

НАРОСТОУТВОРЕННЯ ПРИ ПРОТЯГУВАННІ ФЕРИТНИХ ЧАВУНІВ

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук
Чернявський О.В., кандидат технічних наук
Студенець С.Ф.

Стан питання, визначення мети та завдань дослідження.

Уже з початку минулого століття, коли основними інструментальними матеріалами були вуглецеві, леговані та, зрідка, швидкорізальні сталі, фахівці з обробки металевих матеріалів відкривають та вивчають наростоутворення. Майже вичерпне фізичне пояснення цьому явищу дав Я.Г. Усачов [1]. Геометричні параметри та його вплив на процес різання детально вивчав А.М. Розенберг і його учні [2, 3 та ін.]. Він же висунув а також перевіряв експериментально гіпотезу про те, що нарідст існує при відносно низьких температурах різання, які визначаються, головним чином, швидкістю різання. Отже, процесах обробки, коли з технологічних міркувань неможливо підвищити швидкість різання (протягування, стругання, довбання, різьбо- та зубонарізання) обов'язково існує нарідст. Функції цього явища, як це витикає із джерел літератури, – подвійні. По-перше, нарідст захищає найбільш уразливу частину різального інструменту – клин, від зношування та руйнування. По-друге, нарідст погіршує якість обробленої поверхні, зокрема, шорсткість останньої.

Слід відзначити, що майже всі дослідження в галузі наростоутворення стосувались обробки конструкційних пластичних сталей до гартування. Крихкі матеріали, зокрема чавуни, загартовані сталі, бронза, силуміни тощо вважались неперспективними щодо вивчення наросту. З іншого боку, не великі товщини зрізу, з точки зору більшості дослідників, не могли стати помітним джерелом наростоутворення.

Виходячи зі сказаного, автори сформулювали мету даного дослідження – знаходження найбільш ефективних шляхів управління наростом при надзвичайно продуктивному низькошвидкісному способі обробки матеріалів різанням – внутрішньому протягуванні матеріалів, зокрема сірих чавунів.

Перш за все, треба було відповісти на питання – чи можливе взагалі різання наростом при товщині зрізу порядку 0,01 – 0,03 мм. Думки відомих дослідників з цього питання різняться. До позитивної відповіді схиляється Д.К. Маргуліс у своїх працях, що стосуються протягування [4]. Інші автори відповідають на це питання негативно. Проте, оскільки проблема має виключно важливе значення для проектування напівчистої та чистої частини протяжки, нами були поставлені відповідні досліді.

По-друге, слід було дослідити процес наростоутворення при низькошвидкісній обробці сірих чавунів, оскільки у малочисельній літературі з цього питання немає аргументованих стверджень або спростувань. Так, у роботах В.П. Деледівки, присвячених протягуванню твердосплавними прошивками отворів у роторах (чавун СЧ 28, НВ 170–241) гідронасосів та гідродвигунів вугільних комбайнів, інформації про нарідст немає [5 та ін.]. З іншого боку, низька шорсткість поверхні отвору після обробки твердосплавною прошивкою (6–7 класів, тобто Ra 0,8–2,0 мкм) свідчить або про відсутність наросту або про незначну його роль. Навпаки у працях О.В. Чернявського та його учнів відзначається наявність та значимість наросту при протягуванні отворів у деталях із сірих чавунів [6–8 та ін.].

Важливість нашого дослідження визначається ще й тим, що сірі чавуни завдяки своїй винятковій рідкотекучості і декременту коливань широко використовуються як конструкційний матеріал у виробництві автомобілів, тракторів і сільськогосподарських машин.

Методика та результати дослідження.*

Основна частина досліджень була проведена за схемою ортогонального вільного різання інструментом із швидкорізальної сталі Р6М5, який заточувався і переточувався кубонітовими кругами з наступним поліруванням передньої та задньої поверхонь алмазною пастою АСМ 1/0. Досліджуваним матеріалом служив феритний сірий чавун середньої та підвищеної твердості СЧ15, НВ 163–229, $\sigma_b = 260$ МПа, С = 2,85%; Si = 2,2%; Mn = 0,5%. Форма графіту пластинчаста. У виробничих умовах

