

**ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ
ТРИШАРОШКОВИХ БУРОВИХ ДОЛІТ НА УСІХ ЕТАПАХ ЇХ СТВОРЕННЯ**

Яким Р.С., Петрина Ю.Д., Яким І.С. (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ, Україна)
Тел. (03422) 43024; E-mail: mtf@nung.edu.ua

Abstract: *The integration of compound technological operations of the mechanical treatment into the one automated process let to create flexible technological lines, which could be promptly readjusted. At gives opportunities for using and further modification of algorithms on the base of which the technological processes are made. At's accomplished the possibility of operations realization for continuous improvement of processes functioning indices by refreshing and improving program products, resource means and also machine tools and program-controlled machines, which provide high flexibility in the process of mastering and creating new quality constructions of rock bits*

Key words: *rock bit, quality, treatment, automated process*

Тришарашкові бурові долота є найскладніші об'єкти сучасного нафтогазового машинобудування. Практика показує, що їх виготовлення можливе тільки на спеціалізованих підприємствах – долотних заводах, де можливо створити усі умови для забезпечення якості на усіх етапах їх створення. Специфіка виготовлення доліт зумовлює використання спеціальних матеріалів та методів формоутворення. При цьому комп'ютеризація та автоматизація технологічних процесів дозволяє задовольнити високі вимоги до точності та якості продукції. Оскільки долотне виробництво нерозривно пов'язане з постійними дослідженнями і впровадженням нових конструкцій доліт, то особливої ваги набуває система „наука-техніка-виробництво”. У цій системі технологія виступає елементом, що обіймає весь комплекс процесів вирішення конструкторсько-технологічних завдань в області долотобудування. Функціонування цієї системи дозволяє швидкими темпами здійснювати апробацію та впровадження у виробництво передової технології, обладнання, інструменту. Це забезпечує не тільки підвищення продуктивності праці, але й дозволяє мобільно освоювати виробництво складних конструкцій деталей бурових доліт.

Зараз багато уваги приділяють удосконаленню технологічних операцій виготовлення бурових доліт [1-3]. Однак для створення цілісної системи, згідно якої можна виходити на новий рівень створення тришарашкових доліт, необхідно розробити принципи поєднання і узгодження проектних, матеріалознавчих, конструкторсько-технологічних, організаційних та ін. робіт.

Нижче запропоновано апробовані принципи поєднання всіх стадій створення доліт в єдиній інформаційній системі.

Дослідження проводили на базі реального виробництва тришарашкових бурових доліт ВАТ „ДДЗ”. Здійснювали моделювання конструкцій, технологічних операцій механічного оброблення та керуючих програм для цехових обробляючих центрів типу MCV, TV650, VSC у середовищі Cimatron E і сумісного з ним HEIDENHAIN TNC. Для виявлення взаємозв'язків між формоутворенням деталей та їх показниками якості й експлуатаційними показниками застосовано системний та ступенево-логічний аналіз згідно методики [4].

Теоретичним підґрунтям для побудови принципів поєднання проектування, конструювання і виготовлення деталей і доліт у цілому є функціонально-орієнтований підхід [5], а також критерії вибору шляхів підвищення якості та високих експлуатаційних показників тришарашкового бурового долота, як виробу. Оскільки виготовлення тіл кочення підшипників опори та вставне твердосплавне захисне і породоруйнівне оснащення доліт виготовляється на спеціалізованих виробництвах, то детальніше

зупинимось на процесах створення лапи, шарошки і складальних операціях. З цією метою виконано три декомпозиції лапи і шарошки – конструкторську, матеріалознавчу, технологічну. А це в свою чергу, враховуючи результати роботи [6], передбачає системний підхід до постановки і вирішення конструкторсько-технологічних задач: забезпечення технологічно орієнтованого проектування конструкцій лапи та шарошки; забезпечення паралельної технологічної підготовки виробництва з урахуванням технологічних засобів; забезпечення реалізації конструкторсько-технологічних рішень у технологічному процесі виготовлення лапи і шарошки.

Для формулювання задач перед проектуванням важливим етапом є обґрунтоване висунення множини вимог до лапи і шарошки та їх елементів. Це стає можливим шляхом аналізу елементів конструкції лапи і шарошки з урахуванням досвіду виготовлення та експлуатації (рис.1). Виділені вимоги формують основні задачі вибору відповідних матеріалів, пошуку та встановлення найбільш оптимальних конструкторських параметрів елементів деталей, а також застосування ефективних технологічних операцій при їх виготовленні.

