

*ДЕРГОУСОВ В. М., ПЕРМЯКОВ О. А., УСТИНЕНКО О. В.*

## ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСУ ТА ЗМЕНШЕННЯ ШУМУ РЕДУКТОРІВ РІЗАННЯ ОЧИСНИХ ВУГІЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Автори, маючи кожен свій досвід наукової та практичної діяльності та накопичені знання з машинознавства і технології машинобудування, поставили собі за мету узагальнення та оцінку причин зниження надійності та ресурсу, підвищених рівнів шуму зубчастих передач. Для розробки та впровадження рекомендацій, які в подальшому зможуть забезпечити підвищення працездатності і зменшення рівнів шуму, розглянуто особливості редукторів різання очисних вугільних комбайнів нового покоління, вимоги до експлуатаційних показників, які забезпечують їхню ефективність та конкурентоспроможність.

**Ключові слова:** очисний вугільний комбайн, редуктор різання, зубчата передача, працездатність, надійність, рівень шуму.

### DERGOUZOV V., PERMYAKOV O., USTYENENKO O. ON PROVIDING RESOURCE AND REDUCING THE NOISE OF DRIVES OF CLEANING COAL HARVESTERS

The authors, each having their own experience in scientific and practical activities and accumulated knowledge in mechanical engineering and machine-building technology, set themselves the goal of summarizing and assessing the reasons for the reduction in reliability and service life, and the increased noise levels of gear transmissions. In order to develop and implement recommendations that can subsequently ensure improved performance and reduced noise levels, the features of the gearboxes of cutting mechanisms of new-generation coal shearers, as well as the requirements for operational indicators that ensure their efficiency and competitiveness, were considered.

**Keywords:** coal mining combine harvester, cutting gearbox, gear transmission, performance, reliability, noise level.

**Вступ.** Вугільна промисловість України потребує розробки та впровадження високоефективних очисних комбайнів нового покоління. Завдання з розробки високоефективних очисних комбайнів нового покоління полягало в проведенні комплексу науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт, організаційно-технологічної підготовки серійного виробництва та виведення на ринок нового продукту – очисного комбайну УКД200-500. Це перший комбайн нового технічного рівня для видобутку вугілля на тонких похилих пластах зі складною гіпсометрією. Від надійності та довговічності ріжучої частини, а саме її зубчастих передач, залежить надійність та довговічність роботи комбайна в цілому. Зубчасті передачі є одним з найбільш поширених елементів механічних приводів, що забезпечують передачу обертального руху та зміну крутного моменту. Однак за всіх своїх переваг, вони стають джерелом значного шуму та вібрацій, що може негативно позначатися на роботі обладнання, умовах праці та довговічності механізмів. Для ефективного вирішення зазначеної проблеми потрібен комплексний підхід з урахування всіх особливостей конструкції, технології виготовлення, причин зниження працездатності, надійності та ресурсу, можливих шляхів покращення експлуатаційних показників.

**Мета дослідження.** На основі системного аналізу можливих причин зниження надійності та ресурсу редукторів різання очисних вугільних комбайнів розглянути та впровадити рекомендації, які забезпечать підвищення працездатності і зменшення рівнів шуму зубчастих передач.

### Характеристики редукторів різання вугільнодобувних комбайнів нового покоління.

*Видобувний гірничий комбайн (очисний комбайн)* – комбінована гірничая машина, яка одночасно виконує операції руйнування пласта корисної копалини та вивантаження відбитої маси на конвеєр. Більшість конструкцій вузькозахватних сучасних очисних комбайнів, призначених для виїмки вугільних пластів із кутами падіння 0–35°, мають виконавчі органи у вигляді шнеків з різцями. Шнек забезпечує в складі очисних комбайнів функції відділення вугілля від масиву й вивантаження відділеної гірничої маси на вибійний конвеєр (рис. 1).