* У дослідження брали участь аспіранти П.М. Єрємін та Р.В. Будяк

цей чавун використовується для виготовлення крильчатки водяного насосу двигуна СМД-14 (завод «Гідросила», м. Кіровоград). В експериментах з моделювання різального протягування використовувався двохзубий інструмент зі стружковою канавкою традиційної форми. Зона стружкоутворення досліджувалась шляхом миттєвої зупинки процесу різання з наступними: мікроаналізом за допомогою оптичного мікроскопу, який було оснащено WEB-камерою EWEL(2,1 MPixels) та ПЕОМ; методу мікротвердості; мікрорентгеноспектрального аналізу за допомогою електронного мікроскопу “Самскан 4-DV”; графоаналітичної обробки ліній текстури на мікрошліфах. Контактні явища, сила різання, шорсткість поверхні, залишкові напруження в поверхневому шарі деталей вивчались із залученням відомих методик та приладів. Протягування здійснювалось на верстаті мод. 7A510 при швидкості різання 0,08 м/с без застосування МОР. У процесі досліджень контролювались розміри наросту та фаски зносу зубців по задній поверхні, шорсткість обробленої поверхні деталей, зміна мікротвердості, а також інтенсивність нагрівання інструменту при роботі.

Для визначення розмірів наросту і фаски зносу зубців використовувався інструментальний мікроскоп ДИП-3. Шорсткість замірялась за допомогою профілометра-профілографа “Talysurf-5”. Геометричні параметри інструменту та якість отриманої поверхні контролювали після обробки кожних 50 деталей. Мікротвердість поверхневого шару інструменту визначалась за допомогою приладу “Dataletty 150” фірми “Shimadzu” при навантаженні $5,1 \cdot 10^{-4}$ Н і мікроскопа “Neophot-21” (збільшення 630). Для заміру інтенсивності нагріву протяжок при виході із зони різання використовувався прилад ЕТП-М.

У дослідженні використані дві наші основні гіпотези. По-перше, оскільки обробки металевих матеріалів є процесом глибоких пластичних деформацій з переважанням простого зсуву, то протягування підпорядковується цьому закону. При чому завдяки властивим йому особливостям, у першу чергу, 100–300-кратним перевищенням ширини над товщиною зрізу і низькій швидкості різання ($v = 0,08 - 0,2$ м/с), протягування допустимо вважати ортогональним вільним низькошвидкісним процесом. По-друге, сірі чавуни феритного класу мають за основу ферит, тобто твердий розчин вуглецю в α -залізі, чим і пояснюється їх певна пластичність, а крихкість викликається пластинчастою будовою вільного графіту. Останнє створює дефектність структури. Таким чином, феритні чавуни можуть вважатись перехідними між пластичними і крихкими матеріалами. Властивості пластичності мають сприяти наростоутворенню, що відзначалось нами раніше [9, 10].

На рис. 1 показано побудований нами взаємозв'язок явищ при різанні металевих матеріалів з урахуванням наростоутворення. Цьому взаємозв'язку підлягають і сірі чавуни у процесі протягування.

Позначення характеристик на рисунку 1:

$A_{\omega\tau}$ – питома робота пластичної деформації;

ε_p – відносний зсув;

ε_e – головна деформація відносного видовження;

ε_d – головна деформація дійсного видовження;

τ_c – максимальні напруження в зоні стружкоутворення;

c, c_1 – загальна довжина і довжина пластичної ділянки контакту стружки з передньою поверхнею (ПП);

N_n, F_n – нормальна сила і сила тертя на ПП;

q_N, τ_F – контактний тиск і питома сила тертя на ПП;

μ_n, η_n – середній коефіцієнт тертя та кут тертя на ПП;

τ_0, τ_k – опір зсуву на початковій та кінцевій границях зони стружкоутворення;

b_3, l_3 – ширина зовнішньої границі зони стружкоутворення та довжина останньої;

$h_n, \gamma_n, \rho_n, c_n, t_n, S_n$ – характеристики наросту відповідно: висота, передній кут, радіус округлення, довжина контакту зі стружкою, висота нависання над ЗП і площа у поперечному перерізі;

ω, γ, φ – кути дії, передній і зсуву;

ρ – радіус округлення різального клину;

ξ – коефіцієнт усадки стружки;

h, T – ширина фаски зносу по задній поверхні інструменту та стійкість останнього;

P_z, P_y, θ – складові сили та температура різання;

$1/K, L_z$ – допустимі коефіцієнт заповнення стружкової канавки та довжина протягування;

$Rz, H_n, \sigma_n, \Delta d$ – властивості поверхневого шару після деформує-різальної обробки відповідно: параметр шорсткості, мікротвердість, залишкові напруження, усадка (розбивка) отвору.

