

© Маршуба В.П., Дігтяр А.О.

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПАКЕТУВАННЯ СТРУЖКИ ПРИ ГЛИБОКОМУ СВЕРДЛІННІ

1. Постановка проблеми

Процес перетворення безперервного потоку стружки та фрагментів наростів в щільнозапаковані пакети в стружкових канавках різального інструменту під впливом фізичних явищ в зоні обробки при глибокому свердлінні констатується багатьма дослідниками процесу різання. Зокрема, для розв'язання цієї проблеми пропонувалося багато методів і кінематичних схем обробки, форм заточування різального інструменту, основні з яких наведено нижче.

Методи, що спрямовані на усунення пакетування: послідовне свердління інструментом різного діаметра, ділення товщини та ширини зрізу, одно- і багатостороннє різання, управління процесом різання за жорстким циклом, вібраційне й адаптивне керування.

Кінематичні схеми: заготовка обертається, а різальний інструмент рухається зворотно-поступально; заготовка обертається, а різальний інструмент здійснює одночасно зворотно-поступальний і обертальний рух ; заготовка нерухома, а різальний інструмент здійснює одночасно зворотно-поступальний і обертальний рухи; заготовка обертається, а різальний інструмент здійснює осцилюючий поступальний рух; заготовка нерухома, а різальний інструмент здійснює одночасно осцилюючий поступальний і обертальний рух.

Форми заточування різального інструменту: наявність на передній і задній поверхні інструменту елементів для подрібнення безперервного потоку стружки на окремі частини; заточування головної різальної кромки

під різними кутами в плані, або радіусна, наявність на одному зубці інструменту декількох ГРК тощо.

Станом на сьогодні науковці, що досліджують процеси різання, не проводили детального опису цього явища. Мали місце лише випадки неодноразової констатації цього факту, пропонувалося розв'язання проблеми пакетування стружки лише для якогось окремого виду механічної обробки, або груп матеріалів. На цьому процес дослідження зупинявся. Отже, закономірності впливу фізичних явищ на процес пакетування досліджені не повністю, в технічній літературі відомості про них уривчасті та не враховують всю повноту питань, пов'язаних з фізичним явищем "пакетування" стружки в стружкових канавках різального інструменту при глибокому свердлінні різних матеріалів. Для більш детального дослідження процесу пакетування стружки та фрагментів наросту необхідно створити фізичну модель цього явища. На сьогодні вже створена фізична модель утворення пакетів стружки та фрагментів наросту в стружкових канавках різального інструменту при свердлінні ливарних алюмінієвих сплавів стандартними спіральними свердлами, запропонована доцентом Маршубою В.П.

Однак фізичної моделі процесу утворення пакетів стружки та фрагментів наросту при обробці різних матеріалів в контексті загальної теорії різання з урахуванням взаємодії всіх фізичних явищ досі не було створено. І це не зважаючи на те, що дане явище досліджувалося багатьма вченими протягом тривалого часу, на різних матеріалах і при різних умовах проведення експериментів.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Перші дослідження закономірностей пакетування стружки в процесі різання матеріалів були проведені професором Н.І. Резніковим. Ним було встановлено, що при обробці отворів утворюються пакети стружки в стружкових канавках свердел (без визначення фізики процесу).

В останніх виданнях з цієї теми, зокрема в роботі А.К. Сінельщикова, Г.В. Філіппова [2] наведені уривчасті дані про фізичну природу процесу утворення пакетів стружки в стружкових канавках свердел малого діаметру, висунуто гіпотезу про вплив температури на цей процес. Однак в цій роботі процес утворення стружки не поєднувався в повній мірі з впливом інших фізичних явищ, що супроводжують процес тертя та теплоутворення, хоча і передбачався такий взаємозв'язок. Були приведені лише результати дослідження процесу пакетування стружки та фрагментів наросту при обробці отворів в сталі, а аналогічні процеси обробки отворів в інших матеріалах не розглядалися. Отже, при вивченні питання пакетування стружки та фрагментів наросту в стружкових канавках різального інструменту необхідно розглянути вплив теплоти на це фізичне явище.

Дослідженнями питання виникнення джерел тепла та розподілу потоків і стоків теплоти при різанні матеріалів займалися такі вчені, як Я.Г. Усачов, Н.І. Резніков, А.М. Данієлян та ін.

У останніх виданнях, присвячених теплофізиці процесу обробки металів різанням відбулося розділення питання дослідження. Зокрема, робота Резнікова А.Н., Резнікова Л.А.[3] присвячена загальній теплофізиці процесів різання, а в роботі Юдковського П.А. та ін.[4] в першу чергу досліджується процес теплоутворення при неглибокому свердлінні.

Отже, при визначенні закономірностей утворення пакетів стружки та фрагментів наросту в стружкових канавках різального інструменту необхідно розглянути питання, які враховують взаємозв'язок зазначених вище фізичних явищ, зокрема: вплив теплоти та сили тертя.

Недоліки досліджень, що вказані вище, пов'язані не з рівнем компетентності згаданих науковців, а з тим, що ці проблеми знаходяться на межі розглянутих питань.

3. Мета дослідження

Розробити комплексний метод визначення фізичних закономірностей процесу утворення пакетів стружки та фрагментів наросту в зоні обробки при глибокому свердлінні в залежності від взаємодії фізичних явищ між собою (фізичну модель). Взнявши за основу розроблений комплексний метод та існуючі закономірності взаємодії фізичних явищ між собою, можна створити загальну математичну модель процесу різання при обробці глибоких отворів.

