

УДК 631.363

ТРИВИМІРНЕ (3-D) МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ (НА ПРИКЛАДІ СТРИГАЛЬНОЇ МАШИНКИ РОТАЦІЙНОГО ТИПУ)

І.І. Ревенко, докт.техн.наук, проф.; **В.О. Дубровін**, докт.техн.наук, проф.; **К.Д. Веселівський**, інж. *НУБіП України*; **О.В. Шебаніна**, докт.екон. наук, проф. *Миколаївський національний аграрний університет*

Наведена методика проектування та вдосконалення технічних засобів (на прикладі стригальної машинки ротаційного типу з дисковим різальним апаратом) за допомогою сучасного програмного забезпечення, що прискорює й підвищує ефективність процесу розробки та виготовлення.

Ключові слова: 3-D моделювання, стрижка, машинка, ніж, гребінка.

Актуальність роботи. Нині всі закордонні технічні розробки здійснюються за допомогою персонального комп'ютера (ПК) з використанням різноманітних пакетів програмного забезпечення [1, 2, 3, 4]. В нашій країні відсутні чіткі алгоритми тривимірного проектування та імітаційних досліджень машин. Тому методика проектування технічних засобів з використанням тривимірного моделювання, яка б спрощувала сам процес розробки і підвищувала достовірність результатів, є доцільною і перспективною..

Мета роботи. Підвищити ефективність процесу розробки, дослідження та виготовлення технічних засобів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Нині існуючі пакети програмного забезпечення (оболонки) AutoCAD, SolidWorks, Kompas, T-Flex та інших [1, 2,3, 4] ґрунтуються на Basic, C++, Paskal та інших мовах програмування [5, 6, 7], основою яких є математика. Для користувача спрощена візуалізація математичних даних.

Тривимірне моделювання за допомогою ПК ґрунтується на роботі з масивами векторів. Створивши тривимірну модель, користувач автоматично

створює математичну модель, яку обробляє та візуалізує ПК за допомогою процесора й відеокарти відповідно. Саме тому при роботі в 3-D середовищі вирішальними є параметри останніх.

Вищезазначене програмне забезпечення дозволяє проектувати машини та технологічні процеси. Відмінність в них така, що одні пакети пропонують комплекси вузько направлених (самостійних) програм, а інші мають в основі одну робочу оболонку з можливістю використання додаткових (несамостійних) плагінів.

Існує багато навчальної літератури [1, 2, 3, 4], де описано як створювати окремі елементи, проте рекомендацій щодо комплексного підходу до проектування технічних засобів не існує.

Результати досліджень. З метою візуалізації та узгодження деталей у вузлах та конструкції взагалі, були розроблені комплекти різальних пар та конструкції стригальних машинок ротаційного типу [8, 9], що показані на рисунках 1 та 2 відповідно.

Конструкція б рисунка 2 має закриту передачу та вмонтований в ручку електродвигун, що підвищує надійність та якість роботи машинки.

Різальний апарат може бути виготовлений із сталі 65Г ГОСТ 14959-79 чи іншої інструментальної марки.

Для визначення попередньої маси технічного виробу необхідно задати характеристики матеріалів і інших його деталей. Після цього є можливість визначити моменти інерції деталей та головних моментів інерції машини.

З метою імітаційної перевірки перерізання вовни, а також визначення граничних умов роботи різальних пар та вузлів стригальної машинки [10], були проведені розрахунки за теорією температурних напружень, використовуючи метод кінцевих елементів на міцність з урахуванням фізико-механічних властивостей вовни, різального апарата та деталей машинки, за умов защемлення вовни, прикладення критичної сили руйнування (навантаження леза ножа по всій довжині критичною силою різання 23 Н та силою притискання ножа до гребінки 14 Н) та технологічних параметрів (швидкість подачі 0,6 м/с, частота обертання ножа 2700 об/хв).

