

УДК 725.31.057

ПІДВИЩЕННЯ ЕРГОНОМІЧНОСТІ НАСТІЛЬНОЇ ЛАМПИ LIGHTMASTER DE 1142

Д.Д. Поєдинок¹, Д.О. Довгаль²

¹студент групи 132-18-2, e-mail: poiedynok.d.d@nmu.one

²доцент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, e-mail: dovhal.d.o@nmu.one

^{1,2}Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Анотація. У роботі запропонований варіант модернізації конструкції настільного точкового освітлювача з метою підвищення ергономічності виробу. Розроблено та впроваджено в існуючу конструкцію освітлювача поворотний механізм, який забезпечує можливість керування напрямком світлового потоку під час експлуатації.

Ключові слова: настільний освітлювач, ергономіка, поворотний механізм, 3D-модель, Inventor

INCREASING THE ERGONOMICS OF A TABLE LAMP LIGHTMASTER DE 1142

Denys Poiedynok¹, Denys Dovhal²

¹Student, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: poiedynok.d.d@nmu.one

²Ph.D., Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: dovhal.d.o@nmu.one

Abstract. This article proposes a variant of modernization of the design of a table spot-light in order to increase the ergonomics of the product. A rotary mechanism has been developed and implemented in the existing design of the luminaire, which provides the ability to control the direction of light flux during operation.

Keywords: table light, ergonomics, rotary mechanism, 3D-model, Inventor

Вступ. При організації робочих місць велике значення надається правильному освітленню. Якісне та правильне освітлення підвищує гостроту зору, прискорює процес праці й поліпшує її якість. У свою чергу, погане освітлення призводить до перенапруження і швидкого стомлення органів зору, погіршення якості роботи, травматизму тощо. Для освітлення робочого місця використовують – загальне освітлення і точкове. Для забезпечення оптимальних параметрів точкового освітлення робочого місця, а також створення максимально зручних умов його налаштування створені різні види і типи світильників [1]. Різні конструкції освітлювачів мають свої переваги і недоліки з точки зору ергономічних показників, тому завдання створення конструкції настільного освітлювача, яка б відповідала більшості ергономічних вимог [2], є актуальним завданням.

Мета роботи полягає в аналізі існуючих джерел світла та конструктивних варіантів точкових настільних освітлювачів на предмет їх економічності та ергономічності, а також забезпечення можливості обертання плафону конструкції освітлювача, що взята за основу, праворуч і ліворуч з метою покращення його ергономічних характеристик, а саме зручного керування напрямком світлового потоку для забезпечення раціонального точкового освітлення робочого місця.

Матеріал і результат досліджень. На сьогодні існує 4 типи джерел світла, які використовуються у точковому освітленні: лампа розжарювання (рис.1, а), галогенна лампа (рис.1, б), люмінесцентна лампа (рис.1, в), діодна лампа (рис.1, г). Кожен з цих типів має свої переваги та недоліки.



Рис.1. – Типи джерел світла

На сьогодні існує безліч варіантів конструктивних рішень для світильників, які забезпечують точкове освітлення робочого місця. По суті вони відрізняються формою плафону, матеріалом, конструктивними варіантами виконання корпусу, можливостями керування параметрами світла та налаштування його направленості (рис.2) [2].

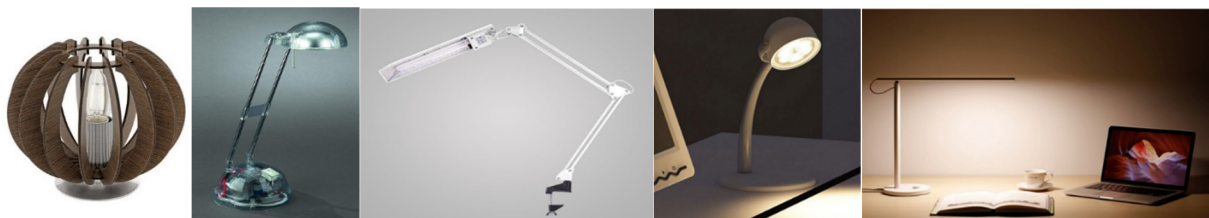


Рис.2. – Типи світильників

Проаналізувавши існуючі джерела освітлення та типи світильників, в якості об'єкта дослідження була вибрана настільна лампа LIGHTMASTER DE 1142 (рис. 3), оскільки вона використовує в якості джерела освітлення – світлодіоди

(вони економічні, мають найменшу вартість, довговічні, надійні та забезпечують необхідні параметри освітлення робочого місця). Конструкція лампи – проста, потребує невеликих витрат матеріалів під час виробництва та, як показав досвід експлуатації, надійна, а її елементи можуть бути утилізовані з мінімальними екологічними наслідками[3]. Має мінімалістичний дизайн та може бути вписана практично у будь-який інтер'єр, є легкою і мобільною. Вартість такого освітлювача знаходиться у межах середньої.



