О. та Григор'єв М. В. , «Технології XXI сторіччя: Збірник тез за матеріалами 24-ої міжнародної науково-практичної конференції,» в Впровадження та сертифікація систем енергетичного менеджменту вітчизняних підприємств відповідно до міжнародних практик , Суми, 2018.
5. Івченко О.В., Дмитрієва Н.В., Залога О.О., Чучук Т.Є. та Дегтяренко О.Г. , «Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції,» в Дослідження національного законодавства щодо реалізації програми енергозбереження та енергоефективності в промисловості України , Краматорськ, 2019.
6. Ivchenko O., Zhyhylii D., Zaloha O., Zaloga V. та Dehtiarenko O., «Resolution of the Friction Coefficient of Adhesion Under Cutting,» в Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019, Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2020, pp. 98-107.

7. Павлюк С. та Хорольський Р., Співробітництво між Україною та Європейським Союзом у сфері енергоефективності, Київ: ГО “Лабораторія законодавчих ініціатив“, 2015.
8. «Закон України «Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу»,» [Онлайновий]. Available: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1629-15>. [Дата звернення: 2020].
9. «Договір про заснування Енергетичного Співтовариства»,» [Онлайновий]. Available: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_926. [Дата звернення: 2020].
10. «Угода про партнерство і співробітництво між Україною і Європейськими Співтовариствами та їх державами-членами»,» [Онлайновий]. Available: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/998_012. [Дата звернення: 2020].
11. «Матеріали VII та VIII Міжнародних інвестиційних бізнес-форумів «Енергоефективність та відновлювана енергетика»,» [Онлайновий]. Available: <http://saee.gov.ua/uk/events/forum>. [Дата звернення: 2020].
12. «ГЕНЕРАЦИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЯНВАРЕ-АВГУСТЕ 2020 ГОДА»,» [Онлайновий]. Available: <https://kosatka.media/category/elektroenergiya/analytics/generaciya-i-potreblenie-elektroenergii-v-yanvare-avguste-2020-goda>. [Дата звернення: 01 12 2020].
13. Гудзь П. В. та Волкова Т. О., «ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ ЕНЕРГОЄМНОГО ПІДПРИЄМСТВА ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ ТАРИФУ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ»,» Економічний вісник Донбасу, № 4, pp. 99-104, 2008.
14. «Проект «FINTESS Україна – Політичний діалог»: надання Україні допомоги у питаннях екодизайну МАТЕРІАЛІ ПІДГОТОВАНІЙ ЗА ЗАВДАННЯМ 2 АНАЛІЗ ВИТРАТ ТА ВИГОДИ, ЕКОДИЗАЙН ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ»,» 29 липень 2016. [Онлайновий]. Available: <https://saee.gov.ua/uk/business/tehnichne-reguluvannya/pruznachenuya-organiv>. [Дата звернення: 2020].
15. «Проект «FINTESS Україна – Політичний діалог»: надання Україні допомоги у питаннях екодизайну МАТЕРІАЛІ ПІДГОТОВАНІЙ ЗА ЗАВДАННЯМ 2 АНАЛІЗ ВИТРАТ ТА ВИГОДИ, ЕКОДИЗАЙН ВЕНТИЛЯТОРІВ»,» 9 вересень 2016.

[Онлайновий]. Available: <https://saee.gov.ua/uk/business/tehnichne-reguluvannya/pryznachenya-organiv>. [Дата звернення: 2020].

16. «Проект «FINTESS Україна – Політичний діалог»: надання Україні допомоги у питаннях екодизайну МАТЕРІАЛІ ПІДГОТОВАНІЙ ЗА ЗАВДАННЯМ 2 АНАЛІЗ ВИТРАТ ТА ВИГОДИ, ЕКОДИЗАЙН ВОДЯНИХ ТА ЦИРКУЛЯЦІЙНИХ НАСОСІВ,» листопад 2016. [Онлайновий]. Available:

<https://saee.gov.ua/uk/business/tehnichne-reguluvannya/pryznachenya-organiv>. [Дата звернення: 2020].

17. О. В. Івченко, «Звіт про науково-дослідну роботу "Розроблення національних стандартів щодо рідинних насосів для устаткування для перероблення сільськогосподарської продукції та щодо безсальникових циркуляційних відцентрових насосів,» Суми, 2017.

