

УДК 621.833

## ПРО СТВОРЕННЯ ПОЛЕГШЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗАКРИТИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ

С.В. Шатов<sup>1</sup>, І.Н. Мацюк<sup>2</sup>, Е.М. Шляхов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>доктор технічних наук, професор кафедри будівельних і дорожніх машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м Дніпро, Україна, e-mail: [shatov.sv@ukr.net](mailto:shatov.sv@ukr.net)

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м Дніпро, Україна

<sup>3</sup>доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м Дніпро, Україна,

<sup>2,3</sup>e-mail: [shlyahove@nmu.org.ua](mailto:shlyahove@nmu.org.ua)

**Анотація.** В роботі викладено результати дослідження зменшення маси одноступінчастого зубчастого циліндричного редуктора за рахунок оптимізації конструкції його корпусу.

*Ключові слова:* *закрита механічна передача, зубчастий редуктор, зменшення маси, оптимізація конструкції.*

## THE CREATION OF LIGHTWEIGHT DESIGNS OF CLOSED GEARS

S.V. Shatov<sup>1</sup>, I.M. Matsyk<sup>2</sup>, E.M. Shlyakhov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., professor, Department of Construction and Road Machines, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipro, Ukraine, E-mail: [shatov.sv@ukr.net](mailto:shatov.sv@ukr.net)

<sup>2</sup>Ph.D., Associate professor, Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, E-mail:

<sup>3</sup>Associate professor, Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

<sup>2,3</sup>e-mail: [shlyahove@nmu.org.ua](mailto:shlyahove@nmu.org.ua)

**Abstract.** The article presents the results of the study of reducing the mass of a single-stage gear cylindrical gearbox by optimizing the design of its frame.

*Keywords:* *closed mechanical transmission, gear reducer, weight reduction, design optimization.*

**Вступ.** Ефективне використання різних матеріалів в процесі виробництва різноманітних видів промислової продукції є одним з найважливіших способів заощадження природних ресурсів [1].

Економія металу при конструюванні машини відбувається за рахунок зменшення маси її деталей та відходів сировини, впровадження економічних профілів і видів матеріалів, застосування неметалевих конструкційних

матеріалів. Одним з напрямків реалізації цього є вдосконалення методів розрахунку та пошук оптимальних конструктивних рішень з використанням комп'ютерних програм [2].

На зниження металоємності, а отже, маси машин та обладнання впливає спрощення кінематичної схеми, поліпшення компоновання конструкцій, вибір габаритів машин і конструктивної форми деталей, оптимізація запасів міцності.

Зменшення металоємності продукції є актуальним, як для окремого підприємства, так і для всієї машинобудівної галузі. Оскільки матеріальні витрати займають більшу частку витрат виробництва, зменшення витрат матеріальних ресурсів призводить до зниження собівартості продукції та до поліпшення показників ефективності діяльності підприємства. Економії металу сприяє застосування нових конструкційних матеріалів, зокрема, пластмас, полімерів і композитів. Останні мають велику достатню міцність, підвищену корозійну стійкість, твердість.

Більшість машин приводиться у дію двигуном через механічну трансмісію, в якості якої найбільшого поширення набула закрыта зубчаста передача (редуктори, коробки швидкостей тощо).

У даній роботі розглядаються можливі шляхи зниження металоємності механічних передач на прикладі зубчастого циліндричного одноступінчастого редуктора.

**Мета роботи.** Проаналізувати можливість зниження маси закрытої механічної передачі на прикладі одноступінчастого зубчастого циліндричного редуктора за рахунок оптимізації його корпусу.

**Матеріал і результати роботи.** Головним параметром одноступінчастого редуктора, як відомо, є міжосьова відстань зубчастих коліс [3]. Маса редуктора суттєво залежить від величини головного параметра. На рисунку 1 зображена залежність маси редуктора від величини міжосьової відстані для редукторів серії 1ЦУ, що випускаються ТОВ «Redmash», для яких маса редуктора в діапазоні  $L = 100 \dots 250$  мм змінюється практично лінійно від 25 до 250 кг.

