

©Маршуба В.П., Чернякова О.В.

ДО ПИТАННЯ ПРО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЛИБОКОГО СВЕРДЛІННЯ ГВИНТОВИМИ СВЕРДЛАМИ ЗА РАХУНОК КЕРУВАННЯ АДГЕЗІЙНОЮ СКЛАДОВОЮ СИЛИ ТЕРТЯ

1. Постановка проблеми в загальному вигляді

На агрегатних верстатах (АС) та автоматичних лініях (АЛ) часто застосовується багато прохідна схема обробки отворів малого діаметру (до 15d), що збільшує вартість виробів, через виведення такого виду обробки отворів на окремі позиції і великого, порівняно з без виводним (однопрохідним) способом основним часом, що витрачається на процес різання. Це неможливо виправити під час експлуатації такого обладнання.

Тому виробники часто при заказі нового обладнання вимагають замінювати багато прохідну схему обробки глибоких отворів на однопрохідну, тобто створити умови обробки отвору за один раз. Оскільки агрегатні верстати і автоматичні лінії є верстатами для масового виробництва, то багато прохідна схема обробки отворів в умовах конкурентного виробництва найчастіше є неприйнятною. Крім того для зниження вартості обладнання виробники вимагають поєднання свердел для глибокого свердлування і іншими різноманітними ріжучими інструментами (мітчики, розгортки та інші) на однієї інструментальній силовій головці, що не уможлиблює виведення свердла з зони різання та обробки, для охолодження та відведення фрагментів стружки. А так, як обробка глибоких (до 15d) отворів стандартними гвинтовими свердлами для обробки легких сплавів ГОСТ 19548-88 на АВ та АС в алюмінієвих сплавах, зокрема корпусних деталях, є поширеною і відповідальною операцією технологічного процесу, то виникає проблема з їх однопрохідною обробкою з-за підвищеної адгезійної активності матеріалу, що обробляється.

Крім цього основними недоліками процесу глибокої обробки отворів малого діаметру є той фактор, що конструктивно гвинтові свердла мають невелику осьову стійкість, тоді як процес різання, має велику силу тертя (за рахунок збільшення дії адгезійної складової), що постійно зростає по мірі заглиблення інструменту в заготовку. Особливо зростає адгезійна складова сили тертя під дією температури в зоні різання та обробки.

2. Аналіз досліджень і публікацій за темою статті

Тому розглянемо застосування цих свердел для використання на технологічних операціях глибокого свердління різноінструментальними головками АС і АЛ, що має ряд недоліків, як у конструкції ріжучого інструменту, так і в умовах обробки отворів:

– через недосконалість най поширеного способу підведення ЗОТС до гирла отвору методом поливу і неглибокого проникнення рідини в зону обробки, при збільшенні глибини отвору, підвищується температура в зоні різання, що в кінцевому підсумку сприяє збільшенню шкідливого впливу адгезійного і механічної взаємодії інструментального матеріалу та того, що обробляється;

– при досягненні глибини свердління отворів $\sim (4...5)d$ стандартними гвинтовими свердлами, через пакетування стружки в стружкових канавках має місце від 40 до 60 % випадків раптової відмови (далі в тексті поломок) ріжучого інструменту від всіх випадків руйнування інструменту (рис. 1);

– відсутня можливість виведення ріжучого інструменту з каналу отворів для охолодження й видалення стружки, через одночасну роботу різноманітних ріжучих інструментів (мітчиків, розгортки та ін.);

– немає можливості за малого діаметру інструменту і близького розташування шпинделів в інструментальній головці, установки допоміжної оснастки для застосування подачі ЗОТС в зону різання під тиском через канали в стеблі свердла.

