

УДК 519.6: 629.7.036.3

А.В. МЕНЯЙЛОВ¹, А.А. ТРОНЧУК², Е.М. УГРЮМОВА²¹ *ОАО «Мотор-Сич», Украина*² *Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

ПРИМЕНЕНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПРЕССОРОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Предложен эволюционный метод для решения задачи выбора закона регулирования поворотными направляющими аппаратами в многоступенчатом осевом компрессоре с целью обеспечения максимальных КПД вдоль линии рабочих режимов при заданных запасах устойчивости. Рассматриваемая задача относится к классу многокритериальных задач параметрической оптимизации. Предложен подход к решению поставленной задачи путем сведения ее к задаче модификации. Применение предлагаемого подхода, а также процедуры адаптации при выборе параметров генетического алгоритма, используемого в эволюционном методе, обеспечивает существенное снижение информационной сложности алгоритма поиска рационального решения. Рассмотрен пример реализации предлагаемого метода при выборе закона регулирования поворотными входным и направляющими аппаратами первых трех ступеней многоступенчатого осевого компрессора современного турбореактивного двигателя для пассажирского регионального самолета.

Ключевые слова: теория больших систем, оптимизация, эволюционные методы, турбореактивные двигатели, осевой многоступенчатый компрессор.

Введение

Актуальной технической проблемой современного авиадвигателестроения и энергетического машиностроения является обеспечение высокой экономичности и запасов устойчивости компрессоров турбореактивных двигателей (ТРД) в широком диапазоне режимов их работы. Данная проблема может решаться экспериментальным путем. Однако существенное снижение затрат на экспериментальные исследования, связанных с поиском оптимальных параметров и законов регулирования ими для обеспечения эффективной работы компрессоров, возможно за счет внедрения в практику проектирования ТРД современных методов и средств информационной технологии решения задач системной оптимизации.

Задачи определения оптимальных параметров ТРД могут быть сведены к многокритериальным задачам параметрической оптимизации (МЗПО). Однако даже МЗПО проектных и режимных параметров, управляющих переменных турбореактивных двигателей относятся к трансвычислительным задачам, требующим высокой информационной ресурсоемкости.

Поэтому актуальной научной проблемой является развитие подходов, разработка новых эффективных математических методов и алгоритмов численного решения этих задач.

В настоящее время для решения задач оптимизации широкое распространение получили генетические и эволюционные алгоритмы. Привлекательной их особенностью является возможность нахождения точки глобального экстремума для нелинейных невыпуклых функций, имеющих в области их определения несколько локальных экстремумов. Так, например, в работе [1] представлен эволюционный метод и особенности его применения для проектирования венцов компрессоров. В работе [2] представлено эффективное применение генетического алгоритма (ГА) для решения задачи модификации ТРД. Классификация ГА и примеры их применения при решении ряда практических задач оптимизации представлены в работе [3]. В работах [4, 5] предложен подход к решению задачи системной оптимизации параметров венцов компрессоров ТРД путем сведения ее к задаче модификации, представлены постановка задачи модификации и метод ее решения, основанный на использовании классического ГА.

Очевидно, что с практической точки зрения целесообразно продолжение работ в направлении разработки новых методов и совершенствования алгоритмов численного решения МЗПО параметров ТРД с целью снижения их информационной сложности.

В данной работе предложен эволюционный метод решения задачи выбора закона регулирования поворотными направляющими аппаратами в многоступенчатом осевом компрессоре (МОК) с целью

обеспечения максимальных КПД вдоль линии рабочих режимов (ЛРР) при заданных запасах устойчивости. Рассматриваемая задача относится к классу МЗПО. Предложен подход к решению поставленной задачи путем сведения ее к задаче модификации. Применение предлагаемого подхода, а также процедуры адаптации при выборе параметров ГА, используемого в эволюционном методе, обеспечивает существенное снижение информационной сложности алгоритма поиска рационального решения. Рассмотрен пример реализации предлагаемого метода при выборе закона регулирования поворотными входным и направляющими аппаратами первых трех ступеней многоступенчатого осевого компрессора современного ТРД для пассажирского регионально-го самолета.

Постановка задачи исследования

Будем рассматривать частный случай задач принятия решений – задачи реконструкции (модификации) [4, 5].

Будем характеризовать объект, подлежащий реконструкции, разными группами параметров: режимными и проектными Π° , которые задаются конструктором; фазовыми переменными или переменными состояниями Φ° , устанавливаемыми в процессе расчетов по заданным замыкающим соотношениям; управляющими или регулирующими переменными U° , выбор которых определяется типом задачи.

