

УДК 62-529

Єфименко О. В., к.т.н., Розенфельд М. В, викладач,

Мусаєв З. Р., аспірант

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПЕРЕЇЗДУ ОДИНОЧНОГО КОЛЕСА ЧЕРЕЗ ПЕРЕШКОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

***Анотація.** У даній статті розглядається процес подолання профільної перешкоди поодиноким колесом як підсистема, що визначає показники прохідності колісної техніки. Також в статті наводиться приклад використання комп'ютерного моделювання, а саме двох різних програмних комплексів для отримання найбільш точного результату.*

***Ключові слова:** профіль, колесо, програмний комплекс, математична модель, перешкода, комп'ютерна модель, показники, припущення.*

***Аннотация.** В данной статье рассматривается процесс преодоления профильного препятствия одиночным колесом, как подсистема определяющая показатели проходимости колесной техники. Также в статье приводится пример использования компьютерного моделирования, а именно, двух разных программных комплексов для получения наиболее точного результата.*

***Ключевые слова:** профиль, колесо, программный комплекс, математическая модель, препятствие, компьютерная модель, показатели, допущения.*

***Abstract.** This article deals with the process of overcoming a profile obstacle by a single wheel, as a subsystem that determines the characteristics of the patency of wheeled vehicles. Also, the article gives an example of the use of computer modeling, namely, two different software packages for obtaining the most accurate result.*

***Keywords:** profile, wheel, program complex, mathematical model, obstacle, computer model, indicators, assumptions.*

Постановка проблеми. Машини для земляних робіт високої прохідності є найважливішою ланкою в системі дорожнього будівництва. До характерних умов експлуатації даного типу машин високої прохідності, відноситься пересічена місцевість (особливо на робочому майданчику), яка являє собою сукупність різних перешкод природного та штучного походження, орієнтованих в різних напрямках

© Єфименко О. В., Розенфельд М. В, Мусаєв З. Р.

і розташованих у випадковому порядку. Пристосованість машини до руху по пересіченій місцевості з подоланням профільних перешкод визначає його важливу експлуатаційну властивість – профільну прохідність. Прокідність є одним з найважливіших експлуатаційних властивостей машин для земляних робіт, що визначають їх пристосованість до експлуатації в заданих умовах. Оскільки дорожнє будівництва потребує ефективну колісну техніку високої прохідності в нашій країні, так і за кордоном проводяться досить результативні теоретичні та експериментальні дослідження і дослідно – конструкторські роботи з цього напрямку.

Аналіз публікацій. Питання прохідності, та як наслідок, стійкості машин даного класу займають важливе місце в фундаментальних працях[1– 4] таких вчених як: Амашеха Насера, Разарьонова Л. В., Перевознік І. А., Малкіна М. А., Бочарова Н. Ф., R. C. Dix, T. J. Lehman Christian Brecher, Marcel Fey, Christian Tenbrock, Matthias Daniels та ін.

Мета і постановка задачі. Мета роботи – розробка математичної та комп'ютерної моделі процесу подолання профільної перешкоди поодиноким колесом для подальшого порівняння результатів двох різних методів розрахунку та створення нової системи прийняття рішень даного класу задач.

Розробка комп'ютерної моделі. На початку роботи необхідно дати оцінку складності даного завдання, оскільки процес подолання колесом порогу є досить непростим фізичним явищем. З одного боку потрібно врахувати гнучкий матеріал шини, а з іншого подібний розрахунок потребує досить великих енергетичних потреб. Тому для виконання подібного дослідження з метою економії часу та енергетичних затрат ЕВМ, необхідне використання декількох програмних комплексів. Зокрема, при моделюванні було використано два програмних комплекси, а саме Autodesk Inventor 2016, який дозволяє проводити динамічні розрахунки без урахування гнучких зв'язків, та Ansys 13, що доповнює деякі особливості динамічного моделювання в Autodesk Inventor 2016. Для початку потрібно побудувати віртуальну модель у середовищі Inventor, за допомогою існуючої геометрії.[5, 6]. (Рисунок 1).