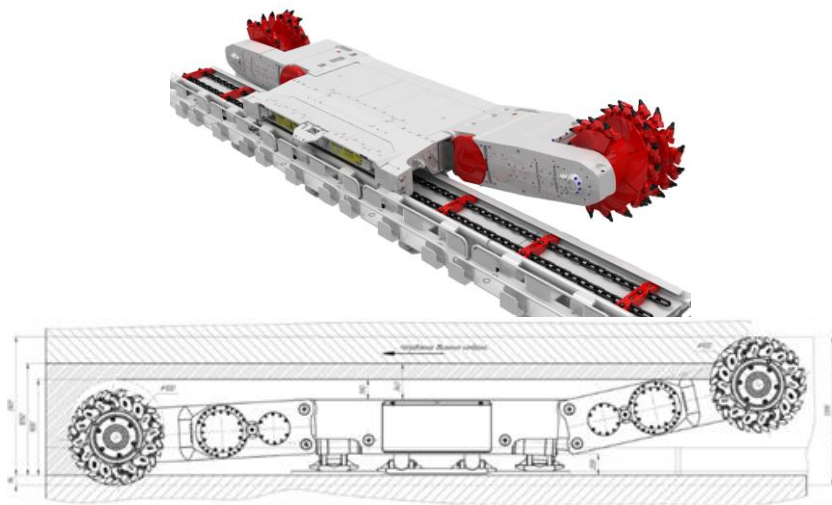


Рис. 1 – Загальний вигляд та схема роботи очисного комбайну при повному діапазоні вийманої потужності.

Проведені науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи дозволили створити високоефективну конструкцію очисного комбайна УКД200-500 з техніко-економічними показниками на рівні та краще світових зразків (табл.1) і забезпечити його серійне виробництво з гарантією стабільної якості, високої продуктивності та зниження трудомісткості виготовлення [1, 2]. Очисний комбайн УКД200-500 є універсальною машиною, яка може працювати у складі множини очисних комплексів.

Таблиця 1 – Технічні характеристики комбайна УКД200-500 у порівнянні із зарубіжними моделями

Назва показників	Значення показників очисних комбайнів				
	УКД200-500	KSE-360 (Польща)	MB290E (Чехія)	EDW300 LN (Германія)	MG132/315-WD (КНР)
Комбайн					
Придатність для діапазону пластів, м	0,85-1,5	0,9-1,9	1,0-2,1	1,0-2,0	0,95-1,7
Сумарна номінальна потужність електроприводу, кВт, в т.ч.	597,5	360	291,5	346	308
- привод виконавчого органу	2×220	2×150	2×120	1×300	2×132
- привод подачі	2×75	2×30	2×22	2×23	2×22
Номінальна напруга, В	1140	1000/500	1000/500	1000	1140
Діаметр виконавчого органу, м	0,8–1,0	0,9–1,4	0,95–1,25	0,90–1,8	0,85–1,0
Номінальна ширина захоплення, м	0,8	0,8	0,63; 0,8	0,8; 1,0	0,6-0,8
Максимальна швидкість подачі, м/хв	10,0	9,5	11,5	10,5	6,2
Максимальна тягове зусилля подачі, кН	300	376/470	440	352	280
Довжина по осях виконавчих органів, мм	5880	5790	7780	6674	7504
Висота по корпусу від ґрунту, мм	665	770	748	-	830
Маса комбайна, т	17,3	21,8	17,0	25,0	15,6

Під час експлуатації комбайн УКД200-500 демонструє високі показники середньодобового видобутку (2000–2500 т). Виробник АТ «ХАРКІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД «КОРУМ СВІТЛО ШАХТАРЯ» гарантує надійну роботу очисного комбайну до капітального ремонту з видобутку не менш 1 млн.т вугілля, що вдвічі перевершує показники конкуруючих аналогів. Показники надійності та довговічності: розрахункова довговічність зубчастих передач та підшипникових вузлів – не менше 15000 годин; середній ресурс до капітального ремонту залежно від опірності вугілля різанню – не менше 800–1000 тис.т.

Особливістю очисного комбайну УКД200-500 є агрегатно-модульна конструкція та повна уніфікація редукторів різання (без лівого/правого виконання), від надійності та довговічності яких, а саме зубчастих передач, залежить надійність та довговічність роботи комбайна в цілому. Ріжуча частина комбайна представляє з себе трьохступеневий редуктор з електродвигуном (рис. 2).