Пусть $W_j^\circ = (w_{1j}^\circ, w_{2j}^\circ, \dots, w_{lj}^\circ)$ – множество оценок j -го проектного решения по критериям $W_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{lj})$ на системе предпочтений G , сконструированных в виде системы правил формирования вектора U° ($U^\circ \in D_U$). Здесь область $D_U \subset U$ – область допустимых управлений. Тогда множество $V = \{v_j^\circ\}$, $v_j^\circ = (\Pi_j^\circ, U_j^\circ, \Phi_j^\circ, W_j^\circ)$, $j = 0 \dots J$ есть множество альтернатив.

Процедура выбора рациональных проектных решений реализует отображение $F(V, G): V \rightarrow \hat{V}$, а результат ее применения – подмножество $\hat{V} \subseteq V$ рациональных альтернатив, которые составляют элементы, недоминируемые относительно критериев W° , входящих в применяемую систему предпочтений G .

Задача реконструкции (модификации) сложной технической системы математически формулируется следующим образом: задан прототип v_0° , множество альтернатив $V = \{v_i^\circ\}$ и система предпочтений G . Требуется найти такое допустимое управление $U^\circ(\Phi^\circ)$ ($U^\circ \in D_U$), которое перевело бы систему из

заданного состояния v_0° в другое допустимое состояние $\hat{v}^\circ \in \hat{V}$ в системе предпочтений G .

Рассмотрим задачу выбора закона регулирования поворотными направляющими аппаратами в МОК с целью обеспечения максимальных КПД вдоль ЛРР при заданных запасах устойчивости:

$$\Delta K_y = \left(\frac{\left(\frac{\pi_k^*}{G_B} \right)_{\text{ГУР}}}{\left(\frac{\pi_k^*}{G_B} \right)_{\text{ЛРР}}} - 1 \right) \cdot 100\%,$$

где π_k^* – степень повышения давления;

G_B – массовый расход воздуха;

ГУР – граница устойчивых режимов работы МОК.

Известными являются проектные и режимные параметры, характеристики прототипа. В качестве управляющей переменной выбран вектор \bar{v} , компонентами которого являются углы установки входного направляющего аппарата (ВНА) и направляющих аппаратов (НА) m первых ступеней МОК.

В качестве критериев качества решений задачи используются КПД η_k^* , степень повышения давления π_k^* и запас устойчивости ΔK_y МОК.

Требуется определить функцию

$$\bar{v}_{\text{opt}}(\bar{n}) = \arg \max_{\bar{v}} \{ \eta_k^*[\bar{v}(\bar{n}), \Pi^\circ] : \bar{v} \in D_U, \Pi^\circ \in D_\Pi \},$$

где $D_U = \{ \bar{v} \in U : \Delta K_y(\bar{n}) = \Delta K_y^*(\bar{n}) \}$;

D_Π – множество точек (G_B, π_k^*) на характеристике МОК, соответствующих ЛРР.

Для решения поставленной МЗПО, сводящейся к задаче модификации [4, 5], использовался приведенный ниже эволюционный метод.

Эволюционный метод решения задачи оптимизации (модификации)

Определим эволюционный метод как модификацию классического ГА для решения задачи оптимизации (модификации) параметров функциональных элементов (ФЭ) сложных технических систем (СТС). В данной работе представлены описание классического ГА и элементы новизны, отличающие предлагаемый эволюционный метод от классического ГА.

Большинство задач, решаемых при помощи ГА, обычно имеют один критерий качества. В нашем случае рассматривается МЗПО, сводящаяся к задаче модификации [4, 5], в которой в качестве критериев качества были приняты: КПД η_k^* , степень повыше-

ния давления π_k^* и запас устойчивости ΔK_y МОК.

Были введены оценки рациональных, полученных в результате решения задачи модификации, и желаемых фазовых переменных: $\Delta \hat{w}_i^o = \frac{\hat{\Phi}_i - (\Phi_i)_0}{(\Phi_i)_0}$,

$\Delta w_i^* = \frac{\Phi_i^* - (\Phi_i)_0}{(\Phi_i)_0}$, а также множество оценок решения задачи по критериям:

$$W^o = \{w_i^o\}, w_i^o = \left| \Delta w_i^o(\bar{v}) - \Delta w_i^* \right|, i = 1 \dots 3,$$

где $\Phi_i = \{\eta_k^*, \pi_k^*, \Delta K_y\}$, величины Φ_i^* – соответствуют желаемым значения. Нами использовался обобщенный критерий оптимальности –

$$\hat{w}^o = \min_{\bar{v}} \max_i \left\{ \begin{array}{l} \lambda_i^1 w_i^o(\bar{v}), i = 1 \dots I, \bar{v} \in D_U : \\ \lambda_i^1 = w_i^o(\bar{v}) / w_i^*(\bar{v}), \\ \lambda_i^1 \in [\lambda_i^1(\bar{v}), \lambda_i^1(\bar{v}_0)] \end{array} \right\},$$

который удовлетворяет аксиомам оптимальности по Парето и равенству нормированных оценок частных критериев, с приоритетом первого критерия.