Крім вище сказаного, конструкція стандартних спіральних свердел довгої і подовженою серії для обробки легких сплавів при свердлінні глибоких отворів в алюмінієвих сплавах має ряд конструктивних недоліків, тобто вузький діапазон зміни окремих параметрів рекомендованих ГОСТом в цих ріжучих інструментах заважає своєчасному видаленню стружки із зони обробки і створення найбільш сприятливих умов стружко утворення в зоні різання. Рекомендоване ГОСТом полірування поверхні стружкових канавок, що утворює, не дає бажаного результату щодо підвищення стійкості свердел. Так як через нестачу охолоджуючої рідини в зоні різання, на ріжучих краях інструмента йде активний процес утворення, росту і зриву наростів, зростає температура і вплив сил адгезії. Все це в кінцевому підсумку ускладнює відведення стружки і викликає її опресування (пакетування) у стружкових канавках. Перші ознаки порушення стабільної роботи свердел з'являються при досягненні глибини отвору більше $3,5d$, що проявляється в різкому збільшенні моменту, що крутить і підтверджується даними робіт Сінельщикова А.К. та ін. [1, 2]. Тому все вище перераховане призводить до збільшення довжини контакту стружки з передньою поверхнею інструменту, зміни характеру стружки і прискореного зносу інструменту. І тому як наслідок пакетування стружки призводить до частих раптових відмов свердел при досягненні глибини отвору $\sim (4...5)d$ (рис. 1), що підтверджується статичними дослідженнями автора, проведеними на ОАО Харківському тракторному заводі (ОАО ХТЗ).

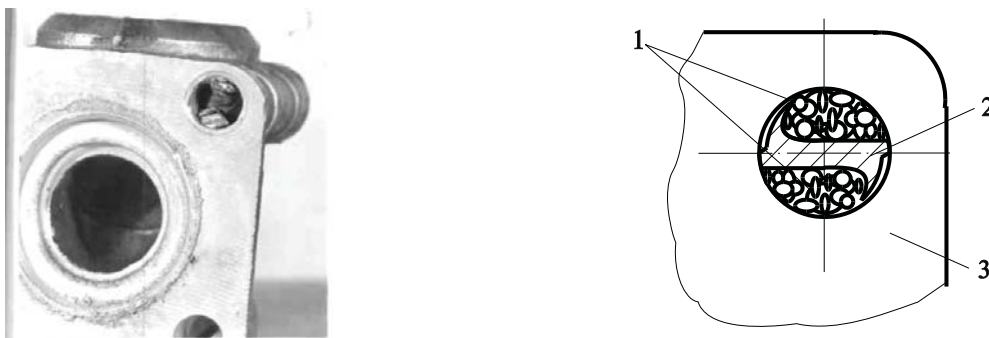


Рис. 1 – Характерна поломка гвинтового свердла $\varnothing 11,2$ мм в корпусних деталі через пакетування стружки в стружкових канавках (матеріал заготовки АК7, інструменту Р6М5Ф3, $V = 31,38$ мм/хв., $S = 0,26$ мм/об., охолодження Аквол 10-М 5...7 л/хв.

1 – пакети стружки, 2 – поламане свердло, 3 – деталь з алюмінієвого сплаву

3. Мета роботи

Метою роботи є обґрунтування переваг використання методів високошвидкісної обробки за рахунок зниження активності адгезійної складової сили тертя, за допомогою яких отримується ефект не тільки від зменшення машинного часу за рахунок інтенсифікації режимів різання, але й в підвищенні якості обробки.

4. Основний зміст

Механізм поломки гвинтових свердел, за даними роботи [3], заснований на появі в зоні обробки «крихких» і «щільно спакованих» пакетів стружки, що підтверджується дослідницькими і статистичними даними, проведеними на ОАО ХТЗ. Тому закупорка стружкових каналок і утворення пакетів стружки, як наслідок цього поломка стандартних гвинтових свердел відбувається за такою схемою рис. 2 або в три етапи:

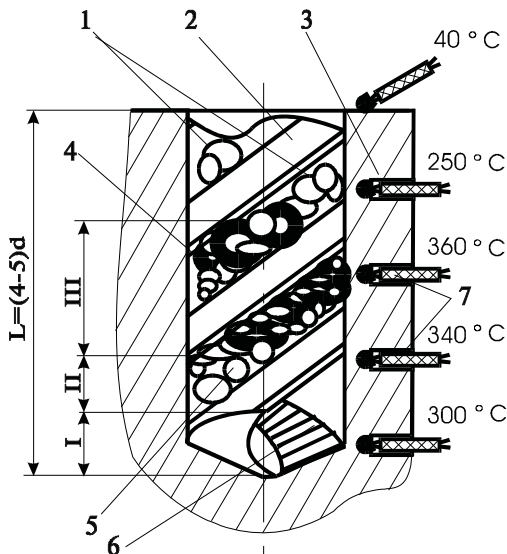


Рис. 2 – Схема утворення пакетів стружки і вимірювання температури в процесі обробки глибокого отвору:

