

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННЯ УСП ДЛЯ ХОНІГУВАННЯ ГІЛЬЗИ ДВС

Думанчук Михайло Юрійович
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0003-3559-4729
email: m_duman@i.ua

В статті представлено результати моделювання процесу хонінгування гільзи циліндра. Досліджено жорсткість універсально-складального пристосування. Визначено напружено-деформований стан елементів пристосування та заготовки. Встановлено вплив деформацій заготовки на точність обробки.

Ключові слова: хонінгування, моделювання, деформація, напруження, пристосування, режими різання.

DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2019.1-2.10>

Постановка проблеми в загальному вигляді

У зв'язку з інтенсивним розвитком конструкцій машин і механізмів агропромислового виробництва основними напрямками здійснення ефективної технологічної підготовки виробництва при ремонті техніки є скорочення термінів і підвищення коефіцієнта оснащеності. Коефіцієнт оснащеності - це відношення числа найменувань застосовуваних оригінальних пристосувань (або модифікацій переналагоджуваної оснастки) до числа оригінальних деталей в машині або механізмі [1].

Застосування стандартизованих деталей і складальних одиниць пристроїв скорочує їх номенклатуру, знижує собівартість їх виготовлення і підвищує число повторних використань при складанні нових пристосувань. В даний час при конструюванні і виготовленні пристосувань використовують понад 70% стандартизованих деталей [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Стандартизація деталей і вузлів привела до створення конструкцій збірно-розбірних пристосувань. В даний час відомо кілька систем збірно-розбірних пристосувань; всі вони характеризуються загальною ознакою: комплект стандартизованих деталей і складальних одиниць дозволяє створювати без суттєвої механічної дообробки і при досить малій кількості спеціально виготовлених деталей тимчасові, такі що легко збираються та розбираються компонування пристосувань [3]. У набір стандартизованих деталей (рис. 1) входять плити і планшайби, підставки, призми, косинці, планки, втулки, прихвати і ін. [2]



Рисунок 1. Набір деталей УСП.

Систему УСП з успіхом застосовують на ряді заводів одиничного і серійного виробництва. Комплектами УСП оснащують свердлильні, токарні, фрезерні, розточувальні, зубодовбальні, шліфувальні та інші види обробки, а також зварювальні роботи і операції контролю. При верстатних роботах за допомогою УСП обробляють деталі розмірами до 2500×2500×1000 мм [4, 5].

Застосування системи УСП дозволяє [6]:

- а) розширити вузькі місця інструментальних цехів заводів;
- б) збільшити коефіцієнт оснащеності виробництва шляхом застосування пристроїв, заміни складних розмірних операцій кондукторами з деталей комплекту УСП;
- в) поліпшити якість виготовлення деталей машин;
- г) підвищити продуктивність праці;
- д) розширити застосування групової обробки деталей;
- е) організувати повне технологічне оснащення виробництва при мінімальних витратах грошових і матеріальних засобів і часу;
- ж) скоротити терміни підготовки виробництва і прискорити випуск нових більш сучасних машин.

Формулювання цілей статті (постановка завдання).

Метою статті є розробка методики дослідження жорсткості універсально-складальних пристосувань, що застосовуються при хонінгувальній операції, з використанням можливостей систем автоматизованного проектування та моделювання

Виклад основного матеріалу досліджень.

Розглянуте універсально-складальне пристосування (УСП) буде використовуватися при хонінгуванні внутрішньої поверхні гільзи циліндра. Деталь на верстат встановлюється в вертикальному положенні. При проектуванні пристосування необхідно забезпечити під нижньою кромкою гільза щонайменше 50 мм вільного простору для забезпечення виходу інструменту в процесі хонінгування. Схема пристосування представлена на рисунку 2.

