

Рудик Олександр Юхимович

кандидат технічних наук, доцент кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства Хмельницького національного університету,
yuhymovych@gmail.com

Тарашевський Артур Альбертович

магістрант Хмельницького національного університету

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАМІНИ МАТЕРІАЛУ ДЕТАЛІ АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ SOLIDWORKS SIMULATION

Надійність і довговічність деталей автомобільної техніки у значній мірі залежать від властивостей матеріалів та правильності їх вибору. Однією з таких задач, які стоять перед ремонтниками вузлів автомобілів, є можливість заміни матеріалу деталі. Тому з використанням універсальної системи параметризації SolidWorks, яка дозволяє установити гнучкі параметричні моделі та одержати уточнену картину її напружено-деформованого стану [1], були проведені відповідні дослідження. Додатком цієї програми є SolidWorks Simulation [2], який і використали для обчислень: створення моделей і виконання розрахунків відбувається безпосередньо у середовищі програмного комплексу SolidWorks на основі власних моделей SolidWorks або ж деталей і складань довільної імпортованої геометрії; у всіх конфігураціях SolidWorks Simulation забезпечується підтримка для 64-розрядних операційних систем з доступом до всієї оперативної пам'яті; також використовується багатоядерність і багатопроцесорність при побудові сітки й розрахунках.

Так, авторами [3] проведений статичний аналіз вал-шестерні редуктора заднього моста автомобіля ГАЗ-53, виготовленої зі сталі 12Х14Г14Н ГОСТ 5632-72. При цьому встановлений мінімальний коефіцієнт запасу міцності дорівнює 3.05887. Метою роботи ставилось можливість заміни даного матеріалу на доступніший у ремонтних майстернях – сталь 20 ГОСТ 535-88 (рис. 1).

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Имя: | Сталь 12Х14Г14Н ГОСТ 5632-72 |
| Тип модели: | Линейный Упругий Изотропный |
| Критерий прочности по умолчанию: | Неизвестно |
| Предел текучести: | 275 N/mm ² |
| Предел прочности при растяжении: | 675 N/mm ² |
| Модуль упругости: | 205000 N/mm ² |
| Коэффициент Пуассона: | 0.29 |
| Массовая плотность: | 7900 g/cm ³ |
| Модуль сдвига: | 79000 N/mm ² |
| Коэффициент теплового расширения: | 1.2e-005 /Kelvin |

а

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Имя: | Сталь 20 ГОСТ 535-88 |
| Тип модели: | Линейный Упругий Изотропный |
| Критерий прочности по умолчанию: | Максимальное напряжение von Mises |
| Предел текучести: | 2.5e+08 N/m ² |
| Предел прочности при растяжении: | 4.3e+08 N/m ² |
| Модуль упругости: | 2.05e+11 N/m ² |
| Коэффициент Пуассона: | 0.29 |
| Массовая плотность: | 7830 kg/m ³ |
| Модуль сдвига: | 7.9e+10 N/m ² |
| Коэффициент теплового расширения: | 1.11e-05 /Kelvin |

б

Рис. 1. Властивості сталей 12Х14Г14Н (а) і 20 (б)

У SolidWorks Simulation проведено розділення моделі вал-шестерні на скінченні елементи, побудовано матрицю жорсткості; здійснено синтез скінченно-елементної моделі з урахуванням умов її закріплення у вузлових точках; розв'язано одержану систему алгебраїчних рівнянь; визначено компоненти напружено-деформованого стану (табл. 1).

Таблиця 1

Результати дослідження вал-шестерні

| Сталь | Напруження (макс.), МПа | Переміщення (макс.), мм | Деформація (макс.), мм | Запас міцн. (мінім.) |
|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| 12X14Г14Н | 89.9025 | 0.0713178 | 0.000333314 | 3.05887 |
| 20 | 89.670 | 0.071990 | 0.00030610 | 2.7880 |

Висновок: у випадку заміни сталі 12X14Г14Н на сталь 20 для виготовлення вал-шестерні запас міцності достатній (допустимий коефіцієнт запасу міцності $[n] = 1,5$). Таким чином, отримані результати підтверджують актуальність проведеного дослідження з використанням SolidWorks Simulation: з точки зору забезпечення міцності для виготовлення вал-шестерні заміна її матеріалу є можливою. Але, враховуючи умови роботи цієї деталі, для підвищення її зносостійкості рекомендується хіміко-термічна обробка.

Список використаних джерел

1. Рудик О. Ю. SolidWorks – CAD/CAE-система технічних вузів / О. Ю. Рудик, П. В. Каплун // Science, society, education: topical issues and development prospects. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kharkiv, Ukraine. 2020. Pp. 249-253. URL: <http://sci-conf.com.ua/ii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-science-society-education-topical-issues-and-development-prospects-20-21-yanvary-2020-goda-harkov-ukraina-arhiv/>
2. Rudyk O. Yu. The impact of the SolidWorks Simulation network quality on the accuracy of the calculations / O. Yu. Rudyk, V. A. Gonchar // Eurasian scientific congress. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Barcelona, Spain. 2020. Pp. 185-188. URL: <http://sci-conf.com.ua/i-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-urasian-scientific-congress-27-28-yanvary-2020-goda-barselona-ispaniya-arhiv/>
3. Рудик О. Ю. Визначення працездатності вал-шестерні головної передачі заднього моста автомобіля ГАЗ-53 / О. Ю. Рудик., В. В. Гончар // Матеріали XI Міжнарод. наук.-практ. конф. «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – С. 46-47. URL: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/handle/123456789/6478>