

УДК 621.777:621.882

Єпішкін О.В.¹, Прохоренко А.П.²

¹ асист. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. М-815м НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИ ХОЛОДНОМУ ВИДАВЛЮВАННІ ВИСОКОМІЦНОГО КРІПЛЕННЯ

Холодне видавлювання є одним із найбільш ефективних та високопродуктивних методів виготовлення високоміцних кріпильних деталей, таких як болти, гвинти та шпильки. Головна перевага цього процесу перед механічною обробкою полягає у збереженні неперервності макроструктури (волокон) металу та його деформаційному зміцненні, що критично підвищує втомну міцність і надійність виробу під час експлуатації.

Використання технологій холодного пластичного деформування є оптимальним для масового та великосерійного виробництва. Хоча початкові витрати на проектування технології та виготовлення штампового оснащення є високими, цей метод гарантує високу точність розмірів, відмінну якість поверхні та дозволяє досягти коефіцієнта використання металу, близького до одиниці, зводячи до мінімуму утворення відходів.

Натомість процес холодного формоутворення характеризується високими питомими зусиллями деформування та значними контактними

напруженнями. Під час формування головки або редукування стержня кріплення на формотворчий інструмент (пуансони та матриці) діють екстремальні навантаження, що створює ризики його передчасного зношення, пластичного зминання або навіть втомного руйнування.

У традиційному циклі проектування технологій обробки металів тиском відпрацювання геометрії інструменту та визначення оптимальних ступенів деформації часто відбувалося методом "спроб і помилок". Це призводило до значних фінансових втрат. Сьогодні для уникнення цих проблем та прискорення підготовки виробництва раціонально використовувати комп'ютерне моделювання на базі сучасних CAE-систем, зокрема програмного комплексу QForm.

Аналіз напружено-деформованого стану (НДС) заготовки та інструменту дозволяє візуалізувати зони критичних напружень та оцінити характер течії металу ще на етапі проектування. Завдяки моделюванню можна з високою точністю спрогнозувати ймовірність появи внутрішніх або поверхневих макродефектів, а також розрахувати енергосилові параметри для правильного вибору пресового обладнання.

Сучасний стан розвитку автомобілебудування та важкого машинобудування вимагає безперервного вдосконалення процесів виготовлення відповідального кріплення класів міцності 10.9 та 12.9. Тому глибокий аналіз НДС та оптимізація кутів робочої зони матриці, швидкості деформування і умов тертя є стратегічно важливим завданням для забезпечення високої якості продукції.

Впровадження результатів комп'ютерного аналізу в реальне виробництво дозволяє розв'язати проблему низької стійкості інструменту. Перехід від емпіричних розрахунків до точного прогнозування напружено-деформованого стану забезпечує створення бездефектних технологій холодного видавлювання, що підвищує загальну рентабельність та технологічну конкурентоспроможність підприємства.