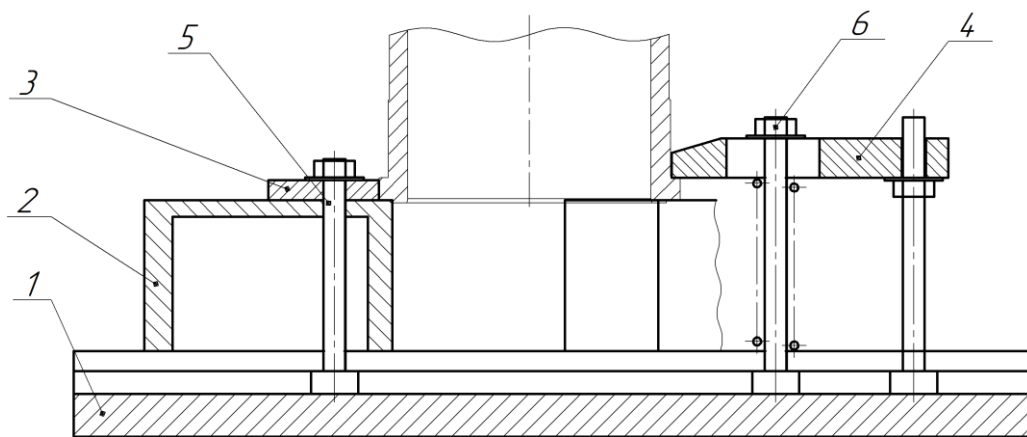


Рисунок 2. Схема пристосування УСП для хонінгувальної операції.

На плиту поз. 1 встановлюємо опори поз. 2, які слугують опорною базою для гільзи та забезпечують вільний простір під нею для інструменту. Для визначення положення заготовки в радіальному напрямку встановлюємо планку поз. 3. Базові елементи закріплюємо болтами і гайками поз. 5. Для закріплення заготовки використовуємо прихват поз. 4, положення якого регулюємо болтами та гайками поз. 6 та пружиною. Запропонована схема є простою та забезпечує можливість виконати базування та закріплення заготовки на верстаті під час обробки.

Визначимо необхідні сили закріплення гільзи в пристосуванні.

Розглянемо схему сил при хонінгуванні (рис. 3) [2].

Абразивний брусок поз. 3 рухається по поверхні гільзи поз. 1, виконуючи 2 рухи: обертальний зі швидкістю $V_{об}$ та зворотно-поступальний вертикальний рух $V_{пост}$. Результуючий рух нахилений до горизонту на кут $\alpha=30^\circ$, який визначається технічними вимогами до поверхні гільзи. Абразивний брусок вдавлюється в гільзу силою $F_{рад}$, яка визначається за формулою:

$$F_{рад} = P_{уд} \cdot B \cdot L = 0,9 \cdot 6 \cdot 150 = 810 \text{ Н}, \quad (1)$$

де $P_{уд}=0,9$ МПа – питомий тиск брусків відповідно до рекомендацій;

$B=6$ мм – ширина бруска;

$L=150$ мм – довжина бруска.