- 1, 5 – крихкі пакети стружки;
- 2 – уламок спірального свердла;
- 3 – термопари;
- 4 – щільно упаковані пакети стружки;
- 6 – зливна стружка

фрагментів стружки в мікро нерівностях поверхні різального інструменту інструментального та оброблюваного матеріалу. В результаті чого в процесі різання на ділянці L питома вага фрагментів стружки досягає $0,5 \text{ гр/см}^3$, а наростів – $0,8 \text{ гр/см}^3$ при щільності в $1,5...2$ рази вище щільності основного оброблюваного матеріалу (рис. 3).

У результаті спільного механічної та адгезійної взаємодії інструментального та оброблюваного матеріалу в зоні різання (ділянка L) відбувається, як зазначалося раніше, частий зрив наростів з пір'я ріжучого інструменту. Так як алюмінієві сплави мають підвищену хімічної активністю і схильністю до схоплювання частинок металу між собою при підвищеній температурі, відбувається злипання щільних наростів з елементами стружки. Внаслідок цього, на ділянці II стружка ущільнюється в стружкових каналах спіральних свердел з утворенням так званих «крихких» пакетів. У результаті вище описаного

– Через недосконалість широко поширеного способу підведення ЗОТС до гирла отвору методом поливу і неглибокого проникнення рідини, що охолоджує, в зону обробки, при збільшенні глибини отвору більше ніж $3...4d$ різко підвищується температура в зоні різання в середньому до 235°C , а на ріжучих крайках до 300°C на периферії по діаметру отвору. Різке підвищення температури і практична відсутність ЗОТС при високих питомих напругах призводить до збільшення впливу сил адгезії в зоні різання, що в свою чергу збільшує на головних різальних кромках свердла активний процес утворення, росту і зриву наростоутворень (наростів), які утворюються в результаті спільного дії високих питомих контактних напружень, адгезійної (злипання фрагментів під дією міжатомних сил) і механічної взаємодії (тобто заклинювання частинок приконтактного шару

процесу освіти «крихких» пакетів стружки, їх питома вага досягає $0,9...1,2 \text{ гр/см}^3$ при щільності в $1,5...2$ рази нижче щільності основного оброблюваного матеріалу (рис. 4). При обробці отворів стандартними спіральними свердлами питома вага «крихких» пакетів стружки вище в $1...1,5$ рази, ніж при таких же умовах обробки спеціальними гвинтовими свердлами, пов'язано це з тим що в конструкціях цих свердел є велика різниця в обсягах стружкових канавок;

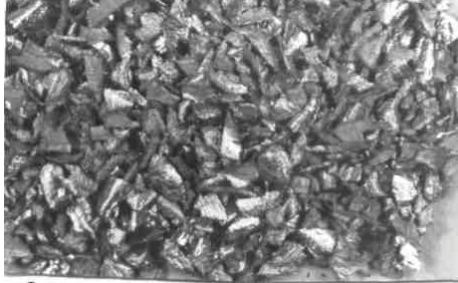


Рис. 3 – Стружка сколювання і фрагменти наростів с питомою вагою фрагментів стружки – $0,5 \text{ гр/см}^3$, а наростів – $0,8 \text{ гр/см}^3$

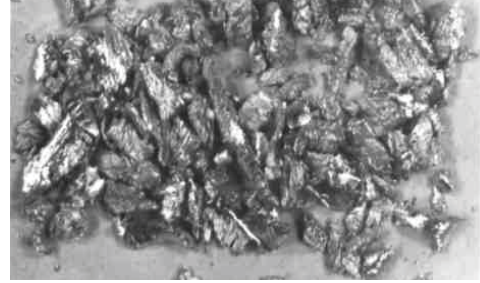


Рис. 4 – Крихкі пакети стружки с питомою вагою, що досягає $0,9...1,2 \text{ гр/см}^3$

