

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"**

Маршуба В'ячеслав Павлович

УДК 621.91

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ГЛИБОКОГО БЕЗВИВODНОГО
СВЕРДЛЕННЯ ЛИВАРНИХ АЛЮМІНІЇВ СТАНДАРТНИМИ СВЕРДЛАМИ НА
АГРЕГАТНИХ ВЕРСТАТАХ**

Спеціальність: 05.03.01 – Процеси механічної обробки,
верстати та інструменти

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук.

Харків –2001 р.

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі "Різання матеріалів та різальні інструменти" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" Міністерство освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Дрожжин Володимир Іванович,
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", професор кафедри різання матеріалів та різальних інструментів.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Коломієць Володимир Володимирович,
Харківський державний технічний університет сільського господарства, професор кафедри деталей машин.

кандидат технічних наук, доцент
Тарасюк Анатолій Петрович,
Українська інженерно-педагогічна академія, проректор з навчальної роботи.

Провідна установа: Донбаська машинобудівна академія,
кафедра "Металорізальні верстати та інструмент" Міністерства освіти і науки України, м. Краматорськ.

Захист відбудеться 13.12.2001 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.12 у Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут" Міністерства освіти і науки України, за адресою: 61002, м. Харків-2, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Автореферат розісланий 11.11.2001 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Узунян М.Д.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Тенденція, що намітилася, в області конструювання та виготовлення сучасних транспортних машин, передбачає реалізацію цілого комплексу мір, спрямованих на підвищення експлуатаційних характеристик і зниження собівартості готової продукції. Зокрема ці заходи спрямовані на підвищення корозійної стійкості деталей машин, а також на зниження їхньої ваги. Це досягається кількома шляхами, наприклад: шляхом заміни важких корозійно-хитливих залізобетонних металів ($7,5 \text{ гр/см}^3$ у заліза) на значно більш легкі корозійностійкі кольорові сплави ($2,7 \text{ гр/см}^3$ в алюмінію) при виробництві корпусних деталей. Крім цього, для зниження ваги машин та зменшення номенклатури деталей у виробі, практикується заміна різних трубопроводів застосуванням каналів (глибоких отворів) у тілі корпусних деталей. Отже, у свою чергу така заміна матеріалу створює найбільше відповідальну частину загальної трудомісткості механічної обробки різанням, тому, що обробка глибоких отворів має свою специфіку. Тобто в процесі механічної обробки виникають труднощі з видаленням стружки із зони різання через пакетування стружки в стружкових канавках, особливо при обробці алюмініїв у силу їх підвищеної адгезійної взаємодії. Крім цього, у даний час не створені свердла досить жорсткі в осьовому напрямку, особливо для обробки отворів малого діаметру (до 15 мм).

Корпусні деталі транспортних машин, а це звичайно об'єкти масового, або серійного виробництва, переважно оброблюють на агрегатних верстатах. Найбільше поширеною операцією технологічного процесу обробки корпусних деталей на такому устаткуванні є операції свердлення циліндричних отворів діаметром від 5 до 30 мм і глибиною до $15d$. Крім цього, обробки глибоких отворів на агрегатних верстатах у більшості випадків ведуться по багатопрхідній схемі обробки на окремих позиціях цих верстатів, що веде до невиправданого збільшення вартості продукції. Тому, рішення цього питання є серйозною економічною проблемою на сьогодні, внаслідок великих матеріальних витрат, спрямованих на рішення цих заходів.

Замовник АС, як правило, завжди наполягає на їхньому оснащенні стандартними свердлами, не рідко ставлячи при цьому вимогу безвиводності свердлення глибоких отворів. Це обгрунтоване бажання експлуатаційника верстата істотно скорочує верстатний парк цеху (заводу), спрощує його наладку й експлуатацію.

Огляд технічної літератури показав, що багато фірм-розроблювачів спеціального інструменту для глибокого свердлення останнім часом приступили до розробки нових конструкцій свердел, як для багатопрхідного, так і для однопрхідного (безвиводного) свердлення. Однак аналіз використання інструменту для глибокого безвиводного свердлення отворів показує, що нові конструкції свердел все ще не знайшли досить широкого застосування.

Головною причиною цього є відсутність науково обгрунтованих рекомендацій за умовою їх застосування.

Виконані в даний час роботи з дослідження процесу глибокого безвиводного свердлення здебільшого вирішують окремі приватні задачі технологічного характеру і не розкривають суті впливу і взаємодії фізичних явищ, які протікають в процесі різання. Крім цього, багато джерел, особливо закордонні, по розумінням зберігання комерційної таємниці, носять лише рекламний характер, або видані давно і не враховують останніх досягнень, або розробок по цій тематиці. У них, як правило, відсутня картина загального впливу і взаємодії фізичних явищ один на одного в процесі різання. Це не дозволяє зробити досить обгрунтовані висновки, що узагальнюють розробити рекомендації по застосуванню стандартних свердел для глибокого безвиводного свердлення у корпусних деталях на агрегатних верстатах. Саме цим, мабуть, пояснюється той факт, що наявні практичні рекомендації недостатньо повні, взаємно виключають один одного, або найчастіше суперечливі. Тому дослідження фізичних закономірностей у процесі різання, спрямованих на підвищення ефективності процесу глибокого безвиводного свердлення в ливарних алюмініях стандартними свердлами на агрегатних верстатах, є в даний час актуальною задачею, що відповідає тенденції широкого впровадження прогресивних технологічних процесів у виробництво.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Актуальність досліджень і їх наукові значення підтверджуються зв'язком із виконанням робіт у межах державної науково-технічної програми “Створення нових методів, устаткування і інструменту для механічної обробки для переходу від традиційних до високих технологій у машинобудуванні” відповідно до наказу МО № 68 від 31.03.92 р., а також відповідно комплексній програмі Держкомітету України по науці і техніці 4.3 “Механічна обробка та способи з'єднання металів”, затвердженої наказом ГКНТ № 52 від 01.06.93 р. Совокупність розглянутих автором питань диктується розвитком областей, зв'язаних із виготовленням транспортних засобів, а також для рішення проблеми, що виникає при обробці глибоких отворів у ливарних алюмініях на ВАТ “ХТЗ”.