18. В.Ф. Лутц, Т. Лок, А. Чернявський та С. Береславські, «ЄБРР Україна FINTESS: Завдання 1 – Аналіз політики та надання рекомендацій,» ICF Consulting Limited, London, 2016.

19. Мазур, М. П., Внуков, Ю. М., Доброскок, В. Л., Залога, В. О., Новоселов, Ю. К., Якубов, Ф. Я., Основи теорії різання матеріалів : підручник [для вищ. навч. закладів], Львів: Новий Світ – 2000, 2011.

20. О. О. Залога, «УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЛЕЗ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ. Дис... канд. техн. наук за спеціальністю 05.01.02,» Одеса, 2018.

21. И. В. Крагельский, Трение, изнашивание и смазка: Справочник в 2- х т., Москва: Машиностроение, 1978.

22. Bowden F. P. та Tabor D., The Friction and Lubrication of Solids, Oxford: Clarendon Press, 1964.

23. Толбатов В. А., Лебединський І. Л. та Толбатов А. В., Організація систем енергозбереження на промислових підприємствах: навч. посіб., Суми: СумДУ, 2009, р. 195.

24. Якімов О.В., Марчук В.І., Лінчевський П.А., Яюмов О.О., Ларшин В.П., Технологія машино- та приладобудування: підручник, Луцьк: Редакційно-видавничий відділ ЛДТУ, 2005, р. 712.
25. М. А., Технология машиностроения : учебник для вузов, СПб: Лань, 2010.
26. Рогов А. В., Основы технологии машиностроения : учебник для вузов, М.: Старый Оскол, 2016.
27. Сысоев С. К., Сысоева А. С. та Левко В. А. , Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учеб, пособие, СПб: Лань, 2011.
28. Государственный комитет по стандартам, «Методические указания. САПР. Правила проектирования технологических процессов в условиях гибких производственных систем,» Издательство стандартов, Москва, 1987.
29. «XII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ»,» в ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, 2020.
30. Применение ИПИ технологий в задачах обеспечения качества и конкурентоспособности продукции. Методические рекомендации., Москва: НИЦ CALS технологии «Прикладная логистика», 2004.

ДОДАТОК А
КОПІ ПУБЛІКАЦІЙ

Resolution of the Friction Coefficient of Adhesion Under Cutting

Oleksandr Ivchenko[✉], Dmytro Zhyhylyi, Olha Zaloha, Viliam Zaloga, and Oleksandr Dehtiarenko

Sumy State University, 2 Rymkogo-Korsakova Street, Sumy 40007, Ukraine
o.ivchenko@tmvi.sumdu.edu.ua

Abstract. In this paper, the possibility for determining the frictional characteristics of the interaction between a material under processing and a purchased tool, particularly with unknown coatings, without destroying the cutting edge of the tool is based on the development of a method for determining the adhesion component of the friction coefficient in cutting. In order to determine the constants that characterize the adhesion interaction of the tool and the processed materials, special methods and an algorithm for experimental studies of sliding under high pressure are developed by means of the originally designed measuring instrument, which allows to determine the strength of sliding resistance under the rigid penetration scheme of the continuously rotating indenter into half-space. In the future, it makes possible to develop an algorithm for conducting a non-destructive on-the-spot express test for assessing the quality of the cutting tools based on the theory of frictional interactions. Such interactions exist between the surfaces of the cutting edges and the surfaces on the work-piece, chip and the process simulation of the contact interaction under high pressure of rough bodies, which allows elastoplastic deflected mode in the processed material during its sliding, relative to the indenter made of the tool material. The equation for estimating the measurement uncertainty under the friction coefficient determining during cutting of the materials is proposed.

Keywords: Adhesion component of friction force · Adhesion measuring instrument · Experiment · Indenter · Measurement uncertainty · Method · Purchased tool

1 Introduction

Successful resolution of the issue of increasing the efficiency of machine-building enterprises in the current conditions, along with the search for new technical solutions, requires the creation of a comprehensive system of providing it with high-quality tools, in particular cutting one. It can be done by optimization of its quality indicators, both during the design or manufacture of tools indigenously [1] and assessing the efficiency level of purchased tool and the degree of their provision of high-performance technological and operational parameters [2, 3].