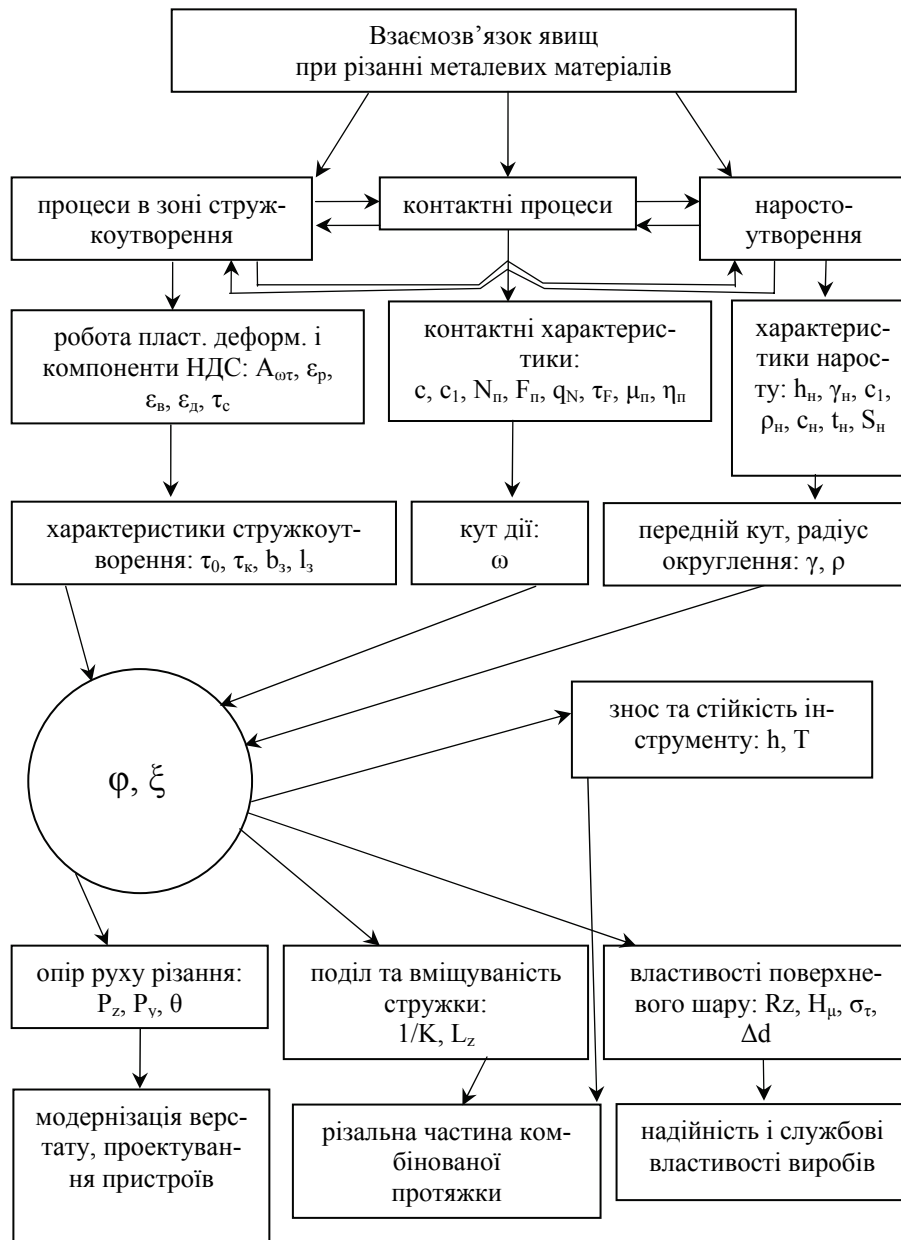


Рисунок 1. – Схема взаємозв'язку явищ при різанні металевого матеріалу

На рис. 2 подано основну частину пристрою для отримання «коренів» стружки – різець, що падає. Різець кріпиться в супорті верстату і опирається на пластину із крихкого матеріалу (наприклад, чавуну). У потрібний момент ударом по спеціальному виступу платина руйнується, а різець миттєво виходить із зони різання. За рахунок цього досягається ефект зупинки процесу.

