

УДК 62-525

І.В. Костюченко, С.В.Струтинський

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ МІНІ-ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ ЗАВДЯКИ 3D-ДРУКУ SLA

Останні розробки в адитивному виробництві, зокрема 3D-друк SLA (стереолітографія), мають величезний потенціал у створенні гідравлічних роботів, пропонуючи спрощений підхід до проектування та виробництва. Об'єднуючи кілька компонентів в єдину багатоцільову деталь, 3D-друк спрощує загальну структуру, сприяючи ефективності як у виробництві, так і у функціональності. Здатність цього методу створювати точні, легкі, але міцні деталі, робить його ефективним для прототипування мініатюрних гідравлічних систем та роботів.

Для керування роботою приводів в гідравлічній системі повинен бути передбачений розподільник. Пропорційний розподільник типу «сопло-заслінка» дозволяє керувати не тільки напрямком руху а ще і швидкістю руху. Він є одним із найскладніших компонентів гідросистеми і чудово підходить для друку з полімерів. Можна використати наступний дизайн (рис.1, а) який не потребує використання пружної стрічки водила для зворотнього зв'язку і може бути повністю роздрукованим потребуючи лише металевого стержня соленоїда вставленого у вісь руху заслінки.

У конструкції розподільника типу «сопло-заслінка» частина робочої рідини постійно подається до сопел каскаду керування. Ця робоча рідина, проходячи через два нерегульовані дроселі, подається до двох порожнин (камер) з протилежних сторін звідки потім витікає через протилежне сопло [1]. У випадку, коли заслінка знаходиться в середньому положенні між двома форсунками, тиск в обох робочих камерах однаковий за рахунок однакового гідравлічного опору. Переміщення заслінки в одну зі сторін перекриває одне сопло і призводить до підвищення тиску в одній з камер і одночасного зниження тиску в протилежній камері і перемикає гідророзподільника. Комбінація двох постійних дроселів з двома сплами і заслінкою утворює певний гідравлічний міст, показаний на малюнку (рис.1, б)

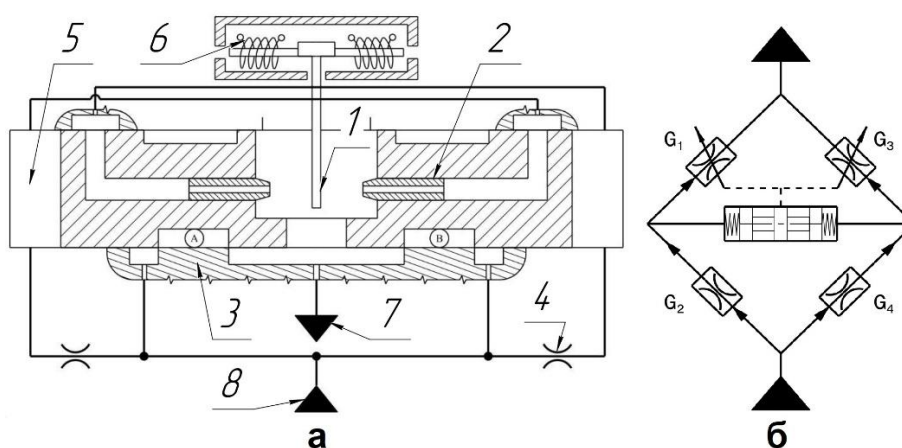


Рис. 1. Конструкція розподільника типу «сопло-заслінка»: 1 – заслінка, 2 – золотник з форсунками, 3 – корпус розподільника, 4 – дросельна заслінка, 5 – камери керування, 6 – котушка електромагніту, 7 – зливна лінія, 8 – лінія подачі рідини

Для спрощення задачі можна знайти витрату рідини у положенні рівноваги тиску у порожнинах. Для вибраного нами типу розподільника такий стан буде відповідати абсолютно будь-якому статичному положенню заслінки, крім моменту при дуже швидких переключень. У такому положенні витрати що проходять через обидві керуючі гілки будуть однакові.

Опис цих процесів досить громіздкий, тому зазвичай використовуються формули для турбулентної течії з скоригованими коефіцієнтами:

$$Q_{др} = \mu_{др} * f_{др} * \sqrt{\frac{2}{\rho} * (p_n - p_3)},$$

де: $\mu_{др}$ – коефіцієнт витрати рідини; ρ – густина робочої рідини; $f_{др}$ – площа гідравлічного перерізу; $Q_{др}$ – витрата рідини дроселя; p_n – тиск нагнітальної лінії; p_3 – тиск в зливній лінії.

Значення гідравлічного опору можна визначити як квадрат добутку коефіцієнта витрати рідини на площу гідравлічного перерізу:

$$G_{др} = (\mu_{др} * f_{др})^2,$$

Це дозволяє розглядати гідравлічну схему як аналог електричної, де $Q_{др}^2$ – буде аналогом струму, $\frac{1}{G_{др}}$ – аналог опору, а $\frac{2 \cdot p}{\rho}$ – буде аналог напруги.

Зокрема, для розрахунку опору гілки керування можна використовувати таку формулу:

$$G_l = \left(\frac{1}{G_c} + \frac{1}{G_{др}} \right)^{-1},$$

де: G_l – опір лінії керування, G_c – опір сопла і заслінки, $G_{др}$ – опір нерегульованого дроселя.

Таким чином використовуючі формули можна отримати наступний дизайн (рис.2, а).

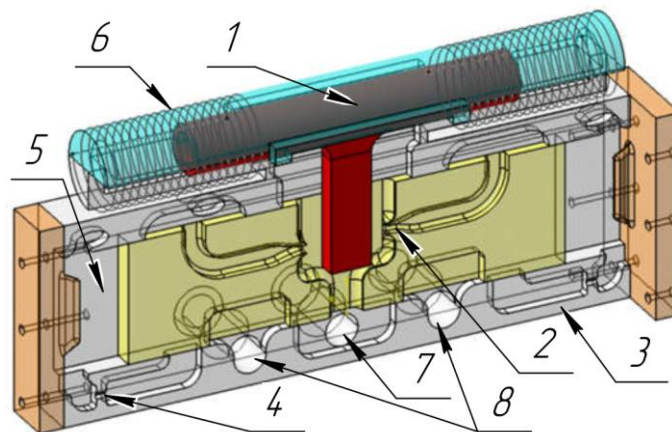


Рис. 4. Конструкція гідророзподільника: 1 – заслінка, 2 – золотник з соплами, 3 – корпус розподільника, 4 – дроселюючі звуження, 5 – керуючі порожтти, 6 – котушка соленоїда, 7 – зливна лінія, 8 – лінія подачі рідини

Висновки

Перевагами методу виготовлення 3D-друк SLA є можливість об'єднання багатьох системних елементів в один компактний дизайн і низька вартість, роблять цей метод дуже привабливим для прототипування роботизованих систем, у тому числі гідравлічних. Існує декілька недоліків пов'язаних з якістю одержуваних поверхонь. Більшість із цих недоліків поверхні можна легко виправити додатковою обробкою. У той же час умова контролю допуску поверхні легко вирішується ітераційним способом завдяки швидкому виробничому циклу, який може виконувати інженер безпосередньо на робочому місці.

Список використаних джерел

1. Конспект лекцій по курсу «ГІДРОАВТОМАТИКА ТА КЕРУВАННЯ» / Д.т.н., проф. Луговський О. Ф. Київ, НТУУ «КПІ», 2022 – с. 83.
2. Башта Т.М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем, М. «Машиностроение», 1974. – с. 606.