

УДК 62-272.2

УДОСКОНАЛЕННЯ ПОБУДОВИ ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЕЙ ПРУЖИН РОЗТЯГАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЇХ КРЕСЛЕНИКІВ В ПАКЕТІ AUTODESK INVENTOR

Іванов Є.М., к.т.н.,

repositiv@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9011-7269

Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)

В роботі пропонуються розробки, для удосконалення моделювання параметричних просторових моделей пружин розтягання, доповнюючи функціонал пакету Autodesk Inventor для скорочення термінів проектування тривимірних моделей та виконання креслеників пружин розтягання згідно діючого стандарту (ГОСТ 2.401-68).

Рішення проблеми здійснювалося за допомогою можливостей пакета Autodesk Inventor та доопрацьованої теорії кругогвинтових поверхонь, яка розглядає питання торкання та перетину, методи утворення таких поверхонь при детальному висвітленні їх властивостей і геометричних параметрів. При цьому теорія гвинтових ліній з кругогвинтовими поверхнями, отриманими на базі гвинтових ліній і окружності як твірної, з глибокими дослідженнями геометричних властивостей гвинтових ліній з монотонно-змінним кроком і з круговим кроком відрізняється узагальненістю в підході, математичною строгістю доказів теорії.

В роботі передбачена можливість як моделювання параметричних просторових моделей пружин розтягання для побудови креслеників, так і проведення досліджень напружено-деформованого стану. Також передбачена можливість зміни положення зачепів і двох перехідних ділянок між зачепами і пружиною відносно осі пружини.

Запропоновано нові алгоритми та підходи, які дають змогу суттєво збільшити діапазон можливих змін аналітичної та геометрії інформації параметричної просторової моделі пружини розтягання. При цьому, скорочуються терміни проектування тривимірних моделей пружин розтягання при виконанні їх креслеників у відповідності до діючих стандартів. Метод моделювання параметричної просторової моделі пружини розтягання було апробовано та впроваджено в навчальний процес і може бути застосовано на виробництві для оптимізації розробки конструкторської документації на стадії проектування.

Ключові слова: інструменти, параметризація, зачеп, перехідна ділянка, робочі витки, перетин витків, кругогвинтові поверхні, пружина розтягання, конструкторська документація, Autodesk Inventor.

Постановка проблеми. Упродовж останніх років ведеться пошук шляхів скорочення термінів проектування за рахунок автоматизації і комп'ютеризації проектних робіт. Сукупність технічних, програмних, інформаційних засобів становить ряд напрямків серед яких є створення тривимірних моделей та автоматизація технічної документації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пружини за формою і умовами роботи можна розділити на гвинтові, циліндричні, гвинтові конічні, спіральні, пластинчасті, тарілчасті. Також їх можна розділити на пружини стискання, розтягання, кручення і вигину. Чинний стандарт (ГОСТ 2.401-68) встановлює правила умовних зображень пружин і виконання їх креслеників.

Всі пружини на креслениках зображуються у вільному стані (пружина не відчуває зовнішніх зусиль). Гвинтові пружини, незалежно від їх робочого положення, зображуються з віссю, розташованою паралельно основного напису.

З різноманітності форм і умов роботи розглянемо гвинтові циліндричні пружини розтягання з круглим перерізом витка.

Пружини розтягання на креслениках зображуються у вільному стані, тобто виходячи з умови, що пружина не має зовнішніх зусиль. Гвинтові пружини, незалежно від їх робочого положення, зображуються з віссю, розташованою паралельно основного напису. Пружини розтягання виконуються без зазорів між витками, тобто вони у вільному стані мають крок, рівний діаметру дроту. Коли гвинтова пружина має більше чотирьох робочих витків, то з кожного кінця пружини зображують один або два таких витка. Решта витки не зображують, а по всій довжині пружини проводять осьові лінії через центри перетинів витків. У зв'язку з тим, що деякі параметри пружини (крок, число витків і довжина пружини) пов'язані між собою певними співвідношеннями, на кресленнях пружин окремі розміри наводяться як довідкові.