The objective of the paper is to study perspectives on determining the frictional characteristics of the interaction between a material under processing and a purchased



AQ1

2 O. Ivchenko et al.

tool, particularly with unknown coatings, without destroying the cutting edge of the tool based on the development of the method for determining the adhesion component of the friction coefficient in cutting.

2 Literature Review

It is shown in [4] that tool breakage can be successfully detected and used for producing high-quality materials with low costs by new sensor system implementation. The authors of the paper [5] conducted a study of intermittent mechanical processing of tempered steel (Cr12MoV, 59 HRC (Rockwell hardness)) using PCBN tools to determine cutting productivity (cutting power, chip morphology, surface quality, cutting length, cutting temperature) tools and set the basic criteria for failure of the cutting tool. In [6], it is suggested that abrasion, clutch (possibly complicated by tribochemical reactions), and diffusion may primarily regulate the wear of the CBN instrument under heavy rotation. In [7], the study of the influence of the chamfer angle on the wear of the tool of the PCBN cutting tool in superfinishing hard rotation is presented. The paper [8] presents aspects related to surface quality in case of interruption and continuous hard rotation. New data on the evolution of the general parameters of surface roughness, as well as the evolution of the surface relief with increased wear of the tool, are presented. The paper [9] is based on the experimentally established values of the cutting force components. It also gives a theoretical calculation of the level of maximum normal and tangential contact stresses for two types of tools: with high and low boron content, and reveals the nature of their distribution along the contact area of the chips with the rake face of the tools. The authors of [10] describe methods for the quality assessing of coating surfaces, which are formed at low discharge energies. The paper [11] presents the results related to the possibility of direct temperature measurement in a very complicated process of gear cutting by milling.

Therefore, the creation of new tools and methods for the quality assessing of cutting tools is an actual scientific and practical issue. Its solution allows increasing the technological system's productivity and reliability, significantly reduces the terms of technological preparation of production, and the launch of new products, to ensure the competitiveness of machine building products.

3 Research Methodology

It is known that some work is spent on deformation and fracture of the cut layer material in the cutting system, when converted to a chip, and the work is mainly related to friction on the contact surfaces [12]. The smoothest metal surfaces on the sub-microscopic scale are rough and they contact with their protruding surfaces. In these areas, local pressures become sufficient enough to cause plastic deformation. As a result of this plastic deformation, new surfaces are exposed, metals directly interact with chemically pure surfaces and adhesive bonding is established between them.

Auto-radiative photographs of relatively immovable surfaces under load, directed normal to the plane of the section, show that in the case when metal surfaces are

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МАТЕРІАЛИ
та програма

VI Всеукраїнської
науково-технічної конференції
(м. Суми, 16–19 квітня 2019 р.)

Суми
Сумський державний університет
2019

УДК 001.891(063)
С91

Редакційна колегія:

відповідальний редактор – канд. техн. наук, доцент О. Г. Гусак;
заступник відповідального редактора – канд. техн. наук, доцент
І. В. Павленко.

Члени редакційної колегії:

д-р техн. наук, професор В. А. Марцинковський; д-р техн. наук,
професор В. І. Склабінський; д-р техн. наук, професор
В. О. Залога; д-р техн. наук, професор Л. Д. Плячук; д-р техн.
наук, професор К. О. Дядюра; канд. техн. наук, професор
І. О. Ковальов; канд. техн. наук, професор І. Б. Карінцев; канд.
техн. наук, доцент Загорулько А. В.; канд. техн. наук, доцент
Є. М. Савченко канд. техн. наук, доцент С. М. Ванеєв;
канд. техн. наук, доцент С. Б. Большаніна.

Технічні секретарі:

канд. техн. наук, асистент Х. В. Берладір; пров. інж. О. Ю. Чех.

Сучасні технології у промисловому виробництві :
С91 матеріали та програма VI Всеукраїнської науково-технічної
конференції (м. Суми, 16–19 квітня 2019 р.) / редкол.:
О. Г. Гусак, І. В. Павленко. – Суми : Сумський державний
університет, 2019. – 357 с.

УДК 001.891(063)

До матеріалів конференції увійшли тези доповідей, в
яких наведені результати наукових досліджень студентів,
аспірантів та молодих вчених закладів вищої освіти України і
країн Європейського Союзу. Збірник буде корисним науковцям,
викладачам, аспірантам і студентам, а також інженерам усіх
галузей виробництва.