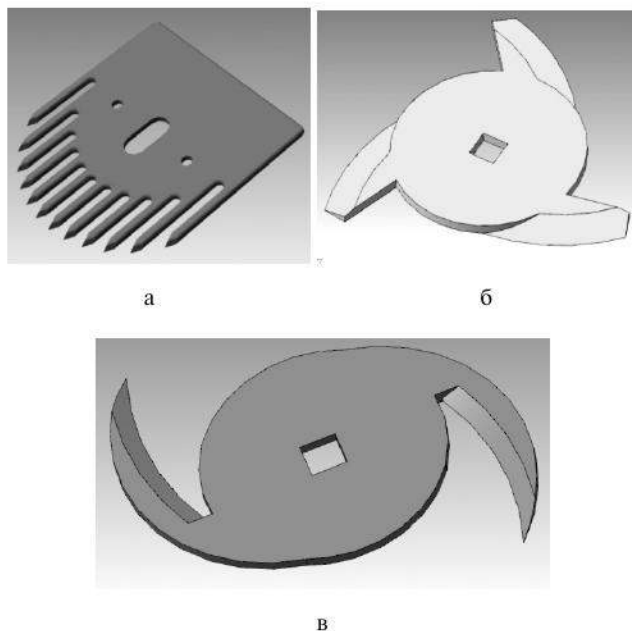


Рис. 1. Комплект різальної пари з дисковими ножами:

а — гребінка; *б* — дисковий ніж із зовнішньою різальною кромкою; *в* — дисковий ніж із внутрішньою різальною кромкою

Імітаційний зріз вовни (рис. 3) підтвердив класичні теоретичні передумови та дав змогу наочно встановити епюри розподілення руйнівних напружень у зразку вовни. Наведене вище дає підставу відзначити, що складена нами імітаційна 3-D модель перерізання вовни відповідає математичній моделі перерізання вовни, яку вирішує комп'ютер та видає результат про ефективність зрізу і розподілення головних напружень у матеріалі та робочому органі.

Імітаційні дослідження підтверджують, що максимальні зусилля виникають на кромці леза ножа. При перерізанні вовни є змога встановити величину розподілення напружень на ножі з урахуванням граничних режимів його роботи (рис. 4).

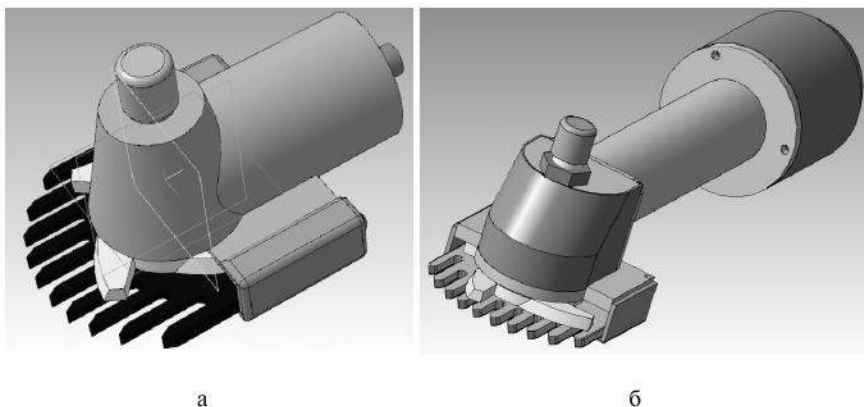


Рис. 2. Тривимірні моделі стригальних машинок ротаційного типу:
а — стригальна машинка ротаційного типу з суцільною відкритою головкою та зовнішнім приводом;
б — стригальна машинка ротаційного типу зі з'ємною головкою та приводом, що кріпиться до ручки

