

**ЗАСТОСУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ
НА МІЦНІСТЬ ДЕТАЛЕЙ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТОСУВАНЬ**

В роботі представлені комп'ютерні програми, які дозволяють розраховувати величину напруження у небезпечному перерізі деталі верстатного пристосування при її розтягу (стиску) або згині. Розроблені програми мають зручний інтерфейс, а також містять довідникові дані про вид навантаження, матеріал та форму поперечного перерізу досліджуваної деталі. Результати розрахунків можна використовувати під час проектування нових верстатних пристосувань або удосконалення існуючих конструкцій.

Ключові слова: напруження, розтяг, згин, верстатне пристосування, комп'ютерна програма.

O.V. PETROV, V.A. PODOLYAK, S.O. GUNDERCHUK
Vinnytsia National Technical University, Ukraine

**THE USE OF APPLICATION SOFTWARE FOR STRENGTH
CALCULATIONS OF MACHINE-TOOL ACCESSORIES**

Abstract – in this work the authors developed a computer program to calculate the strength of parts clamping devices, machine tool adaptations in their tensile (compression) or bending. Presented programs are user friendly interface data entry, taking into account the size and type of load, material and shape of the cross-sectional details that can count the value of tension in a dangerous section of the study details a clamping device machine tool accessories. The program also incorporated a lot of reference values permissible tensile stress (compression) and bending for all possible calculations by comparing calculated values of voltage allows to determine the ability of components to withstand specified loading conditions in a dangerous section. Obtained using the developed programs strength calculation results can be used in actual production during the design of new machine tool clamping devices and adaptations to improve existing designs, as well as study preparation design engineers.

Keywords: stress, stretch, bend, machine tool accessories, computer software.

Вступ

Технологічні операції механічної обробки у машинобудівному виробництві виконуються з використанням різноманітного технологічного оснащення. Одним із основних різновидів технологічного оснащення є верстатні пристосування, які використовуються для установаження та закріплення заготовок під час дії них різальних інструментів [1-2].

Верстатні пристосування мають широку різноманітність та класифікацію, що залежать від типу виробництва, цільового призначення та інших ознак. При одиничному та дрібносерійному виробництвах деталей нескладної форми використовують в основному універсальні типи верстатних пристосувань, що характеризуються простотою конструкції та застосуванням стандартизованих елементів. При масовому та середньосерійному виробництвах деталей середньої та складної форм використовуються спеціальні типи верстатних пристосувань, що характеризуються складністю конструкції, зумовлену адаптацією їх до форми оброблюваної заготовки. Проектування спеціальних верстатних пристосувань займає великий обсяг роботи, особливо розрахункової. Час такої роботи можна значно зменшити за допомогою використання комп'ютерних технологій, які допомагають не тільки виконувати комп'ютерне креслення і тривимірне моделювання об'єктів проектування, а також дозволяють виконувати різноманітні розрахунки силових та конструктивних параметрів, міцності деталей та інші [3].

Міцність деталей конструкції – одна із основних вимог, що висуваються до верстатного пристосування. Під міцністю розуміють здатність деталей і їх матеріалу чинити опір руйнуванню під дією внутрішніх напружень, що виникають від зовнішніх сил. Це дозволяє деталям і пристосуванню в цілому виконувати своє призначення, не руйнуючись протягом заданого періоду часу. Розрахунок деталей пристосування на міцність слід проводити в тому випадку, якщо на пристосування діють достатньо великі сили, що здатні призвести до руйнування його деталей, як в процесі обробки, так і при закріпленні заготовки [4].

Постановка задачі

Існують різні методики розрахунків деталей пристосувань на міцність, серед них найбільш поширена методика, заснована на розрахунку за номінальними допустимим напруженнями. Ця методика є достатньо простою, але характеризується меншою точністю, ніж інші методики. Її суть полягає в перевірці того, чи не перевищують внутрішні напруження в деталі допустимі для даного матеріалу значень при різних видах навантаження, тобто перевіряється виконання умов:

$$\sigma_{Pmax} \leq [\sigma_P], \sigma_{3Гmax} \leq [\sigma_{3Г}],$$

де σ_{Pmax} та $\sigma_{3Гmax}$ – максимальні розрахункові напруження, що діють в даному перерізі деталі (як правило, в найнебезпечнішому) при його розтягу (стиску) або згині відповідно, МПа;

$[\sigma_P]$, $[\sigma_{3Г}]$ – допустимі напруження розтягу (стиску) та згину відповідно, МПа.

Значення допустимих напружень $[\sigma_P]$ та $[\sigma_{3Г}]$ наведені у довідниках і залежать від типу та марки

матеріалу деталі, а також від її форми поперечного перерізу та виду навантаження. У таблиці 1 наведені залежності для визначення максимальних напружень розтягу (стиску) або згині деталей різних форм перерізів.

