

Р.С. Яким, Ю.Д. Петрина, І.С. Яким
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ПРОЦЕСНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ТРИШАРОШКОВИХ БУРОВИХ ДОЛІТ НА ЕТАПАХ ЇХНЬОГО ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ

© Яким Р.С., Петрина Ю.Д., Яким І.С., 2011

Запропоновано апробовані принципи створення єдиної інформаційної системи реалізації процесу проектування, конструювання і виготовлення деталей бурових доліт, що реалізує ефект підвищення якості процесів на етапах життєвого циклу таких доліт.

The approved principles of creating of unified information system of realization of rock bit parts design, engineering and manufacturing process are offered, that will realize the effect of processes quality improvement at life cycle stages of such rock bits.

Постановка проблеми. Підвищення якості та експлуатаційних показників тришарових бурових доліт визначається науково-технічним рівнем не тільки у підходах до організації, забезпечення і реалізації виробничих процесів, а й ефективності підтримання життєвого циклу доліт. Традиційні підходи до розв'язання конструкторсько-технологічних задач з проектування, конструювання, підготовки і реалізації виготовлення унеможливають забезпечення необхідної якості процесів, а відтак і доліт. Тому сьогодні актуальним є підвищення конкурентоспроможності доліт з впровадженням інтегрованих автоматизованих інформаційних систем і технологій, що добре себе зарекомендували у світовій практиці машинобудування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні широко відомий досвід досягнення високої довговічності доліт фірмою „Halliburton”, яка керується новою парадигмою виробничих процесів. Суть її полягає у підвищенні ефективності процесів проектування і виготовлення за рахунок впровадження високогнучкої комп'ютеризованої підготовки нових конструкцій доліт та їх освоєння для виробництва [1]. Тому на вимогу сучасності забезпечуються мінімальні затрати під час випуску малих партій доліт. Отже, перспективним і ефективним бачиться поєднання усіх стадій створення сучасних конструкцій доліт в єдину інформаційну систему. Зокрема, впровадження концепції інтегрованих автоматизованих виробничих систем (ІАВС) поставило питання про злиття в єдиний, взаємопов'язаний комплекс різних етапів виробництва: проектування об'єктів виробництва, підготовку виробництва нових об'єктів, різні стадії планування виробництва і процесів [2]. Однак такі нововведення на долотних підприємствах СНГ є проблематичними через недостатнє фінансування нових проектів та низький рівень розробки теоретичної і практичної бази інтеграції інформаційних автоматизованих систем у реальне виробництво. Тим не менше, на ВАТ „Волгабурмаш” [3], а також в колишньому ВАТ „Дрогобицький долотний завод”, сьогодні ТзОВ „Універсальна бурова техніка” вдалося об'єднати складні технологічні операції механічного оброблення в один автоматизований процес [4]. Це дало змогу створити гнучкі технологічні лінії, які мобільно переналагоджуються. Одночасно постала необхідність у подальшому впровадженні процесного підходу та інтеграції окремих автоматизованих процесів у єдину систему гнучкого комп'ютеризованого виробництва високоякісних конкурентоспроможних доліт широкої номенклатури і типорозмірів.

Одна з відомих концепцій створення гнучкого машинобудівного підприємства передбачає цільову орієнтацію на інформатизацію технологій з підтримання життєвого циклу продукції –

CALS (Continuous Acquisition and Life-cycle Support – неперервна інноваційна підтримка життєвого циклу продукції). Ідеологія такої концепції полягає у повній комп'ютеризації виробництва і створенні віртуального електронного інформаційного простору, в якому здійснюється документо-обіг (конструкторська та технологічна, управлінська документація, ДСТУ, ТУ, СТП тощо). Це уможливило: комп'ютеризувати процеси виробництва, оптимізувати кількість процесів і підвищити швидкість отримання даних про процеси та їх мобільне застосування. Для реалізації CALS у світовій практиці дотримуються Стандарту ISO 10303 Product data representation and exchange (представлення даних про виріб і обмін ними). Це дає змогу як обмінюватися даними з проектів різного виконання виробів і їх 3-D-моделей, а й, як показано в [5], створювати концептуальні моделі та бази знань для якісного призначення конструкторсько-технологічних параметрів деталей. Одночасно інтегровані системи комп'ютеризованого і автоматизованого виробництва, за умови відповідності Стандарту ISO 10303, відкривають можливості прискорювати комунікацію і якісний зв'язок із суміжними підприємствами, які виробляють необхідні матеріали у вигляді прокату, комплектуючі, інструменти, верстати, комп'ютерні програми тощо.

