

ляють умові синтезу (1), тим часом методика наближеного аналітичного методу не забезпечує виконання умови (1) (табл. 1). У багатьох положеннях механізму кут тиску ϑ перевищує допустиме значення. Наприклад, у механізмі з косинусоїдальним законом руху штовхача при його опусканні це перевищення становить $1,7^\circ$ (табл. 1). Очевидно, що при інших вихідних даних, а також інших законах руху штовхача це перевищення може бути ще більшим.

Проведені дослідження дають підстави зробити такі висновки:

1) уточнений аналітичний метод забезпечує точне визначення величин h_0 і e , а отже і мінімального радіуса кулачка r_{\min} на відміну від наближеного аналітичного методу;

2) величина неспівпадання результатів наближеного і уточненого визначення h_0 і e залежить як від виду закону штовхача, так і його числових параметрів;

3) у випадку асиметричних законів руху штовхача, тобто таких, при яких максимуми аналогів швидкостей зміщені відносно середини фазових кутів, вказане неспівпадання може бути значним. Це означатиме, що наближений аналітичний метод є непридатний для визначення r_{\min} .

Уточнений аналітичний метод визначення r_{\min} можна поширити і на кулачкові механізми з силовим замиканням.

досвід зарубіжних вчених та фірм, що займаються розробкою конструкцій породоруйнівного інструменту, застосування методів математичного опису роботи долота і геометричного моделювання, використання потужного банку експериментальних даних для оптимізації його конструктивних параметрів вимагають переходу до створення автоматизованої системи проектування породоруйнівного інструменту, твердотілого тривимірного моделювання, кінематичного та динамічного аналізів його конструкції в інтерактивному режимі сучасної комп'ютерної графіки. Науково-дослідні роботи провідних фірм виробників породоруйнівного інструменту (Reed-Hycalog, Amoco, Huges Christensen, De Beers, Sumitomo, Schlumberger, Dennis Tools Co, Smith Inc Co та ін.) проводяться з використанням останніх досягнень технологічних та конструкторських рішень, комп'ютерного проектування і моделювання кінематики роботи долота, що є особливо важливим у зв'язку з

Література

1. Барсов Г.А., Безменова Л.В., Гродзенская Л.С. и др. Теория плоских механизмов и динамика машин. / Под ред. А.В. Желиговского. – М.: Высшая школа, 1961. – 336 с.

2. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К. и др. Теория механизмов и машин / Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1987. – 496 с.

високою вартістю породоруйнівного інструменту загалом, а алмазних доліт, зокрема. Сучасні

УДК 622.24.051

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ПОРОДОРУЙНІВНОГО ІНСТРУМЕНТУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЙОГО РОБОТИ НА ВИБОЇ

О.Т.Драганчук, Т.О.Пригорюська

Укртрансгаз, м. Київ

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42342,
e-mail: spring@ifdtung.if.ua

Описаны методы конструирования породоразрушающего инструмента (алмазного долота) с помощью самых современных программ векторной компьютерной графики (SolidWorks, 3dStudioMax), обосновано возможности использования этих программ для визуализации конструирования инструментов и моделирования их работы на забое.

In the article there has been described methods of drill bits design (PDC-bits) by means of the most modern vector graphics programs, such as SolidWorks, 3dStudioMax. It has been founded the advantages of these programs usage for drilling tools design visualization and its face work modeling.

Для конструювання, вдосконалення і розробки нового породоруйнівного інструменту, враховуючи його високу вартість і той факт, що інструменти вітчизняного виробництва значно поступаються аналогічним зарубіжного виробництва, важливо здійснювати теоретичні дослідження з використанням сучасних досягнень у галузі інформаційних технологій. Як засвідчує

засоби комп'ютерної графіки дають змогу змодельовувати роботу породоруйнівного інструменту, показати його рух у процесі буріння, форму отриманого вибою, зобразити вплив спрацювання інструменту та визначити приблизну величину проходки. Також має важливе значення той факт, що дані програми дають можливість зобразити інструмент згідно з заданим законом

його руху, що є дуже істотним для порівняння даних, отриманих шляхом фізичного експерименту та шляхом такого моделювання. У разі суттєвої розбіжності між цими даними, можна легко скоректувати математичну модель роботи долота.