– Утворення "крихких" пакетів у стружкових каналах спіральних свердел в зоні обробки (ділянка II), за даними роботи [4], призводить до подальшого збільшення впливу сил адгезії. Потік стружки спільно з "крихкими" пакетами переміщаючись в стружкових канавках спіральних свердел в зоні ділянки III, взаємодіє з утворюючими поверхнями отвору і ріжучого інструментів. Під впливом адгезійних сил загальмовується, при цьому швидкість переміщення «крихких» пакетів і фрагментів стружки в порівнянні з швидкістю сходу стружки в зоні різання зменшується. Загальмування стружки збільшує температуру нагрівання різального інструменту і оброблюваної деталі на ділянці III, за рахунок вторинної конвенції тепла з стружки, сприяють збільшенню схвативаємості фрагментів стружки між собою і «крихкими» пакетами під впливом сил адгезії і високих питомих тисків, визиває при цьому утворення «щільно спакованих» пакетів стружки (рис. 5). Температура в зоні ділянки III підвищується в оброблюваної деталі до $140...160^\circ \text{C}$, в ріжучому інструменті – 360°C . Такий великий інтервал температур пояснюється хорошим розсіюванням тепла в оброблюваної деталі і недостатнім охолодженням різального інструменту або стоком з нього теплоти. Крім цього, в цьому інтервалі температур виникають сприятливі умови підвищення адгезійної взаємодії, так як сили адгезії на пряму залежать від температури. У результаті спільної дії сил адгезії, високих питомих напружень і температури «щільно спаковані» пакети стружки на ділянці III загальмовуються і повністю зупиняються, викликаючи при цьому закупорку стружкових каналів гвинтових свердел і як наслідок раптову поломку різального інструменту (рис. 1).



Рис. 5 – Щільно спаковані пакети стружки

Отже, умови обробки глибоких отворів (рис. 6) породжують процес активного наросто утворення і створення «крихких» і «щільно спакованих» пакетів стружки пов'язані:

- по-перше, з адгезійним і механічним взаємодією;
- по-друге, з недосконалою конструкцією стандартних і спеціальних спіральних свердел;
- в третій, з вадами методу подачі ЗОТС в зону обробки.

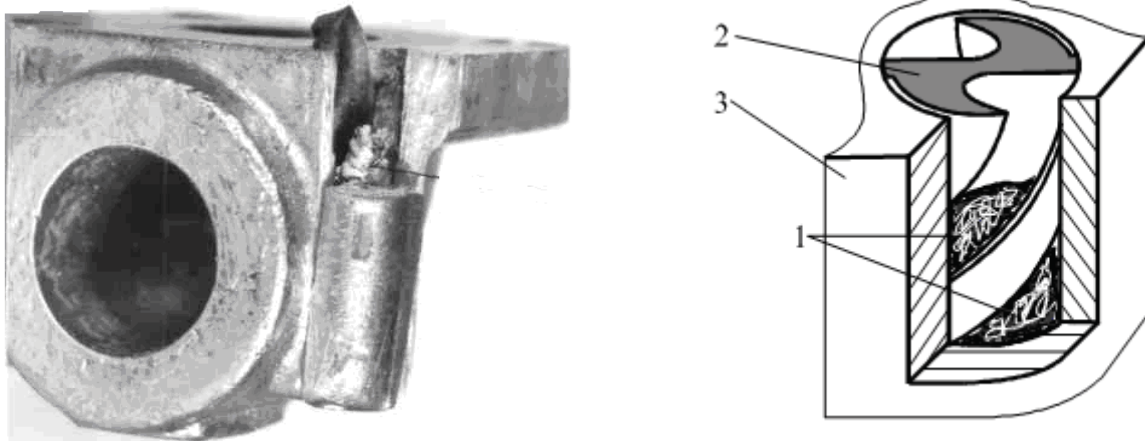


Рис. 6 – Характерні пакети стружки в стружкових канавках спірального свердла $\varnothing 11,2$ мм при глибині отвору 4-5d. 1 – пакети стружки; 2 – зламане свердло; 3 – деталь з алюмінієвого сплаву

Висновки

Для усунення шкідливих впливів фізичних явищ, недосконалості конструкцій свердел і способу подачі ЗОТС при глибокому без вивідне свердлування отворів необхідно:

1. Знизити шкідливий вплив адгезійного взаємодії за рахунок застосування тонких зносостійких твердих покриттів з нітриду і карбіду титану (КОН TiN 10 зн. Та КОН TiC 10 зн.) , Що наносяться на ріжучу частину гвинтового свердла, так як зносостійкі покриття знижують вплив сил адгезії в 1,5 рази.