Відомо, що системно-інформаційний підхід до синтезу комп'ютерно-інтегрованих технологій машинобудування використовує основні ідеї теорії інформації для розвитку виробничих систем і процесів на етапах життєвого циклу виробів [6]. Тим не менше сьогодні спостерігається брак практичних розробок для ефективного застосування інженерами у машинобудівному виробництві інформаційних інтегрованих систем та CALS-технологій. Найбільшою проблемою інтеграції у виробничих процесах (з метою вдосконалення діяльності щодо підвищення якості виробів на етапах життєвого циклу виробів) вважається застосування уніфікованих комп'ютерних технологій і програмного забезпечення, необхідної документації для функціонування машинобудівного виробництва (проектна, конструкторська, технологічна, управлінська документація, СТП тощо).

Метою дослідження є розроблення практичних рекомендацій щодо застосування процесного підходу до формування якості тришарашкових бурових доліт на етапах їхнього життєвого циклу.

Нижче запропоновано апробовані принципи створення єдиної інформаційної системи реалізації процесу проектування, конструювання, підготовки виробництва і виготовлення деталей бурових доліт, що реалізовує ефект підвищення якості процесів на етапах життєвого циклу доліт.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводили на основі реального виробництва тришарашкових бурових доліт ТзОВ „Універсальна бурова техніка”. 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 їхніми показниками якості й експлуатаційними показниками застосовано системний та ступенево-логічний аналіз згідно з методикою [7].

Для створення інформаційних автоматизованих систем сьогодні широко застосовуються такі програмні продукти, як: CAD (Computer-Aided Design) – графічне моделювання і автоматизоване створення конструкцій; CAE (Computer-Aided Engineering) – інженерне моделювання, синтез і аналіз конструкцій; CAM (Computer-Aided Manufacturing) – технологічна підготовка виробничих процесів [8]. За останні роки почали широко застосовуватися спеціальні програмні середовища для підтримки різноманітних автоматизованих процесів життєвого циклу об'єктів виробництва. При цьому важливими є сумісність і мобільний перехід від підготовки виробництва до створення керуючих програм технологічних процесів, як це наведено в [4, 9]. Отже, на сучасному технічному рівні виготовлення доліт необхідно застосовувати спеціалізовані обробляючі центри із ЧПК, які забезпечують високу якість механічного оброблення для конкретних технологічних процесів. Зокрема, такими процесами є формоутворення штампів під поковку лапи, фрезерованого породоруйнівного оснащення шарошки, отворів під вставне породоруйнівне оснащення на шарощці чи спинці лапи, порожнини шарошки, цапфи лапи. При цьому, відповідно до [10], застосування того чи іншого верстата повинно спиратися на високий рівень технологічного обґрунтування і наявну,

ретельно відпрацьовану технологію, наявність необхідного оснащення, інструменту, комплектуючих, допоміжних матеріалів, програмного забезпечення тощо. Одночасно верстати повинні оснащуватися керуючими комп'ютерами з програмним забезпеченням, яке є сумісним з існуючою на виробництві інформаційною системою і легко інтегрується в автоматизовані процеси. Так, після конструкторського пропрацювання і виготовлення електронної конструкторської документації у середовищі Cimatron E здійснюється проектування, конструювання 3-D-моделей деталей долота, штампів під поковки тощо (рис. 1, а, б, в). Також для підготовки процесів складання долота виготовляються 3-D моделі долота у складанні (рис. 1, г). Далі, у цьому ж середовищі ведеться підготовка процесів механічного оброблення з автоматизованим отриманням керуючої програми для обробляючих центрів. Такий процес здійснюється шляхом вибору інструмента з бібліотечної бази за параметрами, що відповідають конструкторським параметрам елемента сталевго породоруйнівного оснащення шарошки долота згідно з побудованою 3-D-моделлю (рис. 2).