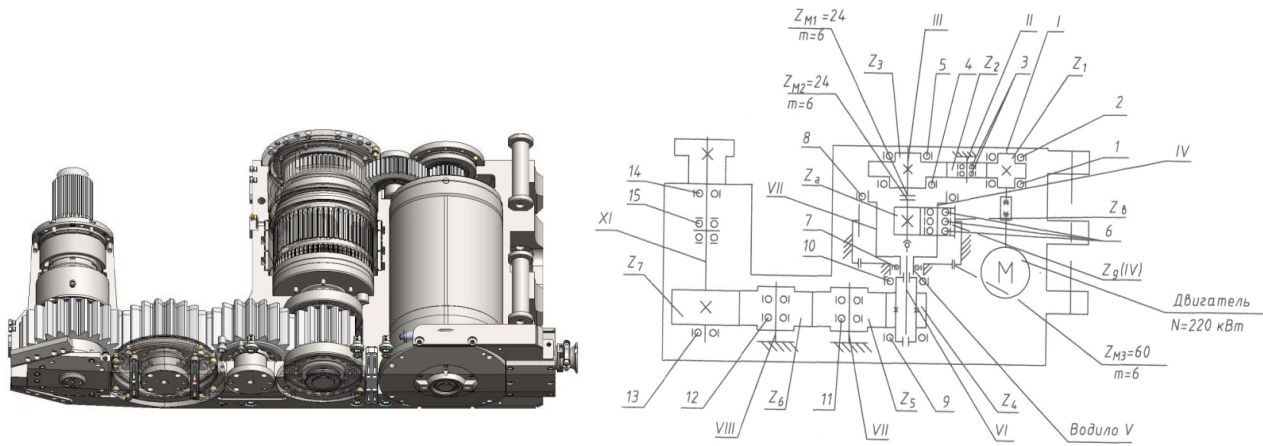


Рис. 2 – Корпус у розрізі та кінематична схема редуктора різання очисного комбайна УКД200-500.

У корпус редуктора вбудована триконтурна система охолодження із розділеними паралельними потоками. Охолодження швидкохідного ступеня циліндричної прямозубцевої передачі здійснюється шляхом вбудованого радіатора, планетарного ступеня за допомогою одноконтурної сорочки охолодження, тихохідного ступеня прямозубцевої циліндричної передачі через виконані в корпусі канали охолодження. Між другим і третім щаблем редуктора розташований зрізний елемент, у вигляді шлицевого валу, що виключає аварійний вихід з ладу елементів редукторної групи. Згладжування динамічних пікових навантажень здійснюється торсіонним валом, розташованим усередині валу ротора електродвигуна фірми DAMEL.

**Розуміння джерела шуму та методи зниження шуму під час роботи редуктора.**

Сучасні промислові редуктори є ключовими компонентами механічних систем передачі потужності, але їхня робота неминуче супроводжується генерацією шуму та вібрації. Рівень шуму промислових редукторів може досягати 105 дБА, що перевищує допустимі норми для робочих місць та потребує застосування засобів індивідуального захисту. Для робочих місць встановлено норми 80–85 дБА, понад 85 дБА роботи заборонено.

Надмірний шум вказує на тертя, неспіввісність або зношування, які можуть скоротити термін служби передач. Тривалий вплив сильного шуму також створює некомфортне та небезпечне робоче середовище. Генерація шуму в редукторах відбувається за складним механізмом, що включає кілька взаємозалежних процесів. Редуктор має змінну жорсткість зачеплення, що викликає вібрації. Ці вібрації передаються на корпус редуктора, який випромінює акустичну енергію в навколишнє середовище.

Для ефективного вирішення проблеми шуму необхідно розуміти механізми виникнення [3, 4]. Основні джерела шуму в зубчастих передачах можна розділити на кілька категорій (рис. 3).

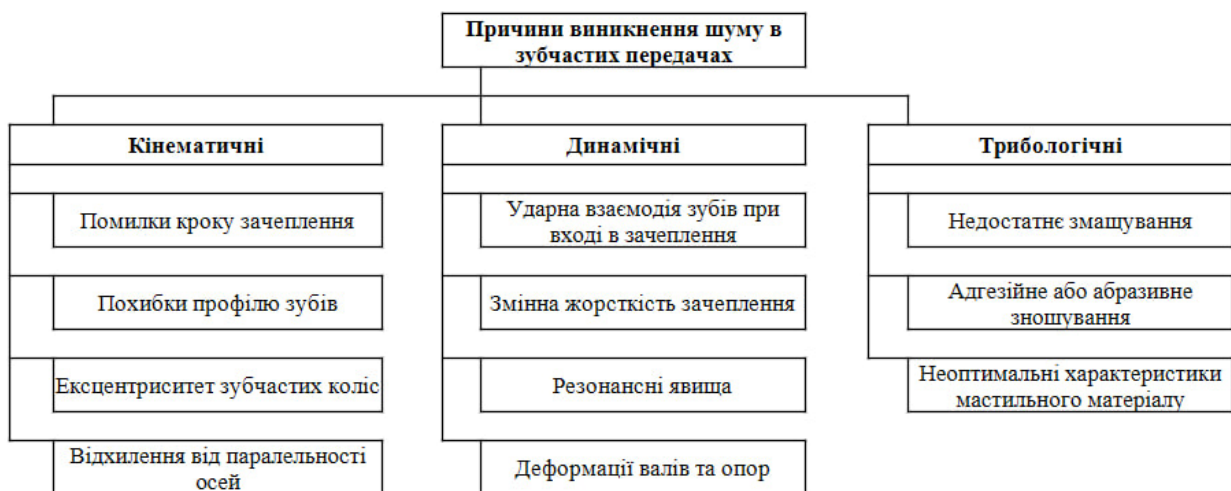


Рис. 3 – Причини виникнення шуму в зубчастих передачах.