Мета та задачі досліджень. Підвищення ефективності процесу ГБС у корпусних деталях із ливарних алюмініїв стандартними свердлами ДЕРЖСТАНДАРТ 19548-88 малого діаметру (до 15 мм) багатошпіндельними, різноінструментальними силовими голівками на АС, за рахунок зниження адгезійної взаємодії інструментального й оброблюваного матеріалу й удосконалювання процесу стружкоутворення. Тобто поліпшення умов сходу стружки шляхом зміни ГПРЧ свердла, зміни характеру її руху в стружкових канавках, винятки пакетування фрагментів наросту і частинок стружки.

Для досягнення поставленої мети підвищення ефективності ГБС отворів у ливарних алюмініях, необхідно вирішити наступні задачі: оптимізація геометричних параметрів ріжучої частини (ГПРЧ) стандартного свердла і поліпшення поверхні спіральних стружкових канавок, що збільшує глибину безвиводного свердлення, поліпшує якість поверхні і геометричні параметри оброблюваного отвору; адгезійної взаємодії і зниження коефіцієнта тертя інструментального й об-

роблюваного матеріалу, що збільшує стійкість інструменту; розробки практичних рекомендацій конструктору по проектуванню АС, інженеру-технологу технологічного процесу обробки глибоких отворів по безвивідній схемі обробки в деталях із ливарних алюмініїв, що дозволить знизити собівартість механічної обробки отворів даного класу в корпусних деталях, а також загальну вартість оброблених деталей.

Об'єкт досліджень – це процес утворення пакетів стружки в стружкових канавках стандартних свердел.

Предмет досліджень. Адгезійна взаємодія інструментального й оброблюваного матеріалу; удосконалення процесу стружкоутворення, тобто поліпшення умов сходу стружки шляхом зміни ГПРЧ свердла, зміни характеру її руху в стружкових канавках; виняток пакетування фрагментів наростів і частинок стружки в стружкових канавках стандартних свердел; вплив сили різання і сили тертя на пакетування стружки в залежності від глибини свердлення.

Методи досліджень. Методичною і теоретичною базою досліджень є основні закономірності теорії різання металів при ГБС в алюмінієвих сплавах, теорія адгезійної взаємодії інструментального й оброблюваного матеріалів, загальні принципи зрізу і деформації стружки, основні положення та поділи математичного моделювання з застосуванням ЕОМ, теорії імовірності.

Експериментальні дослідження виконані на спеціально створених вимірювальних і моделюючих установках для виміру статичних і динамічних характеристик контактної взаємодії при різанні, температури й адгезійної взаємодії в зоні різання й у зоні обробки, із наступним обробленням результатів методами математичної статистики. При дослідженні структури і властивостей інструментального й оброблюваного матеріалів використовувалися методи хімічного і спектрального аналізу. При розрахунках і обробці експериментальних даних, отриманих у ході проведення досвідів, використовували ПЕОМ типу ІВМ.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна дисертаційної роботи складається з наступного: 1. На основі впливу фізичних закономірностей у зоні різання й у зоні обробки сформульована гіпотеза раптової відмови стандартних свердел через пакетування стружки в стружкових канавках при глибокому свердленні. 2. Встановлені фізичні особливості механізму руйнації і видалення стружки з зони різання при ГБС при обробці корпусних деталей на агрегатних верстатах. 3. Розроблене принципово нове заточення стандартного свердла з елементами дроблення стружки, на основі запропонованої гіпотези про схему утворення пакетів стружки і причин поломки інструментів. 4. Розроблено автоматизовану систему розрахунку режимів різання для ГБС у ливарних алюмініях.

Практична цінність отриманих результатів. Розроблено заточення вершини свердла для глибокого свердлення з елементами дроблення стружки і практичні рекомендації по конструюванню і виготовленню агрегатних верстатів для ГБС. Розроблене свердло з елементами дроблення

стружки застосовується при обробці корпусних деталей із ливарних алюмініїв на ВАТ "ХТЗ", на ВАТ "ГСКБ агрегатних верстатів" використовуються рекомендації по проектуванню і виготовленню агрегатних верстатів для ГБС, а також на ВАТ "ХЗСТО" впроваджені в серійне виробництво стандартні свердла з заточенням вершини інструмента по патенту.

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок здобувача полягає в тому, що після ретельного проведення експериментальних досліджень уперше встановлена можливість глибокого свердлення отворів по безвивідній схемі обробки стандартними свердлами; для обґрунтування цього вивчені фізичні особливості процесу ГБС, визначені сили різання, енергоємність процесу, виявлені особливості відмов стандартних свердел і досліджена їх працездатність, визначені умови стабілізації процесу обробки отворів стандартними свердлами; сформульовані основні причини поломки спіральних свердел при глибокому свердленні і методи їх усунення; розроблена математична модель для визначення частки адгезійної взаємодії в силі тертя; висунута гіпотеза про механізм поломки стандартних свердел через пакування стружки в стружкових каналах при свердленні і запропоновані шляхи підвищення ефективності глибокого безвивідного свердлення отворів у корпусних деталях із ливарних алюмініїв; розроблена конструкція заточки стандартного свердла з елементами дроблення стружки; висунута гіпотеза про фізичну модель процесу утворення, транспортування і пакування стружки; виконаний комплекс організаційно-технічних заходів щодо заточки стандартних свердел і впроваджено у виробництво глибоке безвивідне свердлення ливарних алюмініїв на агрегатних верстах.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати, подані в дисертації, доповідались і обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях і семінарах: "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". Пр. міжнар. наук.-техн. конф. 19–21 квітня Харків – ХДПУ 1995; "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". Праці міжнар. наук.-техн. конф. 30–31 травня Харків – ХДПУ 1996; "Високі технології в машинобудуванні: тенденції розвитку, менеджмент, маркетинг". Праці VII міжнар. наук.-техн. семінару 24–28 вересня – Харків: ХДПУ.–1997 р.

Публікувались в міжнародних науково-технічних збірниках "Різання й інструмент у технологічних системах". Вип. 51-59 у 1997-2001 р. і "Високі технології в машинобудуванні" у 1997-1998 р.

У повному обсязі дисертаційна робота доповідалась та ухвалена на засіданнях кафедри "Різання матеріалів і ріжучі інструменти" Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут".

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані в 7 науково-технічних роботах, в 5 збірниках тез та доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях і семінарах і одному патенті.

Робота виконана на кафедрі “Різання матеріалів та різальні інструменти” Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”.

Обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 7 розділів, висновків і 8 додатків. Повний обсяг дисертації складає 233 сторінки машинописного тексту, та містить: основну частину із 168 сторінок, 76 рисунків на 65 сторінках, 53 таблиць по тексту і 15 таблиць на 10 сторінках, 8 додатків на 36 сторінках, список літератури з 146 використаних джерел на 10 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У вступній частині обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета і задачі роботи, коротко висвітлені основні питання, які розглянуті в дисертації, та запропоновані нові прогресивні рішення досліджуваної проблеми. Представлені основні положення, винесені автором на захист.

В першому розділі, присвяченому аналізу становища досліджуваного питання і перспектив розвитку прогресивного ріжучого інструменту, дається загальна характеристика проблемі обробки глибоких (до 10...15d) отворів в корпусних деталях із ливарних алюмінієвих сплавів на агрегатних верстатах і автоматичних лініях за один прохід, або так зване "глибоке безвиводне свердління (ГБС) отворів". Сформульовані мета і задачі досліджень, які вирішувались в дисертації для досягнення поставленої цілі.

Проведений аналітичний обсяг вітчизняних і зарубіжних джерел показав, що основним напрямком розвитку прогресивного ріжучого інструменту, призначеного для обробки глибоких отворів, являється підвищення ефективності обробки деталей за один прохід (однопрохідна схема обробки глибоких отворів), або ГБС отворів.

Із робіт вітчизняних авторів Троїцького Н.Д., Вереймечука Н.С., Лакірева С.Г., Мінкова М.А., Потягайло М.В. і інших, а також зарубіжних дослідників Соги Т., Masuka I.R., Okubo С. та інших відомо, що обробка глибоких отворів в даний час в основному проводиться по багатопрохідній схемі обробки, тоді як однопрохідна схема, або ГБС отворів розповсюджені значно менше.

До недоліків багатопрохідної схеми обробки глибоких отворів на агрегатних верстатах, або автоматичних лініях необхідно в першу чергу віднести те, що свердління такого роду отворів приходиться проводити на окремих позиціях цього обладнання, що призводить до збільшення основного машинного часу. Тому в процесі механічної обробки корпусних деталей, такі технологічні операції по обробці глибоких отворів являються найбільш довгими по часу їх використання, тобто лімітуючими. В свою чергу це зменшує тривалість циклу обробки деталі, такт лінії, або верстату, що призводить до не виправданого збільшення вартості корпусної деталі, зниження технологічності її опрацювання та зростання працездатності обладнання, яке застосоване для використання таких операцій.

Цих недоліків позбавлена однопрохідна схема обробки, але основним недоліком ГБС являються негативні фізичні явища, які виникають і протікають в процесі різання, призводять, в кінцевому результаті, до передчасної відмови спіральних свердел. До таких явищ необхідно віднести нарістоутворення, пакетування стружки в стружкових канавках спіральних свердел із-за підвищеної адгезійної взаємодії інструментального та оброблюваного матеріалів в зоні різання і обробки. Однак позиційно висока ефективність процесу ГБС спонукала асоціацію "Boring and Trepanning Association" (BTA), яка об'єднує фірми біля 10 країн (США, Англія, ФРГ, Японія і інших), серед яких широко відомі фірми Guhring, DSW, Gunter і Stock (ФРГ), що розроблюють нові типи спіральних швидкоріжучих свердел, володіють можливістю обробки отворів глибиною до 10...15d за один прохід. Крім цього, в останні роки значну увагу приділяють підвищенню ріжучих властивостей інструменту за рахунок нанесення на його робочі поверхні тонких зносостійких покриттів нітридом, або карбідом титану.

Однак в цілому процес ГБС отворів у корпусних деталях із ливарних алюмінієвих сплавів досліджений ще недостатньо. Існуючі відомості у вітчизняній та зарубіжній літературі про ефективне використання ГБС мають, як правило, обмежений обсяг інформації, в основному рекламного характеру. Ці відомості стосуються обробки окремо взятих марок, або груп матеріалів. У вивчених і проаналізованих джерелах мало приділено уваги таким питанням: пакетуванню стружки в стружкових канавках і причин, що їх викликають; адгезійній взаємодії інструментального і оброблюваного матеріалів; впливу СОТС на стійкість свердел і шорсткість обробленої поверхні, а також не вивчені зміни сили різання в залежності від глибини оброблюваного отвору; не визначені можливості і області кращого застосування ГБС отворів, оптимальні режими різання.

На підставі вищевикладеного аналізу в дисертації сформульовані основна мета і задачі досліджень, а також шляхи їх реалізації. Крім цього визначені пріоритетні напрямки і умови застосування ГБС отворів на агрегатних верстатах.

У другому розділі приведена загальна методика проведення експериментальних досліджень і обробки результатів проведених дослідів, описані механічні і хімічні властивості досліджуваних інструментальних і оброблюваних матеріалів, а також приведена мікроструктура алюмінієвих сплавів і швидкоріжучої сталі. Описані експериментальні установки, верстати, стенди, прилади і пристосування, ріжучий інструмент, ЗОТС, спеціальні методики досліджень, використані в проведених експериментах.

Дослідження виконувались на агрегатних і універсальних вертикально-свердлувальних верстатах, застосованих для глибокого свердлення. У процесі проведення досліджень використовувались всі відомі типи і конструкції спіральних швидкоріжучих свердел, спеціально розроблених і виготовлених у ході проведення дослідів, з нанесеними на їх робочу частину тонких зносостійких покриттів, або без них.

Для проведення експериментів і опрацювання результатів дослідних даних використовувались широко відомі, загальнодоступні і поширені методики.

У третьому розділі розглянуті питання впливу геометричних параметрів ріжучої частини (ГПРЧ) стандартного свердла на складові сили різання та їх момент, виведення стружки із зони різання. Для вирішення поставленої мети в цьому розділі вирішувалися такі задачі: 1. Встановлювався вплив режимів різання на складові сили різання та їх момент; 2. Встановлювався вплив ГПРЧ стандартного свердла та свердла з елементами дроблення стружки на складові сили різання та їх момент; 3. Визначалися основні закономірності зміни сили різання в залежності від глибини оброблюваного отвору.

Досліди по визначенню складових сили різання та їх моментів при глибокому безвиводному свердленні отворів у ливарних алюмініях виконували на спеціально створеній моделюючій установці.

