

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ПРИ НАЛИЧИИ НЕЛИНЕЙНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

С.В. Паненко, В.В. Шендрик, С.А. Щеглов

Повышение качества и сокращение сроков разработки центробежных насосов (ЦН) возможно только за счет совершенствования методов проектирования на основе оптимизации. Это обусловило необходимость использовать в процессе проектирования ЦН последних достижений в области математического моделирования и нелинейного программирования для поиска эффективных вариантов и принятия решений.

Основой для создания математических моделей служат комплексные исследования на основе сочетания экспериментальных и расчетно-теоретических методов (причем последнее время акцент смещается в сторону расчетно-теоретических исследований), детального изучения сложных физических процессов. Для исследования структуры турбулентного потока в элементах ЦН часто используются численные методы расчета невязких и вязких течений, а для определения геометрических параметров ЦН – методики, основной особенностью которых является синтез основных уравнений гидродинамики и эмпирических зависимостей.

При работе с полной моделью ЦН возникает ряд проблем: большая размерность задачи, наличие функциональных ограничений, сложность корректного задания диапазона поиска. Решить эти проблемы можно используя иерархический принцип описания ЦН как сложной технической системы основанный на декомпозиции, позволяющей свести исходную задачу к набору простых задач. В этом случае осуществляется поиск экстремума целевой функции на основе специально сформированных математических моделей, в которых искусственно сужается допустимая область поиска, используются специальные алгоритмы учета ограничений.

В большинстве оптимизационных исследований ЦН используется «детерминированный» подход, который подразумевает, что полученный результат будет реализован на практике с абсолютной точностью. Этого невозможно достичь ни при одной технологии производства. Основные причины этого могут заключаться в том, что ЦН и его элементы представляют собой стохастические системы, характеристики которых имеют вероятностный характер. Данная проблема может быть успешно решена путем оптимизации ЦН и его элементов в стохастической постановке. Использование структурно-параметрических методов оптимизации, которые практически инвариантны к топологии целевой функции и ограничений, не требуют адаптации математической модели, позволяет решать задачи большой размерности. К таким методам относится метод исследования пространства параметров и метод непрямой статистической оптимизации на основе самоорганизации.