Рис.3. - Настільна лампа LIGHTMASTER DE 1142

В результаті функціонального аналізу встановлено, що суттєвим недоліком даної конструкції освітлювача, з точки зору ергономіки, є те, що лампа не має поворотного механізму, і, якщо з'являється потреба змінити напрямок світла, то необхідно повертати усю лампу разом із стійкою (корпусом), а це не зручно.

Отже для вирішення поставленого завдання було запропоновано розробити поворотний механізм, який буде знаходитися між корпусом та площиною обертання світлодіодного плафону (рис.4). Для забезпечення цієї зміни конструкції була спроектована та виготовлена деталь (рис.5) та підібраний відповідний кульковий упорний підшипник (рис. 6) [4].

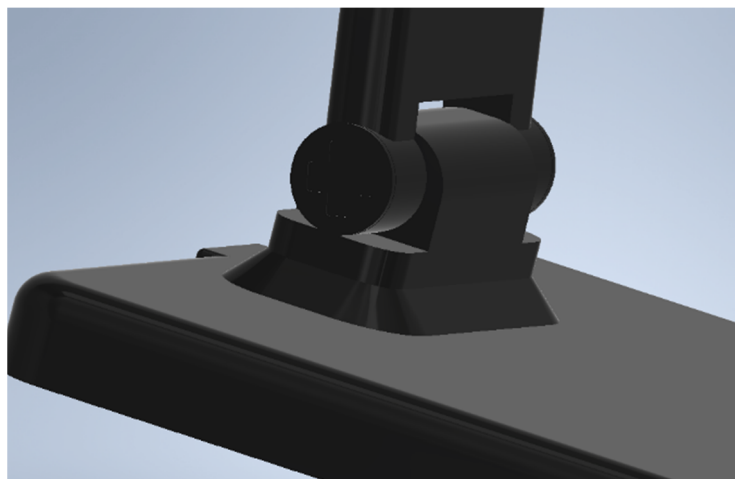


Рис.4. – Вузол, що потребує модернізації

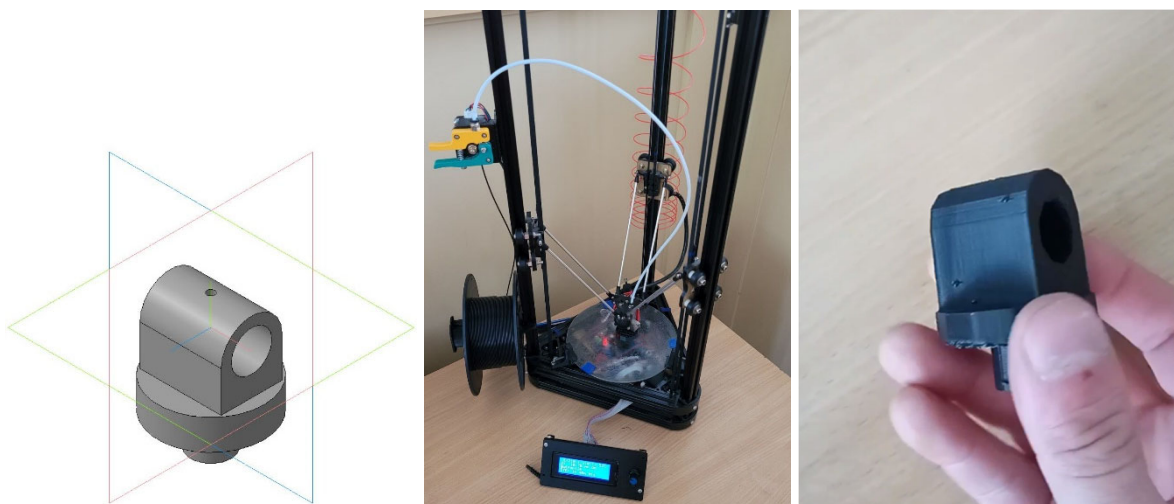


Рис.5. – Деталь поворотного механізму



Внутрішній діаметр, d мм	10
Зовнішній діаметр, D мм	24
Висота, B мм	9
Грузопідйомність статична C, Кн	14
Вага m, кг	0,02

Рис.6. – Підшипник поворотного механізму

Розрахунок деталі на міцність під дією статичних навантажень був виконаний методом скінченних елементів у середовищі Autodesk Inventor (рис.7).

Були проведені дослідження на коефіцієнт запасу міцності спроектованої деталі (рис.7,а), а також на зміщення (рис.7,б) та на напруження по Мізесу (рис.7,в).