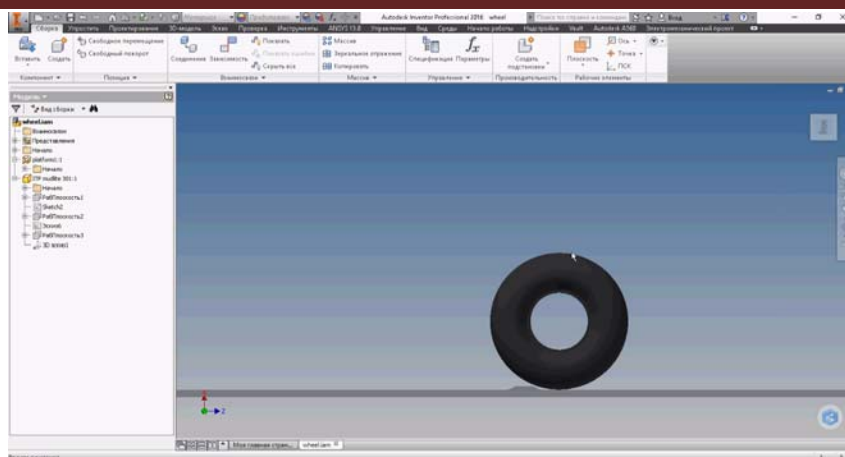


Рисунок 1 – Середовище геометричного моделювання Autodesk Inventor

Усі необхідні команди для розрахунку динамічних систем знаходяться у додатковому модулі «Динамічне моделювання». (рисунок 2)

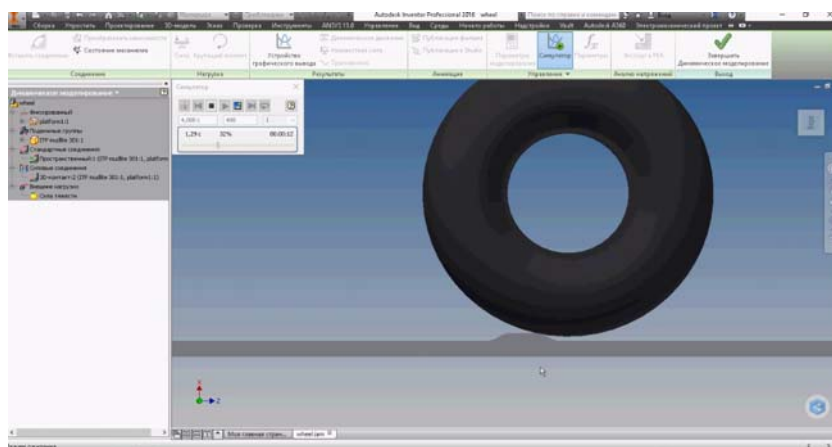


Рисунок 2 – Середовище динамічного моделювання Autodesk Inventor

Наступний етап представляє собою вибір оптимальних параметрів даного процесу, а саме:

- параметрів контакту колеса з опорною поверхнею (жорсткість, демпфірування та коефіцієнт тертя);
- параметрів швидкості руху об'єкту;
- коефіцієнту вільного падіння;
- параметрів фіксуючої деталі(в даному випадку опорна поверхня)

Після вибору названих вище умов моделювання ведеться основний розрахунок паралельно з яким отримуємо наступні результати моделювання:

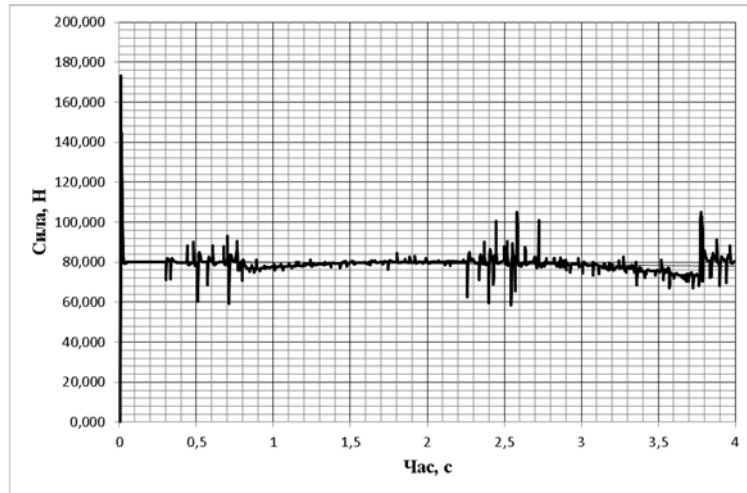


Рисунок 3 – Осцилограма, яка характеризує зусилля, що виникають на шині під час переїзду через одиночну перешкоду

Сутність даного методу полягає у тому, що точність моделювання у будь-якому програмному комплексі залежить напряму від обраного матеріалу. Отже, зважаючи на те, що Autodesk Inventor не дозволяє більш точно описати цей процес через нездатність урахувати гнучкість матеріалу решта розрахунків буде проводитись у програмному комплексі Ansys.