Схема дії складових сили різання на ріжучих лезах свердла в процесі ГБС отворів, як встановлено в ході проведених дослідів, не відрізняється від схеми дії сил при звичайному неглибокому свердленні до 3d. Проте відсоткове відношення кількісного розподілу дії сили по ріжучих лезах та площин, які до них прилягають, різне в залежності від глибини оброблюваного отвору. Отже, складову сили різання (див. формулу 1.1) та крутний момент, (див. формулу 1.2) можна розрахувати по формулах для неглибокого свердлення з застосуванням поправочних коефіцієнтів і показників ступеня:

$$P_O = \frac{C_{Po} D^{X_{Po}} S^{Y_{Po}}}{V^{Z_{Po}}} \quad (1.1)$$

$$M_{кр} = \frac{C_{Mкр} D^{X_{Mкр}} S^{Y_{Mкр}}}{V^{Z_{Mкр}}} \quad (1.2)$$

де показники ступеня і постійних коефіцієнтів знаходяться в прямій залежності від марки ливарного алюмінієвого сплаву, тобто хімічних і механічних властивостей, мікроструктури, поверхневого стану оброблюваної поверхні (див. табл. 1).

У відсотковому відношенні розподіл складових сили різання та крутного моменту на ріжучих лезах спіральних свердел при ГБС отворів відрізняється від неглибокого (див. табл. 2). Викликано це тим, що при збільшенні глибини свердління збільшується площа контактних поверхонь ріжучого інструменту і оброблюваної деталі, отже, збільшується вплив сили тертя.

Проте необхідно враховувати, що приведені значення складової сили "Po" та крутного моменту "Mкр" приведені для гостро ув'язненого ріжучого інструменту. У процесі експлуатації спіральних свердел, по мірі зносу ріжучого інструменту, ці значення будуть змінюватися в арифметичній прогресії і визначаються по формулах:

$$P_O = 20,0h_3^{0,55} \quad (1.3)$$

$$M_{кр} = 2,06h_3^{0,58} \quad (1.4)$$

де h_3 – розмір механічного зносу, мм.

Виходячи з цього, для визначення швидкості різання при ГБС отворів у ливарних алюмініях, в залежності від глибини оброблюваного отвору, необхідно користуватися формулою:

$$V = \frac{C_V D^X 10^{3X}}{T^m S^Y 10^{3Y}} K_V K_{C_V} \quad (1.5)$$

де C_V – постійний коефіцієнт; x, y, m – показники ступеня;

T – стійкість свердла, хв.; K_V – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фактичних умов різання; K_{C_V} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив видалення стружки із зони різання в залежності від глибини оброблюваного отвору.

Таблиця 1.

Узагальнені показники ступеня і постійні коефіцієнти.

Марка сплаву	Складова сила P_o , Н				Крутний момент $M_{кр}$, Нмм			
	C_{P_o}	X_{P_o}	Y_{P_o}	Z_{P_o}	$C_{M_{кр}}$	$X_{M_{кр}}$	$Y_{M_{кр}}$	$Z_{M_{кр}}$
АК7	18,45	0,69	0,60	0,060	1,88	0,58	0,67	0,015
АК7П	30,95	0,58	0,61	0,056	1,25	0,52	0,26	0,026
АК7Пч	11,75	0,93	0,69	0,065	1,33	0,75	0,73	0,030
АК5М2	16,95	0,75	0,67	0,059	2,22	0,65	0,90	0,014
АК7Ц9	23,90	0,66	0,60	0,058	1,65	0,75	0,69	0,018
Σ	20,40	0,72	0,63	0,059	1,67	0,65	0,58	0,020

Загальний поправочний коефіцієнт K_V визначається з формули:

$$K_V = K_{\Phi V} K_{LV} K_{MV} K_{IV} K_{ПV}, \quad (1.6)$$

де $K_{\Phi V}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив ГПРЧ спіральних свердел; K_{LV} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив глибини оброблюваного отвору; K_{MV} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей алюмінієвих сплавів; K_{IV} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей інструментального матеріалу; $K_{ПV}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки. Для ливарних алюмінієвих сплавів $K_{ПV} = 0,9$.

При визначенні подачі для тих же умов необхідно використовувати формулу:

$$S = Y_{P_o} \sqrt{\frac{P_o}{C_{P_o} t V}} \cdot K_{C_s} \quad (1.7)$$

де t – глибина різання, приблизно $t = 0,5D$ мм; K_{C_s} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив виведення стружки із зони різання в залежності від глибини оброблюваного отвору.

Таблиця 2.

Процентний розподіл складової сили "Р_о" та крутного моменту "М_{кр}" по ріжучих лезах в залежності від глибини оброблюваного отвору.

	Частка, що припадає на ріжучі леза в %									
	Головні ріжучі леза					Допоміжні ріжучі леза				
	3d	5d	7d	9d	11d	3d	5d	7d	9d	11d
Складова сили	40,0	39,9	39,6	39,4	39,0	3,0	3,3	3,75	4,2	5,0
Крутний момент	80,0	79,3	78,5	77,4	76,0	12,0	13,3	15,0	17,2	20,0

Продовження таблиці 2.

	Частка, що припадає на ріжучі леза в %				
	Перемичка				
	3d	5d	7d	9d	11d
Складова сили	57,0	56,8	56,6	56,4	55,0
Крутний момент	8,0	7,3	6,5	5,4	4,0

Для спеціального заточення вершини стандартного свердла глибина різання визначається по формулі:

$$t = b_n + b_r \quad (1.8)$$

де b_n – довжина перемички, мм; b_r – довжина головного ріжучого леза, мм.

Отже:

$$b_n = 0,5C_1 \operatorname{tg} \psi \quad (1.9)$$

де C_1 – довжина перемички, мм; ψ – кут нахилу перемички.

$$b_r = \frac{\pi R \alpha_1}{180 \sin \varphi} \quad (1.10)$$

де R – радіус опуклості ГРК, $R=(2 \div 3d)$; α_1 – центральний кут сектора, для нашого випадку при різних діаметрах свердел дорівнює $\alpha_1=10^\circ 40'$; φ – кут у плані.

У такий спосіб, на основі отриманих досвідченим шляхом стійкісних залежностей методами математичного аналізу, визначені режими різання при ГБС отворів у корпусних деталях із ливарних алюмініїв.

У четвертому розділі розглянуті питання розподілу первинних та повторних теплових потоків при глибокому безвиводному свердленні отворів у процесі різання в системі ріжучий інструмент–деталь–стружка, а також визначалося розміщення температурних ла-

нів у тілі свердла та оброблюваної деталі, визначена температура стружки.

