**ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**Введение**

В данном разделе дипломного проектирования проводится технико-экономический анализ создания ДТРД классом тяги 8 тонн для дозвукового пассажирского самолёта, для определения конкурентоспособности данного проекта и целесообразности его создания и использования на самолётах гражданской авиации.

Себестоимость двигателя в основном формируется из заработной платы и затрат на материалы. При использовании перспективных конструкторских решений и перспективных материалов, правильной организации производства и выборе качественных поставщиков материалов, обладающих необходимыми физическими характеристиками и имеющих минимальную стоимость, по сравнению с аналогами, имеется возможность снижения себестоимости ГТД и, соответственно, повышение конкурентоспособности двигателя на рынке.

Оценка экономической целесообразности разрабатываемого ГТД основывается также на оценке эксплуатационных расходов, которые в случае ГТД в основном связаны с обслуживанием и затратами на топливо. Необходимо своевременно выявлять неисправности двигателя для снижения стоимости технического обслуживания и ремонта, выбрать оптимальный вид топлива и обеспечить максимально возможный тепловой КПД двигателя для снижения расхода топлива и соответственно повышения экономической выгоды при использовании данного двигателя на самолётах гражданской авиации.

Технико-экономический анализ (ТЭА) проектных решений имеет целью исследования взаимосвязи технических, организационных и экономических параметров и показателей объекта, позволяющее найти наилучшее проектное решение при выбранном критерии. Следовательно, основная предпосылка ТЭА — возможность альтернативных решений, а задача ТЭА — обеспечение наилучшего решения при выборе схемы и материалов объекта, технологии его изготовления и других факторов на конкретной стадии жизненного цикла изделия.

В качестве аналога создаваемого ГТД рассматривается турбореактивный двухконтурный двигатель SaM146.

**Оценка себестоимости ГТД**

Оценка себестоимости ГТД проводится методом укрупненной калькуляции. Полная себестоимость изготовления рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где – затраты на основные материалы и покупные комплектующие изделия (с учетом транспортно-заготовительных расходов);

*L* – затраты по заработной плате основных рабочих;

– коэффициент, учитывающий затраты по дополнительной заработной плате основных рабочих, ;

– коэффициент, учитывающий страховые взносы, ;

– коэффициент, учитывающий цеховые расходы, ;

– коэффициент, учитывающий общепроизводственные расходы, ;

– коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, ;

Расчет затрат на основные материалы ГТД производится исходя из массы необходимых комплектующих и их стоимости.

Выбор материалов произведен исходя из назначения узла в двигателе, нагрузок и температур, воспринимаемых данным элементом конструкции. Деталями, работающие при самых высоких нагрузках и температурах во всем двигателе, являются сопловые аппараты, рабочие лопатки и диски турбин высокого и низкого давления. Для их изготовления выбраны жаропрочные сплавы ВЖ175 и ВКНА-1А, ВЖМ7 стоимость которых значительно выше цены остальных материалов, используемых при изготовлении ТРДД.

Для изготовления рабочих лопаток, направляющих аппаратов и дисков компрессоров высокого и низкого давлений выбраны материалы ВТ6, ВТ9, ВТ23 и ЭП742. Применение материала ЭП742, имеющего высокие показатели по пределу текучести и временному сопротивлению при высоких температурах, вызвана тем, что в последних ступенях компрессора высокого давления достигаются температуры порядка 600-650 °C, из-за чего приходится использовать столь термоустойчивый и дорогой материал даже в деталях компрессора. Исходя из требований прочности и термообработки в качестве материалов валов выбран материал 40ХНМА.

Для КС выбран материал ВЖ175; для топливо-масляного ТА - 12Х18Н10Т, для малонагруженных частей горячего тракта - ХН38ВТ, для подшипников – сталь ЭИ-347Ш.

Для корпусных деталей “холодной” части газовоздушного тракта и второго контура выбран такой материал, как стекловолокно ВКУ-29.