Враховуючи значні переваги та можливість комп'ютерної графіки, науковий інтерес до моделювання зростає. Це підтверджується значною кількістю робіт, присвячених даній проблемі, а саме роботами: С.Бера, Т.Воррена, Дж.Бретта, В.Опольського, О.Драганчук, Е.Соллярова, М.Зяя, Б.Ешмора, А.Бовера [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12] та інших. Методика твердотілого моделювання доліт шарошкового типу була вперше розроблена О.Драганчук і представлена в роботах [3, 4], що дає змогу використати її для тривимірного моделювання породоруйнівних інструментів загалом.

Свідченням цього є поява потужних, таких, що постійно розвиваються CAD/CAM/CAE систем типу "Unigraphics", "CADD3", "Euclid", "Pro/Engineer".

Значний ефект від впровадження CAD/CAM/CAE-систем може бути досягнутий і в долотобудуванні. Використання в цій галузі принципу спадкоємності конструкції та велика кількість типових елементів дають змогу при комп'ютеризації процесу проектування прискорити його в декілька разів.

Для креслярсько-конструкторських робіт давно розроблені AutoDesk, AutoCad, КОМПАС, Feature CAM, CATIA CADAM DRAFTINGS, COSMOS WORKS, MECHANICAL DYNAMICS Adams і т.д. різних версій. У даній роботі для процесу моделювання саме доліт використані потужні сучасні засоби комп'ютерної графіки SolidWorks та 3dStudioMax, яка знайшла широке використання лише в області реклами, мультиплікації, обробки різного роду відеоматеріалів. Спеціалізованою програмою для твердотілого об'ємного моделювання технічних об'єктів є програма Solid Works.

Суттєвим недоліком усіх графічних програм є значна їх ресурсоемність і високі вимоги до характеристик ЕОМ (для 3dStudioMax це є особливо актуально), але ці їх можливості значно перевищують певні недоліки: можливість здійснювати тривимірне моделювання на основі об'єктної технології, наскрізну параметризацію, двонаправлену асоціативність, зображати довільний об'єкт просторово і в процесі його руху, причому рух може бути заданий за певним законом. 3dStudioMax знайшла широке застосування в області реклами, анімації, це є особливо актуально).

Застосування сучасних засобів комп'ютерної графіки і прикладних програм виконується вперше. У зв'язку з цим до прикладних графічних програм векторної графіки ставляться такі загальні вимоги:

- здатність об'ємно зображати об'єкти моделювання;
- можливість задавати закон руху об'єктові;

- можливість змінити в будь-який момент часу як сам об'єкт, так і закон його руху;

- можливість зберігати результати роботи в растрових форматах (*bmp, jpg, tiff* та інших) та у відео-форматах (*avi, mpg, dat, mpeg*).

- сумісність з операційними системами Windows 98, 2000, NT, XP та інших конфігурацій, а також підтримка всіх правил і прийомів, прийнятих у цих системах (багатовіконний режим роботи, підтримка стандарту "drag and drop", використання буферу обміну, підтримка технології OLE).

Графічними редакторами, які найбільш повно задовольняють даним вимогам є: 3dStudioMax, Guddiny та Solid Works. Псевдооб'ємні об'єкти може створювати програма Flash, що також дає підстави зарахувати її до даного списку. Але, на жаль, 3dStudioMax, Guddiny та Flash знайшли широке використання лише в області реклами, мультиплікації, обробки різного роду відеоматеріалів. Спеціалізованою програмою для твердотілого об'ємного моделювання технічних об'єктів є програма Solid Works. За кордоном для даних цілей використовують написані під замовлення програми типу UniGraphics, які для наших виробників породоруйнівного інструменту є поки що недоступними через їх дуже високу вузькоспеціалізованість і вартість, яка досягає часто сотень тисяч доларів.

Програми типу AutoDesk, AutoCad чи Компас у даній статті не розглядаються, оскільки хоч і можуть за кресленням інструменту зобразити його об'ємну модель, та не можуть відобразити їх рух.

В основу конструювання доліт покладено деякі основні принципи, встановлені в результаті попередніх теоретичних та експериментальних досліджень. Слід виділити такі конструктивні параметри:

- форму і розміри ріжучих пластин;
- кути їх установки;
- кількість і порядок розміщення ріжучих пластин на робочій поверхні;
- просторову конфігурацію робочої поверхні.

На рисунках 1, 2, 3 зображено процес створення долота різально-стираючого типу засобами програмних продуктів 3dStudioMax та SolidWorks. Як вже було наведено вище, інструмент має складну просторову конфігурацію поверхні, тому з метою спрощення його параметричного моделювання умовно його розбиваємо на конструктивні елементи: корпус, лопаті, породоруйнівні елементи.

