Нелинейные детерминированные модели

Нелинейные детерминированные модели

Нелинейные детерминированные модели обладают бóльшей точностью и гибкостью. Они могут быть заданы в **виде нелинейной функции** одной или нескольких переменных или в виде **дифференциальных уравнений** (обыкновенных или в частных производных).

Наиболее распространенными среди нелинейных моделей при описании ДУ и ДЛА являются:

- полиномиальные функции;
- позиномные функции;
- тригонометрические функции;
- экспоненциальные функции;
- обыкновенные дифференциальные уравнения;
- дифференциальные уравнения в частных производных др.

Нелинейные модели могут быть записаны в виде функционала, зависящего от управляющих переменных x и некоторых функций $f(x)$ всех или части этих переменных:

$$W = W(x, f(\mathrm{x})).$$

При этом функции $f(x)$ могут представлять собой функционалы, зависящие от промежуточных функций $f^*(x)$ и т.д. На класс функций $f(x)$, $f^*(x)$ не накладывается никаких ограничений, однако предполагается возможность однозначного перехода от вектора управляющих параметров x к общей характеристике модели W.

Область определения модели может быть ограничена с помощью равенств или неравенств:

$$x_i = c_i, \qquad i = 1,\ldots, m;$$
$$f(x) = c_j, \qquad j = 1,\ldots, l;$$
$$x_{i\,\min} \le x_i \le x_{i\,\max},\ i = 1,\ldots, k;$$
$$f_j(x) \le c_j, \qquad j = 1,\ldots, n.$$

По существу под определение нелинейной модели подпадает любое математическое описание ДУ и ДЛА, не укладывающееся в рамки более простых моделей.

Полиномиальные модели

Полиномиальные модели основаны на идее приближенного представления модели конечным числом членов ряда Тейлора:

$$W(x) = W(x_0) + \sum_{i=1}^{k} \frac{\partial W(x_0)}{\partial x_i}(x_i - x_{i0}) + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{k} \frac{\partial^2 W(x_0)}{\partial x_i \partial x_j}(x_i - x_{i0})(x_j - x_{j0}) + \ldots$$

Наиболее простой из моделей этого класса является квадратичная модель:
при ограничениях

$$W(x) = a_0 + \sum_{i=1}^{k} a_i x_i + \sum_{\substack{i=1 \\ j \ge i}}^{k} a_{ij} x_i x_j$$

КВАДРАТИЧНАЯ МОДЕЛЬ И ПОЛИНОМИНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

• Квадратичные модели широко используются для представления экспериментальных данных при идентификации ДЛА и их элементов.

• Квадратичные модели используются для аппроксимации отдельных участков поверхности отклика.

• Если квадратичная модель также оказывается недостаточно точной, то используются полиномиальные модели более высоких порядков.

• Исследование полиномиальных моделей частично можно осуществить аналитическими методами. Например, аналитически можно определить степень влияния отдельных переменных на характеристики модели.

ПОЗИНОМНЫЕ МОДЕЛИ

Позиномные модели основаны на представлении модели в виде суммы произведений степенных функций:

$$W(x) = \sum_{j=1}^{m} c_j x_1^{\alpha_{1j}} x_2^{\alpha_{2j}} \dots x_k^{\alpha_{kj}} = \sum_{j=1}^{m} c_j \prod_{i=1}^{k} x_i^{\alpha_{ij}}, \qquad (2.14)$$

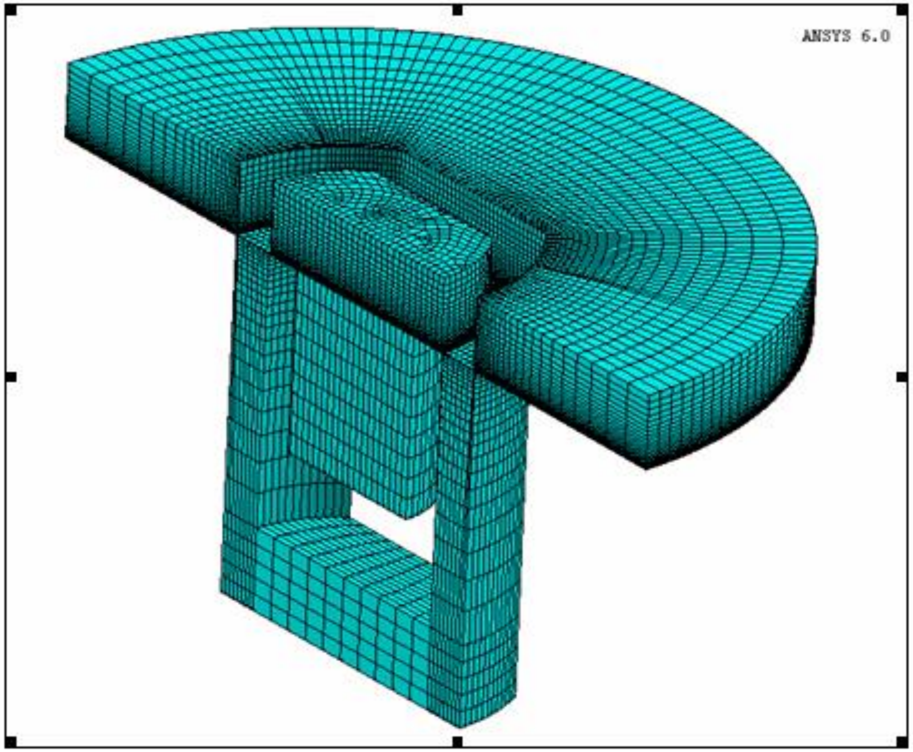
где x_i – управляющие переменные, α_{ij} – произвольные положительные числа, $cj \geq 0$ – обеспечивает выпуклость модели.