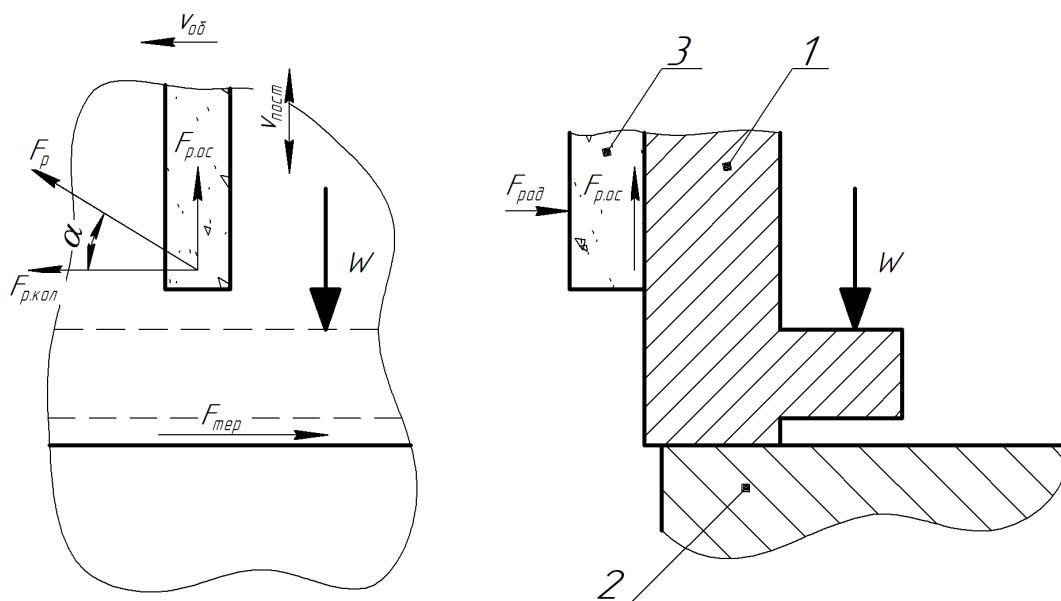


Рисунок 3. Схема сил, що діють при хонінгуванні: 1 – гільза, 2 опора, 3 – абразивний брусок.

Силу різання F_p , що діє на гільзу можна визначити за формулою:

$$F_p = F_{рад} \cdot \mu = 810 \cdot 0,3 = 243 \text{ Н}, \quad (2)$$

де $\mu=0,3$ – коефіцієнт, що визначає співвідношення між тиском абразивного бруска та силою різання;

Ця сила різання розкладається на горизонтальну (колову) $F_{р,кол}$, яка намагається повернути гільзу навколо осі, та вертикальну $F_{р,ос}$, яка діє вздовж осі гільзи та намагається відірвати гільзу від опори. Визначаємо ці складові сили за формулами:

$$F_{р,ос} = F_p \cdot \sin \alpha = 243 \cdot \sin 30^\circ = 121,5 \text{ Н}; \quad (3)$$

$$F_{р,кол} = F_p \cdot \cos \alpha = 243 \cdot \cos 30^\circ = 210,4 \text{ Н}. \quad (4)$$

Використовувана хонголівка має 6 брусків, кожен з яких створює такі сили.

При розрахунку сили закріплення необхідно забезпечити компенсацію вертикальної складової сили різання та створення сили тертя $F_{тер}$, яка перевищує колову силу з коефіцієнтом запасу $k=1,5$. Силу закріплення W визначаємо за формулою:

$$W = \left(\frac{F_{p.кол}}{f} + F_{p.ос} \right) \frac{i}{n} k = \left(\frac{210,4}{0,15} + 121,5 \right) \frac{6}{3} 1,5 = 4572,5 \text{ Н}, \quad (5)$$

де $i=6$ – кількість брусків хонінгувальної головки;
 $\mu=0,15$ – коефіцієнт тертя сталь-сталь;
 $n=3$ – кількість прихватів для закріплення гільзи.

Отримані значення будемо використовувати при статичному аналізі пристосування на жорсткість.

Для створення 3D-моделі пристосування використовуємо САПР SolidWorks.

В проектуваному пристосуванні використовуємо стандартні деталі комплекту УСП-12/ Основою пристосування буде плита кругла 7081-4091 з радіальними Т-подібними пазами. На неї встановлюється опора прямокутна полегшена

7033-4992, яке слугує для встановлення гільзи та її базування в вертикальному напрямку. Планка 7050-2086 встановлюється на опору та виставляється по зовнішньому пояску гільзи та визначає її положення в радіальному напрямку. Ці деталі закріплюються на плиті за допомогою болтів 7001-0090 та стандартних гайок. Закріплення заготовки виконується прихватом, який закріплюється на плиті болтами 7001-0120, стандартними гайками та регулюється пружиною 7006-1128.

Модель пристосування представлено на рисунку 4.

