

О.В. Петров, канд. техн. наук,  
С.І. Сухоруков, канд. техн. наук,  
П.О. Печенкін,  
О.О. Павлюк

Вінницький національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ВТРАТ ТИСКУ У ТРИВИМІРНИХ МОДЕЛЯХ ГІДРОАГРЕГАТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У CAD/CAE-СИСТЕМІ

*Рассмотрена возможность использования известной CAD/CAE системы SolidWorks FloWorks для исследования гидравлических потерь давления путём компьютерного моделирования гидродинамических процессов в трёхмерной модели гидроагрегата.*

*Possibility of the use of the known CAD/CAE system SolidWorks FloWorks for research of hydraulic losses of pressure by the computer design of hydrodynamic processes in the 3D-model of control valve is considered.*

### Вступ

В Україні на сьогоднішній день розвивається проектування, дослідження та виробництво гідрообладнання для гідроприводів мобільних робочих машин. На етапі проектування гідроапаратів виникає необхідність у визначенні властивостей виробів зокрема це стосується вибору конструктивних елементів гідроагрегатів, що забезпечують його ефективне функціонування, простоту виконання, мінімальні шляхові втрати тиску та ін.

Вирішення таких задач може виконуватись за допомогою сучасних CAD/CAE систем або ще на етапі проектування виробу, або для вдосконалення вже існуючих конструкцій. Актуальною задачею є впровадження нових форм проектування та дослідження на вітчизняних підприємствах, що спеціалізуються на виробництві гідроагрегатів [1].

### Основні результати досліджень

Однією із основних вимог до характеристик гідроагрегата є мінімізація шляхових втрат тиску, що виникають внаслідок протікання гідродинамічних процесів у його конструкції. Сучасні CAD/CAE системи дозволяють створити тривимірну модель гідроагрегата та провести в ньому комп'ютерне моделювання гідродинамічних процесів [1–2]. Однією із провідних програм подібного напрямку є CAD/CAE система SolidWorks, що включає модуль COSMOS FloWorks [2]. Повністю інтегрований в SolidWorks модуль FloWorks дозволяє виконувати розрахунки течії, теплообміну та теплопередачі з похибкою кінцевого результату до 5%. Крім того опис вхідних даних та візуалізація результатів відбувається безпосередньо в середовищі SolidWorks, що значно спрощує аналіз та оптимізацію геометрії об'єкту або пристрою у найкоротші терміни [3].

На кафедрі Технології та автоматизації машинобудування (ВНТУ) виконуються наукові дослідження по виявленню характеру впливу елементів конструкції гідро-

агрегатів на гідравлічні (шляхові) втрати тиску в ньому. Зокрема створено тривимірну модель гідророзподільника P50 та за допомогою комп'ютерного моделювання гідродинамічних процесів визначено гідравлічні втрати тиску на ділянці «вхід до робочої секції — вихід до порожнини гідродвигуна» (рисунок 1).

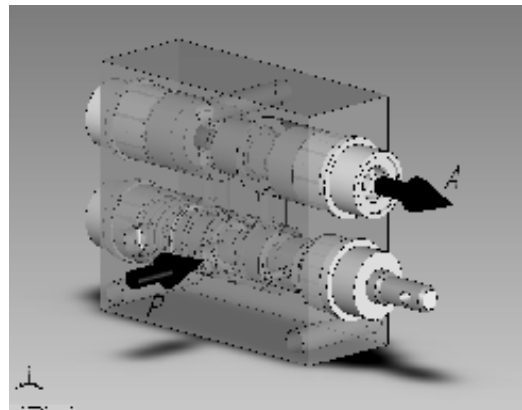


Рисунок 1 — Тривимірна модель робочої секції гідророзподільника P50.



Рисунок 2 — Встановлення параметрів моделювання гідродинамічного процесу.

