

УДК 621.833

ПОШУК ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ МАСИ ЗАКРИТИХ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ**С.В. Шатов¹, І.М. Мацюк², Е.М. Шляхов³**

¹доктор технічних наук, професор кафедри будівельних і дорожніх машин, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м Дніпро, Україна, e-mail: shatov.sv@ukr.net

²кандидат технічних наук, доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м Дніпро, Україна, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

³доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м Дніпро, Україна, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Анотація. В роботі викладено результати пошуку шляхів зменшення маси одноступінчастого зубчастого циліндричного редуктора за рахунок застосування більш міцних сталей для зубчастих коліс.

Ключові слова: *закрита механічна передача, редуктор, зниження ваги, зубчаста передача, міжосьова відстань*

SEARCHING WAYS TO REDUCE THE CLOSED GEARS MASS**Sergey Shatov¹, Irina Matsiuk², Eduard Shlyakhov³**

¹Ph.D., Department of Construction and Road Machines, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipro, Ukraine, e-mail: shatov.sv@ukr.net

²Ph.D., Associate Professor of the Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

³Associate Professor, Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Abstract. The article presents the results of the search for ways to reduce the weight of a single-stage gear cylindrical gearbox through the use of stronger steels for gears.

Keywords: *closed mechanical transmission, gear reducer, weight reduction, gear, center distance*

Вступ. Загальновідомо, що запаси розвіданих корисних копалин і, зокрема, залізних руд, зменшуються. У зв'язку з цим скорочення обсягів металу при виробництві промислової продукції є актуальним завданням.

Раніше автори розглядали шляхи скорочення потрібної маси металу при виробництві закритих зубчастих передач на прикладі одноступінчастого зубчастого циліндричного редуктора за рахунок оптимізації корпусних деталей [1, 2]. Оптимізація зводилася до заміни ненавантажених ділянок металевих деталей корпусу на неметалеві, що дозволяло зменшити його масу.

Інший шлях – зменшення товщини ненавантажених ділянок чавунних стінок до технологічного мінімуму. Ці заходи дозволяли зменшити загальну масу корпусу та його кришки в залежності від передаваної потужності на 12-20%. На рис. 1 зображено корпус одноступеневого редуктора з видаленими ділянками, що майже не навантажені. Ці ділянки можна заповнити неметалевими вставками, наприклад, з пластику. Пластик має відповідати певним вимогам таким, як міцність, жорсткість, теплостійкість тощо.

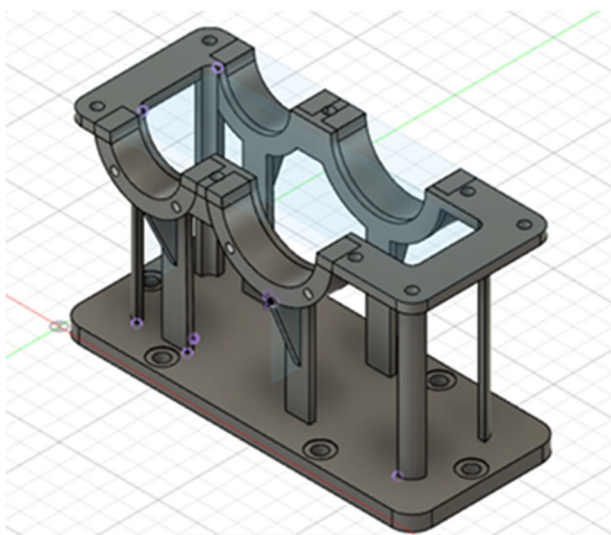


Рис. 1. – Корпус одноступеневого редуктора з видаленими ненавантаженими ділянками

Зменшення маси редуктора може бути зроблено за рахунок заміни сталевих зубчастих коліс неметалевими. Серед таких матеріалів можна назвати пластмаси, вуглепластики, полімери тощо.