Кінематичні причини пов'язані з геометрією зубців та похибками виготовлення, динамічні обумовлені змінними навантаженнями, трибологічні пов'язані з тертям та змащенням. Існуючі методи зниження шуму в зубчастих передачах можуть бути порівняні за можливою величиною потенційного зниження, складністю застосування, впливу на вартість та довговічність досягнутого ефекту (табл. 2).

Таблиця 2 – Методи зниження шуму в зубчастих передачах

Метод	Потенційне зниження шуму, дБА	Складність застосування	Вплив на вартість	Довговічність ефекту
Модифікація профілю зубів	2–6	Середня	Середнє	Висока
Перехід на косозубцеві передачі	4–7	Середня	Середнє	Висока
Підвищення точності виготовлення (на 2 ступені)	2–4	Висока	Висока	Висока
Застосування композитних матеріалів	5–10	Середня	Висока	Середня
Оптимізація мастила	1–5	Низька	Низьке	Потребує підтримки
Демпфування корпусу	3–8	Низька	Середнє	Середня
Віброізолюючі опори	3–10 (по структурному шуму)	Низька	Низьке	Середня
Застосування віброгасних муфт	2–5	Низька	Середнє	Середня

Важливо, що комплексне застосування різноманітних методів забезпечує синергетичний ефект. На практиці оптимальним є поєднання конструктивних, технологічних та експлуатаційних заходів [5–11]. Перш за все розглянемо конструктивні методи зниження шуму в зубчастих передачах. Виходячи з аналізу конструктивних та кінематичних параметрів зубчастих передач редуктора різання очисного комбайна УКД200-500, наведених на рис. 4, необхідно оцінити, як контактують між собою пари зубчастих коліс.

Друга камера  
прямозуба планетарна передача типу 2К-Н  
з трьома сателітами  
( $m=6, z_a=15; z_g=23; z_b=60$ )

Перша камера  
ступінь циліндричних прямозубих передач  
зовнішнього зачеплення  
( $m=6, z_1=23; z_2=43; z_3=50$ )

Підшипник  
192309



Третя камера  
ступінь циліндричних прямозубих передач  
зовнішнього зачеплення  
( $m=16, z_4=14, z_5=20, z_6=20, z_7=24$ )

Зрізний вал

Електродвигун потужністю 220кВт (S1)

Рис. 4 – Кінематичні параметри зубчастих передач редуктора різання очисного комбайна УКД200-500.

Для підвищення довговічності зубчастої передачі та зменшення локальних навантажень передусім бажано досягти рівномірного зносу зубців. Для цього необхідно забезпечити роботу зубців ведучого колеса з усіма зубцями веденого колеса. Суть простого методу полягає в тому, що кількість зубців ведучого та веденого коліс повинна бути взаємно простими числами (тобто їхній найбільший спільний дільник дорівнював 1). Найбільший спільний дільник (НСД) – це найбільше ціле число, на яке два або більше цілих чисел можна поділити без залишку. Якщо виконати умову, що у чисел зубців пари коліс немає спільних дільників, крім 1, тоді кожен зубець ведучого колеса обов'язково по черзі увійде в зачеплення з усіма зубцями веденого.

Аналіз конструкції редуктора та зубчастих передач ріжучої частини очисного комбайна УКД200-500 показує, що для циліндричних прямозубцевих передач зовнішнього зачеплення першої ступені дана умова повністю виконується (табл. 3).