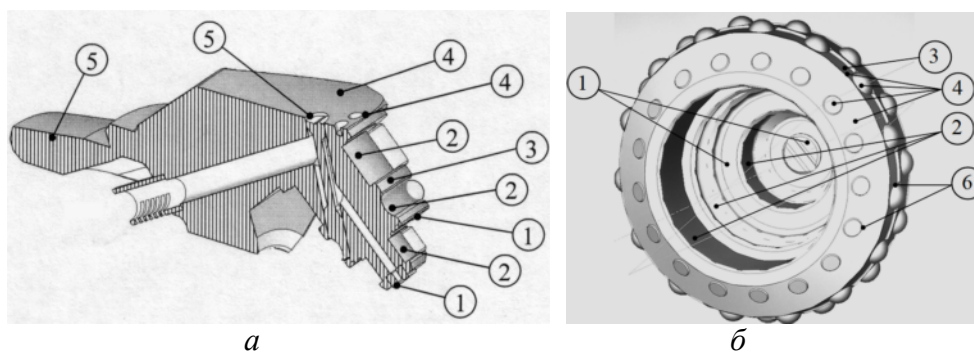


Рис. 1. Конструкції лапи (а) і шарошки (б) тришарошкового бурового долота з вставним твердосплавним породоруйнівним та захисним оснащенням, в яких виділено елементи, до яких висуваються функціонально-експлуатаційні та технологічні вимоги:

- 1 – зносостійкість в умовах тертя ковзання і дії високих контактних температур;
- 2 – контактна витривалість і зносостійкість в умовах тертя кочення;
- 3 – стійкість до пластичної деформації та крихкого руйнування;
- 4 – зносостійкість в умовах дії гідро-абразивного, ударно-абразивного впливів;
- 5 – забезпечення доброї зварюваності; 6 – стійкість до випадання

Формування якості шарошкових доліт починається на стадії проектування, коли закладаються всі основні показники якості долота. Конструкція шарошкового долота є агрегатом взаємозв'язаних вузлів, деталей, елементів і матеріалів, що функціонують у складних умовах експлуатації. За таких умов якість окремих елементів конструкції здійснює вирішальний вплив на ефективність функціонування долота. Тому важливим є не тільки пошук досконалої конструкції елементів і долота в цілому, а й обґрунтований вибір матеріалів, що забезпечують технологічні, експлуатаційні та економічні показники.

До основних технологічних етапів, на яких формується якість шарошкового долота, відноситься: виробництво заготовок; чорнове і напівчорнове механічне оброблення різанням; хіміко-термічна обробка; зміцнення наплавленням зносостійким сплавом; викінчувальне механічне оброблення різанням; складання вузлів і долота в цілому; формоутворення різи на нпелельній частині зібраного долота.

З метою забезпечення виготовлення якісних доліт необхідно обґрунтовано вибрати методи і параметри обробок. Для оцінки останніх необхідно враховувати наступні групи чинників:

- які визначають експлуатаційні властивості деталей долота;

– які істотні для попередження виникнення дефектів, таких, як утворення тріщин, погіршення поверхні, деформації та ін.;



Рис. 2. Матриця (а) і пуансон (б) для штампування поковки лапи секційного тришарашкового бурового долота

– які визначають технічну можливість, ступінь складності підготовки та реалізації виробництва, а також економічні показники.

Необхідно зауважити, що для реалізації виробництва важливим є пошук способів організації та реалізації операцій технологічного процесу виготовлення деталей і долота в цілому. З цією метою необхідно встановити, спроектувати і виготовити чи застосувати спеціалізований інструмент та оснащення й верстати. Для забезпечення мобільності та ефективності вирішення цих задач необхідно створити інформаційну базу типових моделей конструкцій та інструменту для автоматизованого проектування і створення керуючих програм для реалізації технологічних операцій.

Вже на стадії виготовлення заготовок на кожен конструкцію і типорозмір лап необхідно виготовити штампи (рис. 2) для поковки, що завжди було трудомістким і тривалим процесом.

На ВАТ „ДДЗ” до 2001 року використовувалось традиційне ручне проектування поковок та штампового оснащення з подальшим виготовленням штамсів на гідрокопіювальних верстатах 6Б443Г з використанням дерев’яних моделей штамсів. Час від стадії проектування до виготовлення займав 5-6 місяців, що суттєво знижувало мобільність освоєння нових типорозмірів доліт.