Формулювання цілей статті. Використовуючи набір інструментів пакету Autodesk Inventor розробити метод моделювання параметричної просторової моделі пружини розтягання [1] для побудови креслеників згідно діючого стандарту.

Основна частина. Пружину розтягання розглянемо як складовий тривимірний об'єкт, що складається з самої пружини, двох зачепів і двох перехідних ділянок між зачепами і пружиною.

Після введення чисельних значень і текстового опису геометричних параметрів пружини розтягання в пакеті Autodesk Inventor, переходимо до створення ескізу. В ескізі задаємо місце розташування, форму і розмір поперечного перерізу витка пружини, а геометричні параметри виражаємо через відповідні ідентифікатори змінних таблиці параметрів Inventor (рис. 1, а).

Далі інструментом «Пружина» створюємо один виток (рис. 1, б) пружин розтягання. Для цього задаємо «Направление навивки» і вибравши

тип «Шаг и число витков» задаємо «Шаг» і «Вращение». При цьому геометричний параметр «Шаг» (рис. 1, а) виражаємо через відповідні ідентифікатори змінних.

Робочі витки пружини моделюються інструментом «Пружина» або «Прямоугольный массив». Для побудови кресленника моделюються один або два таких витка (рис. 1, в), для проведення досліджень напружено-деформованого стану - всі робочі витки.

Перед моделюванням області перехідної ділянки між зацепом і пружиною, інструментом «Пружина» видаляється 0,25 витка (рис. 2, а).

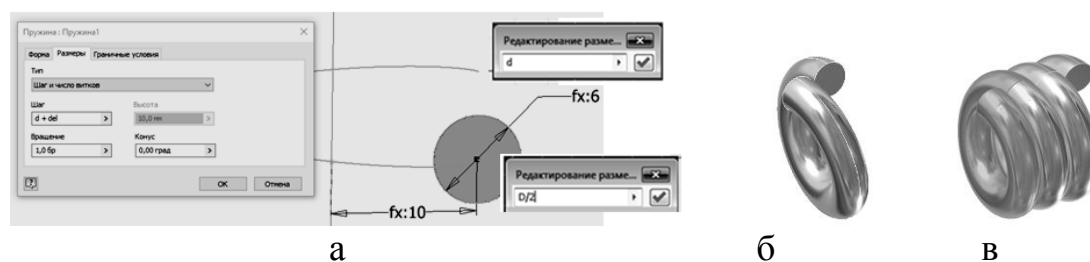


Рис. 1. Моделювання робочих витків пружини

Зачеп (рис. 2, б) моделюється інструментом «Сдвиг», використовуючи змінні взяті з таблиці параметрів Inventor. Для моделювання області перехідної ділянки між зацепом і пружиною (рис. 2, в, г) пропонується використовувати строгу математичну теорію - теорію кругогвинтових поверхонь, при спільній переробці з інструментами пакета Autodesk Inventor аналітичної і геометричної інформації.

Теорія кругогвинтових поверхонь розглядає питання торкання, впровадження, методи утворення таких поверхонь при детальному висвітленні їх властивостей і геометричних параметрів. При цьому теорія гвинтових ліній з кругогвинтовими поверхнями, отриманими на базі гвинтових ліній і окружності як твірної, з глибокими дослідженнями геометричних властивостей гвинтових ліній з монотонно-змінним кроком і з круговим кроком відрізняється узагальненістю в підході, математичної строгістю доказів теорії.

Для побудови 3D ескізу (рис. 2, в) у пакеті Autodesk Inventor була доопрацьована теорія гвинтових ліній з круговим кроком.

Змоделював зацеп, область перехідної ділянки між зацепом і пружиною та один або два витка з одного кінця пружини, інструментом «Круговой массив» моделюємо всю пружину (рис. 3, а).