Кожну з цих складових частин можна як безпосередньо викреслити в середовищі Solid Works, так і імпортувати через *dfx*-формат з креслярсько-конструкторських програм типу AutoCad або Компас.

З метою економії часу найбільш доцільно застосовувати саме перший метод, тобто креслити безпосередньо в Solid Works, а тведотілу модель отримувати шляхом обертання ескізу навколо осі симетрії (для симетричних деталей – корпус) або шляхом видавлювання (для не-

симетричних деталей – лопатей та породоруйнівних елементів).

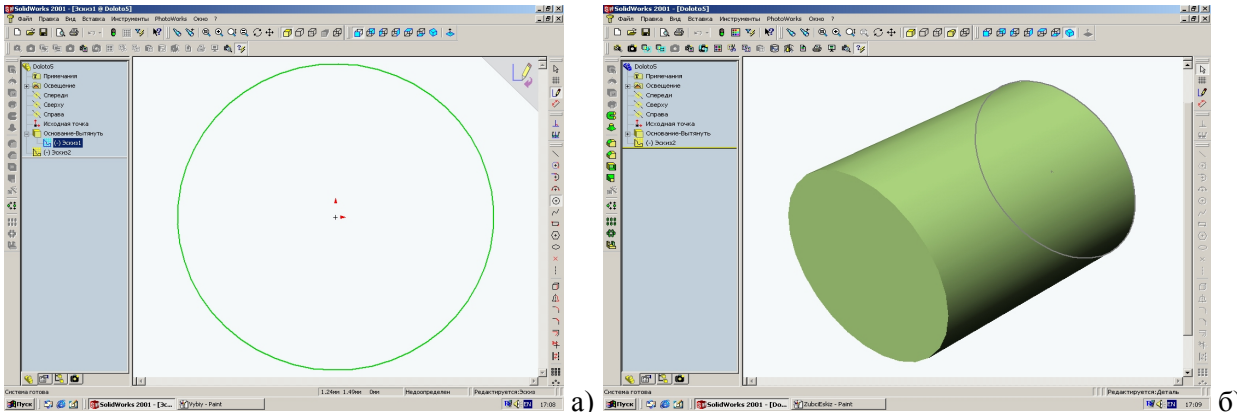
Просторову модель долота починаємо “збирати” в такій послідовності:

- розміщуємо кожен ріжучий елемент під заданим кутом, у заданому порядку та в певному місці на своїй лопаті;
- розміщуємо зібрані лопаті у заданому порядку на корпусі.

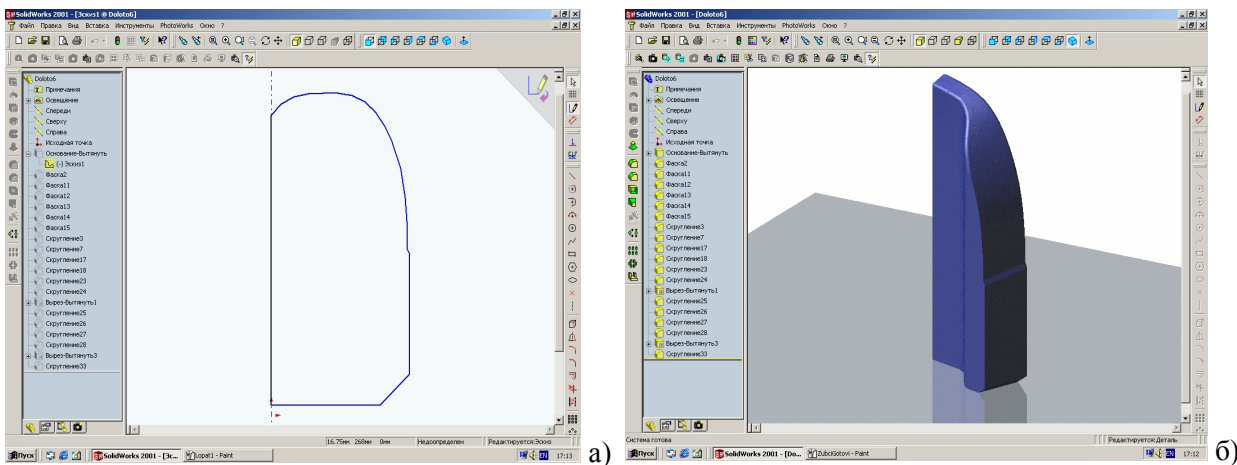
Таким чином, збирання моделі виконуємо “знизу – вгору” (рисунок 4, 5). При цьому дана система уможливило створення декількох різних типів конструктивних елементів і констру-

ювання породоруйнівних інструментів різних типів і просторових конфігурацій, причому в будь-який момент можна змінити як лінійні, так і діаметральні розміри будь-якого елемента конструкції.