Схема розподілу потоків та стоків теплоти, за даними наукових праць, була розроблена тільки для отворів глибиною до $3d$ (див. рис. 1а), тоді як при глибокому безвиводному свердленні така схема повинна бути відмінною від приведеної вище, оскільки при свердленні глибоких отворів контакт ріжучого інструменту зі стружкою та оброблюваною деталлю буде значно довше, ніж при опрацюванні неглибоких отворів. Тому можливий повторний розподіл тепла в цій системі, що підтверджується шляхом досліджень (див. рис. 1б). Отже, кількість тепла в системі деталь–інструмент–стружка можна визначити роздільно по кожному із них.

Рис. 1. – Схема розподілу теплових потоків при свердленні неглибоких (а) і глибоких (б) отворів:

1–оброблювана деталь; 2–ріжучий інструмент; 3–стружка.

Загальна кількість тепла (Q) визначається по формулі:

$$Q = Q_D + Q_I + Q_C \quad (1.11)$$

де Q_D – кількість тепла в деталі; Q_I – кількість тепла в ріжучому інструменті; Q_C – кількість тепла в стружці.

Отже, кількість тепла в деталі визначається по формулі:

$$Q_D = Q_P + Q_{TC} + Q'_C + Q'_i \quad (1.12)$$

де Q_P – кількість тепла, яке перейшло в деталь від процесу деформування стружки; Q_{TC} – кількість тепла, яке перейшло від тертя поверхні A_α об поверхню A_γ ; Q'_C – кількість тепла, яке повернулося в деталь від стружки; Q'_i – кількість тепла, яке повернулося в деталь від ріжучого інструменту.

Кількість тепла в ріжучому інструменті визначається по формулі:

$$Q_I = Q_{TI} + Q_{TIC} + Q''_C + Q_{TV} + Q''_i - Q'_i \quad (1.13)$$

де Q_{TI} – від тертя поверхні A_α об поверхню A_γ ; Q_{TIC} – від тертя стружки об поверхню A_γ ; Q''_C – повернулося у свердло від стружки; Q_{TV} – від тертя стрічок об поверхню A_γ ; Q''_i – повернулося в ріжучий інструмент від деталі.

Кількість тепла в стружці визначається по формулі:

$$Q_C = Q_{PC} + Q_{TIC} - Q''_C - Q'_C \quad (1.14)$$

де Q_{PC} – від роботи зрізання і деформування стружки; Q_{TIC} – від тертя стружки об поверхню A_γ .

Дослідження розподілу температурних полів у ріжучому інструменті, оброблюваній деталі

і стружці умовно розбили на три частини:

1. Температуру в ріжучому інструменті вимірювали по методу вмонтованих термопар;
2. У деталі суміщенням двох методів: вмонтованих та перерізаних термопар;

3. Розподіл тепла в стружці досліджували аналітичним засобом, враховуючи при цьому дані перших двох частин досвіду, тому що виміряти температуру в стружці в процесі опрацювання глибоких отворів не рекомендується через щільні умови в зоні різання, тривалість процесу транспортування стружки в зоні опрацювання і повторний перерозподіл тепла в системі.

У процесі проведення експериментальних досліджень впливу температури на процес різання встановлена закономірність розміщення вмонтованих температурних полів у залежності від глибини опрацювання отвору, розподілу потоків і стоків тепла між ріжучим інструментом, оброблюваною деталлю та стружкою. Крім цього встановлені причини і механізм повторної конвенції тепла в системі деталь–свердло–стружка, її залежність від глибини отвору і ступеня проникнення ЗОТС у зону різання та зону опрацювання. Кількість тепла в основному впливає на адгезійну взаємодію елементів стружки з інструментальним та оброблюваним матеріалом. У свою чергу, під впливом температури сили адгезії ініціюють утворення пакетів стружки в стружкових канавках. Проте необхідно відзначити двоїсту природу впливу тепла на сили адгезії, тому що існують два температурних пороги. При першому відбувається активація адгезійної взаємодії, тоді як при другому відбувається теплове ослаблення міцності містків зв'язку. Але необхідно відзначити, що для пари алюміній–швидкоріжуча сталь теплове зменшення міцності містків зв'язку відбувається тільки при температурах більше, ніж 400°C, то при свердленні глибоких отворів у ливарних алюмініях завжди переважає адгезійна взаємодія.

П'ятий розділ. У процесі свердлення глибоких отворів стандартними свердлами виявляються такі види зносу ріжучого інструменту: адгезійний (молекулярний) і абразивний (механічний), які стимулюють зростання наростів.

Нарістоутворення виникає в умовах дії високих температур і великого контактного тиску, тому часто по інтенсивності їх утворення судять про адгезійну взаємодію інструментального й оброблюваного матеріалів. Але це може призвести до помилкових висновків щодо частки адгезійної взаємодії в силі різання, тому що нарости виникають у результаті не тільки адгезійної, але й механічної взаємодії (при заклинюванні невеличких об'ємів при контактному прошарку металу в мікронерівностях поверхні інструменту). При цьому поверхневі прошарки оброблюваного матеріалу в зв'язку з високою швидкістю деформації дуже зміцнюються, тому руйнація стружки у першу чергу при терті буде відбуватися в нижче лежачих прошарках, а частки металу, що проникли в матеріал інструменту, залишаться на його поверхні навіть при невеличкій адгезійній взаємодії. Це явище спостерігається у виді білого нальоту на робочій частині свердла, після тривалої його експлуатації, причому збільшення інтенсивності нальоту спостерігається в напрямку до вершини

ріжучого інструменту.

Встановити причину утворення наростів на контактних поверхнях інструменту можна лише на основі кількісної оцінки сил адгезійної і механічної взаємодії. Це, у свою чергу, дозволяє встановлювати природу сил тертя і тангенціальну міцність адгезійного зв'язку, а також виявити й пояснити закономірності зносу інструменту і пакування стружки.

В шостому розподілі розглянуто вплив шкідливих фізичних явищ на процес глибокого свердління, під дією яких відбувається утворення пакунків стружки в стружкових канавках стандартних свердел. Тобто в процесі опрацювання глибоких отворів під дією трьох чинників (високого контактного тиску, температури та відсутності ЗОТС в зоні опрацювання) зростає адгезійна взаємодія інструментального та оброблюваного матеріалу, що в свою чергу призводить до гальмування фрагментів стружки відносно поверхонь різального інструменту та оброблювального отвору і утворення пакунків стружки в стружкових канавках.

Сформульовані такі поняття як "паунок стружки", "пухкий паунок стружки" та "щільно упакований паунок стружки".

"Паунок стружки" – це утворення брикету з різноспрямованими фрагментами наростів і частками стружки. Паунки бувають двох типів: пухкі та щільно упаковані.

