

УДК 621.919.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАРОСТОУТВОРЕННЯ НА РІЗАЛЬНІЙ ПОВЕРХНІ ПРИ ВІЛЬНОМУ ОРТОГОНАЛЬНОМУ РІЗАННІ

**Паладійчук Ю.Б., к.т.н., доц.**

*(Вінницький національний аграрний університет)*

Поява нових конструкційних, складнооброблювальних матеріалів ставить нові завдання про вирішення практичних задач механічної обробки їх.

На процес різання суттєво впливає холодне деформаційне зміцнення матеріалу деталі різноманітними методами, яке передує механічній обробці.

Різання з попереднім пластичним деформуванням забезпечує покращення умов стружкоутворення шляхом раціональної зміни фізико-механічних властивостей матеріалу зрізаючого шару внаслідок його зміцнення до процесу зрізання.

При механічній обробці пластичних матеріалів відокремленню матеріалу зрізуваного шару від заготовки передує його пластичне деформування, коли основна доля роботи різання витрачається на пластичне деформування знімаючого металу [1].

Сутність різання з попереднім пластичним деформуванням матеріалу зрізуваного шару складається в суміщенні двох процесів – випереджаючого пластичного деформування (дорнування) і безпосередньо процес різання (різець, протяжка). Попереднє пластичне деформування може проводитись по поверхні різання або по оброблювальній поверхні. Різання з попереднім пластичним деформуванням разом із значним підвищенням стійкості різального інструменту дозволяє покращити експлуатаційні характеристики оброблювальних деталей. В цьому випадку поверхневий шар оброблювальної деталі набуває підвищеної твердості, в ньому виникають залишкові стискуючі напруження. Підвищення стійкості і покращення шорсткості поверхні – отримують при протягуванні, коли перед різальними зубами встановлені вигладжуючі елементи, які проводять попереднє пластичне деформування по оброблювальній поверхні.

Процес різання супроводжується тертям оброблювального матеріалу в передню і задню поверхні різальної частини інструменту, що приводить до виникнення наросту.

Тіло наросту має стабільні форми і об'єм, зазнає дії лише пружних деформацій і фактично є додатковим різальним клином із власними геометричними параметрами, які значно відрізняються від геометричних параметрів інструменту, отриманих при заточуванні. Наріст генерується системою “інструмент-деталь” при адаптуванні останньої до заданих умов різання. З позиції нашого дослідження наріст слід розглядати як явище, яке суттєво змінює напружено-деформований стан зони стружкоутворення і, як результат, впливає на усадку (товщину) стружки, силу різання, діаметр валика стружки.

Перебіг процесу вільного ортогонального різання матеріалів відбувається

в умовах протидії факторів деформаційного зміцнення та товщини зрізу на інтенсивність наростоутворення, тому вплив наросту на компоненти напружено деформованого стану зони стружкоутворення є стабільним і постійним по всій стаціонарній частині шляху різання. Це підтверджується мікрофотографіями зони стружкоутворення, які подано на рис. 1 і 2. Процес різання сталі 35 у стані поставки (рис. 1) характеризується інтенсивним наростоутворенням. При цьому тіло наросту складається із сильно деформованих зерен фериту, за контуром яких можна прослідкувати напрямок течії деформації і визначити фактичний радіус округлення різального клина. Світлі ділянки траєкторії деформації зерен фериту розмежовуються більш темними ділянками деформованого перліту. Для випадку, що аналізується, наріст має наступні основні характеристики: радіус округлення  $\rho_n = 0,04$  мм; висоту  $h_n = 0,08$  мм; передній кут  $\gamma_n = 26^\circ$ ; довжину підшви  $C_n = 0,22$  мм при довжині пластичного контакту  $C_1 = 0,2$  мм. Отримані кількісні характеристики тіла наросту в подальшому були використані для оцінки контактних явищ на передній поверхні інструменту.