Ми отримуємо суцільний інструмент, зображений на рисунку 5. При цьому хоч інтерфейс програми не дає змоги подивитися об’єкт моделювання одночасно з усіх трьох сторін і в перспективі, що дозволяє максимально точно конструювати даний об’єкт, та її засоби дають можливість обертати як саму модель, так і її частини. Також суттєвим є можливість розбити



а) ескіз; б) готовий зубець
Рисунок 1 – Зубець долота



а) ескіз; б) лопать
Рисунок 2 – Лопаті долота

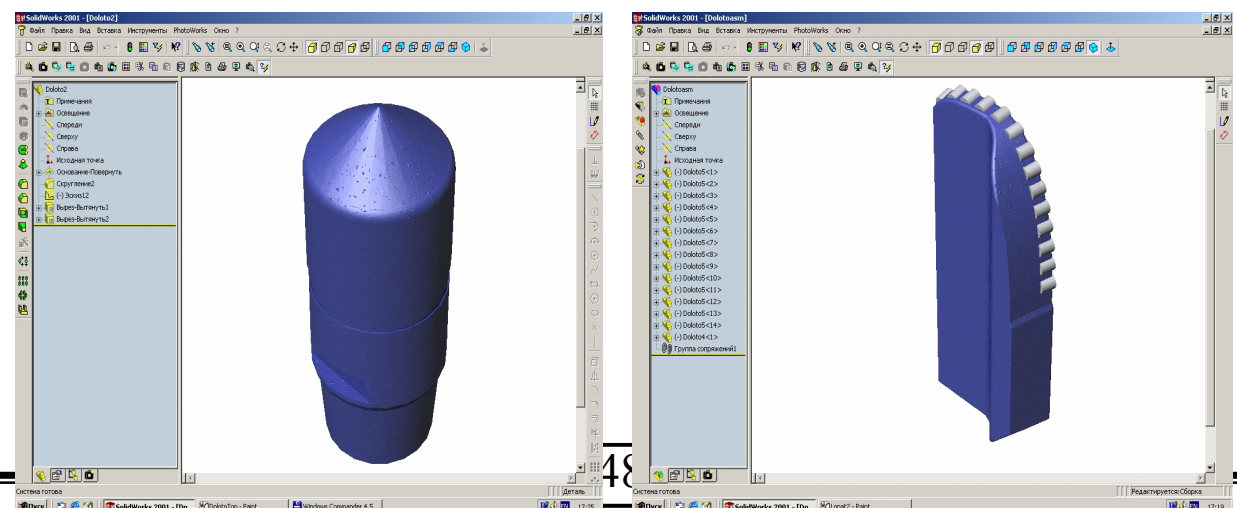


Рисунок 3 – Корпус долота

Рисунок 4 – Лопать з зубцями

даний об'єкт знов на елементи і редагувати їх. Тому їх застосування для моделювання породоруйнівних інструментів вважається перспективним та економічно доцільним.

Вибій, отриманий при роботі такого долота, зображено на рисунку 6.

Розглянемо процес моделювання породоруйнівного інструменту на прикладі того самого долота в програмі 3dStudioMax. Остання набула популярності серед розробників рекламних проектів, 3-D комп'ютерної графіки, анімаційних фільмів і т.д., оскільки має практично