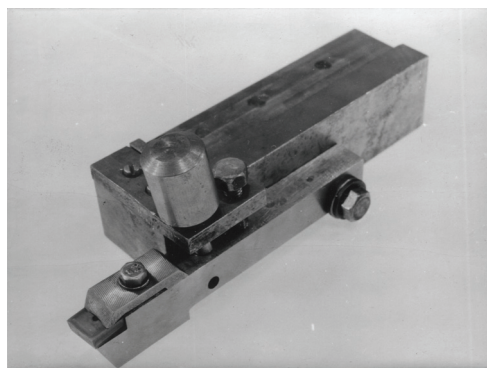


Рисунок 2. – Різець, що падає, для досліджень зони стружкоутворення

Слід відзначити, що дослідження зони стружкоутворення при низькошвидкісній обробці сірого чавуну відзначається труднощами при отриманні «коренів» стружки, викликаними відшаруваннями та розламуваннями останньої по поверхні зсуву. Це видно із рисунку 3, де показана зона стружкоутворення при вільному ортогональному різанні чавуну СЧ15. На мікрофотографії добре прослідковується функція основи чавуну – фериту світлого кольору, що зміцнюється холодною деформацією, перетворюючись у стружку, прирізцевий шар останньої та наріст, який розміщується частково на стружці і на обробленій поверхні. Функції вільного пластинчастого графіту, який має темне забарвлення, полягають у відшаруванні стружки.

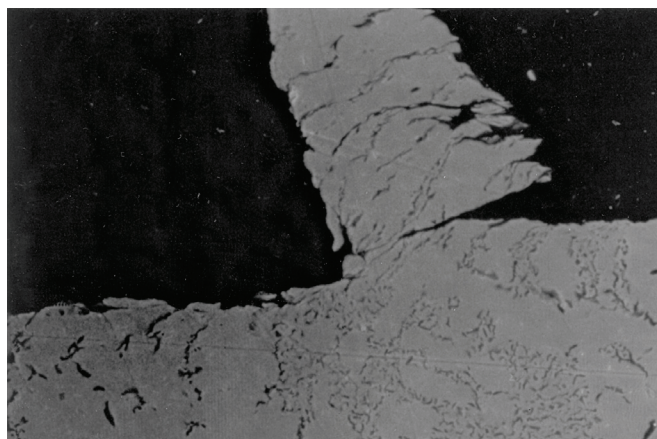


Рисунок 3. – Мікроструктура (x 300) зони стружкоутворення при вільному ортогональному різанні чавуну СЧ15 (НВ 175): $v = 0,08$ м/с; $S = 0,05$ мм; різець – сталь Р6М5; $\gamma = 15^\circ$; $\rho = 0,008$ мм; $\zeta = 2,7$; без МОР

На рис 4. показано тіло наросту при обробці чавуну СЧ15 вільним ортогональним різанням. Із мікрофотографії витікає, що світла основа чавуну сильно деформується аж до досягнення межі її зміцнення. Графоаналітична обробка складових мікроструктури показує, що в тілі наросту деформації досягають величини 10–20, а руйнування останнього відбувається, головним чином по лініях складової вільно пластинчастого графіту темного забарвлення. Останні зорієнтовані під кутом $\pi/4$ до лінії головної деформації.

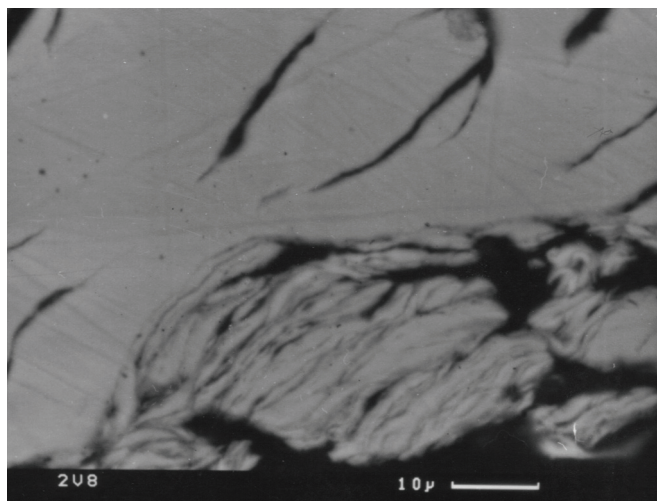


Рисунок 4. – Мікрофотографія тіла наросту і стружки при вільному ортогональному різанні чавуну СЧ15 (НВ 175): $v = 0,08$ м/с (напрямок швидкості різання вертикальний); $S = 0,02$ мм; різець – сталь Р6М5; $\gamma = -5^\circ$; $\alpha = 0^\circ$ (по фасці); $\gamma_n = 0^\circ$; $\rho_n = 0,025$ мм; без МОР.

Задня поверхня зубця протяжки після обробки 850 деталей показана на рис. 5. З рисунка видно, що схоплювання оброблюваного і інструментального матеріалів відбувається по усій ширині зуба поблизу різальної кромки.