В таблице 1 представлены основные комплектующие ГТД, их массы, материалы и стоимость. Оценка стоимости произведена на 24.03.2025.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 1 – Затраты на основные материалы ГТД | | | | |
| Детали ГТД | Материал | Масса, кг | Стоимость материала, руб/кг | Итоговая стоимость, руб. |
| Диск вентилятора | ВТ23 | 47 | 2000 | 94000 |
| РК вентилятора | ВТ23 | 20 | 2000 | 40000 |
| Диски КНД | ВТ6 | 136 | 1500 | 204000 |
| РК и НА КНД | ВТ6 | 40 | 1500 | 60000 |
| Блиски 1..2 ступеней КВД | ВТ9 | 52 | 1800 | 93600 |
| ВНА и НА 1..5 ступеней КВД | ВТ6 | 13 | 1500 | 19500 |
| Диски 3..9 ступеней КВД | ЭП742 | 104 | 6800 | 707200 |
| РК 3..5 ступеней КВД | ВТ9 | 19 | 1800 | 34200 |
| РК 6..8 ступеней КВД | ВТ25 | 11 | 1700 | 18700 |
| НА 6..8 ступеней КВД | ВТ18 | 11 | 2000 | 22000 |
| РК 9 ступеней КВД | ВТ41 | 5 | 2000 | 10000 |
| НА 9 ступени и СА КВД | ЖС-6К | 7 | 5000 | 35000 |
| Камера сгорания | ВЖ175 | 42 | 12700 | 533400 |
| Корпусные детали “горячей” части газовоздушного тракта, лабиринтные уплотнения | ХН38ВТ | 336 | 4200 | 1411200 |
| Диск ТВД | ВЖ175 | 92 | 12700 | 1168400 |
| СА и РК ТВД | ВКНА-1А | 32 | 12000 | 384000 |
| Диски ТНД | ЭП742 | 115 | 3800 | 437000 |
| Лопатки первых двух ступеней ТНД | ВЖМ7 | 66 | 2100 | 138600 |
| Лопатки последних двух ступеней ТНД | ЖС-36 | 89 | 1700 | 151300 |
| Валы | 40ХНМА | 233 | 1300 | 302900 |
| Подшипники | ЭИ-347Ш | 28 | 3900 | 109200 |
| Корпусные детали “холодной» части газовоздушного тракта, кок | ВКУ-29 | 177 | 1200 | 212400 |
| Топливо-масляный ТА | 12Х18Н10Т | 20 | 400 | 8000 |
|  | | | Итого: | 6218400 |

Таким образом, затраты на основые материалы составляют:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где 1.2 – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для оценки затрат на заработную плату основных рабочих использовались показатели средней часовой тарифной ставки основных рабочих. Количество человек определенных специальностей, требуемых для проектирования и изготовления единицы продукции представлено в таблице 2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 2 – Основные затраты на заработную плату | | | | |
| Подразделение/должность | Кол-во работников | Кол-во месяцев работы (для цехов указано в часах) | Начисления в месяц (для цехов указаны начисления в час.), руб. на 1-ого человека) | Итого, руб. |
| Главный конструктор | 1 | 20 | 200000 | 4000000 |
| Старший инженер - проектировщик | 1 | 20 | 120000 | 2400000 |
| Старший инженер расчётного отдела | 1 | 16 | 120000 | 1920000 |
| Инженеры проектного отдела | 6 | 20 | 80000 | 9600000 |
| Инженеры расчётного отдела | 6 | 16 | 100000 | 9600000 |
| Старший инженер - технолог | 1 | 12 | 80000 | 960000 |
| Инженеры технологического отдела | 6 | 12 | 70000 | 5040000 |
| Токарный цех | 8 | 480 | 400 | 1536000 |
| Фрезерный | 4 | 700 | 450 | 1260000 |
| Цех хим. обработки | 4 | 600 | 400 | 960000 |
| Заготовительный цех | 6 | 500 | 350 | 504000 |
| Сборочный цех | 2 | 54 | 350 | 37800 |
| Цех испытаний | 8 | 560 | 450 | 2016000 |
| Итого, руб. | 39833800 | | | |