Коли пружина розтягання має більше чотирьох робочих витків, то для побудови кресленника при моделюванні тривимірної моделі пружини, інструментом «Пружина», видаляється 0,5 витка (рис. 3, б) щоб відображати ділянку на якій не зображують решту витків на кресленнику у відповідності з діючим стандартом.

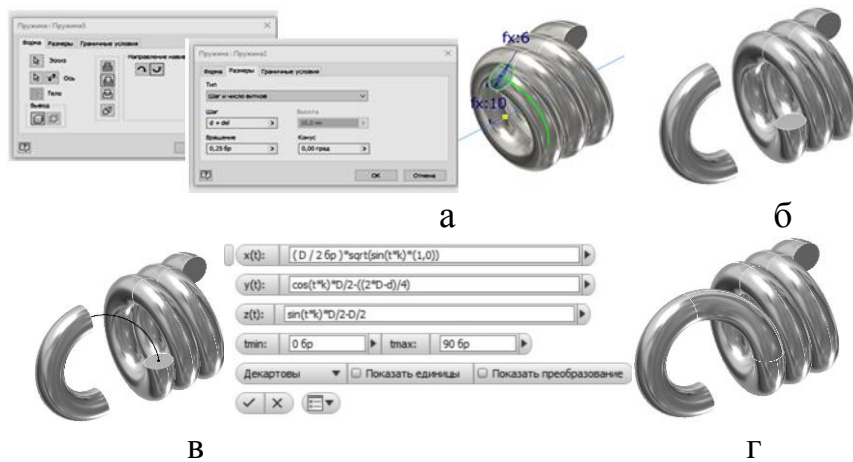


Рис. 2. Побудова зачепу та перехідної ділянки

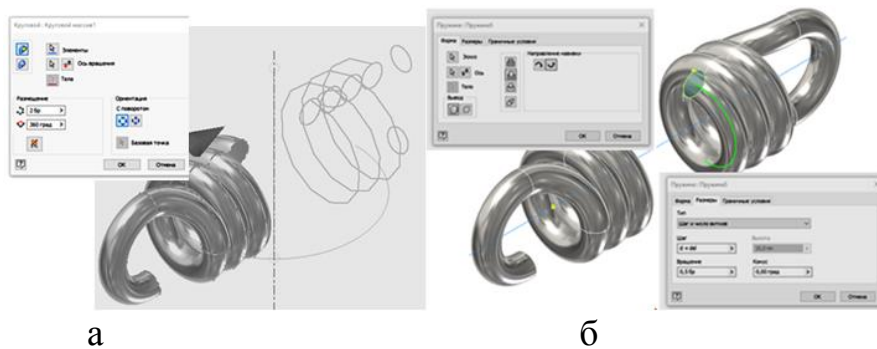


Рис. 3. 3D модель пружини розтягання

Необхідно зауважити, що, використовуючи інструменти «Разделить» (рис. 4, а) та «Перенести тела» (рис. 4, б), зберігається можливість зміни положення зачепів і двох перехідних ділянок між зачепами і пружиною відносно осі пружини для любого призначення пружини (побудови кресленика або для проведення досліджень напружено-деформованого стану) у відповідності з діючим стандартом (ГОСТ 2.401—68) (рис. 4, в).