Работа классического ГА начинается с задания ограничивающих условий на управляющие переменные, которыми манипулирует ГА. Обычно такие условия задаются системой неравенств, ограничивающих каждую управляющую переменную с двух сторон

$$a_i \leq \varphi_i \leq b_i, i = 1 \dots N,$$

где φ_i – набор из N управляющих переменных;

a_i и b_i – их нижние и верхние границы, соответственно.

В ограниченной таким образом области поиска случайным образом формируется начальный набор переменных.

В нашем случае ограничения задавались в виде $\varphi \in O(\bar{M}, \bar{R})$, где $O(\bar{M}, \bar{R})$ – окружность с центром в \bar{M} и радиусом \bar{R} . Этот способ является более удобным при переходе от детерминированной постановки задачи к стохастической.

Далее набор переменных φ_i , соответствующий какому-либо решению, будем называть особью, а общий набор особей – популяцией. После определения начальной популяции необходимо привести численное представление набора переменных φ_i к такому виду, с каким можно будет работать в дальнейшем (генная запись). В данной модификации ГА применяется двоичное кодирование. Для того чтобы поместить группу действительных чисел в двоичный код, применяется следующая методика. Каждое действительное число округляется до целого с за-

данной точностью p путем домножения на 10^p , после чего полученное целое число преобразуется в двоичное. Далее полученный таким образом двоичный код дописывается в конец генома. После обработки всего набора φ_i получаем ген особи в двоичной записи.

После образования начального множества и его зашифровки начинается работа самого ГА. В данной модификации общая схема расчета не отличается от классической (рис. 1).

В качестве механизма выбора родительских особей был выбран механизм рулетки. Данный механизм позволяет отбирать особи с лучшим значением функции приспособленности Fitness с большей вероятностью, чем при равномерной выборке. Кроме механизма рулетки действует также и элитарный отбор. Это значит, что для каждой новой популяции сохраняется несколько особей с наилучшей приспособленностью из предыдущей популяции. Элитарный отбор способствует быстрой сходимости алгоритма.

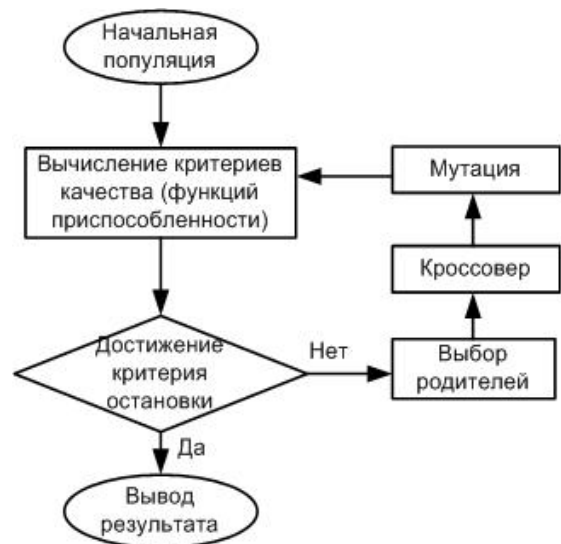


Рис. 1. Схема работы классического ГА

Кроссовер и мутация в данном алгоритме основаны на стандартной одноточечной схеме. Одноточечный кроссовер моделируется следующим образом.

Пусть имеются две родительские особи с хромосомами $X = \{x_i, i \in [0, L]\}$ и $Y = \{y_i, i \in [0, L]\}$, где L – длина хромосомы особи. Случайным образом определяется точка внутри хромосомы (точка разрыва), в которой обе хромосомы делятся на две части и обмениваются ими.

Одноточечная мутация моделируется путем изменения случайного гена в геноме особи. В случае двоичного кодирования информации мутация за-

ключается в том, что случайный бит гена изменяется на противоположный.