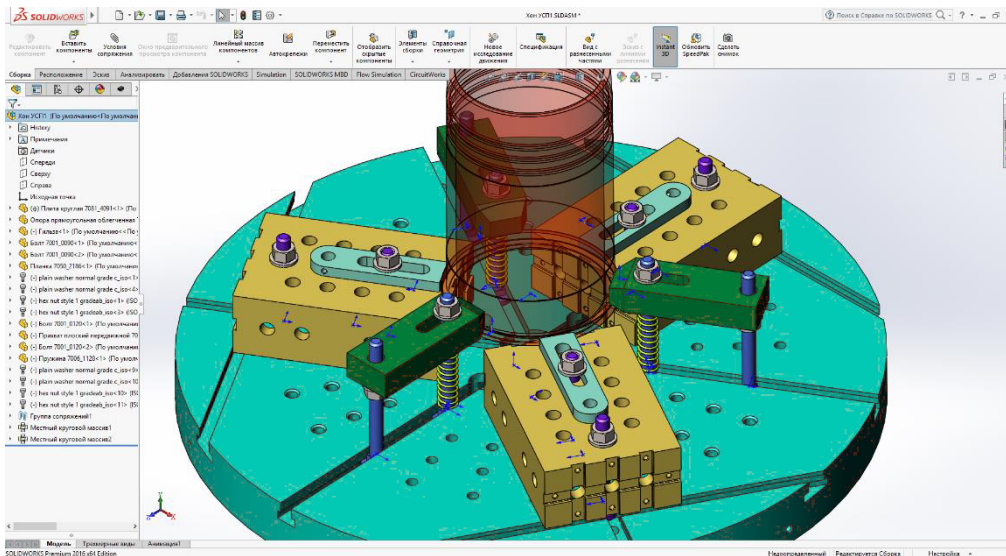


Рисунок 4. 3D модель пристосування для хонінгування.

Аналіз жорсткості пристосування виконуємо з використанням CAD-системи SOLIDWORKS® та її модуля Simulation.

Для проведення дослідження в системі необхідно задати зовнішні сили. В нашому випадку це будуть сили різання

зі сторони брусків хонінгувальної головки на заготовку та сили закріплення. На рисунку 5 представлена система з прикладеними зовнішніми силами.

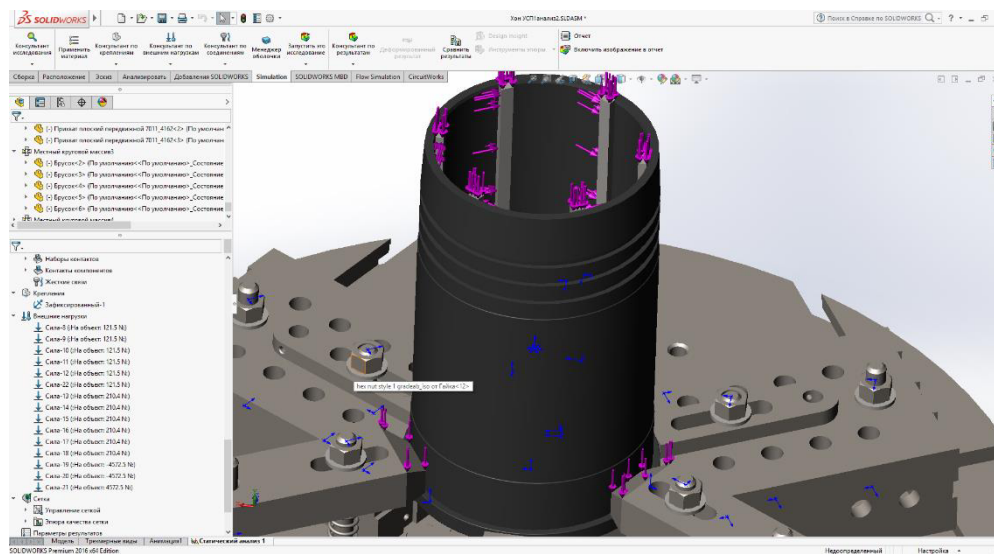


Рисунок 5. Схема зовнішнього навантаження.

Ще один необхідний крок – визначити закріплення пристосування. В нашому випадку пристосування встановлюється на стіл верстата нижньою площиною

круглої плити та фіксується.