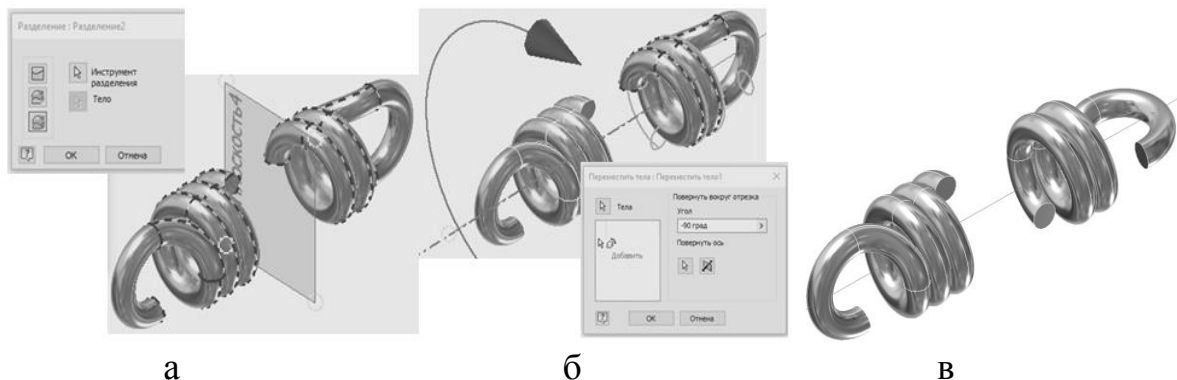


Рис. 4. Зміна положення зачепів пружини розтягання

Для побудови робочих креслеників параметричних 3D-моделей пружин розтягання використовуємо розроблений шаблон (описаний у творі науково-практичного характеру «Удосконалення побудови тривимірних моделей та виконання креслеників пружин стискання при

автоматизованому проектуванні» №97076 від 07.04.2020 року), який адаптовано по візуалізації технічних вимог відповідно до стандарту.

Фрагмент кресленика пружини розтягання з властивостями областей у відповідності з діючим стандартом (ГОСТ 2.401–68) наведено на рис. 5.

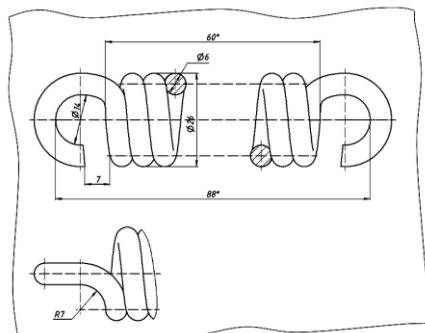


Рис. 5. Фрагмент кресленика пружини розтягання

Висновки. Запропоновано метод моделювання параметричної просторової моделі пружини розтягання для різного призначення, а саме, для побудови креслеників та для проведення досліджень напружено-деформованого стану.

Література

1. Иванов Є.М. Учет правил ЕСКД при моделировании пружины растяжения в пакете Autodesk Inventor. *Science, society, education: topical issues and development prospects. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference.* SPC “Sci-conf.com.ua”. Kharkiv, Ukraine. 2020. Pp. 236-239. URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-science-society-education-topical-issues-and-development-prospects-12-14-aprelya-2020-goda-harkov-ukraina-arhiv/>.
2. Иванов Є.М., Гладченко О.Г., Лопатін А.В. Використання засобів iLogic в проектуванні пружин стискання. *Комп’ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві.* Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, 25 листоп. 2020 р. Секція: Інформаційні системи та технології на виробництві та в освіті : тези доп. / Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т. Харків, 2020. URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/handle/123456789/3269>.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРУЖИН РАСТЯЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИХ ЧЕРТЕЖЕЙ В ПАКЕТЕ AUTODESK INVENTOR

Иванов Е.М.

В работе предлагаются разработки для усовершенствования моделирования параметрических пространственных моделей пружин растяжения, дополняя функционал пакета Autodesk Inventor для

сокращения сроков проектирования и выполнения чертежей согласно действующему стандарту (ГОСТ 2.401-68).

Решение проблемы осуществлялось с помощью возможностей пакета Autodesk Inventor и доработанной теории круговинтовых поверхностей, которая рассматривает вопрос касания и пересечения, методы образования таких поверхностей при детальном освещении их свойств и геометрических параметров. При этом теория винтовых линий с круговинтовыми поверхностями, полученными на базе винтовых линий и окружности как образующей, с глубокими исследованиями геометрических свойств винтовых линий с монотонно-переменным шагом и с круговым шагом отличается обобщенностью в подходе, математической строгостью доказательств теории.