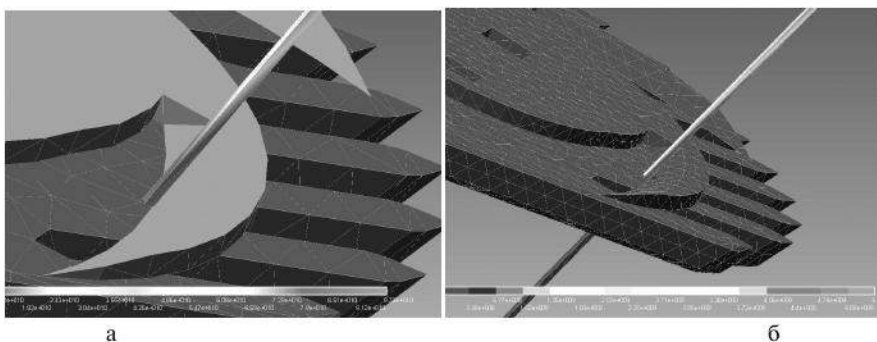
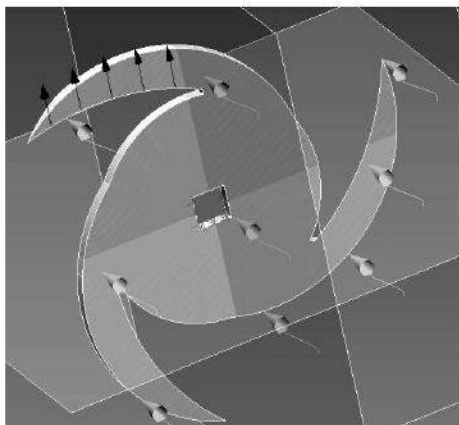
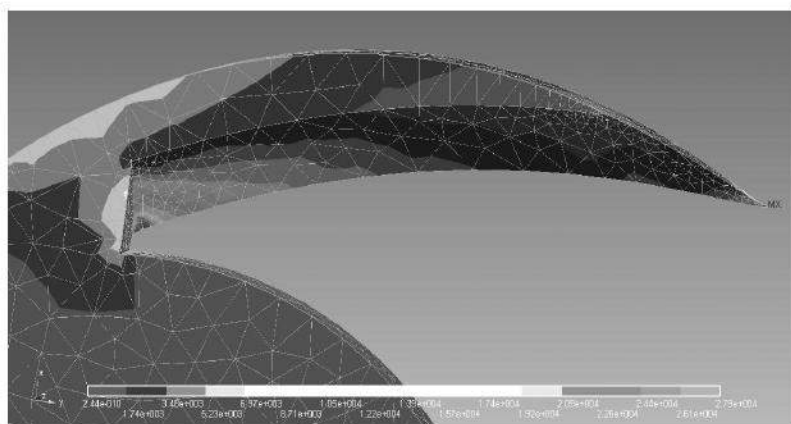


Рис. 3. Імітаційний зріз вовни:
а — градієнт (3D-епюра) розподілення переміщень;
б — градієнт (3D-епюра) розподілень напружень



а



б

Рис. 4. Імітаційні випробування на міцність:

- а — схема розподілення зовнішніх сил на ніж;
- б — градієнт розподілення напружень по поверхні ножа

Найнебезпечнішою є зона переходу леза в маточину ножа, напруження в якій не повинно перевищувати допустимого для даного матеріалу рівня.

Проведені також імітаційні дослідження на міцність стригальної машинки ротаційного типу з урахуванням усіх внутрішніх зусиль, що виникають у вузлах за умови прикладення критичної сили різання вовни (рис. 5 а) [10, 11].

Імітаційні дослідження конструкції стригальної машинки дають змогу передбачати необхідний запас міцності її елементів (рис. 5 б). При цьому є можливість окремі з них (наприклад ручку, головку виготовити з інших легших менш міцних матеріалів. Це, в свою чергу, дасть змогу зменшити масу машинки, полегшити працю стригалю.