Таблиця 1

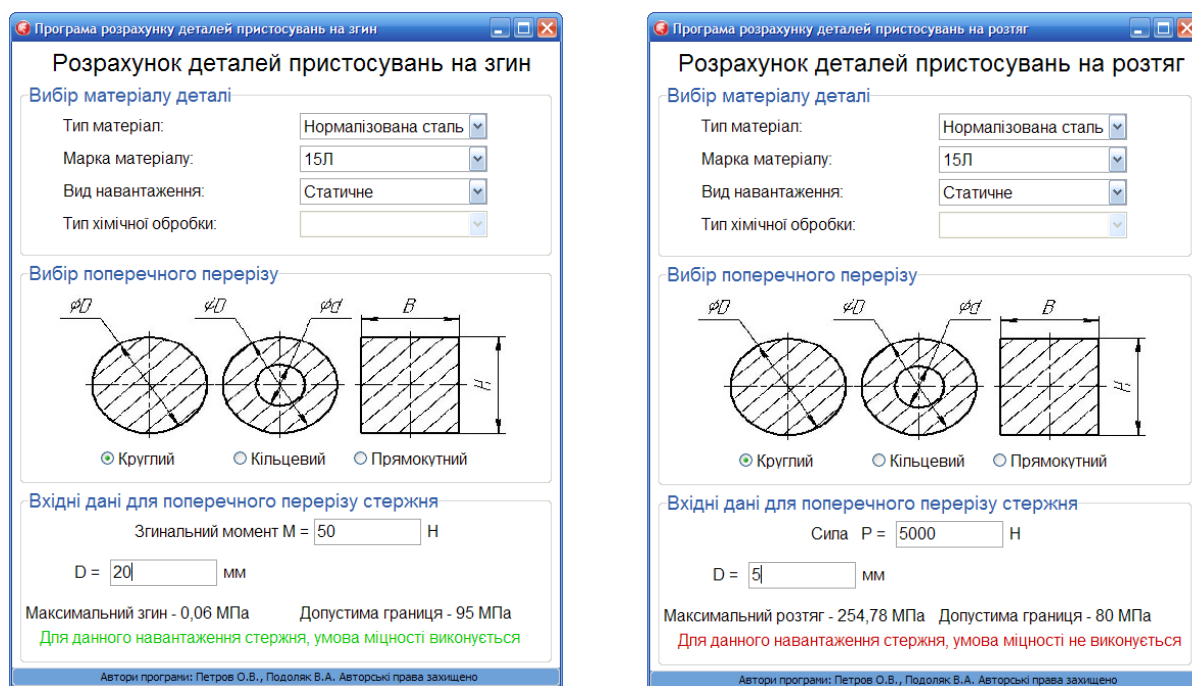
Залежності для розрахунків на міцність

Види деталей та навантаження	Розрахункові формули	Деталі пристосування
Розтяг (стиск) стержня круглого перерізу діаметром d	$\sigma_{P \max} = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2}$	Гвинти, болти, шпильки, штоки, тяги, опори
Розтяг (стиск) прямокутного стержня з розмірами перерізу $B \times H$	$\sigma_{P \max} = \frac{P}{B \cdot H}$	Штовхачі, ланки затискних механізмів
Розтяг (стиск) стержня кільцевого перерізу із зовнішнім діаметром D і внутрішнім d	$\sigma_{P \max} = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot (D^2 - d^2)}$	Штоки, тяги, опори
Згин стержня круглого перерізу діаметром d	$\sigma_{3G \max} = \frac{32 \cdot M_{3G}}{\pi \cdot d^3}$	Вали, важелі, прихвати, рукоятки
Згин прямокутного стержня з розмірами перерізу $B \times H$	$\sigma_{3G \max} = \frac{6 \cdot M_{3G}}{B \cdot H^2}$	Важелі, прихвати, рейки
Згин стержня кільцевого перерізу із зовнішнім діаметром D і внутрішнім d	$\sigma_{3G \max} = \frac{32 \cdot M_{3G}}{\pi \cdot d^3 \cdot \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right)}$	Тяги, опори, оправки, рукоятки

Виконання розрахунків аналітичних залежностей наведених у таблиці 1 навіть за допомогою обчислювальної техніки займає багато часу. А якщо ще взяти до уваги необхідність порівняння отриманих результатів зі значеннями з довідникової літератури, то очевидно є актуальність задачі автоматизації виконання розрахунків та подальшого ухвалення рішення щодо достатньої міцності деталі верстатного пристосування на основі порівняння результатів розрахунку і довідникових значень.