Система виконує розрахунок методом скінченних елементів і надає можливість регулювати параметри сітки

для забезпечення необхідної точності розрахунку.

Після призначення всіх параметрів можна запускати процедуру розрахунку, яка займає певний час. За результатами розрахунку система формує візуалізацію напружено-

деформованого стану з можливим представленням внутрішніх напружень (рис. 6), переміщень (рис. 7) та відносних деформацій (рис. 8).

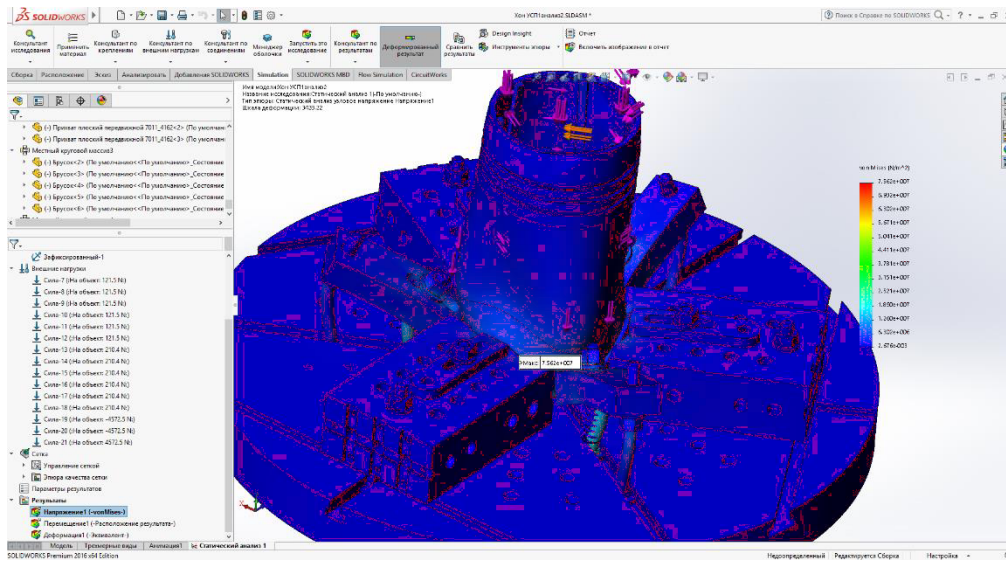


Рисунок 6. Розподілення внутрішніх напружень.