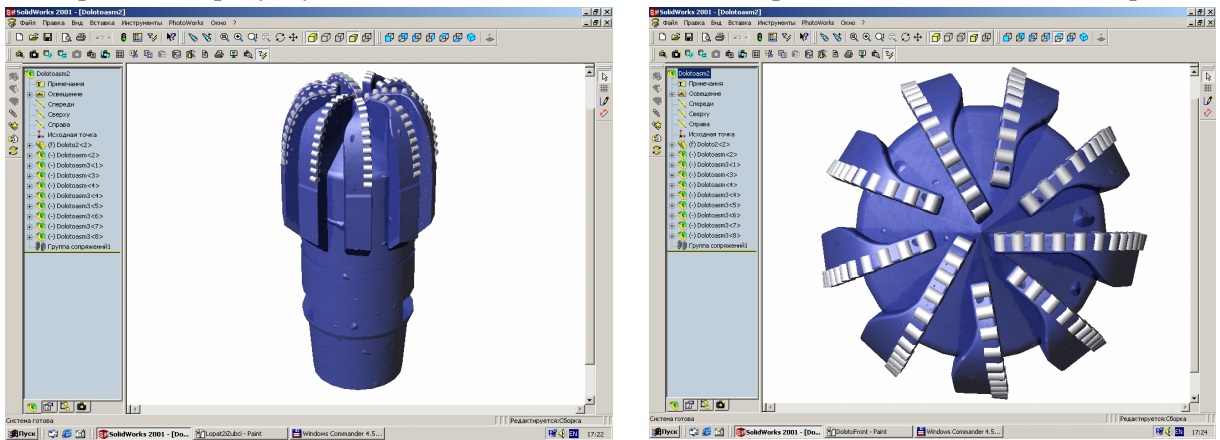


Рисунок 5 – Твердотіла модель PDC-долота

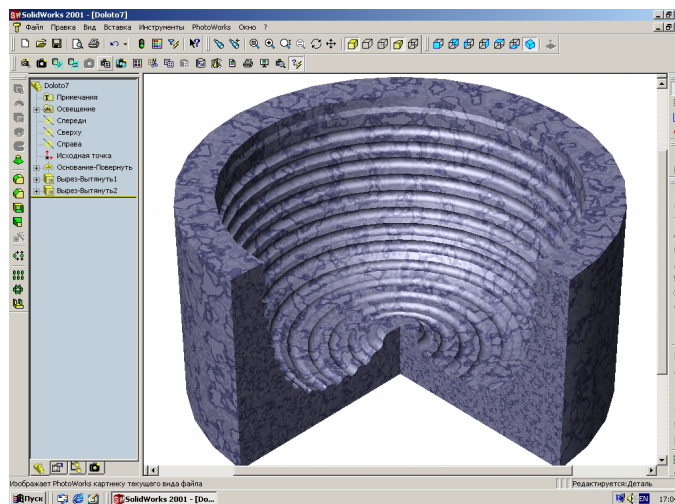


Рисунок 6 –Просторова модель вибою

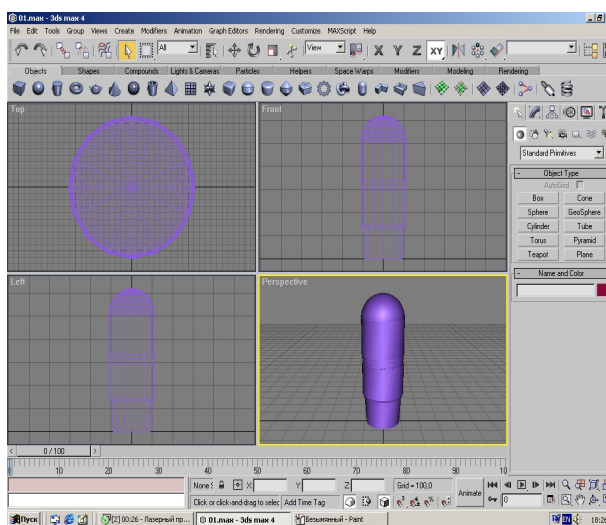


Рисунок 7 – Корпус долота

необмежені можливості для візуалізації будь-

яких графічних об'єктів в процесі руху. Спроба застосувати даний графічний редактор для розробки породоруйнівного інструменту робиться вперше.

Програма Solid Works має більш потужний апарат для створення об'єктів з точним заданням розмірів. Ця програма розроблялася саме для технічного просторового моделювання, тому тут ми можемо накреслити об'єкт з точністю до 10^{-8} мм. Доцільно з метою економії часу імпортувати вже створений породоруйнівний ін-

струмент. Також суттєвим є можливість розбити даний об'єкт знов на елементи і редагувати їх. Програма має досить серйозні можливості щодо створення складних просторових об'єктів, чимало з яких вже є винесеними на окрему панель інструментів.