Викладення основного матеріалу

На кафедрі технологій та автоматизації (ТАМ) Вінницького національного технічного університету (ВНТУ) розроблено програми для розрахунку згин та розтяг (стиск) деталей. Програми призначені для розрахунку максимального напруження на згин або розтяг (стиск) деталей верстатного пристосування та порівняння отриманого результату з допустимою границею напруження на згин або розтяг (стиск), що відповідає довідниковим даним. Інтерфейс програм представлено на рисунку 1.



а) б)
Рис. 1. Інтерфейси програм для розрахунку на згин (а) та розтяг (б)

Для розрахунку вибирається один із трьох варіантів форми поперечного перерізу заданої деталі:

круглий (діаметром D), кільцевий (зовнішнім діаметром D та внутрішнім діаметром d) та призматичний (висотою H та шириною B). Далі вибирається матеріал деталі, який на вибір може бути: нормалізована сталь, конструкційна сталь або сірий чавун. Для кожного виду матеріалу вибирається відповідна марка. Наприклад для нормалізованої сталі можна вибрати марки 15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л та 55Л (ГОСТ 977-75). Для конструкційної сталі можна вибрати марки: 15, 35, 45 (ГОСТ 1050-88), 20Х, 40Х, 12ХН3А (ГОСТ 4543-71). Також для конструкційної сталі можна обрати вид хімічної обробки – нормалізація чи цементация. Для сірого чавуну можна вибрати марки: СЧ10, СЧ15, СЧ18, СЧ20, СЧ25, СЧ30 та СЧ35 (ГОСТ 1412-85). Далі вибирається вид навантаження на деталь, яке в залежності від заданих умов експлуатації верстаного пристосування може бути статичним, змінним та симетричним.

Після вибору форми поперечного перерізу з числовими параметрами, типу та марки матеріалу, а також виду навантаження деталі, слід внести величину діючих зусиль – згинального моменту або сили розтягу (стиску). Після введення даних, результати розрахунку з'являються одразу та записуються як «Максимальний згин» або «Максимальний розтяг». Поруч розташовується величина «Допустимої границі», що відповідає табличному значенню для заданих умов згину або розтягу (стиску). Якщо величина розрахованого максимального згину або розтягу (стиску) менша табличної величини допустимої границі, то з'являється повідомлення буквами зеленого кольору «Для даного навантаження стержня умова міцності виконується»

(рис. 1, б), в іншому випадку з'являється повідомлення буквами червоного кольору «Для даного навантаження стержня умова міцності не виконується» (рис. 1, а).

Значною перевагою розроблених програм є концентрація великої кількості довідникових даних, що передбачає виконання розрахунків на згин або розтяг (стиск) з використанням понад 400 варіантів характеристик деталі та умов її експлуатації у затискному пристрої верстаного пристосування.

Висновки

Розроблено програми для розрахунків на міцність деталей верстатних пристосувань, що дозволяють визначати величину напруження у небезпечному перерізі при їх згині або розтягу (стиску). Отримане значення максимального згину або розтягу (стиску) програма автоматично порівнює із допустимою величиною, що дозволяє визначити здатність деталі заданої форми поперечного перерізу, матеріалу, марки, виду та величини навантаження задовольнити умови міцності, тобто ухвалити рішення про можливість застосування досліджуваної деталі у силовому механізмі закріплення.

Програми містять значну базу значень допустимих границь міцності для згину та розтягу (стиску), що дозволяє охопити більшість випадків застосування деталей різних форм і характеристик у конструкціях затискних пристроїв верстатних пристосувань.

Література

1. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. Т. 1 / редкол. : Вардашкин Б. Н. (председатель) [и др.]. – М. : Машиностроение, 1984. – 692 с.
2. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебное пособие для студентов вузов машиностроительных спец. / Горохов В. А. – Минск : Выш. школа, 1986. – 238 с.
3. Засоби автоматизації розрахунків параметрів затискних пристроїв для технологічних операцій механічної обробки / О. В. Петров, С. І. Сухоруков, М. В. Трофимчук, В. А. Подоляк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький, 2015. – № 6. – С. 29–33.
4. Станочные приспособления : справочник : в 2 т. Т. 2 / редкол. : Вардашкин Б. Н. (председатель) [и др.]. – М. : Машиностроение, 1984. – 656 с.
5. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 60662. Комп'ютерна програма «Розрахунок деталей пристосувань на згин» / О.В. Петров, В.А. Подоляк, Є.С. Гарбуз. – Зареєстр. 16.07.2015.
6. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 60663. Комп'ютерна програма «Розрахунок деталей пристосувань на розтяг» / О.В. Петров, В.А. Подоляк, Є.С. Гарбуз. – Зареєстр. 16.07.2015.

Рецензія/Peer review : 5.1.2017 р. Надрукована/Printed : 18.4.2017 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Іскович-Лотоцький Р.Д.