

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЛЕКТУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Федоровский К.Ю., Абрамова Л.С.

Рассмотрены вопросы прогнозирования на ранних стадиях проектирования показателей основного оборудования, входящего в состав систем охлаждения энергоустановок.

На начальных стадиях проектирования энергетических объектов возникает задача выбора наилучшего варианта из возможных альтернатив энергетического оборудования. Обычно создание новых объектов проходит ряд этапов, например, эскизное, техническое, рабочее проектирование. По мере разработки проекта объем информации об объекте увеличивается.

Большинство энергетических установок, например, тепловые и атомные электростанции, судовые энергетические установки и т.д. с целью охлаждения интенсивно потребляют воду из окружающих водоемов. Среднее потребление охлажденной воды на 1000 МВт мощности для тепловой электростанции составляет $30 \text{ м}^3/\text{с}$, а для атомной - $50 \text{ м}^3/\text{с}$. Мощность единичных тепловых и атомных электростанций уже достигла 3000-4000 МВт и в ближайшее время увеличится до 6000 МВт. Для работы такой станции требуется охлаждающая вода в количестве около $300 \text{ м}^3/\text{с}$, что равно расходу реки среднего размера, например, Иртыша.

Все разомкнутые системы охлаждения интенсивно потребляют заборную воду и интенсивно воздействуют на биологический потенциал водоема. Поэтому исключение из рассмотрения фактора воздействия системы на окружающую среду ведет к явно ошибочным результатам при комплексной оценке экономической эффективности. Замкнутые же системы практически не оказывают отрицательного воздействия на биологические ресурсы водоемов, что делает их в экологическом плане более предпочтительными.

Определяющим фактором в вопросе выбора наилучшего варианта является его эффективность. В общем случае оценка экономической эффективности требует достаточно большого количества исходных данных [1]. При разработке конкретных вариантов установок комплектующее оборудование выбирается из существующего типоразмерного ряда. На начальных этапах осуществить это не всегда представляется возможным и целесообразным. Поэтому необходимо определить показатели основного оборудования систем охлаждения на предварительных этапах создания того или иного варианта установки. Для этого требуется установить аппроксимирующие зависимости для ряда частных показателей.

Основным оборудованием систем охлаждения являются теплообменные аппараты и насосы. Теплообменники - наиболее дорогой элемент систем, что определяется использованием дорогостоящих материалов, а также сравнительно большой трудоемкостью изготовления. Поэтому, в первую очередь, рассмотрим возможности получения аппроксимирующих зависимостей, описывающих для указанного оборудования стоимость, массу, габарит, затраты энергии на прокачивание теплоносителей.

Выполненный анализ данных отраслевых стандартов и прейскурантов по судовым теплообменникам показал, что их стоимость, масса и габаритный объем зависят от отношения передаваемого в аппаратах теплового потока Q к температурному напору между теплоносителями Δt . Численное значение теплового потока Q определяется тепловой мощностью, которая должна быть отведена от энергетической установки. Численное значение Δt определяется как разность средних температур теплоносителей, поступающих в теплообменный аппарат. В результате обработки имеющихся данных окончательные аппроксимирующие зависимости для теплообменников представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели теплообменников (кожухотрубчатых)

Показатели	Маслоохладители	Водоохладители
Стоимость, грн	$C = 1500 \left(\frac{Q}{\Delta t} \right)^{0,64}$	$C = 390 \left(\frac{Q}{\Delta t} \right)^{0,64}$
Масса M , кг	$M = 210 \left(\frac{Q}{\Delta t} \right)^{0,76}$	$M = 56 \left(\frac{Q}{\Delta t} \right)^{0,76}$
Габаритный объем, м ³	$V = 0,12 \left(\frac{Q}{\Delta t} \right)^{0,82}$	$V = 0,039 \left(\frac{Q}{\Delta t} \right)^{0,82}$

Таблица 2 - Показатели центробежных насосов

Показатель	Зависимость
Стоимость C , грн	$C = 95 \cdot W^{0,6}$
Масса M , кг	$M = 13 \cdot W^{0,6}$
Габаритный объем V , м ³	$V = 0,014 \cdot W^{0,6}$
Затраты мощности на прокачивание N , КВт	$N = 0,3 \cdot W^{0,8}$

Для насосного оборудования определяющим фактором является расход прокачиваемой через данный контур системы воды W . Соответствующие аппроксимирующие зависимости (в диапазоне изменения W от 25 до 630 м³/ч) представлены в таблице 2.

Другим важным показателем, характеризующим оборудование систем охлаждения, является трудоемкость технического обслуживания и ремонта P , значение которой существенно зависит от его массы. В результате обработки данных соответствующих ОСТов для теплообменных аппаратов, средняя трудоемкость обслуживания и ремонта за один год равна

для теплообменников

$$m_{TOA} = 1,18 \cdot M_{TOA}^{0,48}, \quad \text{чел.-ч.},$$

для насосов:

$$m_{HAC} = 2,95 \cdot M_{HAC}^{0,48}, \quad \text{чел.-ч.},$$

где M_{TOA} и M_{HAC} - соответственно массы теплообменника и насоса.

С использованием полученных зависимостей появляется возможность рассчитать значение интегрального показателя комплексной оценки экономической эффективности [1] и выявить наиболее перспективный вариант системы охлаждения.

На более поздних этапах проектирования при сопоставлении различных вариантов систем необходимо учитывать максимально возможную совокупность показателей, а не ограничиваться только приведенными выше. Более детальная проработка системы позволяет сделать это.

Полученные результаты показывают, что замкнутые системы оказываются более эффективными по сравнению с разомкнутыми и потому являются наиболее перспективными.

Библиографический список

1. Абрамова Л.С. Комплексная оценка эффективности водопотребляющих энергоустановок / Л.С.Абрамова // Вестн. СевГТУ. Сер. Экономика и финансы. — Севастополь, 1998. — Вып. 11. — С. 44 – 47.

Поступила в редакцию 12.12.2001 г.