© Сумський державний університет, 2019

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ ДОСЯГНУТОЇ / ДОСЯЖНОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ОРГАНІЗАЦІЇ

Дмитрієва Н. В., аспірант; Івченко О. В., доцент, каф. ТМВІ;
Ковтун А. О., студент, гр. СТ.мз-81с

Рівень досягнутої / досяжної енергоефективності є одним із показників ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту підприємства / організації. Це вимірювані результати, пов'язані з енергетичною ефективністю, використанням та споживанням енергії. Він може бути виражено в одиницях енергоспоживання (наприклад, ГДж, кВт·год), питомого енергоспоживання (наприклад, кВт·год/одиницю продукції), пікової потужності (наприклад, кВт), відсоткової зміни в ефективності або безрозмірними величинами тощо [1]. Показник (індикатор) енергетичної ефективності – є кількісним значенням чи мірою рівня досягнутої/досяжної енергоефективності, що їх визначає організація. Він може бути представлений простою метричною одиницею, співвідношення або ж у вигляді більш складної моделі [2]. Показники енергоефективності, порівнювані в різний час, дають організації змогу визначити, чи змінюється рівень досягнутої / досяжної енергоефективності та чи відповідає це поставленим завданням [1].

Види показників енергетичної ефективності можливо класифікувати наступним чином:

а) вимірне значення енергії – вимірювання споживання всієї ділянки або одного чи більше використань енергії за допомогою лічильника (якщо цілком є абсолютна економія енергії, в таких випадках базовий рівень енергоспоживання повинен бути скоригованим, щоб обчислити економію енергії за еквівалентних умов);

б) співвідношення вимірних значень – рівняння енергоефективності (якщо підприємства використовують у роботі багато об'єктів подібної призначеності, то можливе використання співвідношення, щоб порівняти рівень досягнутої/досяжної енергоефективності об'єкта з кількома іншими та/чи орієнтовними показниками стосовно конкурентів чи галузевих стандартів); в) статистична модель – зв'язок між енергоспоживанням та визначальними змінними, за допомогою регресії: 1) лінійна (для оцінювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності виробничого об'єкта з декількома видами продукції, з базовим навантаженням, вона дає змогу порівняти рівень досягнутої / досяжної енергоефективності за еквівалентних умов, навіть якщо є зміни або визначальні змінні, а також описує зв'язок між значенням енергії та визначальними змінними в періоді дії базового рівня енергоспоживання); 2) нелінійна (наприклад, нелінійні взаємозв'язки є у вентиляторах і насосах);

г) проектна базова модель – взаємозв'язок між енергоспоживанням та визначальними змінними, використовуючи технічне моделювання (цю модель може бути використано, якщо є складні взаємозв'язки між

енергоспоживанням та визначальними змінними, які не можуть бути точно отримані з регресії).

Для перевірки та дій із поліпшення рівня досягнутої/досяжної енергоефективності використовуються показники енергетичної ефективності, що базуються на моделі (статистичній або проектній). Щоб описати процес моделювання даних енергоспоживання відносно визначальних змінних з метою порівняння рівня досягнутої/досяжної енергоефективності за однакових умов, застосовують унормування. Щоб унормувати або змодельовати енергоспоживання відповідно до визначальних змінних, зазвичай використовують статистичні методи, такі як лінійна регресія. Значення показників енергоефективності обчислюють як математичне співвідношення між енергоспоживанням і визначальними змінними. Використовуючи лінійну регресію, залежність можна представити в наступному вигляді:

$$\text{Енергоспоживання} = A + B \cdot \text{Продукт} A + C \cdot T, \quad (1)$$

де A – фіксоване енергоспоживання, кВт·год; B – енергоспоживання на одиницю продукту A (кВт/одиницю); $\text{Продукт} A$ – обсяг випуску продукту A (одиниць на місяць); C – енергоспоживання на градус місячної температури за тиждень (кВт·год/°C).

В той же час відношення (1) має пройти статистичні тести за критеріями оцінки якості лінійної моделі, наприклад, визначення коефіцієнта детермінації R^2 , коефіцієнта варіації CV та F -тест [3].

Таким чином, якщо відношення (1) не відповідає критеріям якості лінійної моделі – рівняння регресії вважається статистично незначущим. В національному стандарті ДСТУ ISO 50006, який гармонізовано з міжнародним, не визначено подальших дій стосовно оцінювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності системи енергетичного менеджменту підприємства / організації, якщо рівняння регресії вважається статистично незначущим.