2. Знизити шкідливий вплив механічної взаємодії за рахунок застосування полірування поверхні стружкових канавок, що утворює.

3. Для зниження процесу наросто утворення та зменшення фрагментів стружки, а також для усунення процесу утворення пакетів в стружкових каналах , за даними роботи [4], необхідно на ріжучій частині інструменту по передній і задній поверхні вводити елементи для дроблення стружки, які дозволяють підвищити глибину обробки отворів до 10...15d і стійкість ріжучого інструменту на 30%.

Застосування вище перерахованих методів і способів дозволяють зменшити потрібність в великій кількості ЗОТС, необхідної для охолодження, а в ряді випадків повністю від нього відмовитися. Крім цього вони спрямовані на зниження шкідливого впливу фізичних явищ , що протікають в зоні обробки і знижують імовірність поломок спіральних свердел.

Список використаних джерел:

1. Синельщиков А. К. Повышение эффективности обработки спиральными сверлами / А. К. Синельщиков, Г. В. Филиппов // Станки и инструмент. – 1974. – № 3. – С. 35–37.

2. Синельщиков А. К. Производительная обработка отверстий длиной 3-7d спиральными сверлами / А. К. Синельщиков, Г. В. Филиппов // Современная обработка металлом и неметаллов резанием. – М., 1973. – С. 35–37.

3. Маршуба В.П. Причины внезапного отказа (поломок) спиральных сверл при обработке глубоких отверстий в алюминиевых сплавах и методы его устранения / В. П.

Маршуба // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. науч.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ун-т. – Харьков, 1998. – Вып. 52. – С. 154–157.

4. Маршуба В. П. Повышение эффективности глубокого сверления отверстий в алюминиях на агрегатных станках и автоматических линиях спиральными сверлами малого диаметра за счет совершенствования условий отвода стружки / В. П. Маршуба, В. И. Дрожжин // Резание и инструмент в технологических системах : междунар. науч.-техн. сб. / Харьк. гос. политехн. ун-т. – Харьков, 1998. – Вып. 52. – С. 81–87.

Маршуба В.П., Чернякова О.В. «До питання про підвищення ефективності глибокого свердління гвинтовими сверлами за рахунок керування адгезійною складовою сили тертя».

У статті розглядається питання присвячені дослідженню підвищення ефективності процесу обробки глибоких отворів спіральними сверлами на базі існуючих розробок в різних напрямках. Тобто в цій статті розглянуто вдосконалення технологічного процесу обробки глибоких отворів гвинтовими сверлами на агрегатних верстатах, автоматичних лініях та гнучких виробничих системах.

Ключові слова: обробка глибоких отворів, інструмент, верстат, процес різання; вібрації.

Маршуба В.П., Чернякова О.В. «К вопросу о повышении эффективности глубокого сверления винтовыми сверлами за счет управления адгезионной составляющей силы трения».

В статье рассматриваются вопросы посвященные исследованию повышения эффективности процесса обработки глубоких отверстий спиральными сверлами на базе существующих разработок в разных направлениях. То есть в настоящей статье рассмотрено совершенствование технологического процесса обработки глубоких отверстий спиральными сверлами на агрегатных станках, автоматических линиях и гибких производственных системах.

Ключевые слова: обработка глубоких отверстий, инструмент, станок, процесс резания, вибрации.

Marshuba V.R., Chernyakova O.V. “On the question of increasing the effectiveness of deep drilling screw drill through the management adhesive component of the force of friction”.

The article examines on sacred to research of increasing of efficiency of processing deep holes by spiral drills on the base of existent developments in various directions. The article concerns the perfection of technological process deep holes making by spiral drills on aggregate machine-tools, automatic transfer lines and flexible productive systems.

Key words: processing deep holes, tool, machine-tool, cutting process, vibrations.

Стаття надійшла до редакції 3 жовтня 2013 р.