Навантажувальна здатність зубчастих коліс з неметалевих матеріалів значно нижча, ніж сталевих, тому їх використовують у слабонавантажених передачах, до габаритів яких не пред'являється жорстких умов, але потрібне зниження шуму та вібрацій, самозмащування або хімічна стійкість. Зубчасті колеса з неметалевих матеріалів найчастіше використовують у парі з металевими.

Певні резерви економії металу при виготовленні редукторів полягають у використанні більш міцних сталей для зубчастих коліс, що призводить до зменшення міжосьової відстані і, як слідство, до зменшення розмірів і маси редуктора в цілому.

Мета роботи. Оцінити ступінь зниження маси закритої механічної передачі на прикладі одноступінчастого зубчастого циліндричного редуктора за рахунок застосування міцніших сталей для зубчастих коліс.

Матеріал і результати роботи. Для оцінки можливості зменшення металоемності корпусних деталей закритих зубчастих передач за рахунок застосування високоміцних сталей для виготовлення зубчастих коліс, було виконано розрахунки двох редукторів із різними сталями зубчастих коліс. Потужність редукторів, що передається, була прийнята величиною 30 кВт. Розрахунок виконано за методикою [3].

Для першого редуктора прийняті наступні марки сталей для зубчастих коліс: для шестерні сталь 40ХН (твердість зубів HRC48-50), для колеса сталь 40Х (твердість зубів HRC45-48). Для другого редуктора прийнята сталь 45 з різними термообробками, що забезпечують твердість зубів: шестерні HB280, колеса HB250.

У комп'ютерній програмі Fusion 360, були розроблені 3D-моделі двох варіантів редукторів (рис. 2, 3). Перший редуктор має міжосьову відстань 140 мм, але порівняно велику висоту, що зумовлено необхідністю мати певний об'єм мастильної рідини. Другий редуктор з міжосьовою відстанню 224 мм для розміщення аналогічної кількості мастила має меншу висоту.

З огляду на [1] маси одноступінчастих циліндричних редукторів, що виготовляються промисловістю, з такими значеннями міжосьових відстаней відрізняються більше ніж у два рази.

Що стосується суто корпусів редукторів, отримано зменшення їхніх мас з 31,2 до 25,9 кг, тобто на 16,9 % за рахунок обрання більш твердих сталей для зубчастих коліс для одного з них.

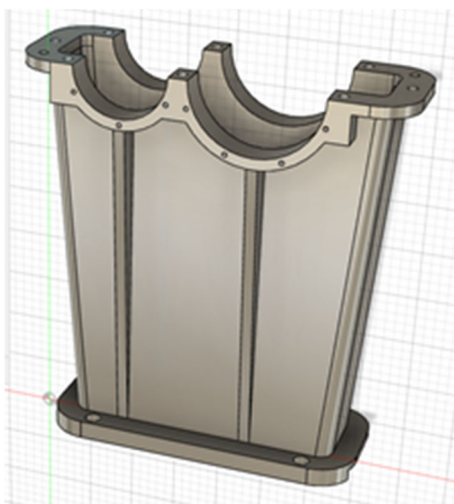


Рис. 2. – Редуктор з міжосьовою відстанню 140 мм.

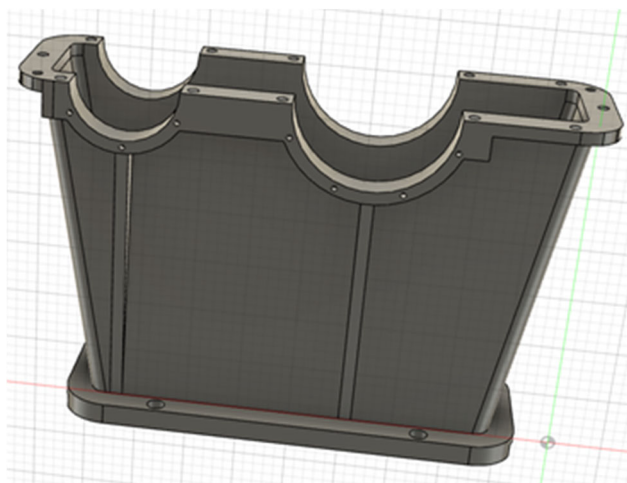


Рис. 3. – Редуктор з міжосьовою відстанню 224 мм.