Підсумовуючи наведене, можна констатувати, що з'явилась реальна можливість:

- швидко моделювати різні варіанти конструкцій доліт та їх складових;
- отримувати базу даних породоруйнівних

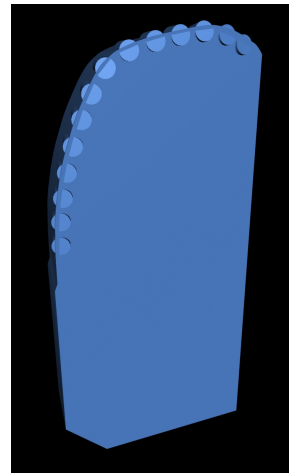
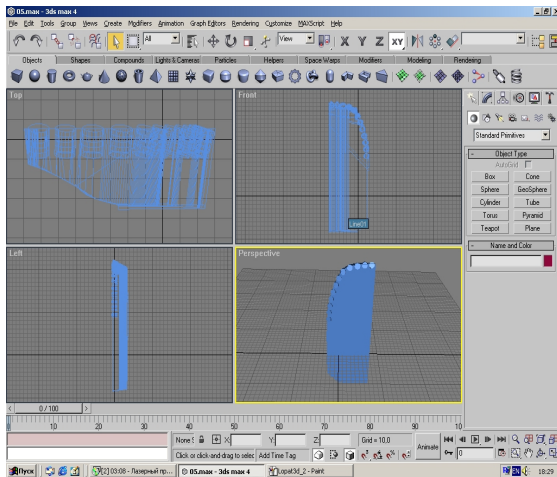


Рисунок 8 – Лопаті долота

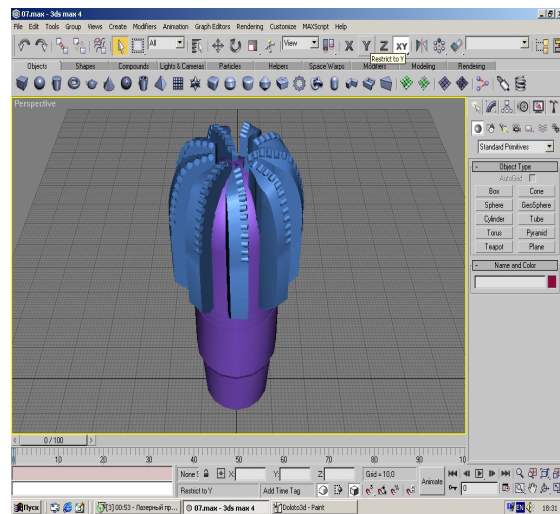
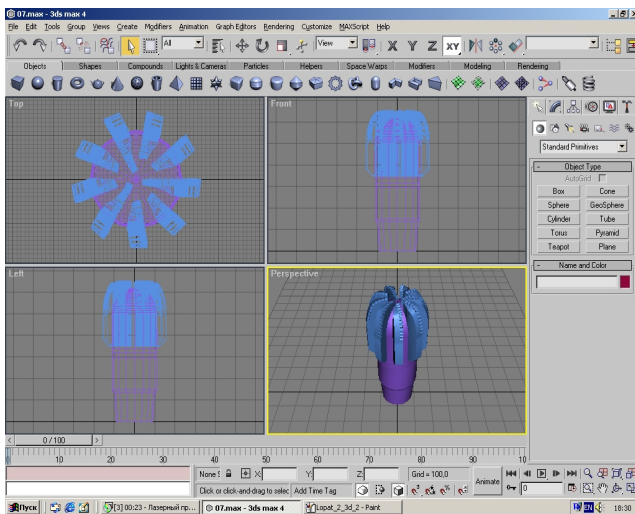


Рисунок 9 – Долото в зборі

струмент у 3D Max, а цю програму використати лише для задання його руху. Проте, можна і засобами 3D Max створити об'єкт.

Аналогічно, як і в попередньому випадку, розбиваємо корпус на конструктивні елементи (лопаті, корпус, ріжучі елементи), кожен з них викреслює окремо і збираємо також "зверху-вниз". Отримуємо суцільний інструмент, зображений на рисунку 9. При цьому інтерфейс програми розроблений таким чином, що даний об'єкт ми можемо подивитися одночасно з усіх трьох сторін і в перспективі одночасно, що дає змогу максимально точно конструювати даний

інструментів, розбиваючи їх на окремі елементи;

- провести аналіз просторової форми інструменту, його конструктивних параметрів та їх розміщення;
- визначити форму вибою, отриману при бурінні спроектованим інструментом.