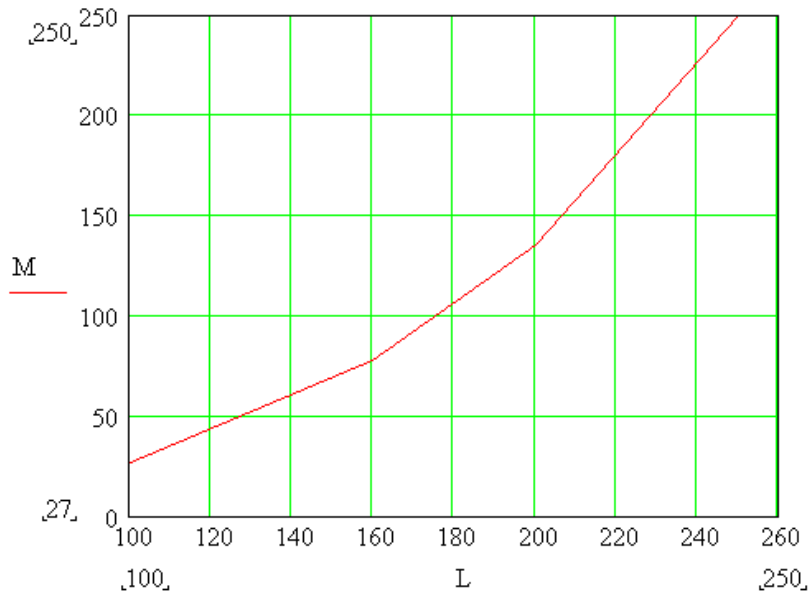


Рис. 1. – Залежність маси одноступінчастого циліндричного редуктора  $M$  (кг) від величини міжосьової відстані  $L$  (мм)

Зменшення металоємності редукторів такого типу можливо у трьох напрямках:

- зниження маси корпусних деталей з урахуванням того, що не всі їх ділянки сприймають силове навантаження;
- виготовлення зубчастих коліс з неметалів;
- заміна підшипників кочення на підшипники ковзання з неметалів.

Під корпусними розуміють деталі, основне призначення яких – це встановлення робочих органів і вузлів різних приводів, деталей і складальних одиниць, а також забезпечення герметичності і безпеки експлуатації.

Корпус редуктора є його базовою деталлю, габаритні розміри якої визначаються: видом передавальних механізмів, що становлять редуктор; числом, розмірами і відносним розташуванням деталей цих механізмів у внутрішній порожнині корпусу; прийнятої системи змащування зачеплень зубчастих коліс редуктора і його підшипникових вузлів. Корпусні деталі найбільш металоємні - на їх частку припадає до 80% всієї маси виробу. Вони сприймають навантаження, що діють в редукторі, і передають їх на підредукторну плиту або раму, а також відводять в навколишнє середовище теплоту, що утворюється при роботі редуктора. Основними критеріями надійності корпусних деталей є міцність, жорсткість, зносостійкість і довговічність.

У сучасному виробництві редукторів випускаються два типи корпусів - роз'ємні і нероз'ємні. Конструкція роз'ємного корпусу включає основу корпусу і знімну кришку.

У зв'язку з тим, що корпуси редукторів - малонавантажені деталі, розміри їх елементів (товщина стінок, припливів тощо) визначає не міцність, а жорсткість, необхідна для забезпечення працездатності кінематичних пар редуктора (зубчатих зачеплень, підшипників тощо). Необхідну жорсткість досягають оптимізацією форми і розмірів елементів корпусу, а також за рахунок раціонального розміщення ребер жорсткості.

В результаті дослідження побудовано тривимірну модель одноступінчастого редуктору потужністю 2,2 кВт, яку за допомогою програми Autodesk Fusion 360 дослідили на міцність і жорсткість. Малонавантажені ділянки основи корпусу було видалено і отримали конструкцію, що показана на рисунку 2.