Список літератури

1 ДСТУ ISO 50006:2016 (ISO 50006:2014, IDT) – Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанова. – ДП «УкрНДНЦ», Київ. – 2016.

2 ДСТУ ISO 50001:2014 (ISO 50001:2014, IDT) – Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання. – ДП «УкрНДНЦ», Київ. – 2015.

3 Інститут управління и оценки бизнеса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://investobserver.info/variaciya-koefficienta-variacii/>.



Сумський національний аграрний університет



Национальный технический университет «ХПИ»



Політехніка Свентокржинська в Кельцах (Польща)



ТОВ «ТРИЗ»



Сумський державний університет



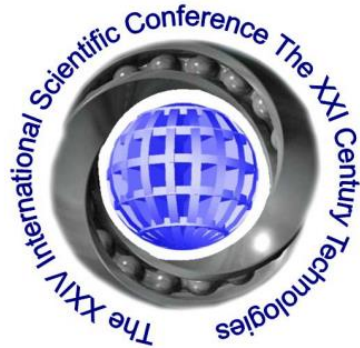
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка



Українська технологічна академія

Технології XXI сторіччя: Збірник тез за матеріалами 24-ої міжнародної науково-практичної конференції (10-15 вересня 2018 р.). Ч.1. – Суми: СНАУ, 2018.- 206 с.

Збірник містить тези доповідей, присвячені питанням впровадження прогресивних технологій в промисловість, агропромисловий комплекс і методики викладання у ВНЗ.



ТЕХНОЛОГІЇ XXI СТОРІЧЧЯ

Збірник тез за матеріалами 24^{ої} міжнародної науково-практичної конференції
(10-15 вересня 2018 р.)

Частина 1

Секції: «Прогресивні технології в сільському господарстві»,
«Прогресивні технології в харчовій промисловості»,
«Прогресивні технології в екології та енергоефективність»,
«Прогресивні технології в промисловості»

Суми, Одеса – 2018

© Сумський національний аграрний університет, 2018.

Не дозволяється транспортувати разом різні види пестицидів, хімічна взаємодія яких, у разі порушення упаковки, може спричинити їх займання, перевозити аміачну селітру з іншими мінеральними добривами на одному транспортному засобі. Роботи, пов'язані з підготовкою мінеральних добрив до внесення у ґрунт, необхідно здійснювати за допомогою механізмів, оснащених пристроями для зниження пилоутворення. Завантаження сівалок і садильних машин насінням, садильним матеріалом та добривами повинно бути механізованим. Також не дозволяється використовувати для зберігання продуктів, фуражу, води тощо тару від мінеральних добрив, навіть після її знешкодження.

Вся задіяна техніка повинна бути в справному стані, бо в іншому стані це може призвести до травми працівника. Посівні машини забезпечуються підніжною дошкою та поручнями встановленого зразка, захисними огороженнями рухомих деталей приводних передач, мати надійне з'єднання насіннеспроводів з коробками висівних апаратів, надійне кріплення маркерів у транспортному положенні. Міняти, очищати та регулювати робочі органи машин і знарядь, які перебувають у піднятому стані, дозволено після вжитих заходів, що запобігають їх самовільному опусканню. Ручне завантаження допускається лише за умови зупинення посівного або садильного агрегату та вимкнення двигуна трактора.

Маневрування агрегату необхідно здійснювати в межах позначеної поворотної смуги поля. Перед поворотом, після останньої зупинки агрегату і отримання сигналу від тракториста, слід зійти з агрегату, перевести маркер у транспортне положення і відійти у безпечне місце. Після повороту агрегату і останньої його зупинки необхідно перевести маркер у робоче положення і зайняти своє робоче місце. При виконанні аварійної ситуації необхідно подати сигнал трактористу – машиністу.

Небезпека завжди є там, де експлуатуються несправні трактори, інша сільськогосподарська техніка, механізми, де не подбали про побутові умови для своїх працівників, зокрема, в полі, коли не визначено і не обладнано належним чином місця відпочинку.

Порушення вимог охорони праці та техніки безпеки можуть бути елементарними на перший погляд, але нехтування ними може обернутися для працівника важкою травмою або втратою людського життя.