На основі вивчення зарубіжного досвіду, а також проведених значних науково-дослідних робіт на ВАТ „Волгабурмаш” була розроблена і апробована нова концепція наскрізного комп’ютерного автоматизованого (CAD/CAM/CAE – технології) проектування і виготовлення в одному інформаційному технологічному процесі від проектування заготовки та штампового оснащення до контролю готових штампованих виробів [7]. Впровадження цього автоматизованого проектування на ВАТ „Волгабурмаш” дозволило у 8 разів скоротити цикл освоєння штамсів для виготовлення нових конструкцій поковок лап і до 2,7 разів знизити вартість пресового оснащення на одну поковку, що відкрило нові резерви економії енергетичних і трудових ресурсів.

Проведені на базі ВАТ „ДДЗ” дослідження, аналогічні здійсненим для проектування і виготовлення шарашки і лапи [8, 9], дозволили впровадити принципи єдиного комп’ютеризованого середовища, що поєднує автоматизоване проектування, конструювання та створення керуючих програм для реалізації механічного оброблення деталей на

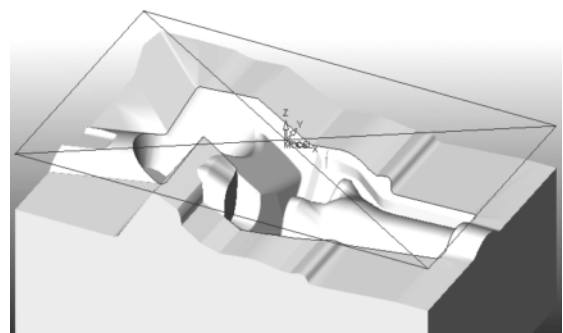


Рис.3. Загальний вигляд 3-D моделі частини штампу для виготовлення поковки лапи тришарашкового бурового долота

верстатах з ЧПК. Зокрема, на етапі комп'ютеризованого проектування і конструювання деталей паралельно виконується проектування операцій технологічних обробок з формоутворення шарошок, лап, штампів під поковку лапи.

Отже, першим етапом є створення 3-D моделі штампу для виготовлення поковки лапи тришарошкового бурового долота. Він здійснюється способом утворення „обтягуючої” поверхні в середовищі програмного продукту Cimatron E (рис. 3).

Процес проектування технологічного процесу і створення робочої керуючої програми здійснюється в декілька етапів. Спочатку завантажується твердотільна модель штампу, отримана на стадії проектування і конструювання для NC-обробки. Далі задюється початкові координати, з яких почнеться рух фрези, і траєкторія руху інструмента по поверхні моделі (рис 4, а).

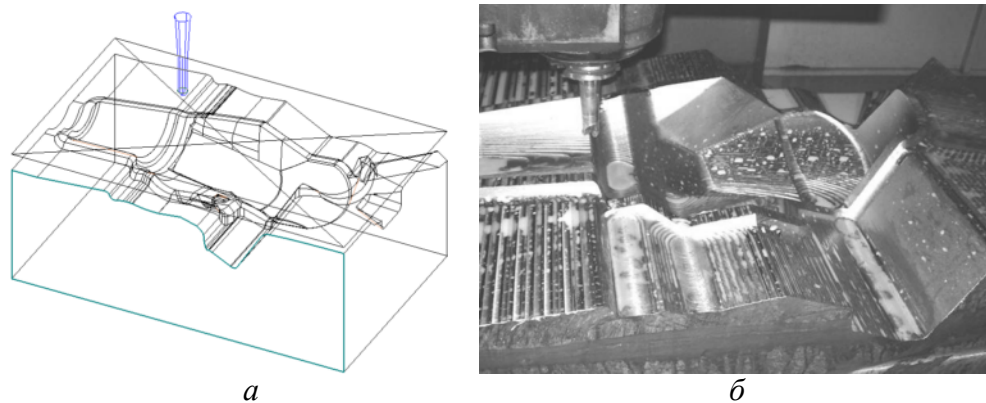


Рис. 4. Моделювання механічного оброблення і його реалізація:

а – перегляд руху фрези при обробленні 3-D моделі частини штампу;

б – фрезерування частини штампу під заготовку лапи на оброблювальному центрі MCV1000A фірми Kovosvit (Чехія)

Після перегляду проекту моделі оброблення в симуляторі поетапного оброблення фрезеруванням задають координати верстату /MACSYS/ відповідно до системи координат користувача /СКП/. Необхідно вказати нуль стола верстата і висоту пристрою, інші вихідні координати обчислюються автоматично.

