

УДК 621.9/178:669.17

Лубянський О. – ст. гр. МВм – 51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ СІЧЕННЯ ТРУБНОГО ПРОФІЛЮ ПРИ КОСОМУ РІЗІ

Науковий керівник: доц., к.т.н. Шанайда В.В.

Lubianskyi O.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING THE SECTIONAL AREA OF A PIPE PROFILE WITH AN OBLIQUE CUT

Supervisor: Ph.D., Associate Professor Shanaida V.

Ключові слова: моделювання, методи аналізу, комп'ютерний аналіз, металообробка
Keywords: modelling, methods of analysis, computer analysis, metalworking

Процеси механічної обробки нерозривно пов'язані з енергетичними затратами. У більшості випадків, при аналізі процесу різання ми розглядаємо усталені (призначені) параметри глибини різання та подачі різального інструменту, а також об'єм матеріалу, який видаляють за одиницю часу. Процес відрізання деталей (заготовок) на пиловідрізнних верстатах має дещо відмінні характеристики, оскільки у вертикальній площині пила входить під кутом до оброблюваної деталі, а виходить з деталі практично паралельно до поверхні, яка виступає в ролі установчої бази.

Окрім того, при реалізації процесу різання під кутом меншим за 90° до поверхні, яка виступає за направляючу базу, об'єм зрізаного матеріалу буде зростати як за одиницю часу різання, так і при повній відрізці деталі чи заготовки.

У процесі дослідження параметрів поперечного січення $40 \times 40 \times 3$ профільної труби згідно стандарту ДСТУ 8940:2019 (Труби сталеві профільні (Технічні умови)) (див. рис. 1), що при зміні кута відрізання профілю шляхом зміщення відрізного профілю на 22 мм по одній із сторін, змінюються як геометричні параметри оброблюваного профілю, так і навантаження на привід головного руху верстату.

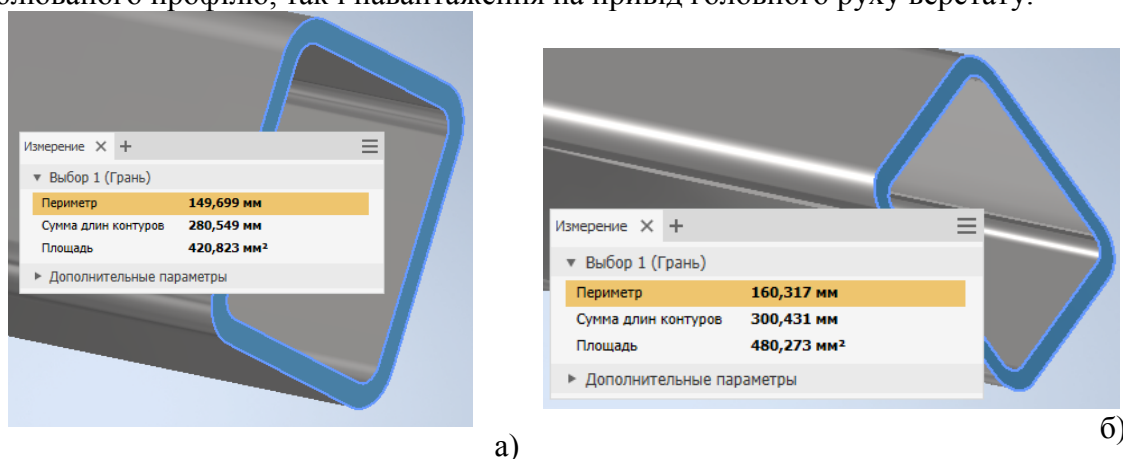


Рисунок 1. Параметри січень профільної труби: а – нормальний різ; б – косий різ.

Оскільки параметри поперечного січення при косому різі є змінними і залежать, власне, від величини зміщення по одній із сторін, то перший етап вивчення цього

процесу полягає у визначенні математичної залежності, яка би дозволила розраховувати ці параметри від величини зміщення. Провівши аналіз доступних інструментів для виконання такого аналізу [1], а також різні математичні моделі, які були реалізовані із застосуванням цієї інструментальної платформи [2, 3] ми реалізували алгоритм нелінійної регресії загального виду (див. рис. 2).

$$\begin{aligned}
 f_{pl}(zm, a, b, c, d) &:= a \cdot zm^b + c \cdot zm + d & \frac{d}{da} f_{pl}(zm, a, b, c, d) &\rightarrow zm^b \\
 \frac{d}{db} f_{pl}(zm, a, b, c, d) &\rightarrow a \cdot zm^{b-1} \cdot \ln(zm) & \frac{d}{dd} f_{pl}(zm, a, b, c, d) &\rightarrow 1 \\
 \frac{d}{dc} f_{pl}(zm, a, b, c, d) &\rightarrow zm & &
 \end{aligned}$$

$$FF(x, k) := \begin{pmatrix} k_1 \cdot x^{k_2} + k_3 \cdot x + k_4 \\ x^{k_2} \\ k_1 \cdot x^{k_2} \cdot \ln(x) \\ x \\ 1 \end{pmatrix} \quad s1 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{Kcoef} := \text{genfit}(vx, vy, s1, FF)$$

$$\text{Kcoef} = \begin{pmatrix} 0.65 \\ 1.584 \\ -1.24 \\ 420.873 \end{pmatrix}$$

а) б)

Рисунок 2. Реалізація не лінійної регресії загального виду:

а – вихідне рівняння і його частинні похідні; б – розв’язок системи рівнянь.

В такий спосіб ми встановили, що для профільної труби згідно стандарту ДСТУ 8940:2019 з січенням 40x40x3 величину площі поперечного перерізу в залежності від величини зміщення по одній із сторін можна описати рівнянням:

$$Pl(x) = 0.65 \cdot x^{1.584} - 1.24 \cdot x + 420.873.$$

Після розрахунку значень досліджуваного параметра за запропонованою залежністю було проведено порівняння площ зрізаного шару із фактичними показниками (див. табл.1)

Таблиця 1. Порівняльні дані площ поперечного перерізу при прямому і косому різках

Зміщення, мм	0	10	15	20	25	30	35	40
Площі:								
Фактичні, мм ²	420.823	433.774	449.439	470.494	496.255	526.029	559.176	595.134
Розрахункові, мм ²	420.873	433.404	449.664	470.825	496.322	525.767	558.869	595.4
Похибка, %	0.012	0.085	0.05	0.07	0.013	0.05	0.055	0.045

Слід зазначити що отримані результати також можна оцінити за середньо-квадратичним відхиленням, яке становить $E = 0,105 \text{ мм}^2$ і є найменшим серед показників, які були розраховані при реалізації інших алгоритмів.

Список посилань:

1. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках / В.В. Шанайда. – Тернопіль: вид-во ТДТУ, 2001. – 163 с.
2. Склярів Р. Використання багатофункціонального пакету MathCad при прогнозуванні параметрів металорізальних верстатів / Р. Склярів, В. Шанайда // Збірник тез доповідей XVI наукової конференції ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 5-6 грудня 2012 року — Т. : ТНТУ, 2012 — Том II: Матеріалознавство та машинобудування. — С. 69. — (Машинобудування).
3. Герасимчук Г. А. Розробка математичної моделі та дослідження складних профільних з'єднань у спеціальних пакетах комп'ютерного моделювання/ Г. А. Герасимчук, Р. А. Склярів, В. В. Шанайда // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, - 2013. Випуск №42. – С.75-80.