Дмитрієва Н. В., Івченко О. В., Динчик О. Д., Кушпан Н. О., Григор'єв М. В., СумДУ, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ ВІДПОВІДНО ДО МІЖНАРОДНИХ ПРАКТИК

Україна, попри всі її багатства, залишається країною, залежною від імпорту палива та характеризується його вкрай неефективним використанням. Має величезний, в повному обсязі невикористаний, потенціал розвитку всіх відомих напрямків підвищення енергоефективності промисловості та побутового сектору.

Основними механізмами реалізації політики енергоефективності в Україні є: регулятивні норми, нормативно-правові акти, інформаційні, економічні, адміністративно-контрольні механізми, державний контроль й нагляд та інше. Для реалізації програми енергозбереження та енергоефективності в Україні прийнятий ряд законодавчих актів, основною метою яких є досягнення максимально ефективного використання природних енергетичних ресурсів і потенціалу енергетичного сектору для стійкого росту економіки, підвищення якості життя населення країни та зміцнення її зовнішньоекономічних позицій.

У 2014 році був прийнятий національний стандарт гармонізований з міжнародним – ДСТУ ISO 50001 версії 2011 року. На цей час в Національній системі акредитації органів з сертифікації систем менеджменту, акредитованих на відповідність вимогам цього стандарту лише два: Орган з сертифікації систем управління Державного підприємства «Криворізький науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації» та Товариство з обмеженою відповідальністю «ТЕСКО» (за офіц. інформацією Національне агентство з акре-

тації України).

Основна мета впровадження стандарту ISO 50001 полягає в забезпеченні підприємства структурованими і всеосяжними керівними документами щодо оптимізації процесу споживання енергетичних ресурсів і системним управлінням даним процесом. Для будь-якої організації система управління – це інструмент, за допомогою якого вона управляє тими діями (процесами, аспектами), які пов'язані з:

- якістю продукції і послуг (ISO 9001);
- екологічними аспектами (ISO 14001);
- охороною і безпекою праці (ISO 45001);
- енергоефективністю і енергозбереженням (ISO 50001).

Основна ідея впровадження ISO 50001 в тому, що впроваджується не програма заходів, а система управління з механізмами проведення моніторингу, аналізу, оцінюванню та коригувальних дій.

Таким чином, впровадження стандарту ISO 50001 стимулює появу та розвиток метрологічного забезпечення та нормативно-методичної підготовки контролю, обліку, аналізу ефективності використання енергоресурсів; призводить як до істотного розширення прав, так і підвищення відповідальності енергетичних служб підприємства, різко посилюючи їх вплив на ефективність використання всіх видів енергоресурсів підприємством.

Виконання вимог стандартів ISO 50001 має цілу низку як прямих, так і непрямих вигод організаційного, фінансового та репутаційного характеру. Крім того, факт відповідності міжнародному стандарту відіграє не останню роль і в конкурентній боротьбі.

Завдяки впровадженню системи енергетичного менеджменту в усіх сферах діяльності відповідно до ISO 50001 можливо досягти таких ефектів:

- економічного – за рахунок скорочення енергоспоживання;
- підвищення конкурентоспроможності підприємства – за рахунок зниження собівартості продукції;
- корпоративного – зміцнення корпоративної культури підприємства за рахунок залучення працівників усіх рівнів до процесу енергозбереження, єднання колективу для досягнення спільної мети;
- іміджевого – створення іміджу успішної, прогресивної та перспективної компанії.

Гладишев Д. П., Івченко О. В., Антонов А. П., Ступін Б. А., Пучко О. В., СумДУ, Україна

МІЖНАРОДНИЙ СТАНДАРТ ISO 45001 ТА ІНТЕРНАЦІОНАЛЬНІ ВИМОГИ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я Й БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ

Сумський державний університет

Зростання кількості та частоти нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, їх руйнівні наслідки, спонукало політиків усієї планети до вжиття заходів із заохочення поліпшення умов безпеки та гігієни праці й запобігання настанню нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Як результат, міжнародна спільнота долучилася до спільних зусиль на міжнародному, регіональному, національному і місцевому рівнях задля заохочення безпеки та гігієни праці й запобігання в такій спосіб настанню нещасних випадків на виробництві. Результати цієї міжнародної діяльності втілюються у міжнародних настановах, нормах і стандартах, переважно у формі міжнародних договорів, пактів, декларацій, хартій, конвенцій та директив співтовариства, імплементація котрих має сприяти поліпшенню безпеки та гігієни на підприємствах і, як наслідок, зменшенню кількості нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

В усьому світі організації починали усвідомлювати потребу в поліпшенні своєї діяльності в галузі охорони здоров'я та безпеки персоналу через створення відповідної системи менеджменту (Occupational Health and Safety Management System).