Таблиця 3 — Показники циліндричних прямозубцевих передач першого ступеня редуктора

Передача/ступінь редуктора	Кількість зубців колеса		Передатне число передачі/ступеня редуктора	НСД
	Ведуче	Ведене		
$z_1/z_2$	23	43	1,870	1
$z_2/z_3$	43	50	1,163	1
Перша			2,174	

Навпаки, для циліндричних прямозубцевих передач зовнішнього зачеплення третього ступеня дана умова не виконується (табл. 4). Причому значення шестерні  $z_4=14$  визначалося з умов міцності зубця при модулі зачеплення  $m=16$ . Оскільки одним із ключових параметрів, що визначають якість роботи зубчастої передачі, є коефіцієнт торцевого перекриття  $\varepsilon_\alpha$ , який характеризує плавність роботи зубчастої передачі, було проаналізовано передачі третього ступеня редуктору за двома показниками та коефіцієнтами зміщення вихідного контуру зубчатих коліс.

З урахуванням міжосьової відстані зубчастих передач ріжучої частини очисного комбайна УКД200-500 (рис. 5) розглянемо можливі варіанти (табл. 5) зміни та підбору чисел зубців коліс третього ступеня щоб виконувалась вимога, коли кожен зубець ведучого колеса входив в зачеплення з усіма зубцями веденого. Причому Варіант 1 дозволить зберегти міжосьові відстані зубчастих передач та не потребує конструкційних змін корпусу редуктора різання. Підбір числа зубців коліс за Варіантом 2 потребує змін міжосьові відстані зубчастих передач. Але для цього варіанта вдалося підібрати коефіцієнти зміщення вихідного контуру, які забезпечують вирівнювання питомих швидкостей ковзання на ніжках зубців. Це позитивно позначається на зносостійкості передач.

Таблиця 4 — Показники циліндричних прямозубчих передач третього ступеня редуктора

Передача/ступінь редуктора	Кількість зубців колеса		Передатне число передачі/ступеня редуктора	НСД	Коефіцієнт перекриття $\varepsilon_\alpha$	Коефіцієнт зміщення вихідного контуру
	Ведуче	Ведене				
$z_4/z_5$	14	20	1,429	2	1,184	0,3/0,8
$z_5/z_6$	20	20	1,000	20	1,107	0,8/0,8
$z_6/z_7$	20	24	1,200	4	1,316	0,8/0
Третя			1,714			

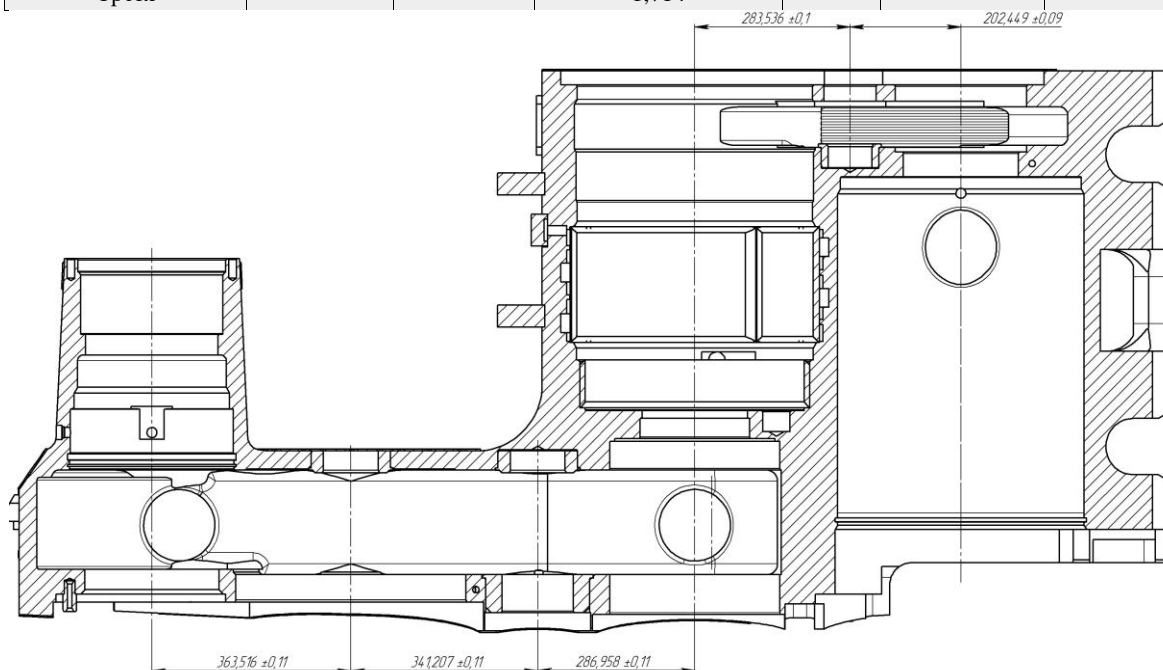


Рис. 5 – Ескіз корпусу редуктора різання очисного комбайна УКД200-500

Таблиця 5 — Варіанти зміни чисел зубців циліндричних прямозубцевих передач третього ступеня редуктора  
Варіант 1