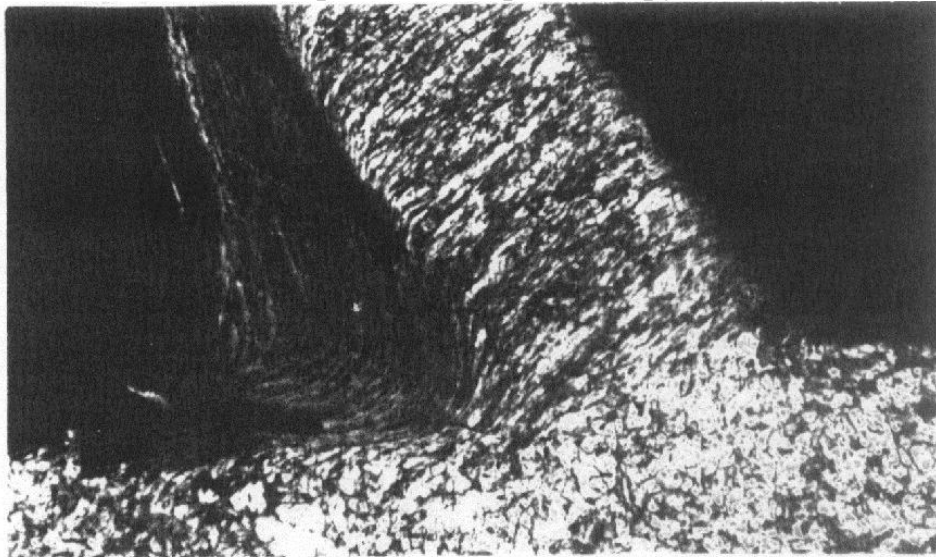


Рис. 1. Мікрофотографія зони стружкоутворення (X400) при вільному ортогональному різанні сталі 35 у стані поставки (HV=1600 МПа) при фактичній ширині зрізу  $a_f = 6,3$  мм ( $a = 0 \dots 12$  мм):  $V = 0,13$  м/с;  $S_z = 0,05$  мм; PI – сталь Р6М5,  $\gamma = 15^\circ$ ,  $\alpha = 20$ ,  $\lambda = 00$ ,  $\rho = 7$  мкм; середовище – сульфозфрезол-Р

Дослідження показали, що вплив деформаційного зміцнення за допомогою деформуючого протягування на процес стружкоутворення є суттєвим і полягає, в першу чергу, у зниженні інтенсивності наростоутворення. Це підтверджується поданою на рис. 2 мікрофотографією зони стружкоутворення, отриманою при вільному ортогональному різанні сталі 35 після деформаційного зміцнення. При різанні зміцненої сталі 35 наріст має такі характеристики:  $\rho_n = 0,03$  мм;  $h_n = 0,06$  мм;  $\gamma_n = 34^\circ$ ;  $C_n = 0,17$  мм;  $C_1 = 0,15$  мм.

Напружено-деформований стан зони стружкоутворення для групи оброблюваних матеріалів при різальному протягуванні в умовах змінного припуску характеризується невеликою різницею між максимальними та мінімальними значеннями дотичних напружень (в межах 15%...30%), кутами зсуву  $\Phi = 25^\circ \dots 35^\circ$  та коефіцієнтами усадки стружки по довжині і товщині  $\xi =$

2,2...3,2 при несуттєвому збільшенні її ширини (до 2%), причому сама зона звужується до розмірів, які дозволяють без суттєвих похибок апроксимувати її площиною.

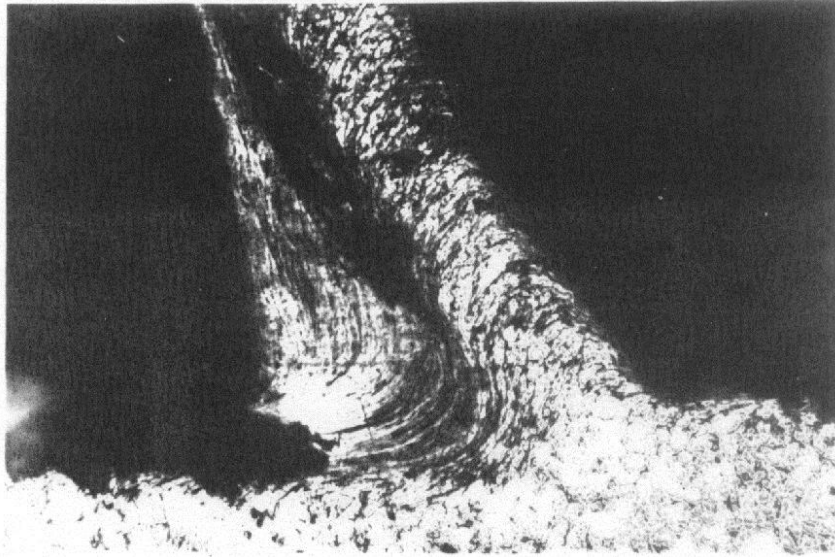


Рис. 2 Мікрофотографія зони стружкоутворення (X400) при вільному ортогональному різанні сталі 35 після ХПД (HV=2100 МПа) при фактичній ширині зрізу  $a_i = 6,7$  мм ( $a = 0 \dots 12$  мм):  $V = 0,13$  м/с;  $S_z = 0,05$  мм; РІ – сталь Р6М5,  $\gamma = 15^\circ$ ,  $\alpha = 20$ ,  $\lambda = 00$ ,  $\rho = 7$  мкм; середовище – сульфофрезол-Р

Вивчення контактних характеристик на передній поверхні інструмента показало наступне. У випадку різання досліджуваних сталей у стані поставки (рис. 1) загальна довжина контакту значно перевищує цю ж характеристику для зміцнених сталей (рис. 2). Це стосується також і довжини пластичного контакту. Так, для сталі 35 вказані характеристики при протягуванні з однаковими режимами для обох випадків відповідно рівні:  $C = 0,45$  мм і  $0,32$  мм;  $C_1 = 0,2$  мм і  $0,15$  мм. Закони розподілу дотичних напружень уздовж контакту стружки з передньою поверхнею подібні для зміцненої та не зміцненої сталі. На дільниці пластичного контакту їх величина постійна, оскільки визначається пластичністю оброблювального матеріалу.