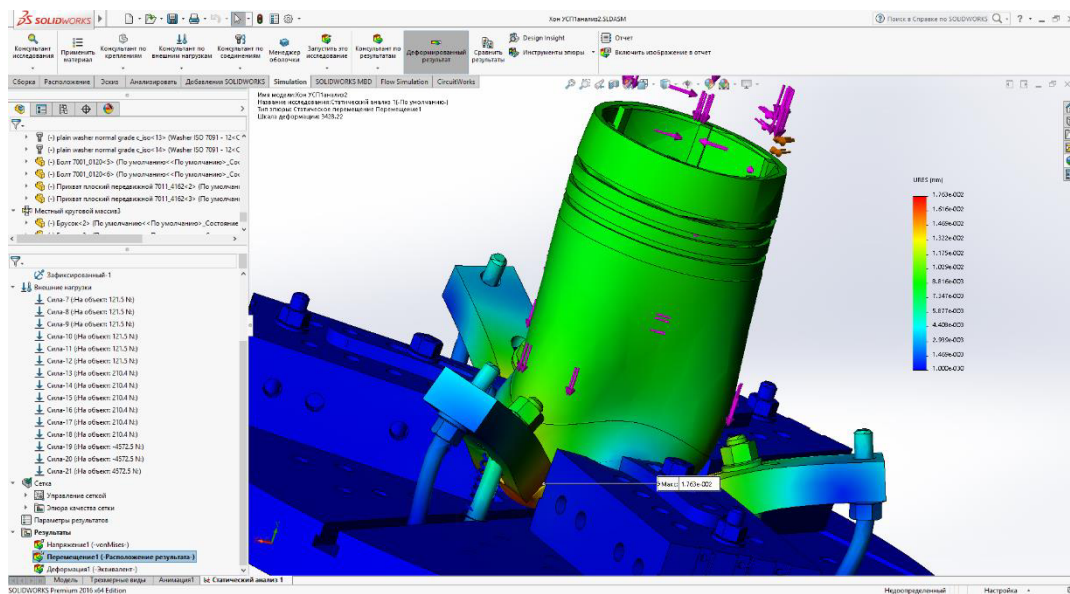


Рисунок 7. Розподілення лінійних переміщень елементів пристосування.

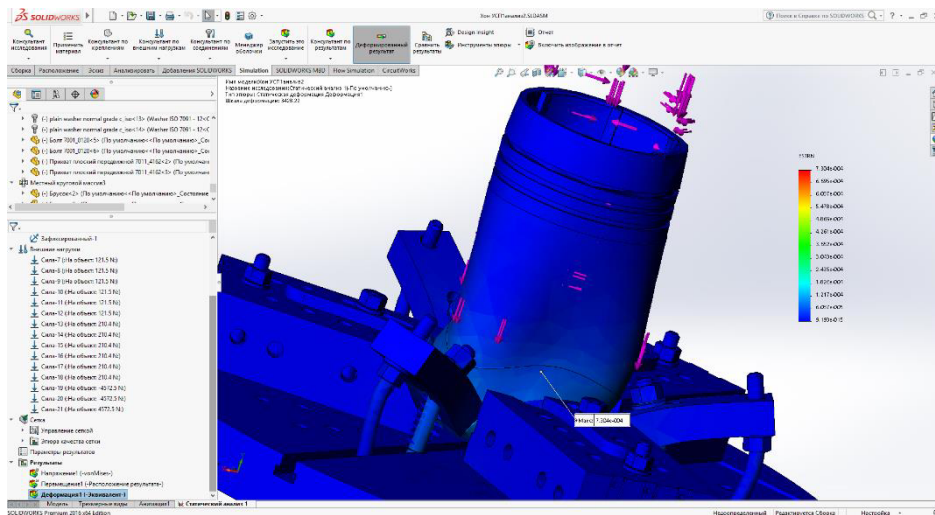


Рисунок 8. Відносні деформації елементів пристосування.

Висновок

Проведений аналіз показує, що максимальні переміщення спостерігаються в точках контакту гільзи та прихватів і становлять 0,017 мм (або 17 мкм), напрямлення переміщень вниз, паралельно оброблюваній поверхні. В той же час допуск на обробку становить 63 мкм. Таким чином,

спроектоване пристосування має достатню жорсткість для виконання хонінгувальної операції. В той же час можна рекомендувати ввести в конструкцію пристосування додаткове підкладне кільце під гільзу, що зменшить величини деформації та підвищить жорсткість конструкції.

Список використаної літератури:

1. Маталин А.А. Технология машиностроения: 4-е издание - Л.: Лань. 2016. - 512 с.
2. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. Минск, 1986.-240 с.
3. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.
4. Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под общ. Ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 2004.-784 с.
5. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.
6. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков: Расчеты и конструкции. - 3-е изд., стереот. - М.: Машиностроение, 1966.
7. Кремень З. И. Хонингование и суперфиниширование деталей. [Текст]: 3-е изд., перераб. и доп. / З. И.Кремень, И. Х. Стратиевский – СПб.: Машиностроение, 1988. – 137 с.

Dumanchuk M. Y.

The use of computer modeling in the design of USP for honing the engine liner

The article presents the results of modeling the process of honing cylinder liners. The rigidity of a universal assembly device for honing has been investigated. The stress-strain state of the elements of the fixture and the workpiece is determined. The influence of workpiece deformations on machining accuracy has been established.

Key words: honing, modeling, deformation, stress, devices, cutting modes.

Дата надходження до редакції: 25.04.2019