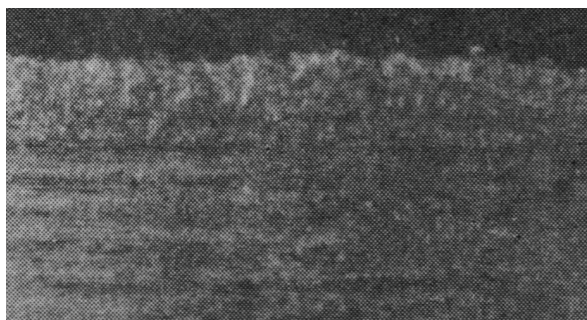


Рисунок 5. – Задня поверхня чистового зубця протяжки з наростом (збільшення 8).

На рисунку 6 подано фрагменти валика стружки, які отримано в процесі примусового стружкоутворення у нормальній канавці двозубого експериментального різця. На прирізцевому боці стружки видно фрагмент наросту. При цьому тіло наросту у верхній частині мікрофотографії (див. рис. 6 а) збільшено і подано на рис. 6 б. Графоаналітична обробка наросту свідчить про граничне зміцнення феритної основи чавуну і про можливість різання оброблюваного матеріалу цим же матеріалом у зміцненому холодному деформаційному стані. Обчислений ступінь заповнення стружкової канавки становить 0,32 для товщини зрізу 0,05 мм (чорнова і напівчистова частини протяжки) і 0,36 для товщини зрізу 0,02 мм (чистова частина).

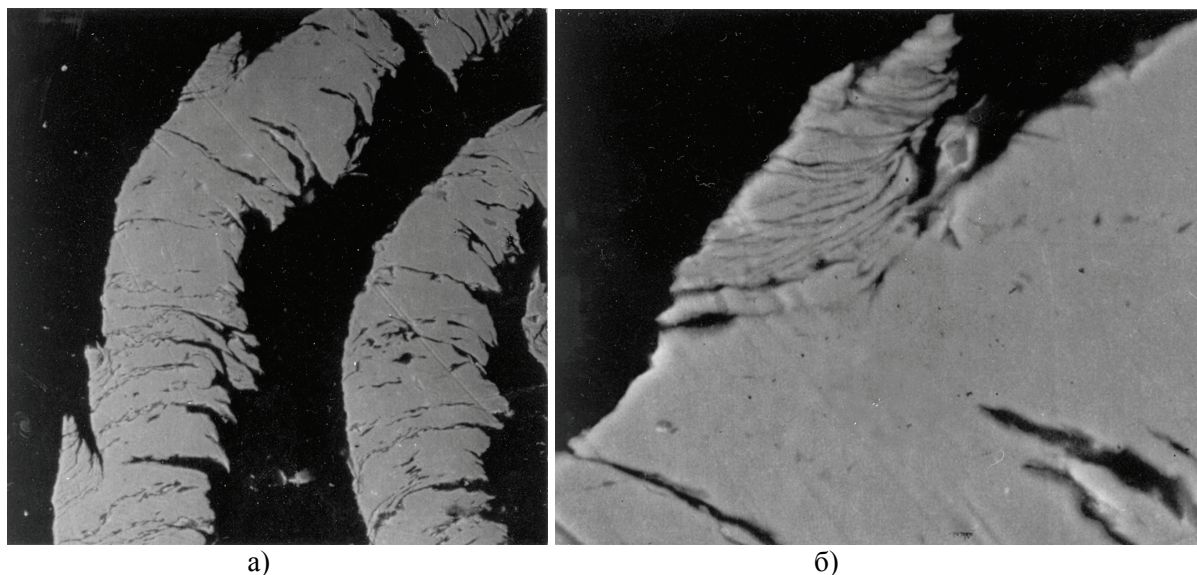


Рисунок 6. – Фрагмент валика стружки, утвореної при протягуванні чавуну СЧ15 (НВ 175) у нормальній канавці глибиною 3,2 мм двозубого різця (сталь Р6М5): $v = 0,08$ м/с; $S = 0,05$ мм; $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 0^\circ$ (по фасці); $\rho = 0,008$ мм; без МОР. а – $\times 175$; б – $\times 800$; $H_{\mu\text{m}} = 4,1$ ГПа.

Було встановлено, що наростоутворення сильно впливає на формування мікрорельєфу поверхневого шару і точність отвору деталі, підвищуючи перший показник і знижуючи другий. Для протягування характерний сприятливий тепловий режим. Температура різання в зоні стружкоутворення не перевищує 150°C .