На рис. 3 зображені контактні характеристики на передній поверхні інструменту при вільному ортогональному різанні сталі 35 в стані поставки і після деформаційного зміцнення. Дотичні напруження для сталі після деформаційного зміцнення вищі на цій дільниці. В умовах пружного контакту, де немає наросту, дотичні напруження поступово понижуються по усій довжині контакту аж до границі відриву стружки від передньої поверхні інструменту. Закон зміни коефіцієнта тертя уздовж контакту визначається сумісним впливом дотичних напружень і контактного тиску. Починаючи з дільниць, що безпосередньо межують з різальною крайкою інструмента, цей коефіцієнт збільшується і на границі пластичного та пружного контакту зростає в 2...2,5 рази. Далі досягнуті значення залишаються практично незмінними.

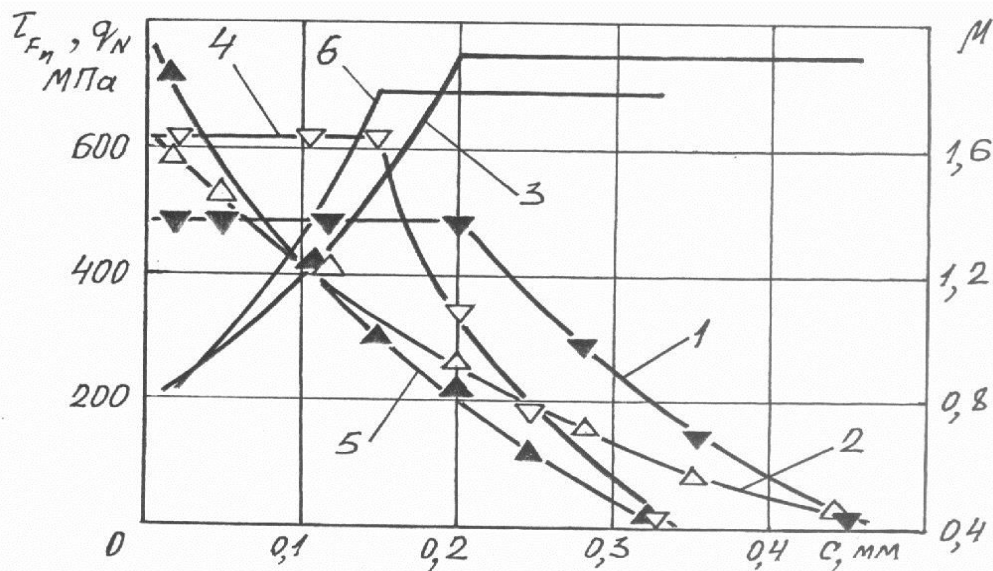


Рис. 3 Контактні характеристики на передній поверхні інструменту при вільному ортогональному різанні сталі 35 (1, 2, 3 - HV=1600 МПа; 4, 5, 6 - HV=2100 МПа):  $q_N$  – контактний тиск (2, 5);  $\tau_{Fn}$  – дотичні напруження (1, 4);  $\mu$  - коефіцієнт тертя (3,6);  $a_i = 6,3$  мм (1, 2, 3); 6,7 мм (4, 5, 6);  $V = 0,13$  м/с;  $S_z = 0,05$  мм; РІ – сталь Р6М5,  $\gamma = 15^\circ$ ,  $\alpha = 20$ ,  $\lambda = 00$ ,  $\rho = 7$  мкм

Важлива закономірність процесу стружкоутворення в умовах існування наросту полягає в тому, що в межах ділянки пластичного контакту дотичні напруження визначаються умовою пластичності, а не законом зовнішнього тертя, тобто інтенсивність дотичних напружень дорівнює межі текучості матеріалу деталі [2].

В той же час за межами тіла наросту, тобто на ділянці пружного контакту стружки з передньою поверхнею інструменту, дотичні напруження змінюються саме за законом зовнішнього тертя. Для контактного тиску справедливі закономірності отримані проф. Полетикою М.Ф.[3].

Висновок. Досліджено, що на процес вільного ортогонального різання після деформаційного зміцнення поверхні оброблювального матеріалу інструментом з плоскою передньою поверхнею впливають товщина зрізу, марка оброблювального матеріалу, а також ступінь деформаційного зміцнення.

### Список літератури:

1. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов. – М.: “Высшая школа”, 2004. – 590с.
2. Посвятенко Е.К. механика процесу різання пластичних металів після холодного деформаційного зміцнення // Резание и инструмент в технологических системах. – 1995 – 1996. – Вып. 50. –С. 149 – 154.
3. Полетика М.Ф. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента. – М.: Машиностроение, 2009. – 148 с.