"Пухкі паунки стружки" – такі брикети, що під впливом зовнішніх сил розпадаються на окремі достатньо крупні частини, що при цьому залишаються значно більше часток стружки і фрагментів наростів з одного боку, але значно менше паунку стружки.

"Щільно упаковані паунки стружки" – такі брикети, що під впливом зовнішніх сил не розпадаються на окремі частини і мають вигляд спресованого брикету стружки.

В процесі експлуатації ріжучого інструменту, та за результатами проведених дослідів, на моделюючій установці визначені причини пакування стружки, що викликають масову раптову відмову стандартних спіральних свердел ГОСТ 19548-88 при свердленні глибоких (більше 4d) отворів у ливарних алюмініях. Описано механізм (див. рис. 2) виникнення такого фізичного явища, як пакування стружки в стружкових канавках та причин, що його викликають. Розроблено заходи, спрямовані на зниження шкідливих наслідків причин, що викликають пакування стружки.

У сьомому розділі подані результати промислових іспитів і впровадження процесу ГБС отворів на агрегатному верстаті, приведена методика розрахунку економічної ефективності і результати впровадження спеціального заточення вершини спірального свердла на ряді машинобудівних підприємств.

Створений і виготовлений ріжучий інструмент із спеціальним заточенням вершини на базі стандартного дозволяє робити опрацювання глибоких отворів у корпусних деталях із ливарних алюмініїв на агрегатних верстатах за один прохід, тобто виконувати ГБС отворів (до 15d) багато-

шпіндельними, різноінструментальними силовими голівками, без серйозних переробок обладнання.

Встановлені оптимальні умови технологічного процесу для глибокого свердлення отворів в корпусних деталях із ливарних алюмінієвих сплавів по безвиводній схемі обробки, яка виключає раптову відмову ріжучого інструменту під дією пакунків стружки в стружкових канавках стандартних свердел.

Агрегатно–свердлильний верстат моделі АМ16239 при сприянні ОАО “Харківського ГСКБ агрегатних верстатів” введений в експлуатацію на ОАО “ХТЗ”. У проведеній серії виробничих випробувань перевірялась ефективність конструктивних і технологічних рішень, прийнятих за результатами комплексу виконаних досліджень, визначалася працездатність, параметрична і конструктивна надійність агрегатного верстату і ріжучого інструменту, достовірність розрахунків кінематичної схеми, підтверджена висока ефективність процесу ГБС отворів стандартними свердлами зі спеціальним заточенням вершини. Испити проводились різноманітними типами спіральних свердел при екстремальних режимах експлуатації і максимальних навантаженнях, як на агрегатному верстаті, так і на вертикально–свердлильному верстаті моделі 2С132.

Результати проведених дослідів показали відповідність ресурсозберігаючої технології виготовлення стандартних свердел із спеціальним заточенням, цілям і задачам, сформульованим у даній роботі.

Стандартні свердла зі спеціальним заточенням вершини впроваджені й ефективно експлуатуються на ВАТ “ХТЗ”, ВАТ “ХЗСТО” і ВАТ “ХГСКБАС” і інших, має стійкість при ГБС отворів в алюмінієвих сплавах у 8...9 разів вище, ніж при стандартному заточенні, цілком виключаються випадки раптової відмови ріжучого інструменту, економія ріжучого інструменту складає від 110% і вище, що підтверджено проведеними дослідями і розрахунками.

ВИСНОВКИ

Проведено комплексне дослідження проблеми підвищення ефективності глибокого безвиводного свердлення отворів у ливарних алюмінієвих сплавах стандартними спіральними свердлами з елементами дроблення стружки. Ці дослідження охоплюють увесь комплекс запитань, пов'язаних із процесом механічної обробки отворів, тобто: сила різання, температура, стружкоутворення, адгезійна взаємодія, пакетування стружки, якість поверхневого прошарку і стійкість ріжучого інструменту.

Як конкретна практична рекомендація по даній темі приводиться розроблене автором спеціальне заточення вершини стандартного свердла з елементами дроблення стружки, що знайшло

застосування в промисловості, а також розрахунки оптимальних режимів різання і практичні рекомендації для видачі технічного завдання на проектування агрегатних верстатів і вимоги до розроблення конструкцій верстатів із технологічними операціями ГБС отворів.

По виконаній роботі можна зробити такі основні висновки:

1. Аналіз вітчизняної і зарубіжної літератури показав, що публікації з питань обробки глибоких отворів порівняно малочислені і подані в основному статтями в періодичних виданнях, декількома невеличкими по обсягу монографіями з окремих видів обробки, проспектами фірм виробників ріжучого інструменту, що вміщують огляд основних видів і засобів обробки глибоких отворів. Проте, багато які з цих робіт видані давно і не враховують останніх досягнень у цій області, або мають обмежений обсяг інформації.

По аналізі запитань, пов'язаних із ГБС (однопрохідних) отворів встановлено, що такі фізичні явища, що виникають і протікають у процесі різання, як теплові явища, динаміка процесу різання, формування поверхневого прошарку, адгезійна взаємодія вивчені недостатньо. А деякі явища, такі як пакетування стружки і стійкість стандартних свердел у контексті даного запитання практично не розглядалися.

2. Виявлено основні закономірності динаміки процесу ГБС стандартними свердлами з елементами дроблення стружки, а також найбільш значні чинники, що впливають на стійкість ріжучого інструменту і пакетування стружки у стружкових канавках і причини, які його породжують.

3. Сформульовано поняття “зона обробки” і “пакетування стружки”, розроблені методики їх кількісної і якісної оцінки. Визначено раціональні умови процесу різання і спроектована принципово нова форма заточення вершини ріжучого інструменту, при якому досягалася максимальна продуктивність і задовільна стійкість свердел. Вперше запропоновано застосування ГБС отворів стандартними свердлами на агрегатних верстатах і автоматичних лініях на глибину від 10 до 15d за один прохід.

4. За допомогою поєднання декількох засобів виміру температури штучними термопарами встановлено, що при оптимальних режимах різання вона складає відповідно в зоні різання: 1) у ріжучому інструменті до 300° С, збільшуючись уздовж ГРК від центру інструмента до його вершини; в оброблюваній деталі до 250° С; 2) у зоні обробки: у ріжучому інструменті до 400° С, збільшуючись уздовж осі свердла від його вершини в напрямку до хвостовика, причому температура збільшується на ділянці 2...3d; 3) в оброблюваній деталі до 140° С;

Найбільший вплив на зміну температури в зоні різання має швидкість різання і подача, у зоні обробки – глибина оброблюваного отвору. Геометричні параметри ріжучої частини змінюють температуру слабо.

