

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СОВЕРШЕНСТВА СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕПЛОВодОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА

Башков В.М., Шапран Е.Н.

Восточноукраинский национальный университет

The model of an estimation of a degree of perfecting of cooling systems of locomotives is offered. The complex criterion of quality is used. The effect is reached(achieved) at the expense of decrease of expenditures on service, fuel and greasing

Экономичность исследуемых систем охлаждения (СО) определяется влиянием ряда факторов (показателей). Основными из них достаточно полно характеризующими СО являются:

- экономический, выраженный суммой годовых затрат на изготовление и функционирование СО;
- энергетический, определяемый уровнем среднеэксплуатационных затрат мощности на функционирование СО;
- габаритный, зависящий от объема занимаемого СО в дизельном помещении;
- массовый, включающий в себя затраты материалов, необходимых для изготовления СО.

Эти показатели обладают, зачастую, противоречивыми свойствами. То есть, добиваясь минимально возможного значения одного показателя, мы ухудшаем другие. Например, уменьшая диаметр и массу рабочего колеса, мы ухудшаем экономичность работы вентилятора за счет увеличения выходных динамических потерь.

Для получения достаточно достоверной зависимости между отдельными показателями, учитывая их различную значимость (вес) воспользуемся корреляционно-регрессионным анализом. В качестве результативного признака, с достаточной полнотой характеризующего систему охлаждения [2,4] принимаем сумму годовых затрат.

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3, \quad (1)$$

В качестве признаков-факторов используем остальные три группы показателей. Представим уравнение корреляционной связи в виде зависимости

где y - результирующий фактор (годовые затраты);

a_0 - коэффициент пересечения, учитывающий другие, невыделенные в отдельные группы, факторы;

$a_1; a_2; a_3$ - коэффициенты влияния (веса);

$x_1; x_2; x_3$ - влияющие факторы (показатели), здесь x_1 - энергетический; x_2 - габаритный, x_3 - массовый.

Для рассматриваемого корреляционного уравнения была подобрана и обработана статистическая выборка данных, по указанным выше показателям для ряда систем охлаждения.

Обработка статистического материала производилась с помощью ЭВМ.

В результате расчета было получено регрессионное уравнение корреляционной связи в виде:

$$y = -1028,98 + 525,7345 x_1 - 94,9449 x_2 + 1,0938 x_3. \quad (2)$$

При этом были определены следующие статистические характеристики, позволяющие оценить установленную регрессионную зависимость [1, 3]:

Коэффициент множественной корреляции $K_{кр} = 0,99511$, соответствует достаточно высокой степени приближения корреляционной связи к строгой функциональной, так как он близок к 1;

Критерий Фишера $F = 304,426$, а его критическое значение для нашего случая $F = 4,84$. Но так как $304,426 > 4,84$, то, следовательно, линия регрессии значима.

Из уравнения (2) видно, что наибольшим весом из указанных выше факторов обладает энергетический показатель, а наименьшим - массовый.

Коэффициент веса при габаритном показателе имеет знак "-", то есть увеличение габаритов СО способствует увеличению ее экономичности. Это легко объяснимо тем, что повышение габаритов позволяет снизить уровень скоростей воздуха в каналах (например, на всасывании централизованной СО тепловда 2ТЭ121) и уменьшить величину потерь давления в них.

Произведем комплексную оценку степени технико-экономического совершенства различных типов СО. В качестве суммарного показателя используем годовые затраты (Э), связь которых с основными группами показателей установлена с помощью корреляционного анализа.

При нахождении годовых затрат воспользуемся имеющимся статистическим материалом и полученным уравнением (2). Для полной оценки показатели обычно относятся к одному из параметров, позволяющему

оценить степень совершенства исполнения СО при достижении его необходимых величин.

При исследовании были поставлены две задачи.

Первая задача - оценить все затраты с точки зрения достижения, требуемой для нормальной работы тягового электрооборудования аэродинамической мощности.

$$N_{\text{АЭР}} = Q + P_{\text{Г}}$$

В этом случае комплексный показатель для каждой из систем относится к величине $N_{\text{АЭР}}$, реализуемой в данной системе. Для получения общей оценки по тепловозу приведенные комплексные показатели по каждой из систем суммируются.