Література

1. Behr S.H., Warren T.M., Sinor L.A., Brett J.F. Three-dimensional Modeling of PDC-bits/SPE/IADC 21928, 1991.

2. Моделирование процесса бурения / Wang Yanjiang, Chai Quinzong // Shiyou daxue xuebao. Zhan kexue ban = J. Univ. Petrol. China. Ed. Nat. Sci. – 1996. – 20, №3. – С.96-97.
3. Драганчук О.Т. Науково-методологічні основи проектування шарошkových доліт: Дис... д.т.н.: 05.15.11. – ІФНТУНГ, 1996.
4. Драганчук О.Т. Основні положення системи автоматизованого конструювання породоруйнівних інструментів // Матеріали конференції УНГА “Нафта і газ України”. – Полтава, 1998.
5. Опольский В.И. Пути интенсификации процесса разрушения горных пород буровым инструментом из синтетических алмазов // Сверхтвёрдые материалы. – 1996. – №1. – С.44-48.
6. Скляр Э.Д. Расчёт схемы размещения породоразрушающих элементов из СТМ на рабочей поверхности бурового инструмента // Сверхтвёрдые материалы. – 1986. – №3. – С. 33-37.
7. SPE 14217 – Mathematical Model of the Polycrystalline Diamond Bit Drilling Process and It's Practical Application by M. B. Zhaja.
8. Ashmore, B. A., Bower, Jr., A. B., and Martis, J. A., “STRATAPAX Computer Programm (U),” Report SAND77-1994, Sandia Natl. Lab., Albuquerque, NM, (April 1978).
9. Агадиев А.К. CAD/CAM ADEM от версии 2.09 до версии 4.0 // Сб. науч. трудов. – Харьков: ХАИ, 1998. – С. 65-71.
10. Богданов М., Бахин Е. Solid Works: от проектирования к производству // Компьютер Пресс. – 1998. – №8.
11. Бронзов А.С., Кривелев Я.В. Методология разработки второй очереди САПР–бурение // Оптимизация и проектирование буровых процессов. – М.: ВНИИБТ, 1982. – Вып. 54. – С. 3-17
12. Голубь Н.Г. Особенности подготовки в области компьютерной графики разработчиков программного обеспечения // Труды междунар. науч.-метод. конф. “Подготовка специалистов к работе в условиях открытых информационных и компьютерных интегрированных технологий. – Харьков: ХАИ, 1996. – С. 153-154.

УДК 550.830

ОЦІНКА ЯКОСТІ РОЗВ'ЯЗКУ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ГЕОФІЗИКИ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНОГО КРИТЕРІЮ ХІ-КВАДРАТ

¹О.П.Петровський, ²Н.С.Ганженко, ¹В.М.Суятінов, ¹І.О.Петровська

¹Науково-технічна фірма „БІПЕКС лтд.”, м. Івано-Франківськ, вул. І.Франка, 4,
тел. (0342) 501041, e-mail: alex@bipex.if.ua

²ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42098,
e-mail: public@ifdtung.if.ua

Повышение эффективности поисково-разведочных работ на нефть и газ возможно на пути развития интерпретационных систем, основанных на решении обратных задач геофизики. Наличие случайных погрешностей в измеряемых геофизических полях, а также существенная некорректность решения обратных задач геофизики делают актуальной проблему независимой оценки качества решения получаемого в результате реализации итерационного подбора. Предложено контролировать качество решения обратной задачи на основе использования критерия хи-квадрат оценки гипотезы о нормальности закона распределения остаточной невязки между наблюдаемым и рассчитанным геофизическими полями. Эффективность использования статистического критерия хи-квадрат для оценки качества решения обратной задачи гравиметрии проиллюстрирована практическим примером.

Enhancement of the efficiency of oil and gas exploration work is possible while heading toward the development of interpretation systems, which are based on the geophysical inverse problems solutions. Presence of the random uncertainties in measured geophysical fields, as well as considerable ill-posed of the solutions of inverse problems of geophysical data make it an actual problem of independent estimation of the quality of the solution which is obtained as an outcome of realization of the iterative process. It is proposed to control the quality of the solution of the inverse problem on basis of the χ^2 -square criterion use for assessment of the hypothesis of normalcy of distribution law of the residual discrepancy between observed and calculated geophysical fields. In the practical view the efficiency of the use of statistical estimation of the quality of the solution of the inverse problem of gravimetry was shown.