5. За допомогою розробленої методики експериментального визначення сили адгезійної взаємодії інструментального й оброблюваного матеріал

лів встановлені закономірності зміни тангенціальної міцності адгезійного зв'язку в зоні різання й у зоні обробки. Показано, що сили адгезії мають вирішальний вплив на пакетування стружки в стружкових канавках, на процес фрикційної взаємодії швидкоріжучої сталі Р6М5Ф3 із ливарними алюмінієвими сплавами.

6. Встановлено закономірності зносу ріжучого інструменту в процесі його експлуатації, основними видами якого при обробці ливарних алюмініїв є: механічний (абразивний) і адгезійний (молекулярний).

Механічне зношення в основному переважає в зоні різання й у зоні обробки по задній поверхні стрічок, максимального значення механічний знос досягає при вершині ріжучого інструменту, адгезійний – по передній поверхні A_y в зоні обробки.

Визначено критерій зносу свердла, який необхідно вибирати по технологічній ознаці – збільшення шорсткості поверхні A_y . Він дорівнює, або не більш $h_3 \leq 0,3$ мм.

7. Запропоновані фізичні моделі процесу різання та утворення, транспортування та пакування стружки, які дозволяють проаналізувати взаємодію фізичних явищ в зоні різання та в зоні опрацювання.

8. В результаті впровадження наукових розробок у виробництво отримано економічний ефект у розмірі 285644 гр., що підтверджений актами впровадження.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Маршуба В.П. Доля адгезійної взаємодії в силі різання при глибокому свердленні ливарних алюмінієвих сплавів. // "Різання і інструмент у технологічних системах". Міжнар. наук.–техн. зб. –Х.: ХДПУ. 1997. Вип. 51. – С. 164–166.

2. Маршуба В.П., Дрожжин В.І. Підвищення ефективності глибокого свердління отворів в алюмініях на агрегатних верстатах і автоматичних лініях спіральними свердлами малого діаметру за рахунок удосконалення умов відводу стружки. // "Різання і інструмент у технологічних системах". Міжнар. наук.–техн. зб. –Х.: ХДПУ. 1998. Вип. 52. – С. 81– 87. Висунута гіпотеза про механізм поломки стандартних свердел через пакетування стружки в стружкових каналах при свердленні і запропоновані шляхи підвищення ефективності глибокого безвиводного свердлення отворів у корпусних деталях із ливарних алюмініїв.

3. Маршуба В.П. Причини раптової відмови (поломок) спіральних свердел при опрацюванні глибоких отворів в алюмінієвих сплавах і методи його усунення. // "Різання і інструмент у технологічних системах". Міжнар. наук.-техн. зб. –Х.: ХДПУ. 1998. Вип. 52. – С. 154–157.

4. Маршуба В.П. Адгезійна природа утворення пакетів стружки в стружкових канавках при глибокому безвиводному свердленні ливарних алюмініїв. // "Високі технології в машинобудуванні". Зб. наук. пр. ХДПУ.–Харків:–1998.–С. 212– 214.

5. Маршуба В.П. Ефективність глибокого свердлення алюмініїв багатошпіндельними різноінструментальними голівками на агрегатних верстатах і автоматичних лініях. // "Високі технології в машинобудуванні." Зб. наук. пр. ХДПУ.–Харків: 1999.–С. 198– 201.

6. Маршуба В.П. Фізична модель процесу різання при глибокому безвиводному свердленні отворів у ливарних алюмініях. // "Різання й інструмент у технологічних системах". Міжнар. наук.–техн. зб. –Х.: ХДПУ, 1998. Вип. 54 –С. 168–170.

7. Маршуба В.П. Схема утворення пакетів стружки при глибокому безвиводному свердленні ливарних алюмініїв. //Міжнар. наук.–техн. збірник. "Різання і інструмент у технологічних системах." Вип. 55. –Х.: ХДПУ. 1998.–С. 161–163.

8. Патент № 98010380 України, МКІ 6 В23В51/02. Спиральне свердло для глибокого свердлення. //Маршуба В.П., Дрожжин В.І. (Україна); Заявлено 22.01.98, Опубл. 22.01.2001, Бюл. № –5 с. мал. Розроблена конструкція заточки стандартного свердла з елементами дроблення стружки.

9. Маршуба В.П. Вторинний перерозподіл потоків і стоків теплоти в зоні обробки при глибокому безвиводному свердленні алюмініїв. // "Різання і інструмент у технологічних системах". Міжнар. наук.-техн. зб. – Х.: ХДПУ, 2001. Вип. 59.– С. – .

10. Маршуба В.П. Дрожжин В.І. Фізична модель процесу утворення, транспортування і пакування стружки при глибокому безвиводному свердленні алюмініїв. // "Різання і інструмент у технологічних системах". Міжнар. наук.–техн. зб. – Х.: ХДПУ, 2001. Вип. 59. – С. – .
Висунута гіпотеза про фізичну модель процесу утворення, транспортування і пакування стружки.

11. Маршуба В.П., Дрожжин В.І., Болдін Д.М. Методи усунення поломок свердел на багатоінструментальних голівках агрегатних верстатів при глибокому свердленні. // "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". Праці міжнар. наук.–техн. конф. 19– 21 квітня – Х.: ХДПУ, 1995. – С. 69. Сформулював основні причини поломок спіральних свердел при глибокому свердленні і методи їх усунення.

12. Маршуба В.П., Дрожжин В.І., Болдін Д.М. Доля адгезійної взаємодії в силі різання при глибокому свердленні ливарних алюмінієвих сплавів. // "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". Пр. Міжнар. наук.–техн. конф. 30– 31 травня. –Х.: ХДПУ, 1996. – С. 167. Розроблена математична модель для визначення частки адгезійної взаємодії в силі тертя.

13. Маршуба В.П. Адгезійна взаємодія швидкоріжучої сталі з ливарними алюмінієвими сплавами. // "Високі технології в машинобудуванні: тенденції розвитку, менеджмент, маркетинг". Праці VII міжнар. наук.–техн. семінару 24– 28 вересня. – Х.: ХДПУ, 1997. – С. 185–187.

АНОТАЦІЇ

Маршуба В.П. **Підвищення ефективності процесу глибокого безвиводного свердлення ливарних алюмініїв стандартними свердлами на агрегатних верстатах.** –Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.01 –"Процеси механічної обробки, верстати та інструменти". Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" Харків, 2001.