Нами запропоновано використовувати транслявання моделі у положенні зіткнення покриття з пороговою перешкодою у Ansys, за допомогою відповідного додаткового компоненту. (рисунок 4).

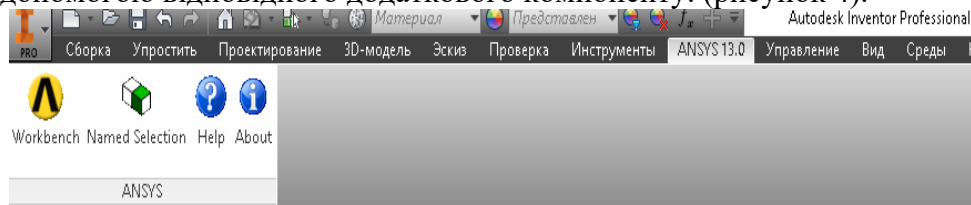


Рисунок 4 – Додатковий компонент, що дозволяє експортувати моделі у Ansys

В згаданому вище положенні треба визначитись з зусиллями, що діють на об'єкт в даний момент часу, та зазначити їх в Ansys, а саме у додатковому компоненті Static Structural. За тим же принципом призначаємо матеріал усіх компонентів моделі та будуємо розрахункову сітку (рисунок 5).

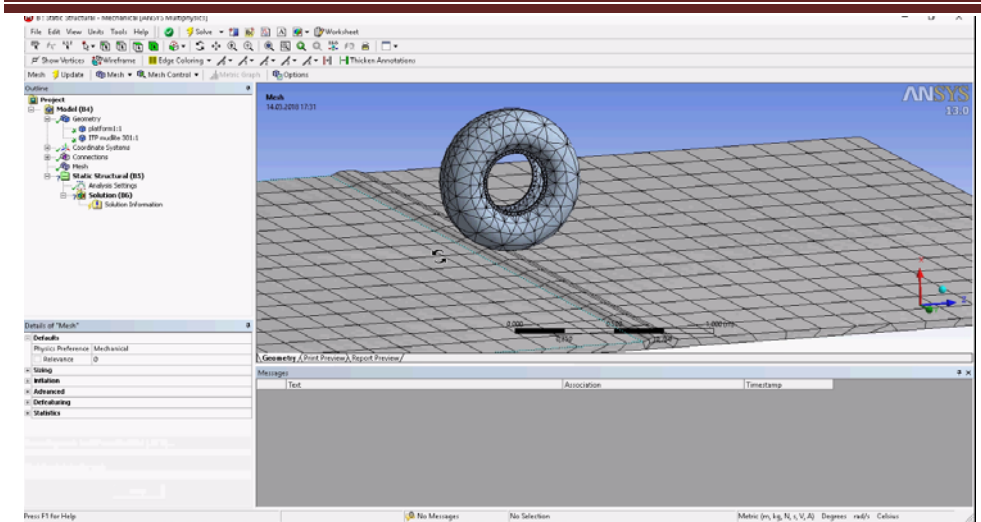


Рисунок 5 – Розрахункова сітка

Аналіз показує, що для моделювання у попередньому програмному продукті потрібно додати силу, що діє на об'єкт дослідження під час його зіткнення з пороговою перешкодою (80 Н) та вести розрахунок моделі у програмному комплексі Ansys та отримати кольорову гамму навантажень (рисунок 6)