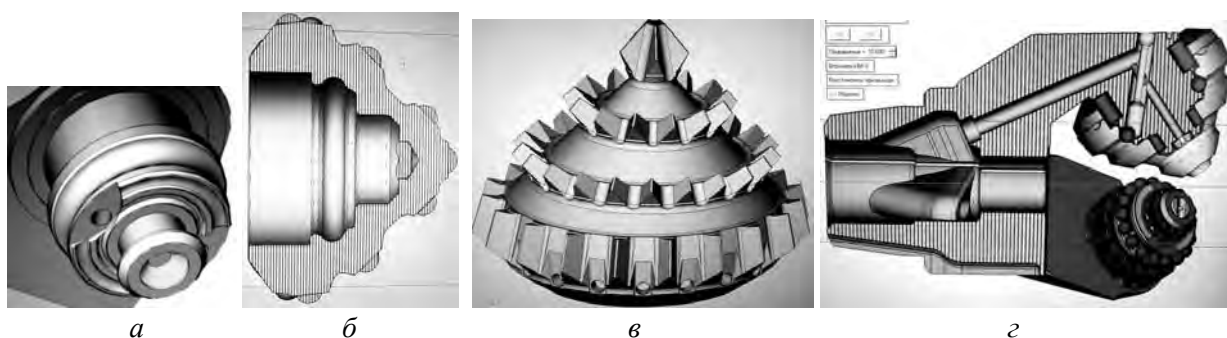


Рис. 1. 3-D-моделі, побудовані в середовищі Cimatron E:
а – для оброблення цанфи лапи; б – для оброблення порожнини шарошки; в – для оброблення породоруйнівної зовнішньої частини шарошки; г – для процесів складання долота

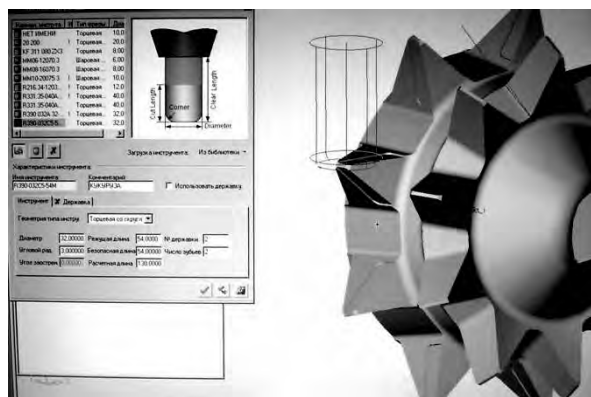


Рис. 2. Проектування етапів процесу фрезерування сталевго породоруйнівного оснащення на 3-D-моделі шарошки

Другим важливим аспектом інтегрованих автоматизованих систем є підвищення рівня комп'ютеризації процесів налагодження, переналагодження і керування процесами впливу на об'єкт технологічного процесу. Так, сумісне з Cimatron E комп'ютерне програмне забезпечення обробляючих центрів та верстатів з ЧПК – HEIDENHAIN TNC, має діалогові і ISC-формати, що уможлиблює демонструвати індивідуальні кроки для контролю процесу виконання контуру під час лезового оброблення (рис. 3).

Створення і налагодження виготовлення конкретної конструкції і типорозміру тришарошкового бурового долота висуває сукупність проектних, конструкторсько-технологічних завдань, які необхідно виконувати в комплексі. Тому впровадження єдиної системи щодо організації процесів та контролю їх якості дало змогу вийти на новий рівень якості доліт.

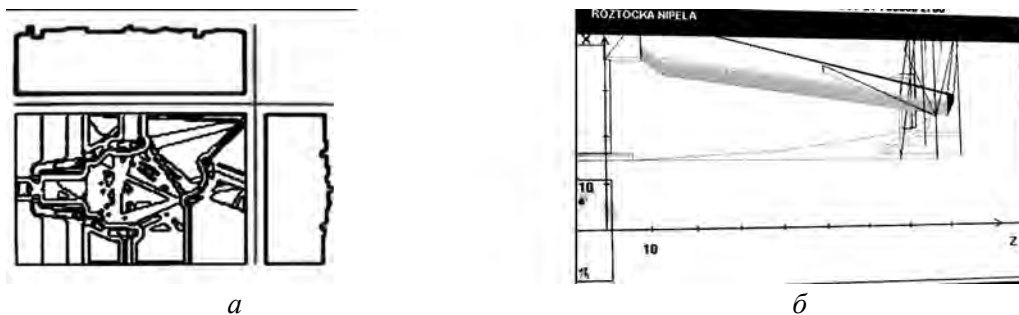


Рис. 3. Покрокове відображення стану виконання програми механічного оброблення:
 а – фрезерування частини штамп для кування заготовки лапи долота, що здійснюється
 на оброблювальному центрі MCV1000A; б – розточування ніпельної частини долота
 у зібраному стані після 20-ти ходів нарізування ніпельної різі, що здійснюється на верстаті SPU

