

- Плануємо створення ПМК з наступним функціоналом:
- отримати рейтинг студента який створений за допомогою чіткої та не чіткої логіки;
 - демонстрація залежності критеріїв оцінювання;
 - формування графіку моделі на базі параметрів рейтинга;
 - збереження рейтингу та його подальше редагування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Нечеткое нейросетевое моделирование для получения интерпретируемого набора классифицирующих правил / Н. А. Новоселова, И. Э. Том, О. В. Красько // Искусственный интеллект. – 2006. – № 2. – С. 211–214.*
2. *Ясницкий Л. Н. Искусственный интеллект. Элективный курс / Л. Н. Ясницкий. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 201 с.*
3. *Кораблев Ю. А. Интеллектуальные технологии в системах управления и диагностики : учебное пособие / Ю. А. Кораблев. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. – 112 с.*
4. *Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – Москва, 2013. – 384 с.*

МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНОГО СТАНУ РІЗАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ІНСТРУМЕНТУ

Нездоля М. О., Прихожа Д. В.
НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

Обробкою різанням досягається найвища точність і шорсткість оброблюваної поверхні тому подальший розвиток процесів механічної обробки є безсумнівно перспективним.

Застосування твердих сплавів для різального інструменту дозволило підвищитися швидкості різання і продуктивності процесу. Однак вплив силових і температурних навантажень на різальний інструмент призводить до «раптових» відмов через викришування та сколи в процесі різання, особливо при переривчастому різанні тощо [1].

Тому вивчення механізму руйнування, встановлення його закономірностей, створення інженерних методів розрахунку міцності різальної частини інструменту є актуальною проблемою.

Аналіз руйнування різальної частини інструменту показав, найбільш небезпечними є руйнування на ділянці, що лежить за межами контакту на передній поверхні на відстані від вершини 1,5...2,5 довжин контакту, так як там виникають значні напруження розтягу, особливо при переривчастому різанні. Такий вид крихких руйнувань викликає миттєву втрату працездатності і невіправні поломки інструмента, а іноді може призвести до браку оброблених деталей [2].

В основі оцінки напружень, що виникають в небезпечній зоні різальної частини лезового інструменту прийнятий метод розрахунків, запропонований в роботі [3].

Для розрахунку напружень, що виникають в різальному інструменті, застосували принцип Сен-Венана – заміни діюче розподілене навантаження на зосереджене навантаження, що прикладена до вершини клину [4].

Цей метод принципово відрізняється від розрахунку напружено-деформованого стану різальної частини інструменту в області, наближеної до вершини, коли неминучий розрахунок числовими методами [1].

У роботах А. І. Бетанелі обґрунтовано застосування принципу Сен-Венана – заміна реально діючих при різанні контактних навантажень на зосереджену силу (рівнодіюча сила різання P або її складові – P_z , P_x і P_y) прикладені до вершини клиноподібної балки [3].

Тому запропоновано перетворення формули Бетанелі А. І. у вигляді:

$$\sigma_1 = \frac{K_z P_z - K_y P_y}{br}, \quad (1)$$

де K_z, K_y – коефіцієнти; P_z, P_y – складові сили різання; b – ширина зрізу; r – відстань від вершини до розрахункової точки передньої поверхні.

Коефіцієнти K_z, K_y визначаються за формулами:

$$K_z = 2 \left[\frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\beta - \sin \beta} \cos \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) - \frac{\cos \frac{\beta}{2}}{\beta + \sin \beta} \sin \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) \right], K_y = 2 \left[\frac{\sin \frac{\beta}{2}}{\beta - \sin \beta} \sin \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) - \frac{\cos \frac{\beta}{2}}{\beta + \sin \beta} \cos \left(\frac{\beta}{2} + \gamma \right) \right], \quad (2)$$

де β – кут загострення; γ – передній кут.

Як видно, коефіцієнти K_z і K_y постійні при заданій геометрії клина.

Наявність коефіцієнтів суттєво спрощує розрахунки напружень в небезпечній зоні за формулою 1, при відомих величинах складових сил різання P_z і P_y . підставити величину горизонтальної складової сили різання – $P_{xy} = \sqrt{P_x^2 + P_y^2}$.

