

Сербова Ю. Н., Арсирій В. А.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, г.Одеса

АНАЛИЗ ЭНЕРГИТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РАМКАХ Н-Р – МОДЕЛИ

Гидравлические и аэродинамические системы (ГиАС) обеспечивают подъем, сжатие и транспортирование различных жидких либо газообразных сред. В большинстве случаев законы, описывающие движение жидкостей и газов, идентичны.

При проектировании гидравлических и аэродинамических систем, сначала компонуются и выбираются элементы системы. Рассчитываются потери напора (энергии) в системе. И на последнем этапе для преодоления потерь напора и транспортирования выбирается основной элемент системы. Причем, сегодня оптимизация энергетических показателей системы выполняется только по показателю КПД главного элемента системы – гидравлической машины.

На основании исследований с целью построения характеристик нагнетателей достаточно определения величин сопротивлений проточных частей нагнетателя. Для этого достаточно одного унифицированного стенда типа D, который обеспечивает стабилизацию параметров, как напорной части стенда, так и входных участков нагнетателя. Такая унификация позволит выполнять системную оптимизацию параметров ГиАС и заменить существующую модель оптимизации ГиАС на основе только КПД нагнетателя как основного оборудования системы.

Попытки проведения модернизации ГиАС с целью интенсификации параметров работы, показал, что существующие правила представления параметров и расчета показателей эффективности работы системы не способствуют интенсификации процессов, так как ориентированы только на экстенсивное увеличение габаритов систем. Недостатки существующих правил проектирования являются препятствием разработки модернизаций с целью интенсификации параметров работы гидравлической системы (ГС).

Для возможности анализа параметров работы ГиАС в период эксплуатации, а также выявления противоречий возникающих при проведении интенсификации параметров работы ГиАС и существующими методами оценки эффективности работы основного и вспомогательного оборудования, разработана структурно-функциональная модель ГиАС.

Существующая модель гидравлических параметров работы ГС сегодня представляется в виде расчетной характеристики сети и экспериментально полученных характеристик насоса. Пересечение напорных характеристик насоса и сети дают расчетную точку РТ которая определяет энергетический баланс в системе при заданной подаче. Оптимизация гидравлических параметров систем водоснабжения выполняется по показателю КПД насоса,

хотя насосное оборудование является только частью гидравлической системы.

При выполнении изменений в элементах ГиАС для снижения сопротивлений обеспечивает увеличение расхода в системе с одновременным снижением затрат энергии на работу нагнетателя. Таким образом главные полезные показатели работы ГиАС увеличиваются. Однако анализ эффективности только с использованием показателя КПД нагнетателя фиксирует существенное снижение КПДн, так как снижение сопротивлений обеспечивает уменьшением потерь напора в сети. Потери напора в сети нельзя рассматривать как положительный показатель, поэтому необходимо решить проблему корректного анализа показателя эффективности работы ГАС.

Опыт проектирования показывает, что интенсификации энергетических процессов можно добиться небольшими затратами за счет снижения гидравлических сопротивлений в каналах элементов ГиАС, таких как нагнетатели, теплообменники, фильтры, повороты, тройники, коллекторы, внезапные расширения или сужения и т. п. Однако используемая сегодня Н-модель, а также анализ эффективности по величине КПД нагнетателей как основных элементов системы являются существенным препятствием при выполнении интенсификации энергетических процессов.

Исходя из этого противоречия разработана новая структурно – функциональная Р-модель процессов ГиАС на основе величин, которые реально измеряются в процессе эксплуатации энергетических технологий (процессов) величин давлений и разряжений P .

В Р-модели процессов ГиАС устранено основное противоречие разделения оборудования на основное и вспомогательное. В новой модели все элементы системы представляют с величиной энергетического потенциала, величиной давления P - зона давления и величиной разряжения P - зона разряжения. Причем все оборудование характеризуется величинами гидравлических сопротивлений.

Решена задача разработки методов расчета параметров аэродинамической системы, для численного моделирования различных режимов работы насосов и вентиляторов и отдельных участков системы. Такая методика должна позволить моделировать параметры систем при интенсификации работы, то есть увеличения производительности системы с одновременным снижением затрат на работу электродвигателей нагнетателей.

Для сопоставимости расчетных параметров с показаниями измерительных приборов целесообразно использовать обозначения, соответствующие показаниям манометра и вакуумметра в м. вод. ст. → $hp_m = P_m / \rho g$; $-hp_v = -P_v / \rho g$.

Математическая модель расчета параметров ГиАС для 3-х участков представлена системой уравнений (5).

$$P_{nped} = k \cdot u^2 = k(\pi \cdot D_2 \cdot n)^2$$

$$Q \in TД_i \rightarrow \begin{cases} P_{ex} = P_s - \sum P_{ex} \\ P_{вент} = P_{пред} - \sum \Delta P_{вент} - \sum h_{w,ex} \\ P_{давл} = P_s + \sum \Delta P_{давл} \end{cases} \quad (1)$$

Границы изменения энергетических параметров в системе определяются предельным напором $P_{пред}$, который рассчитывается на основе главных параметров: D - диаметра рабочего колеса; n - число оборотов рабочего колеса. Предельный напор $P_{пред}$ определяет поле гидродинамических параметров системы, включая нагнетатель и его характеристику давления, а также характеристику разряжения входного и напорного участка, соответствующими показаниями вакуумметра и манометра.

Вычитая из предельного напора $P_{пред}$, потери напора на участке ГиАС можно рассчитать параметры для построения напорной характеристики нагнетателя, которая в зоне рабочих параметров соответствует напорной характеристике насоса или вентилятора из каталога $P_{наси} = P_{пред} \cdot \Delta h_{наси}$.

Характеристику входного участка целесообразно располагать в зоне разряжения при этом расчетные параметры величины давления соответствуют показаниям вакуумметра.

Характеристика напорного участка позволяет рассчитать давление, соответствующее показаниям манометра.

Математическая модель реализована с помощью средств программы «VBA Visual Basic Applications» упрощенной версия языка VB, встроенной в линейку продуктов Microsoft office.

Вывод:

Комплексное использование Н-Р модели гидравлических и аэродинамических систем с расчетом параметров нагнетателей, входных и напорных участков систем с использованием различного оборудования позволяет проводить теоретический анализ энергетической эффективности системы для принятия решений при эксплуатации, а также для проведения реконструкций и модернизации в системах для обеспечения энергетической эффективности и экономичности при эксплуатации существующих систем, а также позволяет решать проблемы оптимизации работы гидравлических и аэродинамических систем.