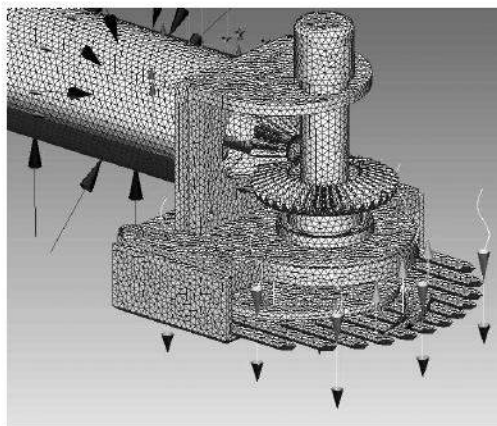
За допомогою [3] були виконані попередні дослідження в тривимірному середовищі для визначення сил, що діють на деталі при динамічному навантаженні критичного зусилля різання та сили притискання ножа до гребінки. Вивчені можливості зменшення маси, усунення вібрацій, спрощення обслуговування, покращення ергономічності та дизайну — прототипу різального апарата та стригальної машинки (рис. 6).

Попередні випробування різального апарата та стригальної машинки ротаційного типу за програмами [3] дають змогу встановити такі залежності змін (будь-якої точки, кривої, поверхні чи деталі стригальної машинки) в часі:

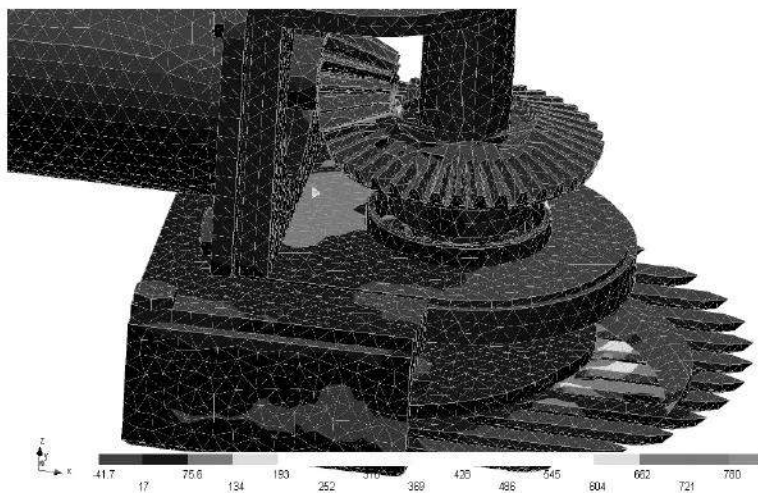
- переміщення, швидкості та прискорення,
- сил та моментів інерції,
- реакцій та вібрацій у парах контакту (вузлах).

З використанням тривимірної моделі було створено робочі креслення деталей стригальної машинки, за якими було виготовлено комплекти різальних пар (гребінка з двома варіантами ножів), що зображені на рисунках 7 та 8 відповідно.

Для перевірки результатів імітаційних досліджень був спроектований та виготовлений стенд для випробувань ручних різальних інструментів [12] (рис. 9).



а



б

Рис. 5. Імітаційні випробування на міцність конструкції стригальної машинки:

а — схема розподілення зусиль; б — розподілення головних напружень по машинці

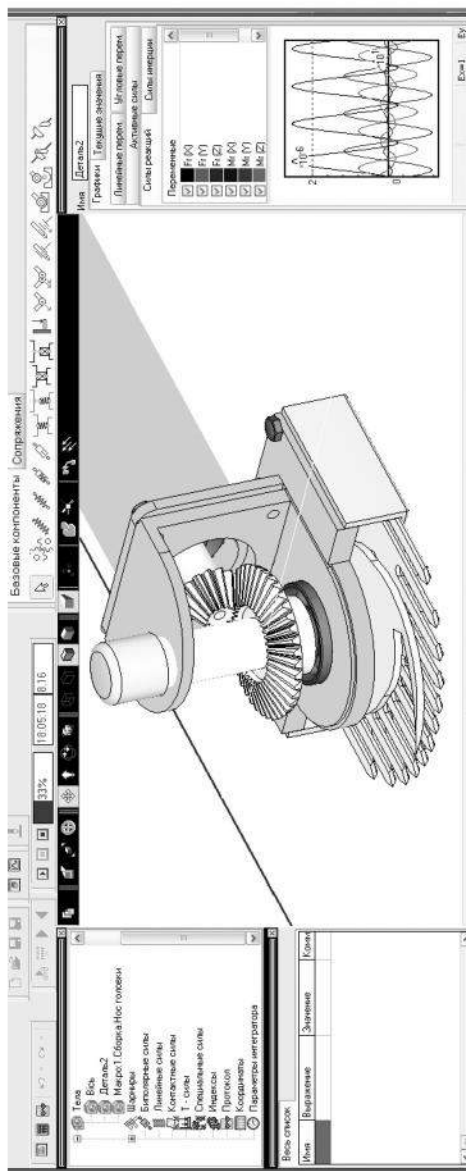


Рис. 6. Попередні кінематичні випробування різального апарата та стрісальної машинки

