

УДК 622.24.05:621.81

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ БУРОВИХ ДОЛІТ

Л. Є. Шкіца, В. А. Корнута

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
ikg@nung.edu.ua

Роботу присвячено актуальному завданню вдосконалення конструкції шарошок та озброєння бурових доліт з урахуванням їх напруженого стану. Із використанням методу скінченних елементів проведено дослідження напружено-деформованого стану деталей з’єднання з подібними до натурних розмірами. Встановлено переваги трикомпонентної конструкції.

Бурові шарошкові долота з озброєними твердосплавними вставками шарошками широко застосовуються для буріння свердловин [1]. Надійність озброєння шарошки долота характеризують довговічністю та видом відмови елементів, зокрема кількістю сколених та втрачених зубців, адже відома [1, 2, 3, 4, 5] проблема аварійної втрати значної кількості зубців, особливо для доліт вітчизняного виробництва та виробництва країн СНД. Актуальним є завдання вдосконалення конструкції шарошок та озброєння бурових доліт з урахуванням їх напруженого стану.

У роботах [6, 7] аналітично розроблено математичні моделі напружено-деформованого стану (НДС) дво- та трикомпонентного циліндра із суцільною вставкою, складеного з натягом, а у роботі [8] проведено оптимізацію та порівняльну оцінку конструкцій. Виявлено, що конструкція з проміжним тілом забезпечує вищу несучу здатність за осьовою силою. Необхідно оцінити вплив доданих конструктивних елементів та врахування переходу матеріалу матриці у пластичний стан на НДС деталей з’єднання.

Дослідження проведено з використанням методу скінченних елементів (МСЕ). Для дослідження складено МСЕ-моделі з’єднання, приклади яких зображено на рис. 1. Моделі осесиметричні, вісь симетрії Oy . Корпус шарошки моделюємо циліндром, дія решти матеріалу шарошки моделюється накладанням відповідних граничних умов [6]. Для побудови сітки скінченних елементів використовуємо

чотирикутний ізопараметричний елемент [9, 10]. Сітки будуюмо регулярні (впорядковані за формою елементів).

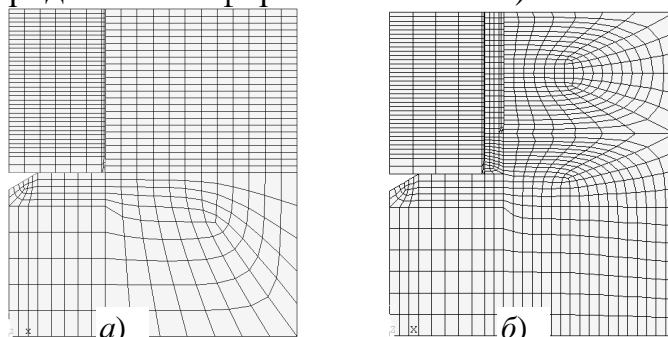


Рисунок 1 – Геометрія і сіткове розбиття моделей дво- (а) та трикомпонентної (б) конструкції.

Параметри матеріалів моделей наведено в таблиці.

Основні параметри матеріалів моделей

Вал			Отвір / Втулка		
E_1 , МПа	ν_1	d_1 , мм	E_2 , МПа	ν_2	d_2 , мм
$6,3 \times 10^5$	0,3	$9,51_{-0,013}$	$2,0 \times 10^5$	0,3	$9,37^{+0,05}$

Нижче наведено розподіл еквівалентних напружень у з’єднанні із укороченою вставкою та контактом основи зубця з дном для з’єднання двох тіл. Впливом повітря знехтувано. Геометричний натяг $\delta_1 = 0,14$ мм.

