

Встановлені математичні залежності, за якими можна визначити необхідні керуючі сили, керуючі моменти, що дозволяють встановити автобалансування прецесійного шпинделя високошвидкісного фрезерного верстата.

В подальших дослідженнях будуть розглянуті питання: створення адаптивного алгоритму балансування та контролю за вібраціями прецесійного шпинделя високошвидкісного фрезерного верстата, встановленого на активних магнітних підшипниках.

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ КЛПАННЯ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ**

<sup>1</sup>О.О.Бондаренко, інж.; <sup>2</sup>Д. В. Криворучко, к.т.н., докторант,  
<sup>1</sup>НВП „НАСОСТЕХКОМПЛЕКТ”, Суми  
<sup>2</sup>Сумський державний університет, Суми

Розвиток нафтогазового комплексу України пов'язаний з впровадженням нового устаткування, яке забезпечує продуктивність праці, її надійність та безпеку. Пружно-пластинчасті муфти є одними з сучасних пристроїв для з'єднання насосних агрегатів з їх приводами. В цих муфтах передача обертаючого моменту відбувається через пакети з 5-20 пружних пластин товщиною 0.2-0.6 мм з нагартованої нержавіючої сталі. Необхідність забезпечення підвищеної надійності та малого дисбалансу муфти призводить до ускладнення вузлів приєднання пакету пружних пластин до інших деталей муфти (полумуфт та простаки). Сучасна конструкція цих вузлів передбачає стискання пакету пластин стискаючими вінтами та приєднання цього пакету до полумуфти та проставки через штифти по посадці H7/js6. Однак для муфт потужністю менш ніж 30 кВт/1000 об/хв. ця конструкція економічно не вигідна, бо має велику собівартість. Більш дешевою

альтернативою може стати з'єднання пакету пружних пластин методом кліпання, де заклепка виконує одночасно роль стискаючого елемента та елемента, що передає обертальний момент від пакету до проставки та полумуфти. Однак при цьому повинно бути забезпечено зазор між заклепкою не більше 0.01 мм та силу стискання відповідно до вимог надійності муфти.

В доповіді представлені результати оптимізації технології кліпання вищеописаного з'єднання з метою забезпечення заданих вимог. Оптимізацію виконували за допомогою імітаційного моделювання процесу кліпання методом кінцевих елементів у системі LS-DYNA. У якості цільової функції, яку необхідно було максимізувати, прийняли силу стискання пакету. Варіювали такими параметрами конструкції з'єднання та технологічного процесу: товщиною стінки заклепки, глибиною отвору в заклепці, кутом пуансону. У якості обмежень приймалися конструктивні та технологічні можливості реалізації процесу, а також величина зазору між заклепкою та пакетом пластин.

Вирішувалася осьосиметрична задача пружно-пластиного деформування системи з трьох тіл: заклепки (пружно-пластине тіло), пакету пластин з обкладками (пружне тіло), пуансону (абсолютно-жорстке тіло). Особливістю даної імітаційної моделі є те, що пакет пластин розглядається як одне тіло з еквівалентним модулем пружності, який визначали експериментально. З метою уникнення суттєвого викривлення застосовували довільну Лагранж-Ейлерову сітку. Для підвищення надійності процесу моделювання застосовували метод явного інтегрування за часом.

В результаті проведення розрахунків було встановлено товщину стінки заклепки, глибину отвору в заклепці та кут пуансону, що забезпечують максимальну залишкову силу стискання пакету пластин.