

ЧАСТЬ 4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ

ЧАСТЬ

Оценка единовременных затрат на прототип

Привод газоперекачивающего агрегата (ГПА) – сложное изделие с чрезвычайно широкой номенклатурой используемых материалов. Точный расчет по всей номенклатуре крайне затруднителен, а на этапе эскизного проектирования – невозможен. Основной вклад в затраты вносят дорогостоящие сплавы для горячей части двигателя (гранулированные ЭП741НП, жаропрочные для охлаждаемых лопаток ЖС6К, ЖС6У, ЖС32) и легкие титановые сплавы для холодной части (ВТ3, ВТ6, ВТ8, ВТ9, АЛ4). Для сравнительно ненапряженных температурных условий используются хромникелевые и нержавеющие стали и сплавы.

Для упрощения задачи, зная массу прототипа (6650 кг), закладываю коэффициент использования материала КИМ=0,05 и умножаю на осредненную стоимость материалов (2500 р/кг). Для того, чтобы учесть затраты на оплату труда рабочих, на сумму затрат на материалы вводится коэффициент 1,5.

Итого, получается стоимость прототипа:

$$Ц = 66500,05 \cdot 2500 \text{ р/кг} \cdot 1,5 = 498750000 \text{ руб} = 498,75 \text{ млн. руб}$$

Оценка снижения затрат в связи с доработкой конструкции

В научно-исследовательской части настоящей выпускной квалификационной работы была усовершенствована конструкция компрессора высокого давления: повышены напорности ступеней, в результате чего удалось уменьшить число ступеней с 7 до 5. Была произведена оценка выигрыша в массе:

№	Масса статора, кг	Количество лопаток статора	Масса лопаток статора	Масса ротора, кг	Количество лопаток ротора	Масса лопаток ротора
1	23,6	23	0,3	37,1	25	0,28
2	21,7	27	0,3	38,6	29	0,29

Таблица 1: Данные для оценки снижения массы двигателя в сравнении с прототипом

Экономия массы в сравнении с прототипом Δm , кг составила:

$$\begin{aligned}\Delta_m &= (23,6 + 23 \cdot 0,3 + 37,1 + 25 \cdot 0,28) + \\ &+ (21,7 + 27 \cdot 0,3 + 38,6 + 29 \cdot 0,29) = 151,4 \text{ кг}\end{aligned}$$

Можно оценить снижение исходной массы материала для производства установки с учетом коэффициента использования материала:

$$\frac{\Delta_m}{\text{КИМ}} = \frac{151,4}{0,05} = 3028 \text{ кг.}$$

Следовательно, снижение затрат на материалы:

$$3028 \text{ кг} \cdot 2500 \text{ р/кг} = 7570000 \text{ руб.}$$

Принимая, что масса остальных деталей и узлов двигателя остается такой же, как в прототипе, вычисляем единовременные затраты на проектируемый двигатель:

$$498750000 - 7570000 = 491180000 \text{ руб.} = 491,18 \text{ млн.руб.}$$

Оценка затрат на единицу мощности

Одной из важнейших характеристик привода газоперекачивающего агрегата является мощность. С повышением требований к параметрам цикла двигателя ужесточаются условия работы его узлов и деталей. Применяются сплавы, легированные дорогостоящими металлами, гранулированные сплавы, повышается трудоемкость изготовления и сборки ДСЕ. Важно оценивать затраты на единицу мощности. Оценка затрат на единицу мощности представлена в таблице 2

Параметр	Прототип	Проектируемый двигатель
Мощность, МВт	16	16
Единовременные затраты, млн. руб.	498,75	491,18
Затраты на единицу мощности, млн. руб./МВт	31,17	30,70

Таблица 2: Данные для оценки затрат на единицу мощности для прототипа и проектируемого двигателя

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что проектируемый двигатель является более выгодным с точки зрения затрат на единицу мощности по сравнению с прототипом.

Расчет затрат на эксплуатацию

Заложен полный ресурс 100 тыс.ч. Межремонтный интервал – 25 тыс. ч. Затраты на один ремонт составляют 0,25 от единовременных затрат. Таким образом получим стоимость одного ремонта двигателя $C_{\text{рем}}$:

$$\begin{array}{ll} \text{Прототип} & 498,75 \cdot 0,25 = 124,69 \text{ млн.руб} \\ \text{Проектируемый двигатель} & 491,18 \cdot 0,25 = 122,80 \text{ млн.руб} \end{array}$$

Цена газа для промышленных потребителей $\Pi_{\text{топл}} = 4316 \text{руб}/(\text{тыс м}^3)$.
Примерный среднечасовой расход топлива проектируемого двигателя

$$G_{\text{т}} = 4,422 \text{ тыс м}^3/\text{час}.$$

Можно посчитать среднегодовые затраты на топливо проектируемого двигателя

$$C_{\text{топл}} = G_{\text{т}} \cdot \Pi_{\text{топл}} \cdot 8760 = 4,422 \cdot 4316 \cdot 8760 = 167,18 \text{ млн.руб./год}.$$

А также среднегодовые затраты на топливо прототипа

$$C_{\text{топл прот}} = G_{\text{т прот}} \cdot \Pi_{\text{топл}} \cdot 8760 = 4,667 \cdot 4316 \cdot 8760 = 176,45 \text{ млн.руб./год}.$$