Величины α_{ij}, c_j рассчитываются на основе статистических данных, отражающих опыт производства соответствующих узлов и систем.

Позиномные модели можно использовать для описания **стоимости сложных систем**.

К позиномным моделям сводится задача выбора геометрических характеристик ряда технических устройств, в том числе элементов ДЛА, например, электромагнитов, силовых ферм и т.д.

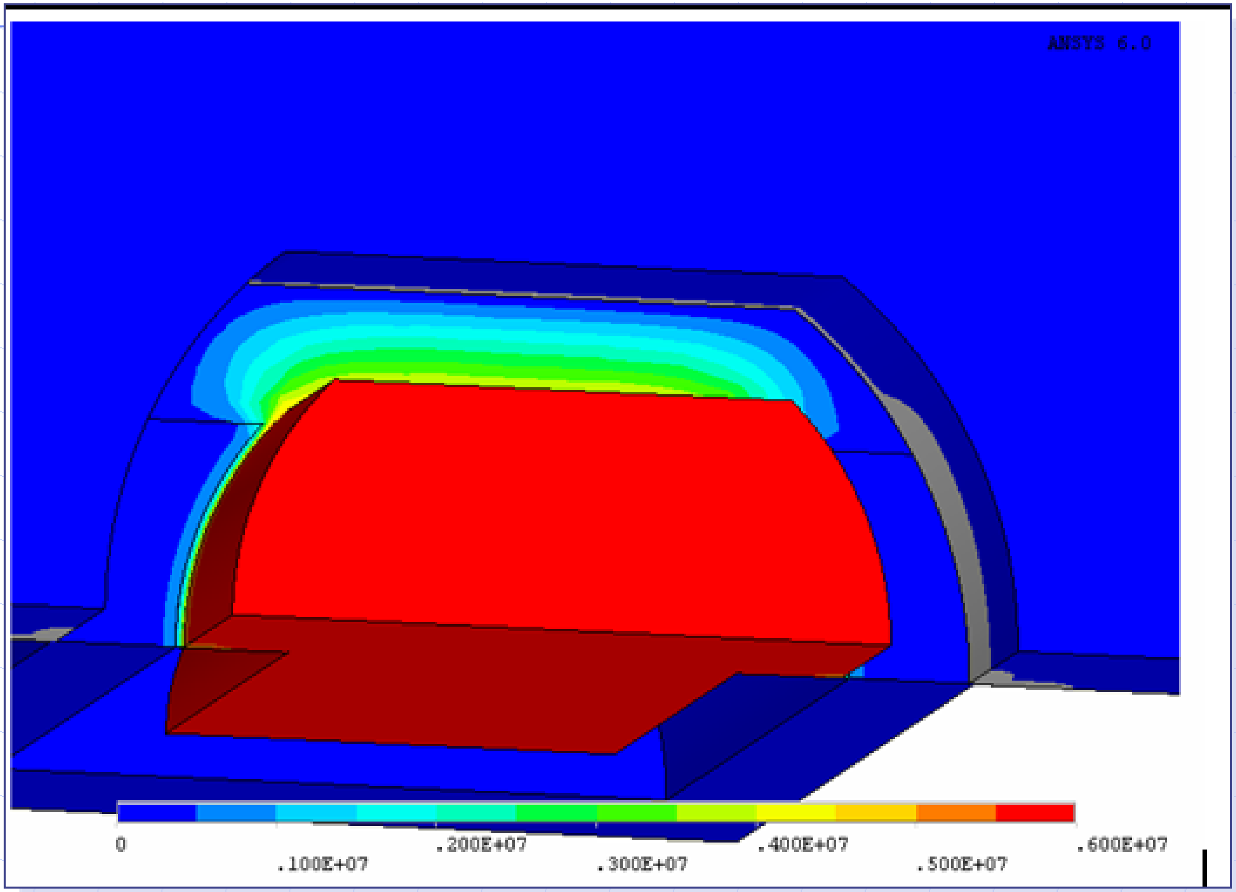
Расчет параметров течения рабочей жидкости в гидрораспределителе с плоским золотником на упругом подвесе



Проведено моделирование течения жидкости в гидравлическом распределителе с целью определения полей распределения скоростей и давлений в его каналах, которые определяют основные характеристики устройства.