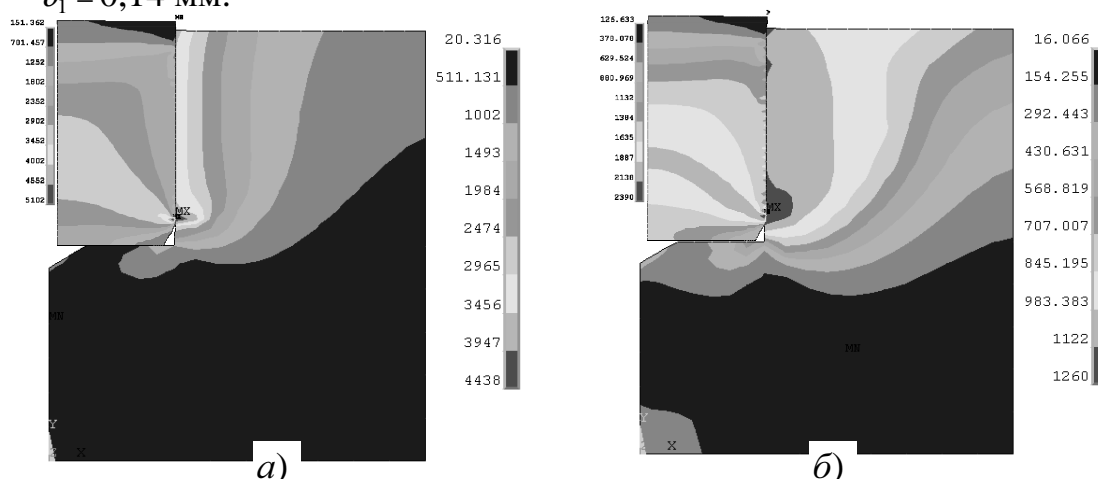


Рисунок 2 – Розподіл еквівалентних напружень в компонентах з’єднання двох тіл із абсолютно пружними матеріалами обох тіл (а) та абсолютно пружною вставкою і пластичною матрицею (б).

За даними рис. 2 видно, що використання моделі матеріалу з врахуванням пластичності дозволяє отримати напруження 1100÷1200 МПа, на відміну від моделі з абсолютно пружними матеріалами; розподіл напружень, за винятком областей в межах 2R змінюється несуттєво (принаймні якісно, не кількісно) при використанні різних моделей матеріалів; змінюється характер розподілу деформацій у матриці, якісно характер розподілу напружень та деформацій у вставці не змінюється

Порівнюючи наведені на рис. 2 та рис. 3 результати бачимо суттєве зростання напружень у матриці для порівнюваних натягів між вставкою та втулкою і вибраних з умови рівності максимальних еквівалентних напружень у втулці та матриці натягів між втулкою та матрицею. Напруження у вставці для абсолютно пружних тіл практично не змінилися за величиною, однак суттєво більш рівномірно розподілені; для пружно-пластичних тіл напруження у вставці зменшилися за максимальною величиною.