Висновки та перспективи.

Сірі феритні чавуни належать до пластичних конструкційних матеріалів з дефектною структурою, завдяки чому протягування деталей з цих чавунів завжди супроводжується наростоутворенням. Ширина наросту на задній поверхні чорнових і напівчистових зубців інструменту визначається фаскою зносу, а чистових – циліндричною фаскою конструктивного походження.

Встановлено, що феритний чавун, перетворюючись у наріст під дією великих пластичних деформацій, зберігає свою структуру; при цьому у тілі наросту не виявлено ніяких структурних та хімічних перетворень, а також наслідків інтенсивної теплової дії, впливу середовища та хімічного складу інструментального матеріалу. Таким чином, виняткові для сірих феритних чавунів фізико-механічні і різальні властивості наросту мають виключно деформаційну природу.

Тіло наросту при протягуванні сірих феритних чавунів виконує роль додаткового різального клину, що міцно утримується на передній поверхні; має передній кут, який на $5 - 10^\circ$ менший переднього кута, отриманого заточуванням; радіус округлення різальної кромки, що до 5 раз перевищує радіус округлення заточеного інструменту; нульовий задній кут; а також твердість, яка у 2–3 рази вища твердості оброблюваного матеріалу.

Наявність розвинутого наросту при протягуванні чавунних деталей приводить до розбивання отвору на 0,02–0,03 мм та погіршення шорсткості обробленої поверхні до показника Ra 4,0–5,0 мкм.

Визначені наступні основні способи управління процесом наростоутворення при різанні: оптимізація геометричних параметрів інструменту, в першу чергу, кута різання та форми передньої поверхні; вплив на температуру процесу через режими різання, зокрема швидкості різання; управління контактними явищами та процесом тертя застосуванням ефективних МОР, спеціальних покриттів та плівок на робочих поверхнях інструмента, тобто методів інженерії поверхні; та оптимізації заточування останнього.

При протягуванні деталей із сірих феритних чавунів слід використовувати сталевий переважно швидкорізальний інструмент, оскільки це дозволяє досить низька температура процесу; застосування ж для цього твердих сплавів при певному підвищенні зносостійкості викликати небезпеку ламання зубців складнофасонного інструменту через недостатню міцність інструментального матеріалу.

Протягування сірого феритного чавуну супроводжується утворенням спіральних валиків стружки при допустимій вміщеності останньої до 0,35.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Усачев Я.Г. Явления, происходящие при резании металлов // Русские ученые – основоположники науки о резании металлов: Монография / Под ред К.П. Панченко. – М.: Машгиз, 1952. – С. 356–384.

2. Розенберг А.М. Элементы теории процесса резания металлов / А.М., Розенберг, А.Н. Еремин. – М.–Свердловск: Машгиз, 1956. – 320 с.

3. Качество поверхности обработанной деформирующим протягиванием / А.М. Розенберг, О.А. Розенберг, Э.И. Гриценко, Э.К. Посвятенко. – К.: Наук. думка, 1977. – 188 с.

4. Маргулис Д.К. Протяжки переменного резания / Д.К. Маргулис. – М.–Свердловск: Машгиз, 1962. – 269 с.

5. Розенберг А.М., Твердосплавные режущие прошивки для обработки точных отверстий в деталях из чугуна / А.М. Розенберг, О.А. Розенберг, В.П. Деледивка. – Киев: УкрНИИИТИ, 1968. – 36 с.

6. Чернявский А.В. Повышение эффективности обработки отверстий в деталях из чугуна деформирующим протягиванием: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Чернявский Александр Васильевич; Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля АН УССР. – Киев, 1988. – 17 с.

7. Розенберг О.А. Сборная твердосплавная протяжка для обработки гильз гидроцилиндров / О.А. Розенберг, Я.Б. Немировский, А.В. Чернявский // Станки и инструмент. – 1986. – № 8. – С. 19–20.

8. Чернявский А.В. Повышение работоспособности режущих протяжек ионным азотированием в безводородной среде / А.В. Чернявский, С.Ф. Студенец // Сверхтвердые материалы. – 1994. – № 2. – С. 43–47.

9. Посвятенко Е.К. Особенности механики резания материалов, усиленных холодной деформацией / Е.К. Посвятенко, Н.І. Посвятенко, Р.В. Будяк // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2012. – Вып. 81. – С. 238–248.