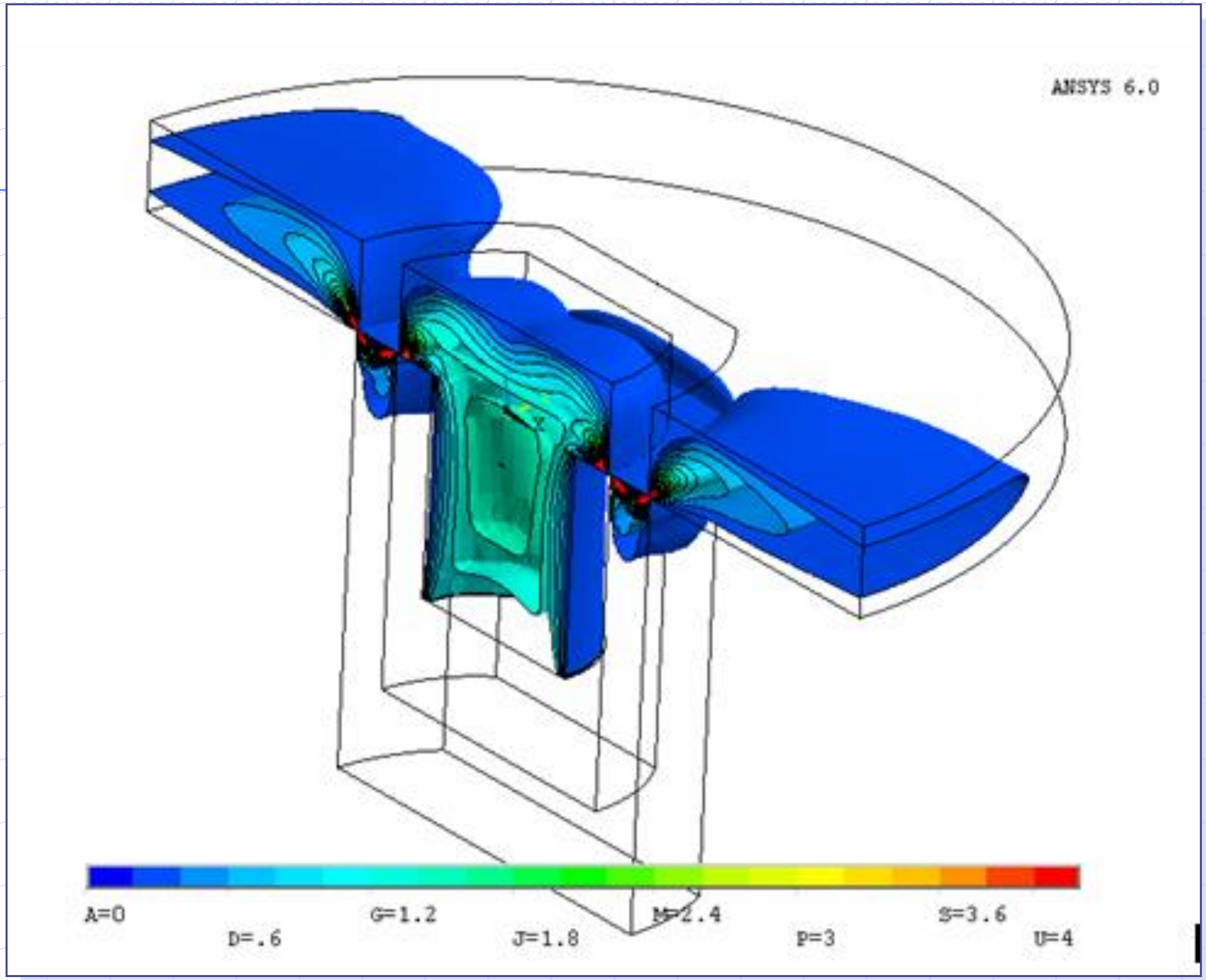
Течение моделировалось на основе решения уравнений Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. На рисунке представлена модель области течения гидрораспределителя и её разбиение на конечные элементы.

Результаты решения дают возможность построить детальную картину течения внутри гидрораспределителя, получить поле скоростей и давлений, как во всем объеме, так и в произвольном сечении.



Поле распределения давления

ИЗОПОВЕРХНОСТИ МОДУЛЯ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ



Полученные данные также позволяют:

- рассчитать силу гидравлического давления, действующую на подвижную рамку гидрораспределителя;
- определить величину расхода рабочей жидкости через рабочие щели гидрораспределителя