Передача/ступінь редуктора	Кількість зубців колеса		Передатне число передачі/ступеня редуктора	НСД	Коефіцієнт перекриття $\varepsilon_\alpha$	Коефіцієнт зміщення вихідного контуру
	Ведуче	Ведене				
$z_4/z_5$	13	21	1,615	1	1,180	0,4/0,7
$z_5/z_6$	21	19	0,905	1	1,104	0,7/0,9
$z_6/z_7$	19	24	1,263	1	1,160	0,9/0,541
Третя			1,846			

Варіант 2

Передача/ступінь редуктора	Кількість зубців колеса		Передатне число передачі/ ступеня редуктора	НСД	Коефіцієнт перекриття $\varepsilon_\alpha$	Коефіцієнт зміщення вихідного контуру
	Ведуче	Ведене				
$z_4/z_5$	17	20	1,176	1	1,405	0,256/0,146
$z_5/z_6$	20	19	0,950	1	1,423	0,146/0,255
$z_6/z_7$	19	29	1,526	1	1,474	0,255/0,141
Третя			1,706			

За загальноприйнятими рекомендаціями евольвентна зубчаста передача з прямозубцевими колесами повинна мати коефіцієнт перекриття  $\varepsilon_\alpha = 1,1 - 1,5$ . Значення  $\varepsilon_\alpha < 1,1$  є недоречним, оскільки в цьому випадку можливі моменти, коли жодна пара зубців не знаходиться в зачепленні, що призведе до ударів і швидкого зносу. З оцінки того, як контактують між собою пари зубчастих коліс за розглянутими варіантами, можна робити висновки та приймати рішення з удосконалення конструктивних та кінематичних параметрів зубчастих передач ріжучої частини очисного комбайна УКД200-500 (табл. 6).

Таблиця 6 — Порівняння варіантів числа зубців та умов контакту коліс третьої ступені редуктору

Варіант	Кожен зуб ведучого колеса увійде в зачеплення з усіма зубцями веденого	Значення коефіцієнту перекриття $\varepsilon_\alpha$	Потребує змін корпусу	Потенційне зниження шуму
Базовий (існуючий)	ні	1,107–1,316	ні	Низьке
Варіант 1	так	1,104–1,18	ні	Середнє
Варіант 2	так	1,405–1,474	так	Високе

**Висновки.** На основі системного аналізу можливих причин зниження надійності та ресурсу редукторів різання очисних вугільних комбайнів розглянуто та запропоновано рекомендації, які забезпечать підвищення працездатності та зменшення рівнів шуму зубчастих передач. Заплановано шляхи нівелювання недоліків при використанні прямозубцевих передач редукторів різання за рахунок підбору кінематичних параметрів коліс, а саме, щоб кількість зубців ведучого та веденого коліс були взаємно простими числами, а їхній найбільший спільний дільник дорівнював 1. Це забезпечить роботу зубців ведучого зубчастого колеса з усіма зубцями веденого зубчастого колеса та їхній рівномірний знос, зменшення локальних навантажень, що може підвищити довговічність зубчастих передач редукторів різання очисного комбайна УКД200-500. Розглянуто декілька варіантів конструкційних змін, від незначних до корінних. Простіші потребують розрахунку передач з корегуванням профілю та виготовленню відповідних зубчастих коліс редуктору, дозволять зберегти міжосьові відстані зубчастих передач та не потребують конструкційних змін корпусу редуктора різання. Перспективний варіант корінних конструкційних змін потребує незначних змін міжосьових відстаней зубчастих передач, але дасть синергетичний ефект по підвищенню плавності роботи та працездатності, зменшенню вібрацій і рівнів шуму зубчастих передач при збереженні масогабаритних показників редукторів різання очисного комбайна УКД200-500.

#### Список літератури:

1. Створення та освоєння серійного виробництва очисних комбайнів нового покоління для гірничодобувної промисловості. України /О.М.Ковальчук, Р.А. Бережний, О.О. Клочко, В.В. Нежебовський, О.А. Пермяков, С.В. Рябченко, О.В. Устиненко // Промисловість в фокусі: Інформаційно-аналітичний Міжнародний технічний журнал. – Харків: Грудень №12(108) 2021- С. 40-44.
2. O. Koval'chuk, R. Berezhnyj, V. Nezhebovs'kyj, O. Ustylenko. Analysis of Tense-ness and Durability of the Main Parts for the Cutting Part of UKD 200-500 Coal Shearer. Різання та інструменти в технологічних системах [Cutting and Tools in Technological Systems]. № 95 (2021), с. 71–79. <https://doi.org/10.20998/2078-7405.2021.95.08>
3. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки.