Вторая задача - оценить затраты с точки зрения обеспечения номинальной мощности, развиваемой охлаждаемым оборудованием, при этом показатели для конкретных систем относятся:

- для СО ГГ - к мощности тягового генератора,
- для СО ТЭД - к суммарной мощности всех ТЭД
- для тепловоза в целом - к эффективной мощности двигателя.

Рассмотрение полученных результатов для аэродинамического критерия (табл., рис.1) дает возможность сделать следующие выводы:

- в группе индивидуальных СО лучшие (наименьшие) данные у СО главного генератора ТЭ129 (рис.1а), имеющей неплохие габаритные и массовые показатели, что связано с применением простого механического привода и изготовления ряда воздухопроводов из алюминия и пластмасс;
- среди групповых систем лучшие результаты имеют СО передней и задней тележек тепловоза ТЭ129 (рис.1а).

К достоинствам этих систем надо отнести:

- низкие величины затрат энергии, связанные с применением достаточно экономичного специализированного вентилятора ВОВ-1;
- качественное аэродинамическое исполнение каналов и достаточно рациональная компоновка;
- применение современных конструкционных материалов.

Лучшие показатели среди тепловозов у 2ТЭ121 и 2ТЭ116А. Это вызвано прежде всего объединением всего охлаждения в одну централизованную СО, что позволило:

- сократить число единиц обслуживания;
- обеспечить высокие аэродинамические качества элементов СО за счет уменьшения уровня скоростей в объединенном канале всасывания;
- снизить затраты на изготовление и эксплуатацию элементов СО;
- применить высокоэкономичный осевой вентилятор;
- расположить каналы вне дизельного помещения в обносных балках рамы, включив их элементы в силовую схему рамы;
- значительно сократить все СО.

Характерным для энергетического критерия является значительный рост комплексных показателей для всех типов систем с увеличением секционной мощности тепловозов (рис.2). Получены следующие результаты:

- среди ИСО лучшие показатели у СО ГГТЭ129, которая имеет практически тоже исполнение, что и СО ГГ 2ТЭ116, обеспечивая нормальную работу генератора, чья мощность на 30% выше;
- для СО ТЭД характерным является то, что обеспечение нормальной работы ТЭМ, чья мощность растет с увеличением секционной мощности, ведет к тому, что ряд рассматриваемых показателей - энергетический и главный экономический увеличиваются.

Эта тенденция подчеркивает то, что и групповые СО, несмотря на хорошие аэродинамические качества, имеют предел, целесообразности своего применения (рис.2а)

Для получения интегрального показателя в масштабах секции суммировались показатели отдельных систем. Из таблицы видно, что годовые затраты на изготовление и функционирование ЦСО оказываются на 20% меньшими, чем для КСО тепловоза той же секционной мощности (рис.2б)

Достигается это за счет:

- уменьшения числа единиц обслуживания и соответственно затрат на их ремонт и профилактику;
- снижения затрат на топливо и смазку, что вызвано меньшим отбором мощности на привод ЦСО;
- обеспечения меньших затрат на изготовление элементов системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособ. для вузов. -5-е изд., перераб.-М: Высшая школа, 1977. - 479с.
2. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений. М.: Транспорт, 1973.-20с.
3. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. - 2-е изд., стереотип. - Киев : Техніка, 1977. - 766с.
4. Тепловозы / Под ред. Н.И. Панова. - М.: Машиностроение, 1976. - 544с.