Прирівнявши чисельник перетвореної формули Бетанелі А. І. до нуля, отримуємо умову, при якій на передній поверхні різального клина виникають «нульові» напруження, тобто нейтральна лінія збігається з передньою поверхнею:

$$K_z P_z - K_y P_y = 0 \text{ чи } K_z P_z = K_y P_y, \text{ звідки } P_y/P_x = K_z/K_y \quad (3)$$

Ця умова виконується по всій передній поверхні за межами контактної зони і не залежить від величин складових сили різання, а залежить тільки від їх співвідношення [5].

Позначивши відношення $\varepsilon_{\text{факт}} = P_y/P_z$; $\varepsilon_0 = K_z/K_y$, отримаємо наступні умови: якщо $\varepsilon_{\text{факт}}$ менше ε_0 , то в різальному клині існують зони як розтягуючих, так і стискаючих напружень, розділених нейтральною лінією; якщо $\varepsilon_{\text{факт}}$ дорівнює ε_0 , то нейтральна лінія збігається з передньою поверхнею, в іншій частині клину – стискаючі напруження; якщо $\varepsilon_{\text{факт}}$ більше ε_0 , то в різальному клині виникають тільки стискаючі напруження.

ВИСНОВКИ

Для підвищення міцності тврдосплавного різального інструменту при переривчастому різанні рекомендуються методи округленорізальної

крайки або виконання фаски під негативним передньому кутом, що змінює напрямок вектора сили різання і сприяє зниженню рівня напружень, що розтягують в «небезпечній зоні» передньої поверхні інструменту.

Такі інженерні методи розрахунку напружень в різальному клині дозволяють визначати найбільш раціональні геометричні параметри інструменту, виходячи з умов максимальної міцності його різальної частини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Физические основы процесса резания.* / В. А. Остафьев, В. С. Антонюк, С. П. Выслоух [и др.] ; под. общ. ред. В. А. Остафьева. – Киев : изд. «Вища школа», 1976. – 136 с.
2. *Ильченко Н. Я. Об особенностях напряжённого состояния режущей части инструмента при прерывистом резании* / Н. Я. Ильченко, В. Е. Ковтуненко, Л. А. Петрусенко // *Резание и инструмент.* – Харьков, 1979. – № 22 – С. 72–77.
3. *Бетанели А. И. Прочность и надежность режущего инструмента : научное издание* / А. И. Бетанели. – Тбилиси : Сабчота Сакартвело, 1973. – 304 с.
4. *Петрусенко Л. А. Расчёт напряжений, возникающих в опасной зоне лезвийной части режущего инструмента* / Л. А. Петрусенко, В. С. Антонюк // *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» : Машинобудування.* – К. : НТУУ «КПІ», 2016. – Вып. 77. – С. 147–156.
5. *Петрусенко Л. А. Расчётный метод определения геометрических параметров твердосплавного режущего инструмента* / Л. А. Петрусенко, В. С. Антонюк // *Вісник НТУ «ХПІ». Серія Технології в машинобудування.* – Харків : НТУ «ХПІ». – 2017. – № 17(1239). – С. 54–59.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЙ МЕТОДОМ РЕШЕТОЧНЫХ УРАВНЕНИЙ БОЛЬЦМАНА

Остапенко А. А.
ГВУЗ «ЛГТУ»

Методы моделирования течения жидкости можно условно разделить на два класса: сеточные и бессеточные. Среди сеточных конечно – разностных методов широко применяются: метод конечных разностей (FDM) [1], метод конечных элементов (FEM) [2] и метод конечных объемов (FVM) [3]. Примерами бессеточных методов являются, например, метод дискретных вихрей [4], метод диффузионных скоростей [5] и гидродинамика сглаженных частиц (SPH) [6]. И те и другие методы доказали свою эффективность во многих задачах гидродинамики, но осталось еще много сложностей, связанных с получением численного решения уравнений Навье-Стокса при значительных числах Рейнольдса [7, 8].

Не так давно возник новый класс методов вычислительной гидродинамики, сочетающий в себе достоинства эйлерова (сеточные методы) и лагранжева (бессеточные методы) представления сплошной среды [9]. В данной работе мы рассмотрим гибридный метод, основанный на кинетической теории газов – метод решеточных уравнений Больцмана (LBM) [10], который моделирует поток жидкости дискретным кинетическим