В работе предусмотрена возможность моделирование параметрических пространственных моделей пружин растяжения для построения чертежей, так и для проведения исследований напряженно-деформированного состояния. Также предусмотрена возможность изменения положения зацепов и двух переходных участков между зацепами и пружиной относительно оси пружины.

Предложены новые алгоритмы и подходы, которые позволяют существенно увеличить диапазон возможных изменений аналитической и геометрии информации параметрической пространственной модели пружины растяжения. При этом, сокращаются сроки проектирования трехмерных моделей пружин растяжения при выполнении их чертежей в соответствии с действующими стандартами. Метод моделирования параметрической пространственной модели пружины растяжения был апробирован и внедрен в учебный процесс и может быть применен на производстве для оптимизации разработки конструкторской документации на стадии проектирования.

Ключевые слова: инструменты, параметризация, зацеп, переходной участок, рабочие витки, пересечение витков, круговинтовые поверхности, пружина растяжения, конструкторская документация, Autodesk Inventor.

IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION OF THREE-DIMENSIONAL MODELS OF TENSION SPRINGS FOR IMPLEMENTING THEIR DRAWINGS IN THE AUTODESK INVENTOR PACKAGE

Evhen Ivanov

The work proposes developments to improve the modeling of parametric spatial models of tension springs, complementing the functionality of the Autodesk Inventor package to reduce design time and execution of drawings in accordance with the current standard (GOST 2.401-68).

The solution to the problem was carried out using the capabilities of the Autodesk Inventor package and the modified theory of circular helical surfaces,

which considers the issue of tangency and intersection, methods of forming such surfaces with detailed coverage of their properties and geometric parameters. At the same time, the theory of helical lines with circular helical surfaces, obtained on the basis of helical lines and a circle as a generatrix, with a deep study of the geometric properties of helical lines with a monotonically variable pitch and with a circular pitch, is distinguished by its generality in the approach, the mathematical rigor of the proofs of the theory.

The work provides for the possibility of modeling parametric spatial models of tension springs for building drawings, and for carrying out studies of the stress-strain state. It is also possible to change the position of the hooks and the two transitions between the hooks and the spring relative to the spring axis.

New algorithms and approaches are proposed that make it possible to significantly expand the range of possible changes in the information of the analytical and geometric parametric spatial model of the tension spring. At the same time, the design time for three-dimensional models of tension springs is reduced, their drawings are made in accordance with applicable standards. The method of modeling the parametric spatial model of the tension spring has been tested and introduced into the educational process and can be applied in production to optimize the development of design documentation at the design stage.

Key words: tools, parameterization, hook, transition, work coils, intersection of coils, circular helical surfaces, tension spring, design documentation, Autodesk Inventor.

References

1. Ivanov Je.M. (2020) Taking into account ECDC rules when modeling a stretching spring in an Autodesk Inventor package. *Science, society, education: topical issues and development prospects. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua"*. Kharkiv, 236-239. URL: <https://sci-conf.com.ua/v-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-science-society-education-topical-issues-and-development-prospects-12-14-aprelya-2020-goda-harkov-ukraina-arhiv/>.
2. Ivanov Je.M. Gladchenko O.G., Lopatin A.V. (2020) Use iLogic tools to design compression springs. *Komp'juterno-integrovani tehnologii' avtomatyzacii' tehnologichnyh procesiv na transporti ta u vyrobnyctvi : Vseukr. nauk.-prakt. konf. zdobuvachiv vyshhoi' osvity i molodyh uchenykh, 25 lystop. 2020 r. Sekcija: Informacijni systemy ta tehnologii' na vyrobnyctvi ta v osviti : Abstracts of Papers. Harkiv. nac. avtomob.-dor. un-t. Harkiv, URL: <https://dspace.khadi.kharkov.ua/dspace/handle/123456789/3269>.*