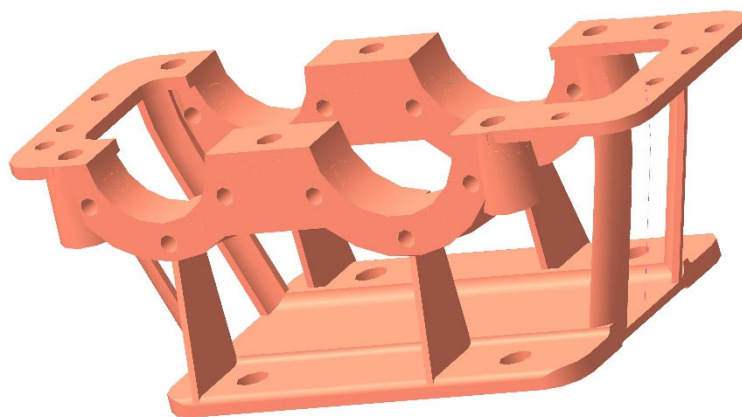


Рис. 2. – Варіант полегшеної основи корпусу одноступінчастого редуктора

Таким чином, не змінюючи елементів основи корпусу, що забезпечують його жорсткість, зменшена його маса видаленням ненавантажених ділянок. Видалений метал може бути замінений легким неметалевим матеріалом.

Аналогічно зменшується маса знімної кришки.

Виготовлення таких корпусних деталей раціонально робити на 3D-принтерах.

Аналіз показав, що загальне зменшення маси дослідженого редуктора за рахунок полегшення основи корпусу з кришкою складає 18%. Цей відсоток для більш потужних редукторів буде збільшуватися.

Подальшим продовженням роботи в цьому напрямку слід вважати використання додатка генеративного дизайну, наприклад, в продукті Autodesk Fusion 360.

#### **Висновки.**

1. Перспективним напрямом зменшення металоємності машин, зокрема корпусних деталей закритих механічних передач, є вдосконалення методів їх розрахунку та пошук оптимальних конструктивних рішень.

2. Побудовано тривимірну модель одноступінчастого редуктору потужністю 2,2 кВт та визначені малонавантажені ділянки корпусу, які замінені неметалевим матеріалом, що забезпечило зменшення його маси на 18%.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Жикаляк М. В. Виснаження ефективних запасів корисних копалин –загроза національній безпеці України / Мінеральні ресурси України. № 3, 2016, С. 3-7.
2. Учебные материалы по Autodesk Inventor Fusion 2012. - Текст: электронный. - URL: <http://labs.autodesk.com/>
3. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник для студ. вузів. – Львів.: Вища шк., 2003. 560 с.

УДК 622.625.28

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ МЕТАЛОПРОКАТУ (НА ПРИКЛАДІ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА МК «АЗОВСТАЛЬ»)

С.І. Чеберячко<sup>1</sup>, О.В. Дерюгін<sup>2</sup>, В.А. Доценко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>доктор технічних наук, професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [sicheb@ukr.net](mailto:sicheb@ukr.net)

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри управління на транспорті, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [oleg.kot@meta.ua](mailto:oleg.kot@meta.ua)

<sup>3</sup>студентка групи 275-19 ск-1, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна, e-mail: [viktoriadocenko0@gmail.com](mailto:viktoriadocenko0@gmail.com)

**Анотація.** В роботі обґрунтовано удосконалення транспортно-технологічної схеми перевезення металопрокату (слябів) за рахунок впровадження ефективної «роудлейнерної» технології.

*Ключові слова:* промисловий транспорт, залізничний транспорт, автомобільний транспорт, роудлейрерна технологія, експлуатаційні властивості, економічна ефективність, строк окупності.

## IMPROVEMENT OF THE TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF TRANSPORT OF METAL PRODUCTS (ON THE EXAMPLE OF THE METALURGICAL ENTERPRISE 'МК AZOVSTAL')

Serhiy Cheberyachko<sup>1</sup>, Oleg Deryugin<sup>2</sup>, Viktoriya Dotsenko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D., Professor of Department of Labour Protection and Civil Safety, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine; e-mail: [sicheb@ukr.net](mailto:sicheb@ukr.net)