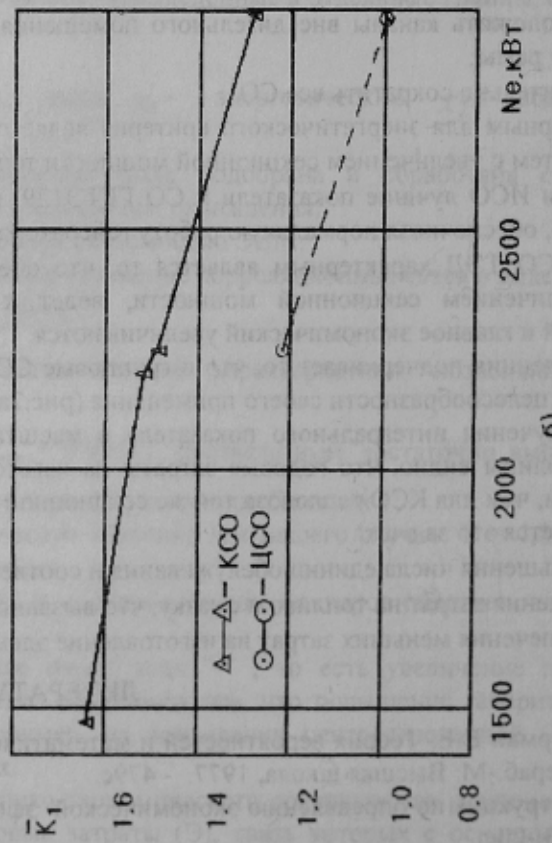
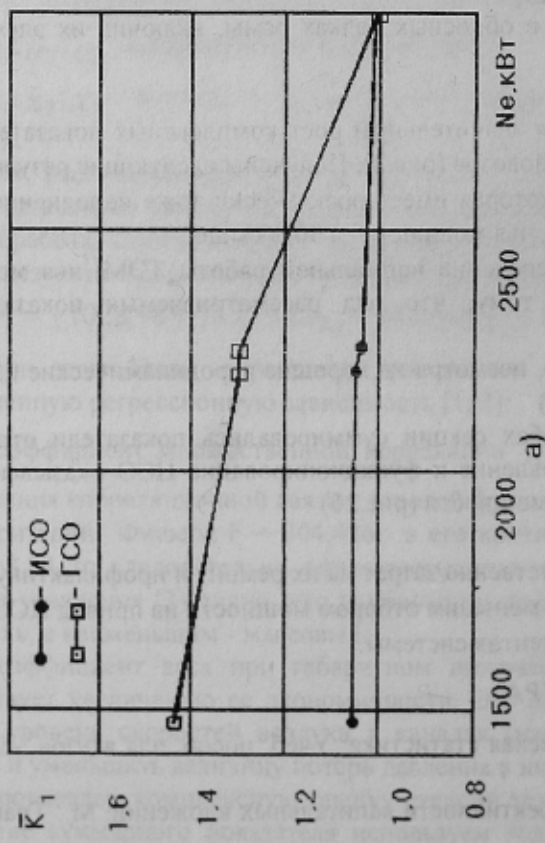


РИС. 1

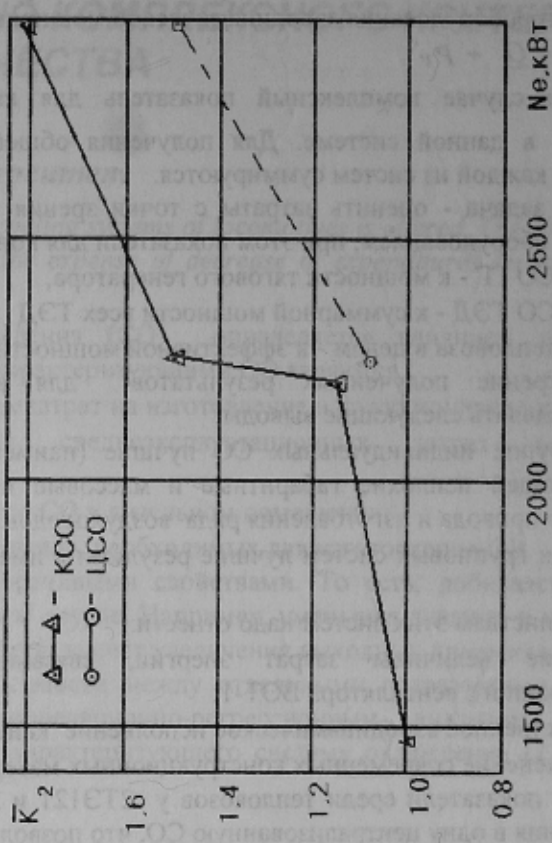
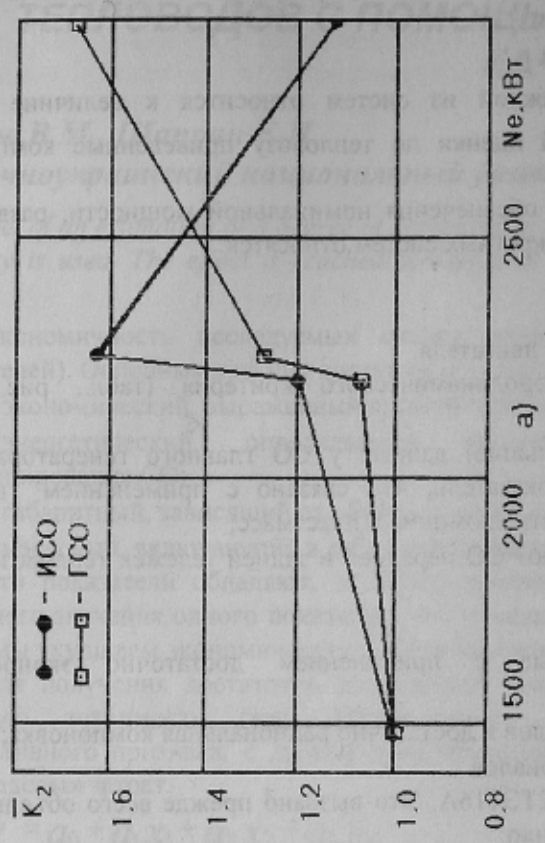