Введем коэффициент эксплуатационных затрат $K_{\text{эксп}} = 0,8$, связывающий среднегодовые затраты на регламентное и техническое обслуживание и среднегодовые затраты на капитальный ремонт установки. В результате получим среднегодовые затраты на регламентное и техническое обслуживание установки:

$$C_{\text{эксп прот}} = K_{\text{эксп}} \cdot C_{\text{рем прот}} \cdot 876025000 = 0,8 \cdot 124,69 \cdot 876025000 = 34,95 \text{ млн.руб}$$

$$C_{\text{эксп}} = K_{\text{эксп}} \cdot C_{\text{рем}} \cdot 876025000 = 0,8 \cdot 122,80 \cdot 876025000 = 34,42 \text{ млн.руб}.$$

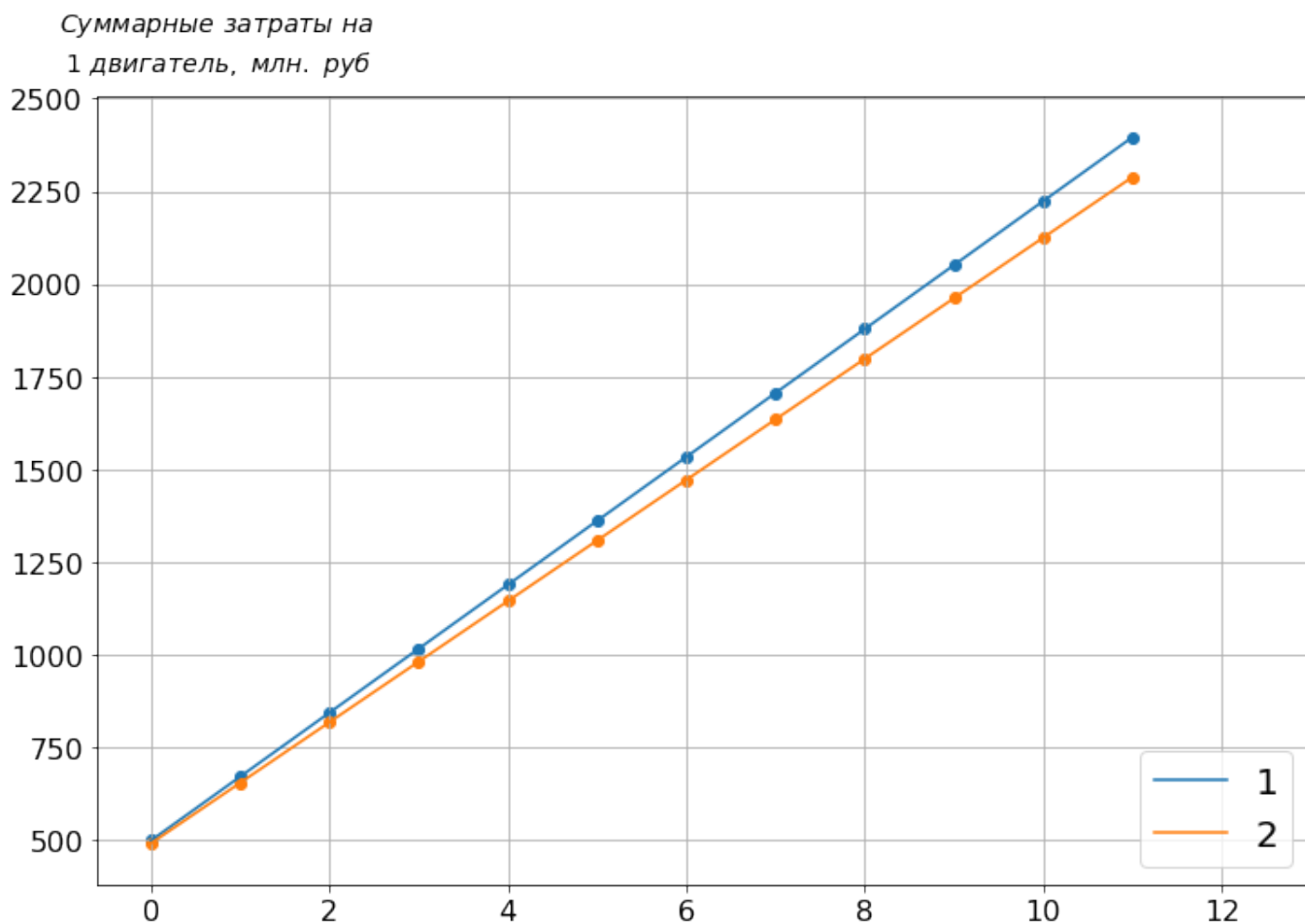


Рис. 1: Суммарные затраты на прототип 1 и проектируемый двигатель 2 за 11 лет эксплуатации

Проведенная в исследовательской части дипломного проекта оптимизация цикла установки позволяет снизить единовременные затраты за счет уменьшения стоимости компрессора высокого давления, а использование высокой температуры в камере сгорания увеличивает экономичность двигателя в целом.

Список литературы

1. Голубовский Е.Р., Светлов И.Л., Хвацкий К.К. Длительная прочность никелевых сплавов для монокристаллических лопаток газотурбинных установок // Журнал «Конверсия в машиностроении». - 2005. - №3.
2. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок: учебник для вузов / Иванов В. Л., Леонтьев А. И., Манушин Э. А., Осипов М. И. ; ред. Леонтьев А. И. - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 591 с. : ил. - Библиогр.: с. 576-577. - ISBN 5-7038-2138-X.
3. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: учебник для вузов / Манушин Э.А., Михальцев В.Е., Чернобровкин А.П. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997.