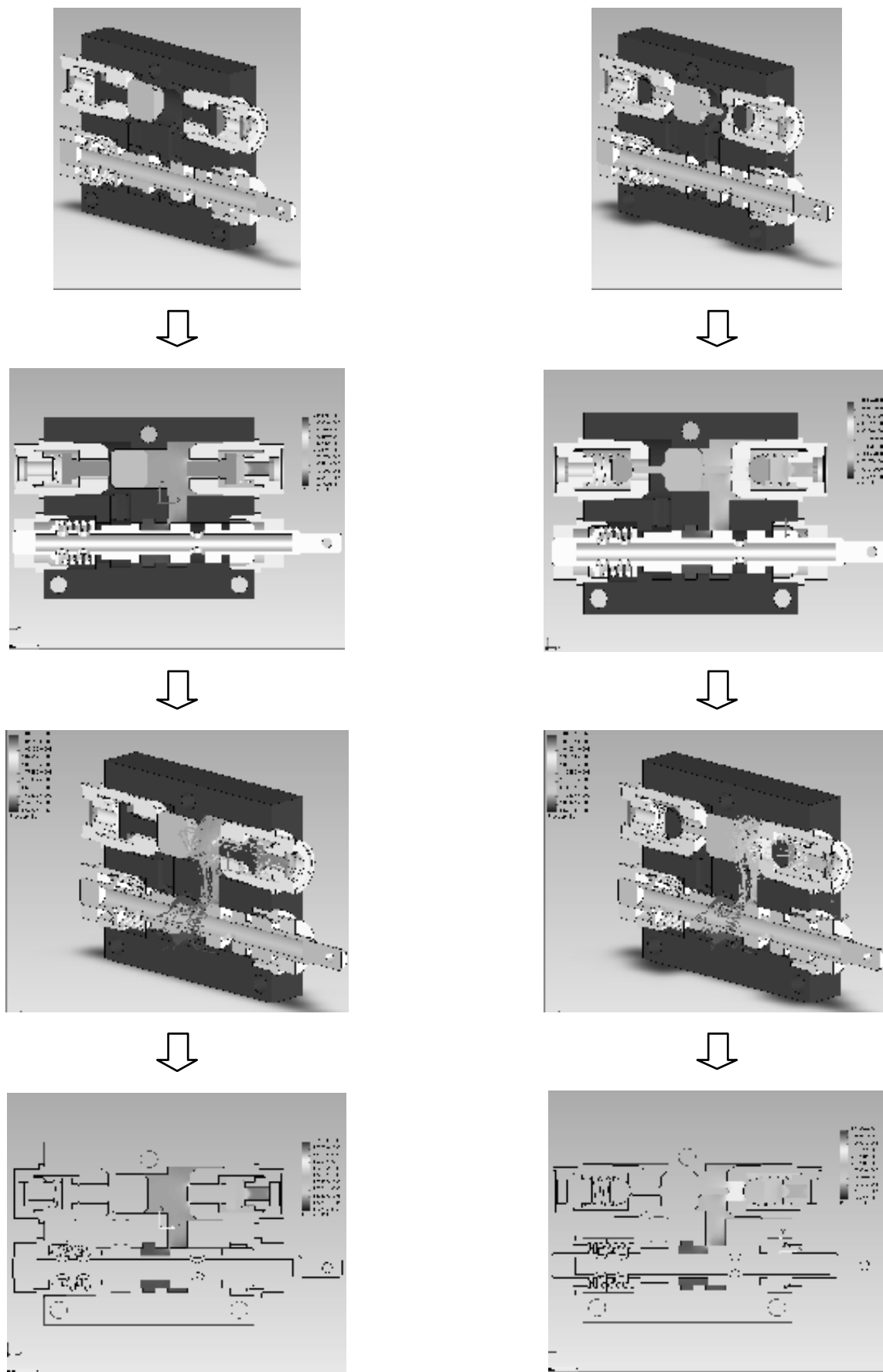


Рисунок 3 — Дослідження гідрозамка із запірним елементом конічного типу.

Рисунок 4 — Дослідження гідрозамка із запірним елементом кулькового типу.

Для проведення комп'ютерного моделювання гідродинамічних процесів у тривимірній моделі необхідно встановити ряд параметрів, що будуть описувати умови протікання процесу. Основними з таких параметрів є: вхідна величина тиску робочої рідини, витрата робочої рідини, густина та температура робочої рідини (рисунок 2).

Моделювання гідродинамічного процесу у тривимірній моделі описується рівняннями Нав'є-Стокса і в залежності від складності конструкції моделі може займати достатньо тривалий час. Моделювання проходить інтерактивно, що дає змогу спостерігати перехідні процеси у моделі. Проміжні та остаточні числові значення тиску та інших параметрів наводяться у спеціальних таблицях результатів.

З метою демонстрації роботи такого інструменту у конструкції робочої секції гідророзподільника P50, що складається із 26 деталей різної форми та розмірів, було оцінено можливість зміни компоновки вбудованого двостороннього гідрозамка. В результаті моделювання гідродинамічних процесів, визначено, що гідравлічні втрати тиску на досліджуваній ділянці робочої секції складають 0,24 МПа (рисунок 3).

З метою зменшення гідравлічних втрат тиску запропоновано у двосторонньому гідрозамку плунжерний штовхач та запірний елемент конічного типу з хвостовиком замінити на плунжерний штовхач із хвостовиком та запірний елемент кулькового типу (рисунок 4).

У результаті моделювання гідродинамічного процесу в змінній тривимірній моделі робочої секції гідророзподільника визначено гідравлічні втрати тиску, що складають 0,15 МПа.

Отже, на основі проведених досліджень, з метою вдосконалення конструкції гідророзподільника P50, можна рекомендувати змінити елементи вбудованого двостороннього гідрозамка, що дасть змогу зменшити гідравлічні втрати тиску в гідроагрегаті.

## Висновки

Визначено, що під час проектування гідроагрегатів застосовування сучасних CAD/CAE-систем дозволяє отримати тривимірну модель та провести інженерний аналіз особливостей конструкції виробу.

Моделювання гідродинамічних процесів засобами CAD/CAE-систем у тривимірних моделях гідроагрегатів дозволяє виявити та оцінити особливості перетікання рідини під тиском у гідроагрегатах ще на стадії їх проектування. Втрати тиску, що виникають під час проходження рідини по каналах гідроагрегата, можуть бути оцінені в результаті моделювання гідродинамічних процесів, що дозволяє зменшити шляхові втрати тиску на етапі прийняття рішення про вибір елементів конструкції гідроагрегата.

## Література

1. Кочевский, А.Н. Расчет внутренних течений жидкости в каналах с помощью программного продукта FlowVision / А.Н. Кочевский // Вісник Сумського державного університету. Серія технічні науки. — 2004. — №2 (61) — С. 25—36.
2. Алямовский, А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 800 с.
3. Петров, О.В. Анализ гидравлических потерь тиску в гидророзподільнику за допомогою CAD/CAE систем / О.В. Петров // Вісник Хмельницького національного університету. Серія технічні науки. — №4. — 2009. — С. 67—70.

*Надійшла 13.07.2011 р.*