РИС. 2

Таблица - Комплексная оценка степени совершенства СО ТЭМ

Тип системы охлаждения	$N_{СЭ},$ кВт	$V,$ M^3	$m,$ кг	$\mathcal{E},$ грн	$K_1 = \frac{\mathcal{E}}{N_{АЭР}}$ грн/кВт	$K_1 = \frac{K_1}{K_{min}}$	$K_2 = \frac{\mathcal{E}}{N_{ГЭМ}}$ грн/кВт	$K_2 = \frac{K_2}{K_{2,min}}$
<i>Индивидуальные СО ТЭМ</i>								
СО ГГ М62	4,9	1,14	448,8	10449,15	1614,6	1,07	8,27	1,0
СО ГГ 2ТЭ10Л(В,М)	8,6	1,95	319,4	19891,9	1603,7	1,06	9,96	1,2
СО ГГ 2ТЭ116	9,6	1,08	1018,3	27359,9	1573,2	1,04	13,6	1,64
СО ГГ ТЭ129	9,7	1,08	742,8	26020,6	1512,9	1,0	9,3	1,12
<i>Групповые СО ТЭМ</i>								
ПТЭД М62	6,6	0,56	350,7	15075,9	1908,4	1,43	26,2	1,08
ЗТЕД М62	5,7	0,58	508,2	13972,6	1940,4	1,46	24,26	1,0
ПТЕД 2ТЭ10Л(В,М)	8,6	1,23	779,2	22999,8	1716,3	1,29	25,13	1,04
ЗТЕД 2ТЭ10Л(В,М)	9,3	1,09	797,2	25180,7	1736,4	1,3	27,52	1,14
ПТЭД 2ТЭ116	9,6	1,09	1178,1	28305,4	1736,4	1,3	31,0	1,28
ЗТЭД 2ТЭ116	9,8	1,24	1126,1	28474,1	1747,9	1,31	31,0	1,28
ПТЭД ТЭ129	18,2	2,06	669,7	49375,1	1371,4	1,03	39,98	1,65
ЗТЭД ТЭ129	18,7	2,29	581,7	50162,8	1330,6	1,0	40,69	1,68
<i>В целом по тепловозу</i>								
М 62	17,2	2,28	1307,7	39546,6	1831,1	1,65	26,9	1,0
2Т (10Л(В,М))	26,5	4,27	1896,8	68072,4	1689,1	1,53	30,95	1,15
ТЭ129	56,1	7,44	2846,7	142998,6	1432,9	1,29	48,63	1,81
2ТЭ121	39,2	2,65	2185,5	118149,7	1107,6	1,0	40,2	1,49
2ТЭ116А	20,7	3,19	2271,5	65475,3	1363,8	1,23	29,1	1,08
2ТЭ116	32,3	4,34	3885,1	90964,4	1666,8	1,5	40,47	1,5