Дальшу роботу з проектом моделі оброблення здійснюють за допомогою постпроцесора, в якому комп'ютер перетворює в машинних кодах з системи Cimatron E4.2 в коди системи HEIDENHAIN. При цьому автоматично створюється робоча керуюча програма для обробляючого центру моделі MCV 1000A. Цехове верстатне комп'ютерне керування HEIDENHAIN TNC має діалогові і ISC формати, що дозволяє демонструвати індивідуальні кроки для контролю контуру при обробленні штампу (рис. 4, б).

Впровадження на ВАТ „ДДЗ” описаної технології виготовлення складних штампів для поковок лап дозволило скоротити час на підготовку документації та технологічний процес механічного оброблення до 2-х місяців. При цьому відпала необхідність у виготовленні значної кількості шаблонів для контролю точності штампів (з 40-50 шт. до 5-6 шт.). Точне виготовлення штампів дозволило зменшити норму витрат долотної сталі на 4-8%.

Проектування й конструювання твердотільних 3-D моделей різних конструкцій і типорозмірів цапф лап та шарошок ведеться таким способом, щоб одночасно моделювати технологічні операції механічного оброблення та руху інструменту. Спочатку створюється основна 3-D модель, що відповідає параметрам заготовки – поковки, а потім накладаються контури об'ємів, які повинні бути видалені з цієї заготовки. Тому для підвищення мобільності освоєння нових конструкцій і типорозмірів деталей доліт, а також прискорення процесів підготовки виробництва

принципово важливим є створення інформаційної бази типових моделей в комп'ютеризованому середовищі. Як показали дослідження, це дозволяє суттєво підвищити точність і зменшити витрати долотних сталей, інструменту та енергоносіїв при виготовленні каліброваних заготовок – напівфабрикатів для високоефективного механічного оброблення на обробляючих центрах з ЧПК. Наприклад, оброблення цапфи лапи, що ведеться на токарному верстаті з ЧПК моделі TV650/4 фірми „DANOBAT” (Іспанія) не тільки підвищує ефективність технологічного процесу порівняно з базовим приблизно в 1,6 разів, а й забезпечує сприятливий технологічний спадок, виключаючи кінцеве шліфування. Також скорочується час оброблення однієї лапи на 41хв, при цьому забезпечується зменшення ціни механічного оброблення на 5,13грн (станом на розцінки операцій до жовтня 2009р.).

Оброблення внутрішньої поверхні шарошки на верстатах VSC-250 чи VSC-500 фірми „EMAG” дозволяє виключити трудомісні і неефективні операції шліфування, усунути проблеми з виникненням браку. Також оброблення з одного установу і комп'ютеризований контроль розмірів не призводить до проблем в складанні опори, усунення яких вимагає додаткові операції шліфування окремих внутрішніх поверхонь шарошки.

Оброблення зовнішньої поверхні шарошки – на п'ятикоординатному оброблювальному центрі моделі MCV 1270 фірми Kovosvit (Чехія) забезпечує зменшення часу (залежно від типорозміру шарошки та складності породоруйнівного оснащення) у 2,1 – 3,9 разів. При цьому відкрилися можливості формоутворення породоруйнівного оснащення шарошок довільної складності.

Ще одним з найвагоміших етапів виготовлення деталей доліт є хіміко-термічна обробка (ХТО), для якої з успіхом застосовують агрегати фірми IPSEN нового покоління. Це багатоцільові двокамерні печі TQ-2, які обладнані комп'ютеризованим обладнанням для високоточного повного керування і регулювання процесами термообробки в автоматизованому режимі. На керуючому комп'ютері агрегату можна моделювати термообробку і створювати інформаційну базу моделей. Це дозволяє мобільно і з високою точністю здійснювати ХТО деталей для конкретних плавок сталі. При цьому усуваються проблеми пов'язані з перегрівом, тріщиноутворенням і значною деформацією, до яких чутливі долотні сталі. Одночасно деталі набувають заданих експлуатаційних показників.