Таким образом, затраты на заработную плату основных рабочих составляют:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Себестоимость ГТД:

|  |  |
| --- | --- |
| Себестоимость аналога определим из соотношения расходов на входе в вентилятор (расходы соотносятся также как массы). Таким образом, затраты на материалы для аналога:  Затраты на заработную плату основных рабочих не масштабируются, так как разрабатываемые двигатели имеют одну и ту же схему и являются представителями одного и того же класса тяги, что делает стоимость их разработки одинаковой:  Таким образом, себестоимость аналога составит: |  |

**Оценка эксплуатационных затрат ГТД**

Расчёт эксплуатационных расходов проводится по типовой формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где – затраты по основной заработной плате эксплуатирующего персонала; – затраты по дополнительной заработной плате эксплуатирующего персонала; – страховые взносы; – затраты на потребляемые энергоносители; – затраты на эксплуатационные материалы; – амортизационные отчисления; – затраты на техническое обслуживание и эксплуатационные ремонты;

В таблице 3 приведены основные затраты на заработную плату персонала, который эксплуатирует ГТД.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица 3 – Основные затраты на заработную плату эксплуатирующего персонала | | | |
| Квалификация | Штатная численность | Норма оплаты труда, руб/час | Итого, руб/час. |
| Оператор | 2 | 800 | 1600 |
| Инженер технического обслуживания | 4 | 800 | 3200 |
| Инженер контрольно-измерительных приборов и автоматики | 1 | 800 | 800 |
| Итого, руб/час | | | 5600 |

Величина рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где – номинальный годовой фонд работы оборудования;   – часовая тарифная ставка рабочего i-й квалификации;   – количество рабочих i-й квалификации.

Величина рассчитана в таблице 3. Таким образом затраты по зарплате эксплуатирующего персонала составляют:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Затраты по дополнительной зарплате эксплуатирующего персонала:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где   – затрате по дополнительной зарплате персонала.

Таким образом:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Страховые взносы предприятия:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Затраты на керосин, использующийся ГТД во время работы:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где – номинальный годовой фонд работы оборудования;  – цена 1 кг керосина;   – расход керосина;  – коэффициент использования мощности;

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Затраты на эксплуатационные материалы:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где   – коэффициент, учитывающий затраты на эксплуатационные материалы.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Затраты на техническое обслуживание, согласно регламенту и на текущие ремонты:

где Rc – ресурс (наработка) до первого капитального ремонта установки-проекта.

Затраты на приобретение аналога составляют 340 млн. руб., исходя из этого, можем определить затраты на приобретение разрабатываемого двигателя путем соотношения себестоимостей аналога и проекта

Прибыль при продаже двигателя:

Затраты на капитальные ремонты:

где n – количество капитальных ремонтов за общий ресурс установки;

Ккр – коэффициент, отражающий отношение затрат на капитальный ремонт (цены ремонта) к балансовой стоимости установки;

Rп – общий моторесурс установки.

n = 1, Ккр = 0.5, Rп = 40000 ч.

**Аналог**

Затраты на керосин, использующийся ГТД во время работы:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Затраты на эксплуатационные материалы:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

Затраты на техническое обслуживание, согласно регламенту и на текущие ремонты:

Затраты на капитальные ремонты:

**Выводы**

Как следует из расчета себестоимостей, затрат на приобретение и эксплуатацию проектируемого двигателя и его аналога, проектируемый двигатель требует несколько больших затрат на приобретение, но эксплуатация в течении уже первого года показывает , что приобретение проектируемого двигателя является выгодным по сравнению с аналогом. Прибыль при продаже проектируемого двигателя составляет 115,5 млн. руб.