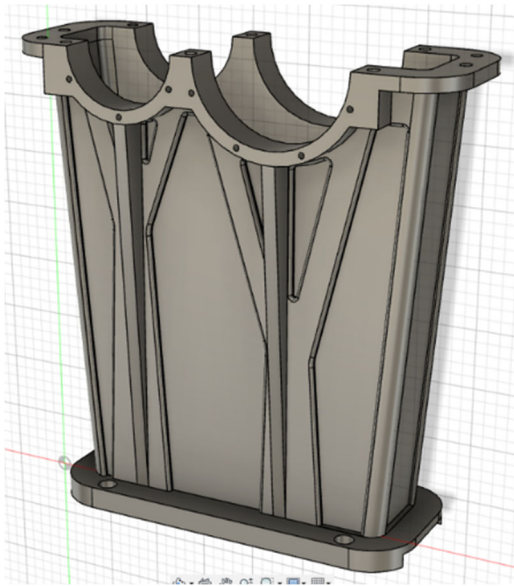


Рис. 4. – Полегшений корпус першого редуктора

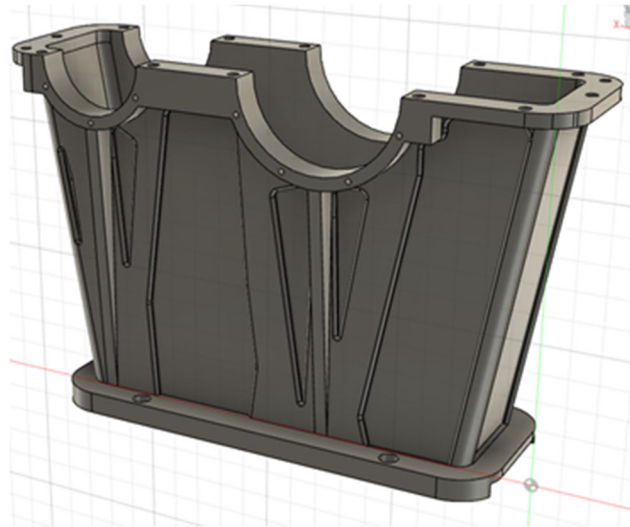


Рис. 5. – Полегшений корпус другого редуктора

В подальшому за допомогою опції Shape Optimisation у Fusion 360 була проведена топологічна оптимізація цих корпусів, що дозволило ще зменшити їх маси за рахунок прийняття мінімальної товщини стінок ненавантажених ділянок. Зовнішній вигляд цих корпусів показано на рис. 4, 5.

Висновки. Перспективним напрямом зменшення металоємності закритих механічних зубчастих передач є пошук оптимальних конструктивних рішень за рахунок використання більш міцних сталей для зубчастих коліс. Такі зубчасті колеса коштують дорожче, але загальна вартість редуктора буде меншою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шатов С.В. Про створення полегшених конструкцій закритих зубчастих передач / С.В. Шатов, І.М. Мацюк, Е.М. Шляхов // Contemporary Innovation Technique of the Engineering Personnel Training for the Mining and Transport Industry 2020 (CITERTMTI'2020). Conference Proceedings. (2020) Ukraine, Dnipro: DUT, 140-144 p.p.

2. Шатов С.В. Конструкції полегшених закритих зубчастих передач/ С.В. Шатов, І.М. Мацюк, Е.М. Шляхов // Збірник наукових праць Національного гірничого інститута, №62, 2020, 187-195 с.с.

Проців В.В. Проектування редукторів з використанням САПР КОМПАС [Текст]: навч. посібник / В.В. Проців, К.А. Зіборов, О.М. Твердохліб - Д.: Національний гірничий університет, 2011. – 178 с.