4. Викладення основного матеріалу

Як відомо, процес різання, особливо при глибокому свердлінні, є багатопараметричним — на нього впливає багато змінних і постійних факторів. До цих факторів належать наступні: фізичні та хімічні властивості інструментального та оброблюваного матеріалів (твердість, в'язкість, теплопровідність, швидкість протікання хімічних реакцій, адгезійна активність тощо); режими різання; умови термодинаміки тощо. Окрім того, багатопараметричність процесу різання пов'язана з неповністю визначеними закономірностями впливу фізичних явищ, які в цей час виникають, друг на друга. Необхідності у визначенні нових закономірностей взаємного впливу фізичних явищ процесу різання в цей час немає, але зв'язати визначені раніше в одне ціле потрібно.

Отже, на підставі існуючих уявлень про процес різання та пакетування стружки в стружкових канавках свердл можна приступити до створення фізичної моделі цього процесу.

Фізична модель процесу утворення, транспортування та пакетування стружки встановлює взаємозв'язок між фізичними явищами, що виникають і протікають в процесі свердління різних матеріалів.

При зрізанні та деформації шару матеріалу в зоні різання діють наступні фізичні явища: формування контактних поверхонь, деформація, теплоутворення, стружкоутворення, знос різального інструменту, утворення поверхні тощо. Вони призводять до появи безперервного потоку стружки,

розігріву зони різання та передачі визначеної кількості теплоти в зону обробки.

Теплота в цій зоні з'являється внаслідок зрізу та деформації матеріалу, тертя між інструментальним матеріалом і матеріалом заготовки тощо. Наявність теплоти в зоні різання ініціює появу адгезії, дія котрої пов'язана з підвищеною температурою та наявністю ювенільних поверхонь на інструменті та матеріалі заготовки. Цей процес йде по наростаючій, передача теплоти в стружку, заготовку та інструмент є тривалою та залежить від тривалості контакту між ними, зона різання розігрівається до високих температур (від 400 до 1100°, в залежності від марки інструментального матеріалу та швидкості різання). Відведення теплоти за допомогою ЗОТС з зони різання нестабільне через те, що при температурі більш ніж 100° вона випаровується, перетворюючись на пароповітряну суміш. Це знижує ефективність відведення теплоти з зони різання, тому відбувається передача визначеної кількості теплоти в зону обробки (цей процес теж протікає по наростаючій).

Значить, передача в зону обробки визначеної кількості теплоти зі стружкою призводить до вторинного перерозподілу потоків і стоків теплоти зі стружки в інструмент і заготовку. Крім цього, зона обробки отримує додаткове тепло від дії сили тертя між стружкою, інструментом і заготовкою. Отже, зі зростанням кількості теплоти в цій зоні виникає адгезійна складова сили тертя, яка в сукупності з механічною складовою призводить до гальмування безперервного потоку стружки в стружкових канавках різального інструменту.

Висновки:

1. Створення фізичної моделі закономірностей процесу утворення пакетів стружки та фрагментів наросту в стружкових канавках не протирічить існуючим уявленням про процес різання.

2. Фізична модель найбільш повно відображає закономірності взаємозв'язку між фізичними явищами, що виникають в процесі різання матеріалів.

3. Наочність фізичної моделі сприяє точнішому опису процесу утворення елемента стружки з точки зору математичної моделі.

Список використаних джерел

1. Маршуба В. П. Физическая модель процесса образования, транспортирования и пакетирования стружки при глубоком безвыходном сверлении алюминия / В. П. Маршуба, В. И. Дрожжин // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. научн.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ин-т. – Х., 2001. – Вып. 59. – С. 65–69.
2. Синельщиков А. К. Повышение эффективности обработки спиральными сверлами / А. К. Синельщиков, Г. В. Филиппов // Станки и инструмент. – 1974. – № 3. – С. 35–37.
3. Грановский Г. И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В. Г. Грановский. – М. : Высш. шк., 1985. – 304 с.
4. Юдковский П. А. Повышение качества спиральных сверл / П. А. Юдковский, И. К. Крючков, А. П. Шевель. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1970. – 110 с.
5. Шпеньков Г. П. Физикохимия трения / Г. П. Шпеньков. – Минск: Университетское, 1991. – 397 с.

Маршуба В.П., Дигтярь А.А. "Физическое моделирование процесса пакетирования стружки при глубоком сверлении".

Предложена физическая модель процесса образования пакетов стружки и фрагментов наростов при обработке различных материалов в зависимости от влияния физических явлений в зоне резания и зоне обработки.

Маршуба В.П., Дігтяр А.О. "Фізичне моделювання процесу пакетування стружки при глибокому свердлінні".

В статті запропонована фізична модель процесу утворення пакетів стружки та фрагментів наросту при обробці різних матеріалів в залежності від впливу фізичних явищ в зоні різання та зоні обробки.

Marshuba V.P., Dihtyar A.O. "The physical model of process of chip scrap packages by deep drilling".

In article the physical model for process of formation of chip scrap packages and fragments of chip buildup by cutting of different materials in dependence on influencing of the physical phenomena in the cutting area and tool zone was offered.