Захищається робота, метою якої являється підвищення ефективності процесу глибокого безвиводного свердлення (до 10– 15d) отворів у корпусних деталях із ливарних алюмініїв стандартними спіральними свердлами малого діаметру (до 15 мм) багатощпіндельними, різноінструментальними силовими голівками на агрегатних верстатах і автоматичних лініях за рахунок зниження адгезійної взаємодії інструментального й оброблюваного матеріалів і удосконалення процесу стружкоутворення, тобто покращання умов сходу стружки шляхом зміни геометричних параметрів ріжучої частини свердла, зміни характеру її руху в стружкових канавках, виключаючи пакування фрагментів наросту і частин стружки.

Запропоновані конструктивні і численні методи: для забезпечення процесу глибокого безвиводного свердлення отворів, висока ефективність якого обґрунтована теоретично і підтверджена практично. Основні результати роботи знайшли промислове застосування в проектуванні нових конструкцій агрегатних верстатів і автоматичних ліній, а також у конструкціях стандартних свердел для обробки легких сплавів з поліпшеними технічними характеристиками.

Ключові слова: глибоке безвиводне свердлення, стружкоутворення, адгезія, пакування стружки.

Маршуба В.П. **Повышение эффективности процесса глубокого безвыводного сверления в литейных алюминиях стандартными сверлами на агрегатных станках.** –Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.03.01 –процессы механической обработки, станки и инструменты. Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт". – Харьков, 2001.

Диссертация посвящена решению актуальной задачи – разработке способов и условий эффективного глубокого безвыводного сверления отверстий сверления (до 10–15d) в корпусных де-

талях из литейных алюминиевых сплавов на агрегатных станках стандартными сверлами малого диаметра (до 15 мм) многошпиндельными, разноинструментальными силовыми головками. Литейные алюминиевые сплавы характеризуются высокой адгезионной активностью, плохой обрабатываемостью и повышенной склонностью к образованию пакетов стружки в стружечных канавках режущего инструмента, кроме этого традиционные методы увеличения глубины сверления на агрегатных станках не обеспечивают заданной производительности и качественной обработки при сверлении глубоких отверстий. Для решения поставленной задачи необходимо обеспечить устойчивое удаление стружки из зоны резания и зоны обработки, исключить пакетирование стружки в стружечных канавках, создать щадящие условия для работы режущего инструмента. Это достигается за счет снижения адгезионного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материалов, путем применения износостойких покрытий; совершенствования процесса стружкообразования, то есть улучшения условий схода стружки путем изменения геометрических параметров режущей части сверла; изменения характера движения стружки в стружечных канавках, за счет исключения пакетирования фрагментов наростов и частичек стружки, что способствует созданию стабильной работы стандартных сверл.

В диссертации исследованы особенности адгезионного взаимодействия инструментального и обрабатываемого материалов, пакетирования стружки и причин его вызывающих, они состоят в том, что при сверлении отверстий выявлена идентичность изменения характера зависимостей коэффициентов усадки стружки от глубины сверления, изменение напряжений резания и энергоемкости процесса. Это свидетельствует о том, что в применяемом процессе глубокого сверления пакетирование стружки зависит от влияния сил адгезии и температуры в зоне резания и зоне обработки.

Показано, что глубокое безвыводное сверление в корпусных деталях из литейных алюминий имеет некоторые особенности износа и внезапного отказа стандартных сверл, из-за насыщения микронеровностей поверхности режущего инструмента мелкими частичками обрабатываемого материала, адгезионной схватываемости инструментального и обрабатываемого материалов. Стандартные сверла в основном изнашиваются при ГБС в результате внезапного отказа или по задней поверхности инструмента в зависимости от глубины сверления.

Установлены оптимальные условия глубокого сверления в корпусных деталях из литейных алюминий по безвыводной схеме обработки стандартными сверлами с элементами принудительного дробления стружки в зоне резания; исследования производились методами планирования экспериментов второго порядка. Выявлены отличительные особенности влияния технологических факторов на выходные параметры процесса ГБС: например, такие факторы как пакетирование стружки и её удаление из зоны резания и зоны обработки, имеющие существенное значение в обычных условиях сверления стандартными сверлами, влияющих на стойкость инструмента и ка-

чество обработанного отверстия, которые в рассматриваемом процессе утрачивают значение, так как стойкость и работоспособность сверла достигается применением на рабочей части зуба режущего инструмента элементов принудительного дробления стружки и нанесением износостойких покрытий из карбида или нитрида титана.

Предложены конструктивные и численные методы: анализ процесса глубокого безвыводного сверления отверстий, высокая эффективность которого обоснована теоретически и подтверждена практично; анализ образования, транспортирования и пакетирования стружки, приводящее к внезапному отказу режущего инструмента; анализ закономерностей первичного распределения и вторичного перераспределения теплоты при глубоком сверлении, что приводит к повышению адгезионной активности в зоне обработки и появлению пакетов стружки.

Основные результаты работы нашли промышленное применение в проектировании новых конструкций агрегатных станков и автоматических линий, а также в конструкциях стандартных быстрорежущих спиральных сверл для обработки легких сплавов с улучшенными техническими характеристиками.

Ключевые слова: глубокое безвыводное сверление, стружкообразование, адгезия, пакетирование стружки.

Marshyba V.P. **The increasing of efficacy of deep hole drilling process for one pass aluminum alloys with high cutting twist drills on the aggregated machine tools.** – Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical science on a specialty 05.03.01 –Processes of machining, machine tools and tools. "The Kharkov state polytechnics university. Kharkov 2001.

The thesis is defended: the aim of which is the increasing of efficiency of process for drilling deep holes for one pass (till 10...15d) in base members of cast aluminum using the standard twist drills of small diameter (till 15 mm) with unittype spindle heads on aggregated machinetools and automated lines due to decreasing of adhesive interaction of tool and machined materials and the improving of chip forming process, by changing the geometric parameters of drill cutting edge, changing the way of its movement in the chip flutes except the packaging of chip crust fragments and particples.

The constructive and numerical methods are offered: the analysis of for one pass deep hole drilling process, a high efficiency of which has been based theoretically and approved in practice. The main results of this thesis have found a use in projecting of the aggregated machinetools and automated lines of new design, in designs of standard twist drills for light alloys machining with improved characteristics.

The keg words: deep whole drilling fop one pass, chip formation, chips packaging.