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ



**ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ.
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

МАТЕРІАЛИ
XVII Міжнародної
науково-технічної конференції

Краматорськ 2019

УДК 621.9

Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 04 — 07 травня 2019 року / Під заг. ред. В. Д. Ковальова. — Краматорськ: ДДМА, 2019. — 130 с.

ISBN 978-966-379-853-0

В збірнику наведені матеріали до вирішення актуальних проблем важкого машинобудування, конструювання, виготовлення та експлуатації машин, верстатів, інструментів, розробки та впровадження прогресивних енергозберігаючих технологій.

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Ковальов В.Д., д.т.н., проф., ректор ДДМА

Члени програмного
комітету:

Антонюк В.С. ,	д.т.н., проф., НТУУ "КПІ"
Васильченко Я.В. ,	д.т.н., зав. каф. ДДМА
Грабченко А.І. ,	д.т.н., проф., НТУ "ХПІ"
Дашич П. ,	проф. ВТМІ, Трсенік, Сербія
Єфімов М.В. ,	президент ПАТ "ЕМСС"
Залого В.О. ,	д.т.н., проф., зав. каф. СумДУ
Іларіонов Р. ,	д.т.н., проф., ректор ТУ-Габрово, Болгарія
Калафатова Л.П. ,	д.т.н., проф. ДонНТУ
Кассов В.Д. ,	д.т.н., проф., декан ФМ ДДМА
Клименко Г.П. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДДМА
Клименко С.А. ,	д.т.н., проф., заст. директора ІНМ ім. В. Бакуля НАН України
Клочко О.О. ,	д.т.н., проф., НТУ "ХПІ"
Луців І.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ТНТУ ім. І. Пулюя
Майборода В.С. ,	д.т.н., проф., НТУУ "КПІ"
Мельничук П.П. ,	д.т.н., проф. ЖДТУ
Мироненко Є.В. ,	д.т.н., проф., декан ФЕМ ДДМА
Павленко І.І. ,	д.т.н., проф., зав. каф. КДТУ
Палашек О.Г. ,	головний конструктор ПрАТ "КЗВВ"
Пасічник В.А. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"
Пермяков О.А. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"
Петраков Ю.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"
Равська Н.С. ,	д.т.н., проф., НТУУ "КПІ"
Рібайн Ф. ,	ген. директор "Heidenhain", Німеччина
Скальський Є.О. ,	директор представництва Gertnergroup в Україні
Сорока О.Б. ,	д.т.н., ПМіц ім. Г.С.Писаренка НАН України
Стругинський В.Б. ,	д.т.н., проф., НТУУ "КПІ"
Суков Г.С. ,	к.е.н., ген. директор ПрАТ "НКМЗ"
Тонконогий В.М. ,	д.т.н., проф., директор ШТДМ НТУ "ОНПУ"
Турчанін М.А. ,	д.х.н., проф., проректор ДДМА
Христо К. Радєв ,	д.т.н., ТУ "Софія", Болгарія
Шелковой А.Н.	д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"
Torsten Ehrentreich	Dipl. Ingenieur, Berlin, Germany

ISBN 978-966-379-853-0

© ДДМА 2019

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАВСТВА
ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В ПРОМИСЛОВІСТІ УКРАЇНИ**

Івченко О.В., Дмитрієва Н.В., Залога О.О., Чучук Т.Є., Дегтяренко О.Г.
(СумДУ, м. Суми, Україна)

Україна є Договірною Стороною Угоди про заснування Енергетичного Співтовариства, тому взяла на себе зобов'язання прийняти напрацьовану базу законодавства ЄС у сфері енергетики і пов'язаних галузях. Директиву 2012/27/EU було прийнято для забезпечення досягнення на 2020 рік цільового показника енергоефективності ЄС та для створення основи подальшого розвитку концепції та ефективності енергозбереження.

Аналіз структури споживання енергії в Україні, наприклад електроенергії рис. 1, вказує на питому вагу національного промислового комплексу в заходах з енергозбереження.