4. DSTU ГОСТ 23941:2004 Шум машин. Методи визначання шумових характеристик. Загальні вимоги.
5. Рациональне проектування зубчастих циліндричних двоступінчастих редукторів з урахуванням рівня напруженості зубчастих передач /Бондаренко О.В., Устиненко О.В., Сериков В.І. //Вісник НТУ "ХПІ": 36. наук. праць. Сер. "Проблеми механічного приводу". – Харків, 2015. – №35. – С.23–27.
6. Приклад раціонального проектування зубчастого циліндричного двоступінчастого редуктору методом псевдовипадкового пошуку при багатьох критеріях /Бондаренко О.В., Устиненко О.В., Сериков В.І. //Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Машинознавство та САПР. – Х. : НТУ "ХПІ", 2018. – №25 (1301). – С.31–35.
7. Можливість використання та адаптація генетичних алгоритмів для раціонального проектування зубчастих циліндричних редукторів та коробок передач /Бондаренко О.В., Устиненко О.В., Сериков В. . // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Машинознавство та САПР. – Х. : НТУ "ХПІ", 2019. – №7 (1332). – С.23–29.
8. Декларативний пат. на корисну модель у 2018 02191 UA, МПК F16H 5i9/04 (2016.01). Спосіб забезпечення контактування зубів ведучої шестерні з зубами веденого колеса /В.Д.Ковальов, О.О.Клочко, Д.О.Кравченко, О.М.Шелковий, О.А.Пермяков, М.І.Гасанов, А.О.Скоркін, О.Л.Кондратиук. – 4 с. : ил
9. Обработка зубчатых колес редукторов вугледобувних комбайнів /О.М.Ковальчук, В.М.Дергоусов, В.В.Нежебовський, О.А.Пермяков, О.О.Клочко, С.В. ябченко, Г.В.Середа //Оборудование и инструмент для профессионалов: Международный информационно-технический журнал. – Харьков: ИИД «ЦентрИнформ», 2021, № 5(238), - С. 38-39.
10. Системи параметрів стану робочих поверхонь і точності розмірів циліндричних загартованих зубчастих коліс очисного комбайну УКД200-500 нового покоління /Нежебовський В.В., Бережний Р.А., Пермяков О.А., Клочко О.О., Рябченко С.В., Устиненко О.В. //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – № 2 (6) 2022. – С. 7–15. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2022.2(6).02.
11. Про технологічне забезпечення виготовлення зубчастих передач редукторів вугільних комбайнів в умовах дрібносерійного виробництва /Дергоусов В.М., Нежебовський В.В., Клочко О.О., Пермяков О.А. //Нові та нетрадиційні технології в ресурсо - та енергозбереженні: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 6-7 грудня 2023 р., м. Одеса. – Одеса: 2023. – С. 91 –92.