Загалом зведення усіх елементів окремих автоматизованих процесів у єдину інформаційну систему виявило не тільки зростання мобільності з освоєння нових конструкцій та типорозмірів доліт, а й швидке зростання банків даних типових процесів проектування і конструювання. Також відкрилися можливості щодо ефективного попередження виникнення браку. А застосування процесного підходу забезпечує неперервний комплексний контроль над зв'язками окремих процесів у межах єдиної системи автоматизованих процесів, а також над їхніми взаємозв'язками в єдиному інформаційному комп'ютеризованому середовищі (рис. 4). Одночасно застосування критерію для визнання ефективності операції з позиції конструкторсько-технологічних, функціонально-експлуатаційних та економічних показників якості, а також методика встановлення найкращого варіанта процесу дали змогу обґрунтовано і економічно виправдано застосовувати вискоефективні процеси [9, 11, 12]. Такий підхід об'єднає етапи проектування, конструювання, підготовку виробництва і виготовлення доліт у єдиний комплексний автоматизований наукомісткий процес. Відтак розширюється вибір і застосування вискоефективних способів технологічного впливу на формоутворення, якісну зміну функціональних показників як відповідальних елементів деталей долота, так і долота загалом як кінцевого виробу. Цей процес є відкритим для інтеграції нових процесів банків даних, що забезпечує його вдосконалення і підвищення швидкодії та якості.



Рис. 4. Основні складові єдиної інформаційної системи реалізації процесу
 проектування, конструювання, підготовки виробництва і виготовлення деталей бурових доліт

Висновок. Запропоновано процесний підхід у створенні тришарошкових бурових доліт, що забезпечує неперервний комплексний контроль над зв'язками окремих процесів у межах єдиної системи автоматизованих процесів, а також над їхніми взаємозв'язками в єдиному інформаційному комп'ютеризованому середовищі, який відрізняється тим, що на етапі комп'ютеризованого проектування і конструювання паралельно виконується проектування операцій технологічної обробки, а також забезпечення комп'ютеризованої підтримки процесів життєвого циклу деталей і доліт загалом. Для ефективної реалізації такого процесу розроблено структуру єдиної інформаційної системи реалізації процесу проектування, конструювання, підготовки виробництва і виготовлення деталей бурових доліт. Застосування такого підходу забезпечило ТзОВ „Універсальна бурова техніка” високу гнучкість в створенні і освоєнні нових конструкцій та типорозмірів тришарошкових бурових доліт. При цьому задовольняються усі вимоги згідно з ISO 9001 та ISO 10424. Тим не менше, розробка автоматизації та інтеграція процесів отримання поковок деталей доліт та складання долота на цьому етапі є проблематичними, що потребує подальших досліджень.

1. XT® Series Sealed Roller Bearing Bits / [Halliburton]. – H03013 9/09. – 2009. – 2 р.
2. Неупокоев В.Г. Вопросы теории и практики проектирования, производства и эксплуатации буровых шарошечных долот / В.Г. Неупокоев. – Самара: Издательство Самарского научного центра Российской академии наук, 2000. – 376 с.
3. Гавриленко М.В. Совершенствование технологии проектирования и изготовления сложных штампов на основе моделирования процесса их эксплуатации: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.03.05. „Технологии и машины обработки давлением” / М.В. Гавриленко. – Самара, 2006. – 20 с.
4. Яким Р.С. Формування якості та експлуатаційних показників тришарошкових бурових доліт на усіх етапах їх створення / Р.С. Яким, Ю.Д. Петрина, І.С. Яким // Прогресивні технології і системи машинобудування: міжнародний зб. наук. пр. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – Вип. 42. – С. 309 – 314.
5. Использование Стандарта ISO 10303 STEP при описании концептуальных моделей для автоматизированного выявления эвристических знаний конструктора / Б.Г. Львов, Д.А. Чередниченко // Качество. Инновации. Образование. – 2003. – № 3. – С. 56 – 59.
6. Луцкий С. В. Системно-информационный подход к синтезу компьютерно-интегрированных технологий механообработки на этапах жизненного цикла изделий / С.В. Луцкий // Вісник Севастопольського національного технічного університету: Машиноприладобудування та транспорт: зб. наук. пр. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2010. – Вип. 107. – С. 132 – 137.
7. 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.
8. Ли К. Основы САПР. CAD / CAM / CAE / Ли К. / пер. с англ. – СПб.: Питер Принт, 2004. – 2004. – 559 с.
9. Яким Р.С. Науково-практичні основи технології виготовлення тришарошкових бурових доліт та підвищення їх якості і ефективності: монографія / Р.С. Яким, Ю.Д. Петрина, І.С. Яким. – Івано-Франківськ: Видання ІФНТУНГ, 2011. – 384 с.
10. Базров Б.М. Концепция совершенствования станочного оборудования и его производства / Б.М. Базров // Вестник машиностроения. – 2004. – № 2. – С. 38 – 42.
11. 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. – Т. 15, №1. – С.81 – 93.
12. 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.