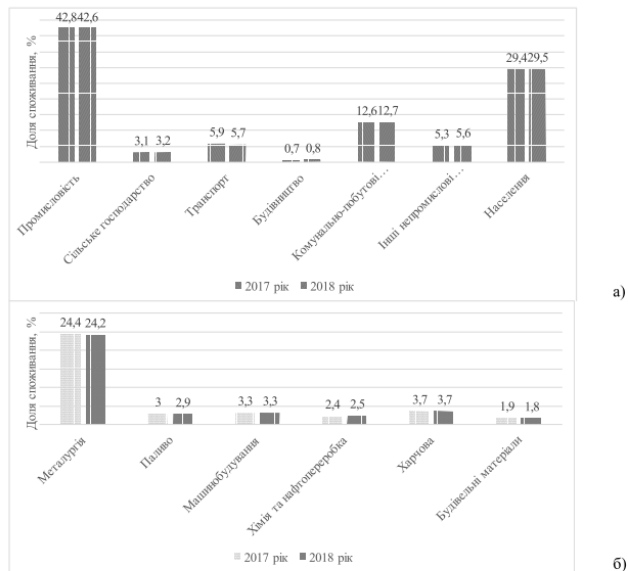


Рис. 1. Структура споживання електроенергії в Україні за 2017–2018 рр.: а) загальне споживання; б) за категоріями промисловості

Основними механізмами реалізації політики енергоефективності, в тому числі в промисловості, є: регулятивні норми, нормативно-правові акти, інформаційні, економічні, адміністративно-контрольні механізми, державний контроль та нагляд та ін. Досвід європейських країн свідчить, що впровадження політики енергоефективності вимагає змін на рівні управлінських рішень шляхом впровадження систем енергетичного менеджменту відповідно до стандарту ISO 50001. Прикладам може слугувати Чеська Республіка, в якій енергоаудит є обов'язковим до проведення кожні 4 роки для великих підприємств крім випадків коли вони мають існуючу і сертифіковану систему енергетичного або екологічного менеджменту (на основі стандартів ČSN EN ISO 50001, ČSN EN ISO 14001). В той же час у чеському законодавстві немає визначення терміну «великі підприємства», тому під ними розуміють підприємства, які не є МСП – відповідно до визначення ЄС 2003/361/ES (компанії, що мають більше 250 працівників і обіг понад 50 млн. євро та/або суму річного балансу більше 43 млн. євро).

Для реалізації програми енергозбереження та енергоефективності в Україні прийнятий ряд законодавчих актів, основною метою яких є досягнення максимального ефективного використання природних енергетичних ресурсів і потенціалу енергетичного сектора для стійкого росту економіки, підвищення якості життя населення країни та зміцненню її зовнішньоекономічних позицій. Нормативно-правову базу сфери енергоефективності складають 15 законів України та понад 150 нормативно-правових актів. Але на жаль на цей час досить не прийнято законодавство щодо реалізації програми енергозбереження та енергоефективності в промисловості України.

Висока питома енергоємність національної економіки знижує конкурентоспроможність товаровиробників, вимагає додаткових фінансових витрат на енергозабезпечення країни, обумовлює наявність значного обсягу викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище, а також збільшує витрачання невідновлюваних природних паливних ресурсів, особливо вуглеводнів. Як показує досвід зарубіжних країн, одним із дієвих і малозатратних механізмів державного, корпоративного і громадського регулювання для зниження енергоємності економіки є введення стандартів енергоефективності та маркування різних видів товарів за показниками енергоспоживання (маркування енергоефективності). Енергетична ефективність – це ключовий пункт європейської стратегії «Європа 2020», спрямованої на створення умов для стійкого і всеосяжного зростання та розвитку. Це один з найбільш економічно ефективних способів підвищення енергетичної безпеки та скорочення викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин. В рамках цієї стратегії Євросоюз ставить за мету скоротити на 20 % споживання первинних енергетичних ресурсів до 2020 року. [1]

Література: 1. Сеппанен О. «Повышение энергоэффективности. Законодательство ЕС [Електронний ресурс] // Знання високих технологій. URL: http://zvt.abok.ru/articles/80/Povishenie_energoeffektivnosti_Zakonodatelstvo_ES (Дата звернення: 20.02.2019).