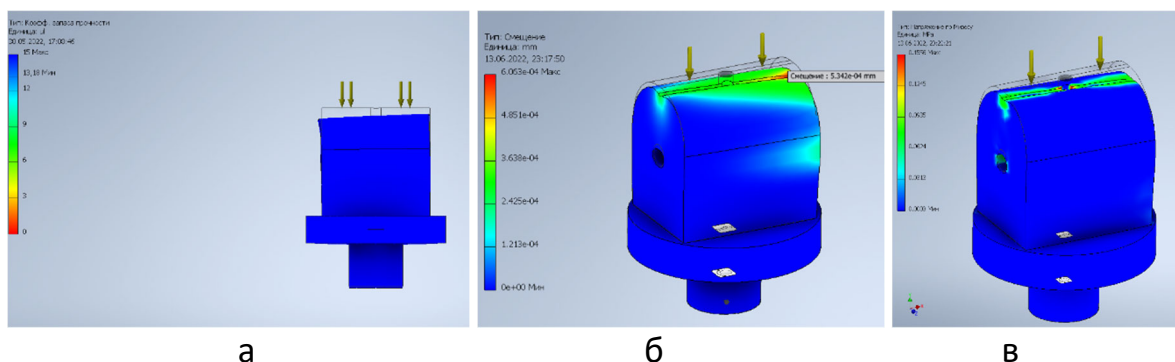


Рис.7. – Розрахунок деталі поворотного механізму на міцність

В результаті виконаного моделювання і розрахунку визначено, що коефіцієнт запасу міцності знаходиться в допустимих межах від 12 до 15. Максимальне зміщення становить $5,342 \cdot 10^{-4}$ мм, що є зневажливо малим значенням відносно розмірів спроектованої деталі поворотного механізму. Третім розглянутим параметром стало напруження по Мізесу. Сутність полягає в тому, що пластиковий матеріал починає пошкоджуватися в місцях, де напруження Мізеса стає рівним граничному напруженню. У більшості випадків в якості граничного напруження використовується межа плинності. Отже, з аналізу і цього параметру, як можна бачити з градієнтної схеми на рис.7,в, виходить, що спроектована деталь витримає усі можливі навантаження та її форма не зазнає деформації, а матеріал - руйнування.

Наступна деталь, що необхідна для забезпечення заявленої додаткової функції – це підшипник. Для цього було обрано упорний кульковий підшипник з характеристиками, що вказати на рис. 6. У порівнянні з іншими типами підшипників – така конструкція підходить найбільше для нашого випадку модернізації.

Таким чином в результаті модернізації була отримана змінена конструкція настільного освітлювача, яка має додатковий ступінь свободи – а саме, можливість здійснювати обертання плафону, а отже і мета з вирішення завдання щодо поліпшення ергономічних параметрів даного виробу досягнута.

Висновки. За результатами проведеної роботи сформульовані наступні висновки:

1. Проаналізовані джерела освітлення, які використовуються у точкових освітлювальних приладах, виявлені їх основні переваги і недоліки.
2. Проаналізовано існуючі конструкції точкових освітлювачів, виявлено їх переваги і недоліки з точки зору ергономічності.
3. Огляд існуючих конструктивних рішень, застосовуваних матеріалів та технології виробництва точкових освітлювачів, дав змогу визначити найбільш раціональний, з точки зору простоти, надійності, вартості, дизайну та ін. критеріїв конструктивний варіант освітлювача для здійснення подальшого поліпшення з точки зору ергономіки.
4. Функціонально-вартісний аналіз виробу показав, що суттєвим недоліком існуючої конструкції є відсутність поворотного механізму, що дозволяв би забезпечувати зміну напрямку світла під час експлуатації виробу.
5. Для забезпечення додаткового ступеня свободи плафону освітлювача в його конструкцію запропоновано внести зміни шляхом додавання поворотного механізму, функціонування якого забезпечується спроектованою деталлю і підшипником 51100.
6. Проведений розрахунок на міцність спроектованої деталі поворотного механізму методом скінченних елементів показав, що деталь має високий коефіцієнт запасу міцності і незначні зміщення відносно розмірів деталі, що не впливають на зміну її форми та порушення параметрів, що забезпечують її функціональну придатність.
7. За допомогою 3D-delta-принтеру виготовлено натурний зразок спроектованої деталі механізму.
8. Аналіз технологій переробки окремих елементів світильника дає змогу віднести даний виріб до таких, що можна повністю утилізувати, використовуючи сучасні технології рециклінгу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Айзенберг Ю. Б. Основи конструювання світлових приладів: навчальний посібник для вузів/Ю. Б. Айзенберг. -М. : Вища школа, 1996. -704 с.
2. Скрипец А. В. Основи ергономіки. – К.: НАУ-друк, 2009. – 124 с.
3. Екологічні наслідки використання LED ламп та як правильно утилізувати відходи: <https://powerlux.com.ua/page/291.html>.
4. Бороzeneць Г. М. Деталі машин: навчальний посібник / Г. М. Бороzeneць, В. М. Павлов, І. В. Семак. - К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 220 с.