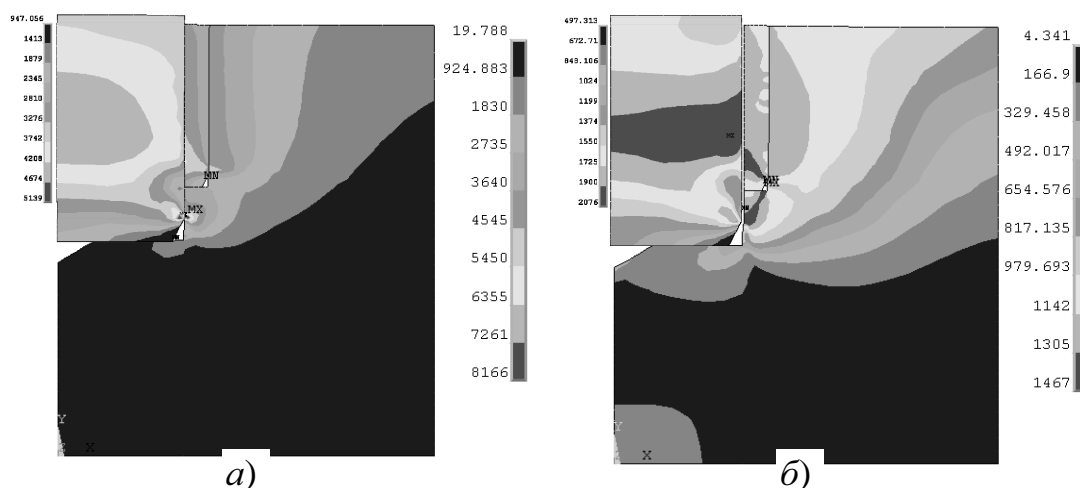


Рисунок 3 – Розподіл еквівалентних напружень в компонентах з’єднання трьох тіл із абсолютно пружними матеріалами тіл (а) та абсолютно пружною вставкою і пружно-пластичною втулкою та матрицею (б).

Аналогічно проведено аналіз впливу фасок та інших доданих елементів. Встановлено, що врахування пластичності змінює картину розподілу напружень у деталях з’єднання як дво-, так і трикомпонентних з’єднань. Суттєво впливає додавання втулки. Вплив інших доданих конструктивних елементів незначний.

Трикомпонентна конструкція гнучко впливати на параметри НДС деталей з’єднання зміною співвідношення натягів.

Результати моделювання може бути використано для оцінки та аналізу параметрів напружено-деформованого стану деталей з’єднань з натягом “твердосплавна вставка–сталева матриця” бурового та металорізального інструменту, який сприймає переважно осьові навантаження.

Список літератури

1. Шарошечные долота : Международный транслятор-справочник : Международная инженерная энциклопедия / [Под науч. ред. Кершенбаума В. Я., Торгашова А. В., Торгашова А. В.]. — М. : Недра, 2000. — 245 с. — (Серия “Нефтегазовая техника и технология”)
2. Артım В. І. Підвищення працездатності шарошкових доліт, оснащених вставними композиційними зубками : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.12 “Машини нафтової та газової промисловості” / В. І. Артım. — Івано-Франківськ, 2000. — 18, [1] с.
3. Байдик О. В. Підвищення надійності закріплення композиційних зубців в корпусі шарошки / О. В. Байдик // Нафтова і газова промисловість. — 1998. — № 3. — С. 23—24.
4. Крылов К. А. Повышение эффективности и долговечности буровых долот / К. А. Крылов, О. А. Стрельцова. — М. : Недра, 1983. — 206 с.
5. Петрина Ю. Д. Підвищення надійності з’єднання “шарошка–зубок” в тришарошкових бурових долотах / Ю. Д. Петрина, Р. С. Яким, Т. Б. Пасинович // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. — 2007. — № 2 (23). — С. 67—69.
6. Корнута В. А. Моделювання напружено-деформованого стану з’єднання “корпус (шарошка) – твердосплавна вставка” контактом двох гладких циліндрів. / В. А. Корнута, Т. М. Даляк // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. — 2009. — №1 (30) 2009. — С. 48-53.
7. Корнута В. А. Моделювання напружено-деформованого стану нової конструкції з’єднання “корпус (шарошка) – твердосплавна вставка” / В. А. Корнута // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. — 2009. — № 4 (22). — С. 101–109.
8. Корнута В. А. Порівняльна оцінка несучої здатності дво- та трикомпонентного з’єднань “шарошка–твердосплавна вставка” / В. А. Корнута, І. П. Шацький // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. — 2010. — №1 (34) 2010. — С. 101—105.
9. Zienkiewicz O. C., Taylor R. L. The Finite Element Method Volume 1: The Basis. – [5 ed.] – Oxford : Butterworth - Heinemann, 2000. – 694 p.
10. Морозов Е. М., Никишков Г. П. Метод конечных элементов в механике разрушения. – М. : Наука, 1980. – 254 с.

Отримано 13.05.2011