10. Посвятенко Э.К. Наростообразование при протягивании стали, упрочненной холодной деформацией / Э.К. Посвятенко, И.В. Лунгол // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. – Харьков: ХГПУ. – 1997. – Вып. 51. – С. 195–198.

РЕФЕРАТ

Посвятенко Е.К., Чернявский О.В., Студенец С.Ф. Наростоутворення при протягуванні феритних чавунів / Едуард Карпович Посвятенко, Олександр Васильович Чернявський, Сергій Федорович Студенець // Вісник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вип. 26.

В статті розглянуто механізм наростоутворення при протягуванні феритних чавунів, як пластичного матеріалу, що має дефектну структуру.

Об'єкт дослідження – внутрішнє протягування деталей із сірих феритних чавунів.

Мета роботи – знаходження найбільш ефективних шляхів управління наростом при продуктивному низькошвидкісному способі обробки матеріалів різанням.

Метод дослідження – металографічний аналіз зони стружкоутворення, експериментально-розрахункове дослідження взаємозв'язку явищ при різанні металевих матеріалів; виробничі випробування запропонованого інструменту.

Показано, що сірі феритні чавуни належать до пластичних конструкційних матеріалів з дефектною структурою. Тому, протягування цих чавунів завжди супроводжується наростоутворенням. Установлено, що виняткові для оброблюваних матеріалів фізико-механічні і різальні властивості наросту мають виключно деформаційну природу. Показано, що тіло наросту при протягуванні сірих феритних чавунів виконує роль додаткового різального клину з притаманною останньому геометрією. Наявність наросту при протягуванні чавунних деталей приводить до розбивання отвору та погіршення шорсткості обробленої поверхні. Визначено основні способи управління наростоутворенням при протягуванні сірих чавунів: оптимізація геометричних параметрів інструменту; управління контактними явищами та процесом тертя застосуванням методів інженерії поверхні. При протягуванні сірих чавунів слід використовувати інструмент із швидкорізальних сталей, оскільки це дозволяє низька температура процесу. Допустима вміщуваність стружки в канавках протяжки при обробці сірих чавунів складає 0,35.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СІРІ ФЕРИТНІ ЧАВУНИ, ПРОТЯГУВАННЯ, НАРІСТ, ІНЖЕНЕРІЯ ПОВЕРХНІ, ШВИДКОРІЗАЛЬНІ СТАЛІ.

ABSTRACT

Posviatenko E.K., Chernaivskiy A.V., Studenets S.F. The build-up edge when pulling ferritic cast iron / Eduard Karpovich Posviatenko, Aleksandr Vasilevich Chernaivsky, Sergey Fedorovich Studenets // Visnyk NTU. – K.: NTU. – 2012. – Vol. 26.

This article describes the mechanism of built-up edge when pulling ferritic cast iron, as the plastic material with a defective structure.

The object of study – the internal pulling of the workpiece with ferritic cast irons.

Purpose – determine the most effective ways to manage a growth in productive low-speed machining process.

Research method – metallographic analysis of chip formation zone, experimental design study on the relationship of phenomena in cutting metal materials production testing of the proposed instrument.

It is shown that ferritic cast irons are plastic construction materials to the defect structure. Therefore, the drawing of the cast iron is always accompanied by built-up edge. Found that the specific work materials physical and mechanical and cutting properties of the build-up have only the nature of the deformation. It is shown that the body build-up when pulling ferritic gray cast iron acts as an additional cutting wedge with his geometry.

Build-up in the presence of pulling the cast iron parts leads to broken holes and deterioration of the machined surface roughness. The main ways to control built-up edge when pulling gray iron is optimized geometric parameters of the tool, management of the contact phenomena and processes of friction, using the methods of surface engineering.

The high-speed steel tool is used by pulling gray iron, which allows low temperature process.

Permissible capacity of the chips in the grooves broach the processing of cast iron is 0,35.

KEY WORDS: FERRITIC CAST IRON, PULLING, GROWTHS, ENGINEERING SURFACE, HIGH-SPEED STEEL.

РЕФЕРАТ

Посвятенко Э.К., Чернявский А.В., Студенец С.Ф. Наростообразование при протягивании ферритных чугунов / Эдуард Карпович Посвятенко, Александр Васильевич Чернявский, Сергей Федорович Студенец // Вестник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

В статье рассмотрен механизм наростообразования при протягивании ферритных чугунов, как пластического материала, имеющего дефектную структуру.

Объект исследования – внутреннее протягивание деталей из серых ферритных чугунов.

Цель работы – определение наиболее эффективных путей управления наростом при производственном низкоскоростном способе обработки резанием.