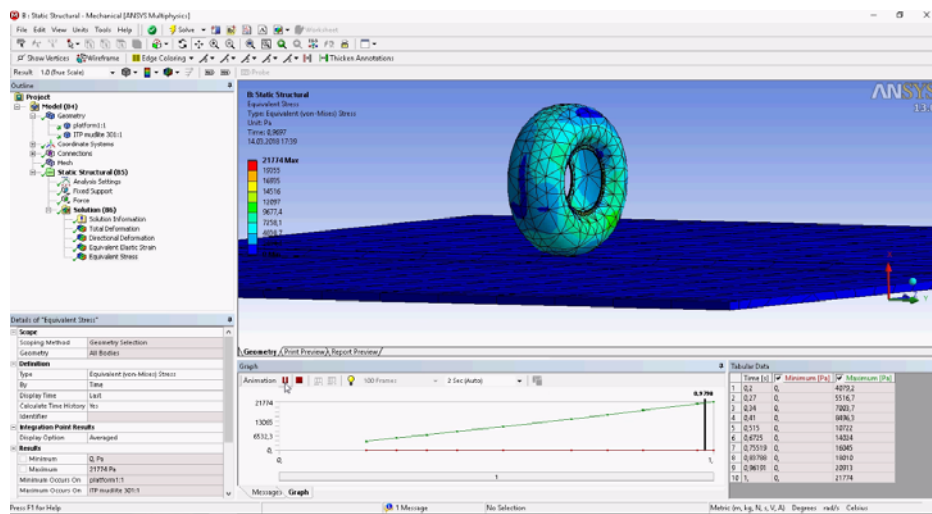


Рисунок 6 –Гамма навантажень, що характеризує дійсну напругу з урахуванням матеріалу колеса

Аналіз показує, що максимальне навантаження не перевищує 9677,4 Па. Отже, з урахуванням гнучкого матеріалу, сила у 80 Н викликає навантаження у розмірі 9677,4 Па, або 9,6774 кН/м².

Висновки. Запропонований метод моделювання показує, що ряд задач можливо вирішувати за допомогою віртуальних моделей.

Звичайно, адекватність даної моделі ще слід довести що й планується зробити у подальших дослідженнях. Процес моделювання можна розбити на 5 етапів:

- Статичне положення шини перед наїздом на перешкоду, напруга у цьому положенні складає 5562,25 Па;
- Момент зіткнення шини з одиночною перешкодою, напруга у цьому положенні складає 9677,4 Па;
- Момент переїзду шини через перешкоду, напруга у цьому положенні складає 8563,3 Па;
- Момент з'їзду шини з перешкоди, напруга у цьому положенні складає 9132,11 Па;
- Момент статичного положення шини після подолання перешкоди, напруга у цьому положенні складає 5570,2 Па;

Аналіз публікацій показує, що подолання шиною порогової перешкоди є досить складним процесом, який потребує детальної уваги. Нами було запропоновано метод, який дозволяє отримувати результат при моделюванні на ПК. В подальших дослідженнях планується розробити математичну модель та провести аналіз адекватності моделі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Малкин М. А. Метод повышения профильной проходимости полноприводного автомобиля за счет применения регулируемого силового привода колес / М. А. Малкин, Дис., к. т. н. – М., 2011. – 226 с.
2. Амашех Н. Динамика одноковшового фронтального пневмоколесного погрузчика, оборудованного нелинейным газогидравлическим амортизатором / Н. Амашех, Дис., к. т. н. – Харьков, ХАДИ, 1994. – 275 с.
3. Разарьонов Л.В. Повышение эффективности короткобазовых колесных погрузчиков с бортовой системой поворота / Л. В. Разарьонов, Дис., к. т. н. – Харьков, ХАДИ, 2007. – 181 с.
4. Перевозник И. А. Прогнозирование параметров нагруженности короткобазовых ковшовых погрузчиков с регулируемыми гидрообъемными трансмиссиями / И. А. Перевозник, Дис., к. т. н. – Харьков, ХАДИ, 1999. – 255 с.
5. Єфіменко О. В. Проектування будівельних та дорожніх машин шляхом порівняння результатів їх комп'ютерного та фізичного дослідження / О. В. Єфіменко, Т. В. Плугіна, З. Р. Мусаєв // Строительство Материаловедение Машиностроение: сб. науч. тр. – 2017. – Вып. 97. С. 99 – 105.
6. Єфіменко О. В. Проектування будівельних та дорожніх машин за допомогою сучасних методів комп'ютерного моделювання робочих

процесів / О. В. Єфименко, Т. В. Плугіна, З. Р. Мусаєв // Підйомно-транспортна техніка: науково – технічний та виробничий журнал – 2017. – Вип. 53. С. 55 – 63.

7. Dix R. C. Simulation of the Dynamics of Machinery / R. C. Dix, T. J. Lehman // Mechanics, Mechanical and Aerospace Engineering Department, Illinois Institute of Technology, Chicago. – 2010.

8. Christian Brecher. Multipoint Constraints for Modeling of Machine Tool Dynamics / Christian Brecher, Marcel Fey, Christian Tenbrock, Matthias Daniels // Contributed by the Manufacturing Engineering Division of ASME for publication in the JOURNAL OF MANUFACTURING SCIENCE AND ENGINEERING. Manuscript received June 15, 2015