Аналіз браків та відмов доліт показує, що значна їх частина спричинена на етапі складальних операцій. А саме, неоптимальні натяги в пресових з'єднаннях, значні зазори в опорах, різновисотність шарошок тощо. Практика долотобудування показує, що запровадження способу селективного складання спричинює до виникнення незавершеного виробництва. Часто некомплектні деталі, особливо лапи і шарошки, після селективного складання значний час зберігаються і накопичуються на складі, а потім ідуть на переплав, що веде до прямих збитків. Одночасно застосування єдиного комплексного підходу до проектування, конструювання та виготовлення, що ґрунтується на концепції комп'ютеризації та автоматизації цих процесів, дозволяє настільки підвищити показники по критеріях якості (конструкторсько-технологічних, функціонально-експлуатаційних, економічних), які описано в [9], що практично не допускає виникнення браку при складальних операціях, які статистично формуються на попередніх операціях механічного оброблення та ХТО.

Висновок. Об'єднання складних технологічних операцій механічного оброблення в один автоматизований процес дозволило створити гнучкі технологічні лінії, які мобільно переналагоджуються. Це створює можливості для застосування і подальшого вдосконалення алгоритмів, на основі яких будуються технологічні процеси. Стає можливим реалізація заходів для сталого поліпшення показників функціонування процесів завдяки постійному оновленню і вдосконаленню програмних продуктів та

ресурсних засобів, а також верстатів та агрегатів з ЧПК, що забезпечують високу гнучкість в освоєнні і створенні нових якісних конструкцій бурових доліт.

Надалі актуально вдосконалити складальні процеси у виготовленні бурових доліт.

Список літератури: 1. Сизова Е. И. Влияние технологического процесса на качество изготовления шарошечных долот. / Е. И. Сизова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) – М.: Изд. Московского гос. горного университета, 2009. – № 3. – С. 376-379. 2. Неупокоев В. Г. Вопросы теории и практики проектирования, производства и эксплуатации буровых шарошечных долот / Неупокоев В. Г. – Самара: Издательство Самарского научного центра Российской академии наук, 2000. – 376 с. 3. Современные шарошечные долота, проблемы их совершенствования и повышения надежности / [Торгашов А. В., Барвинок В. А., Бикбулатов И. К. и др.]; под ред. А. В. Торгашова. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2000. – 190 с. 4. Теоретичні основи обґрунтованого вибору критеріїв відмов і шляхів підвищення довговічності тришарошкових бурових доліт / Є. І. Крижанівський, Р. С. Яким, Л. Є. Шмандровський, Ю. Д. Петрина // Вісник Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”. Машинобудування. – К.: КТУУ „КПІ”. – 2009. – Вип. 56. – С. 6 – 13. 5. Михайлов А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения / Михайлов А. Н. – Донецк: ДонНТУ, 2009. – 346 с. 6. Никифоров А. Д. Современные проблемы науки в области технологии машиностроения / Никифоров А. Д. – М.: Высшая школа, 2006. – 392 с. 7. Гавриленко М. В. Совершенствование технологии проектирования и изготовления сложных штампов на основе моделирования процесса их эксплуатации: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.03.05. „Технологии и машины обработки давлением” / М. В. Гавриленко. – Самара, 2006. – 20 с. 8. Проектні та конструкторсько-технологічні заходи для забезпечення енергоощадності та якості при створенні тришарошкових бурових доліт / Є. І. Крижанівський, Р. С. Яким, Л. Є. Шмандровський, Ю. Д. Петрина // Нафтогазова енергетика – 2010. – № 1 (12). – С.14–19. 9. Петрина Ю. Д. Конструкторсько-технологічне забезпечення підвищення якості лап тришарошкових бурових доліт на усіх етапах їх створення // Ю. Д. Петрина, Р. С. Яким, Т. Б. Пасинович // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2010. – Том 15. – №1. – С.81 – 93.

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРИШАРОШЕЧНЫХ БУРОВЫХ ДОЛОТ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

Яким Р. С. , Петрина Ю. Д. , Яким И. С. (ИФНТУНГ, г. Одесса, Украина)

Тел. (03422) 43024; E-mail: mtf@nung.edu.ua

Аннотация: интеграция сложных технологических операций механической обработки в один автоматизированный процесс позволяет создавать гибкие технологические линии, которые могут быть оперативно скорректированы. Это дает возможности для использования и дальнейшей модификации алгоритмов, на базе которых составляются технологические процессы

Ключевые слова: буровое долото, качество, автоматизированные процессы

Надійшла до редколегії 20.05.2011 р.