#### References (transliterated):

1. Stvorennia ta osvoinnia seriinoho vyrobnytstva ochysnykh kombainiv novoho pokolinnia dlia hirnychodobuvnoi promyslovosti. Ukrainy /O.M.Kovalchuk, R.A. Berezhnyi, O.O. Klochko, V.V. Nezhebovskiy, O.A. Permiakov, S.V. Riabchenko, O.V. Ustynenko //Promyslovist v fokusi: Informatsiino-analitychnyi Mizhnarodnyi tekhnichnyi zhurnal. – Kharkiv: Hruden №12(108) 2021- S. 40-44.
2. O. Koval'chuk, R. Berezhnyj, V. Nezhebov's'kyj, O. Ustynenko. Analysis of Tense-ness and Durability of the Main Parts for the Cutting Part of UKD 200-500 Coal Shearer. Різання та інструменти в технологічних системах [Cutting and Tools in Technological Systems]. № 95 (2021), с. 71–79. <https://doi.org/10.20998/2078-7405.2021.95.08>
3. HOST 12.1.003-83. SSBT. Shum. Zahalni vymohy bezpeky.
4. DSTU HOST 23941:2004 Shum mashyn. Metody vyznachannia shumovykh kharakterystyk. Zahalni vymohy.
5. Ratsionalne proektuvannia zubchastykh tsylindrychnykh dvostupinchastykh reduktoriv z urakhuvanniam rivnia napruzhenosti zubchastykh peredach /Bondarenko O.V., Ustynenko O.V., Sierykov V.I. //Visnyk NTU "KhPI": Zb. nauk. prats. Ser. "Problemy mekhanichnoho pryvodu". – Kharkiv, 2015. – №35. – S.23–27.
6. Pryklad ratsionalnoho proektuvannia zubchastoho tsylindrychnoho dvostupinchastoho reduktoru metodom psevdovypadkovoho poshuku pry bahatokh kryteriiakh /Bondarenko O.V., Ustynenko O.V., Sierykov V.I. //Visnyk NTU "KhPI". Serii: Mashynoznavstvo ta SAPR. – Kh. : NTU "KhPI", 2018. – №25 (1301). – S.31–35.
7. Mozhylyvist vykorystannia ta adaptatsiia henetychnykh alhorytmiv dlia ratsionalnoho proektuvannia zubchastykh tsylindrychnykh reduktoriv ta korobok peredach /Bondarenko O.V., Ustynenko O.V., Sierykov V. . // Visnyk NTU "KhPI". Serii: Mashynoznavstvo ta SAPR. – Kh. : NTU "KhPI", 2019. – №7 (1332). – S.23–29.
8. Deklaratyvnyi pat. na korysnu model u 2018 02191 UA, МПК F16H 5i9/04 (2016.01). Sposib zabezpechennia kontaktuvannia zubiv veduchoi shesterni z zubamy vedenoho kola /V.D.Kovalov, O.O.Klochko, D.O.Kravchenko, O.M.Shelkovyi, O.A.Permiakov, M.I.Hasanov, A.O.Skorkin, O.L.Kondratiuk. – 4 s. : yl
9. Obrobka zubchastykh kolis reduktoriv vuhledobuvnykh kombainiv /O.M.Kovalchuk, V.M.Derhousov, V.V.Nezhebovskiy, O.A.Permiakov, O.O.Klochko, S.V. yabchenko, H.V.Sereda //Oborudovanye y ynstrument dlia professyonalov: Mezhdunarodnyi ynformatsyonno-tekhnicheskyi zhurnal. – Kharkov: YYD «TsentrYnform», 2021, № 5(238), - S. 38-39.
10. Systemy parametriv stanu robochykh poverkhon i tochnosti rozmiriv tsylindrychnykh zahartovanykh zubchastykh kolis ochysnoho kombainu UKD200-500 novoho pokolinnia /Nezhebovskiy V.V., Berezhnyi R.A., Permiakov O.A., Klochko O.O., Riabchenko S.V., Ustynenko O.V. //Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serii: Tekhnolohii v mashynobuduvanni. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2022. – № 2 (6) 2022. – S. 7–15. – ISSN 2079-004Kh, DOI: 10.20998/2079-004X.2022.2(6).02.
11. Pro tekhnolohichne zabezpechennia vyhotovlennia zubchastykh peredach reduktoriv vuhilnykh kombainiv v umovakh dribnoseriinoho vyrobnytstva /Derhousov V.M., Nezhebovskiy V.V., Klochko O.O., Permiakov O.A. //Novi

ta netradytsiini tekhnolohii v resurso - ta enerhozberezhenni: Materialy mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, 6-7 hrudnia 2023 r., m. Odesa. – Odesa: 2023. – S. 91 –92.

Надійшла (received) 30.02.2026

*Відомості про авторів / About the Authors*

**Дергоусов Вадим Миколайович (Dergousov Vadim)** – Генеральний директор АТ «ХАРКІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД «КОРУМ СВІТЛО ШАХТАРЯ», м. Харків; e-mail: [svet@shaht.kharkov.ua](mailto:svet@shaht.kharkov.ua). ORCID: 0000-0002-0199-6589.

**Пермяков Олександр Анатолійович (Permyakov Oleksandr)** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Технологія машинобудування та металорізальні верстати» Навчально-наукового інституту механічної інженерії і транспорту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків; e-mail: [perm\\_a@i.ua](mailto:perm_a@i.ua), ORCID: 0000-0002-9589-0194.

**Устиненко Олександр Віталійович (Ustynenko Oleksandr)** – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник, завідувач кафедри «Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин» Навчально-наукового інституту механічної інженерії і транспорту Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків; e-mail: [ustin1964@tmm-sapr.org](mailto:ustin1964@tmm-sapr.org); ORCID: 0000-0002-6714-6122.