Метод исследования – металлографический анализ зоны стружкообразования, экспериментально-расчетное исследование взаимосвязи явлений при резании металлических материалов; производственные испытания предложенного инструмента.

Показано, что серые ферритные чугуны относятся к пластичным конструкционным материалам с дефектной структурой. Поэтому, протягивание этих чугунов всегда сопровождается наростооб-

разование. Установлено, что специфические для обрабатываемых материалов физико-механические и режущие свойства нароста имеют только деформационную природу. Показано, что тело нароста при протягивании серых ферритных чугунов исполняет роль дополнительного режущего клина со свойственной ему геометрией.

Наличие нароста при протягивании чугунных деталей ведет к разбивке отверстия и ухудшению шероховатости обработанной поверхности. Определены основные способы управления наростообразованием при протягивании серых чугунов: оптимизация геометрических параметров инструмента; управлением контактными явлениями и процессом трения применением методов инженерии поверхности.

При протягивании серых чугунов следует использовать инструмент из быстрорежущих сталей, что позволяет низкая температура процесса.

Допустимая вместимость стружки в канавках протяжки при обработке серых чугунов составляет 0,35.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СЕРЫЕ ФЕРРИТНЫЕ ЧУГУНЫ, ПРОТЯГИВАНИЕ, НАРОСТ, ИНЖЕНЕРИЯ ПОВЕРХНОСТИ, БЫСТРОРЕЖУЩИЕ СТАЛИ.

УДК 629.113

ДО ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ ТРИЛАНКОВОГО АВТОПОЇЗДА З НАПІВПРИЧЕПОМ НА ПІДКАТНОМУ ВІЗКУ "DOLLY"

Сахно В.П., доктор технічних наук

Глінчук В.М., кандидат технічних наук

Енглезі О.А., кандидат технічних наук

Поляков В.М., кандидат технічних наук

Постановка проблеми. Одним з основних шляхів підвищення продуктивності автомобільного транспорту є збільшення вантажності автотранспортних засобів (АТЗ), що в умовах обмежень осьових навантажень можливо або за рахунок збільшення габаритної довжини і числа осей дволанкових автопоїздів, або за рахунок збільшення числа ланок АТЗ. Останній напрямок стосовно великовантажних автопоїздів є дуже перспективним. Цей напрямок не вимагає значних капіталовкладень і може бути реалізований у найкоротші терміни, не підвищуючи вартість перевезень і не змушуючи відмовлятися від зручних і швидких автомобільних перевезень. При цьому для перевезень різних видів вантажів можуть використовуватися різні компоновальні схеми триланкових автопоїздів, проте спільним для них є використання стандартних автомобілів-тягачів, причепів і напівпричепів. Вибір оптимальної компоновальної схеми є актуальною і не до кінця вирішеною проблемою, як за показниками маневреності, так і стійкості руху.

У роботах [1-4] наведена методика і результати розрахунку показників маневреності триланкових автопоїздів різних компоновальних схем. Показано, що за показниками маневреності кращою є компоновальна схема автопоїзда з напівпричепом на підкатному візку Dolly, проте стійкість такого автопоїзда не до кінця вивчена. Тому метою роботи є визначення показників стійкості руху, зокрема критичної швидкості руху, автопоїзда з напівпричепом на підкатному візку.

Основна частина. У роботі [5] наведена система рівнянь плоскопаралельного руху триланкового автопоїзда узагальненої компоновальної схеми, якою є схема автопоїзда з напівпричепом на підкатному візку Dolly. Розв'язком наведеної системи рівнянь у роботі [6] визначена критична швидкість автопоїзда та проаналізовані фактори, що впливають на її чисельне значення. Встановлено, що на підвищенні поперечної горизонтальної стійкості автопоїзда позитивно позначається збільшення маси першої причіпної ланки по відношенню до другої; зменшення коефіцієнта опору відведення коліс керованих осей автомобіля-тягача і напівпричепа (зменшення тиску повітря в шинах передньої керованої осі автомобіля-тягача і напівпричепа) і збільшення коефіцієнта опору відведення коліс задніх осей автомобіля-тягача і напівпричепа, а також осей причепа (збільшення тиску повітря в шинах цих осей); зсув точки зчіпки напівпричепа до передньої осі, зсув точки зчіпки підкатного візка з автомобілем-тягачем вперед до центра мас тягача, зміщення центра мас підкатного візка і напівпричепа до точок з'єднання підкатного візка з автомобілем-тягачем та напівпричепа з підкатним візком тощо.