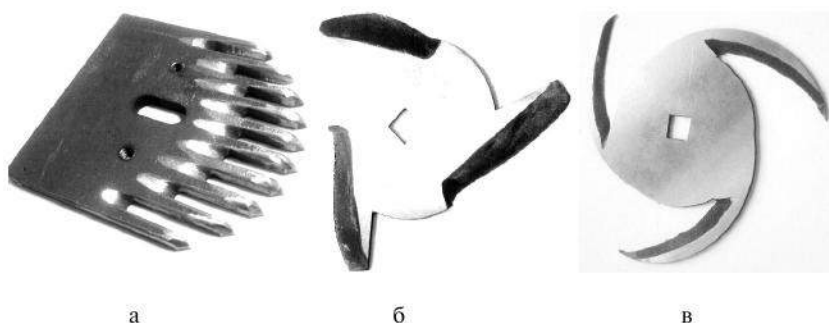


Рис. 7. Комплект різальної пари з дисковими ножами
а — гребінка, б — дисковий ніж із зовнішньою різальною кромкою; в — дисковий
ніж із внутрішньою різальною кромкою

З вищезазначеного нами складений алгоритм проведення імітаційних досліджень у тривимірному середовищі:

- створення нової 3-D моделі або вдосконалення вже відомих технічних рішень та покращення їх ергономіки й дизайну (візуалізація та визначення матеріалу деталей);
- визначення основних фізичних параметрів (об'єму, маси, моментів інерції);
- накладання та визначення в'язей та ступенів вільностей;
- задання та визначення траєкторій руху, швидкостей та прискорень деталей, а також сил взаємодії та реакцій у вузлах;



Рис. 8. Стригальна машинка ротaційного туну

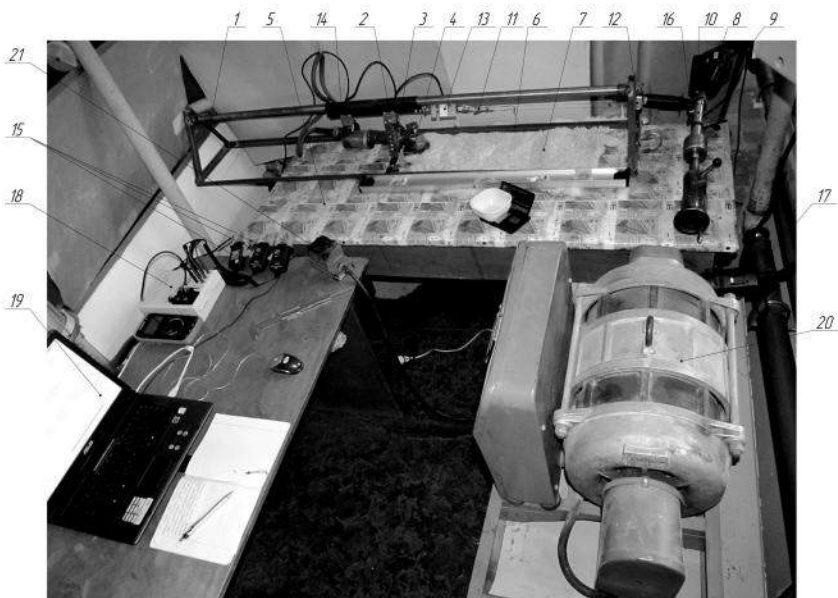


Рис. 9. Загальний вигляд стенда для випробування ручних різальних інструментів:

1 — рама; 2 — каретка; 3 — тримач; 4 — стригальна машинка; 5 — стіл; 6 — тримач овчини; 7 — овчина (штучна вовна); 8 — приводний барабан (вісь); 9 — трос; 10 — привод; 11 — роз'єднувач; 12 — стопор; 13 — тензометричний датчик; 14 — датчик Холла; 15 — струмові кліщі; 16 — датчик обертів; 17 — електромережа 220В; 18 — аналогово-цифровий перетворювач; 19 — ПК з програмним забезпеченням; 20 — частотний перетворювач; 21 — механічний пускач приводу стригальної машинки

- визначення допустимих навантажень на робочі органи та вузли машини спочатку в статиці, потім у динаміці;
- аналіз одержаних даних;
- виготовлення прототипу;
- лабораторні та виробничі випробування.

Таким чином було створено 3D модель стригальної машинки ротаційного типу зі змінними різальними парами, проведено їх статичний аналіз на міцність

та динамічний аналіз на вібрації і розподілення динамічних навантажень по вузлах з метою підвищення їх надійності та довговічності, зменшення вібрацій та маси.

Бібліографія

1. *Офіційний сайт* компанії Autodesk [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.autodesk.ru/>
2. *Офіційний сайт* компанії Solidworks [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.solidworks.ru/>
3. *Офіційний сайт* компанії Ascon [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ascon.ru/>
4. *Офіційний сайт* компанії T-flex [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.tfex.ru/>
5. *Офіційний сайт* Visual Basic [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.visualbasic.org/>
6. *Сайт C++* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://cpp.com.ru/>
7. *Офіційний сайт* громадської організації Pascal [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.freepascal.org/>
8. Ревенко І.І. Розробка стригальної машинки ротаційного типу / І.І. Ревенко, К. Д. Веселівський // *Праці ТДАТУ*. — 2011. — Вип. № 11 — Т.5. — С. 65-67.
9. *Патент на КМ 70018*. Україна, МПК В26В 25/00. Стригальна машинка ротаційного типу/ Ревенко І.І., Веселівський К. Д.; заявник та власник Національного університету біоресурсів і природокористування України. — № u2011 13 005; заявл. 04.11.2011; опубл. 25.05. 2012, Бюл. № 10.
10. *Панов Я. Г.* Основы прикладной теории колебания и удара. — 4-е изд., перераб. и доп. — Л.: Политехника, 1990. — 272 с.с ил.
11. *Сопротивление материалов*: учебник для вузов / [Александров А. В., Моныхов Н. И., Парфенов Д. Ф., и др.]; под ред. А. Ф. Смирнова. — [3-е изд., перераб. и доп.]. — М.: Высшая школа, 1975. — 480 с. с ил.
12. *Патент на КМ 73169*. Україна, МПК G01М 99/00. Стенд для випробувань ручних різальних інструментів / Веселівський К. Д.; заявник та власник

Веселівський К. Д., — № 2012 03657; заявл. 26.03.2012; публ. 10.09.2012, Бюл. № 17.

ТРЕХМЕРНОЕ (3-D) МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ СТРИГАЛЬНОЙ МАШИНКИ РОТАЦИОННОГО ТИПА)

Приведен алгоритм проектирования та усовершенствования технических средств при помощи современного программного обеспечения, что повышает эффективность процесса разработки и изготовления их на примере стригальной машинки ротационного типа с дисковым режальным аппаратом.

Ключевые слова: 3-D моделирование, стрижка, машинка, нож, гребенка.

THREE-DIMENSIONAL (3-D) MODEL OF TECHNICAL DECISIONS (ON AN EXAMPLE SHEEP SHEARING MACHINES OF ROTATIONAL TYPE)

The algorithm of projection that developments of hardware components by means of the up-to-date software that raises efficiency of process of working out and their manufacture on an instance strigalnoy machines of the rotation type with the disk cutting apparatus is resulted.

Key words: 3-D model, a hairstyle, the machine, a knife, a comb.