После проведения операций кроссовера и мутации выбирается наиболее приспособленная особь (особь с наиболее подходящей функцией приспособленности) и помещается в набор особей для следующей итерации алгоритма. Для предохранения популяции от доминирования неоптимальной хромосомы и тем самым для предотвращения преждевременной сходимости ГА использовалось масштабирование функции приспособленности:

$$\text{Fitness} = 1 - \exp(-M \cdot \hat{w}^\circ), \quad M > 1.$$

Итерации повторяются до тех пор, пока не будет выполнено условие остановки. Данным условием может служить либо выполнение максимально допустимого количества итераций, либо отсутствие изменений с заданной точностью в соответствии с выбранным критерием качества в популяции на протяжении определенного количества шагов.

В качестве параметров настроек ГА были взяты следующие величины: максимальное количество итераций – 50; вероятность кроссовера – 0,9; вероятность мутации – 0,01; размер популяции – 20; критерий остановки алгоритма – по достижению максимального количества итераций, схема отбора родительских особей – рулетка в совокупности с элитарным отбором, мутация и кроссовер – стандартные одноточечные.

Дополнительной особенностью предложенного эволюционного метода является применение процедуры адаптации. Суть этой процедуры заключается в следующем. После первого запуска ГА с малым числом итераций получаем особь с наилучшей для данных настроек ГА функцией приспособленности. Вычисляем дисперсию управляющих переменных для этой особи в области последней популяции ГА. В последующих итерациях инициализация начального поколения осуществляется по нормальному закону распределения относительно оптимального аргумента и дисперсии, найденных на предыдущих итерациях. Процедура адаптации позволяет снизить информационную сложность алгоритма.

Методика решения задачи оптимизации (модификации)

Обычно задачу оптимизации параметров МОК решают следующим образом. Для выбранного набора управляющих переменных вначале решают прямую задачу расчета характеристик, положения точек ГУР на характеристиках для $\bar{n} = \text{var}$, ЛРР МОК (см. рис. 2) и $\Delta K_y(\bar{n})$.

Расчеты многократно повторяют в соответствии с используемым методом оптимизации до тех

пор, пока не будет найден рациональный, удовлетворяющий введенным ограничениям, вариант решения.

Прежде чем перейти к изложению предлагаемой методики проведем анализ особенностей поставленной задачи.

Очевидно, что добиться увеличения ΔK_y можно уменьшением $(\pi_k^*/G_B)_{\text{ЛРР}}$, либо увеличением $(\pi_k^*/G_B)_{\text{ГУР}}$.

Если ЛРР задана аналитически, например уравнением вида

$$\pi_k^* = c_0 + c_1 \cdot G_B,$$

то увеличения ΔK_y можно добиться только увеличением $(\pi_k^*/G_B)_{\text{ГУР}}$.

Теперь представим себе, что мы решаем задачу модификации – задачу нахождения вектора $\bar{u}_{\text{opt}}(\bar{n})$, компонентами которого являются углы установки ВНА и НА, обеспечивающего максимальный КПД МОК при $\bar{n} = \text{const}$ для желаемых $(G_B, \pi_k^*)^*$, например, для точки 2, как это представлено на рис. 3.

На основе анализа результатов предварительных расчетных исследований было выявлено, что смещение точки $(G_B, \pi_k^*)^*$ в сторону меньших G_B вдоль ЛРР, (например, от точки 1 к точке 2, как это представлено на рис. 3 при $\bar{n} = \text{const}$) приводит к увеличению ΔK_y .

Зачастую при наличии заданной рабочей точки МОК проектируется таким образом, чтобы удовлетворять условию максимума КПД и ΔK_y именно для этой точки.

Но для режимов работы при $\bar{n} < 1$ – КПД и ΔK_y как правило уменьшаются. Самый простой способ предотвратить такое снижение – использование НА с регулируемым углами установки лопаток.

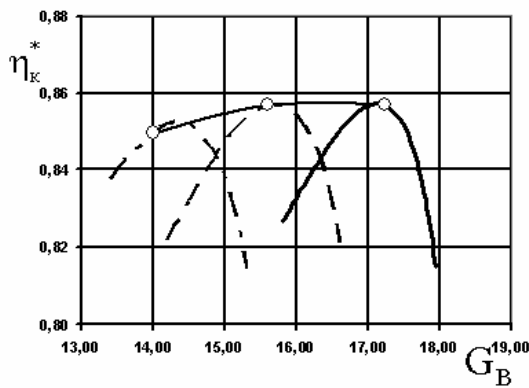
Для успешного применения такого способа регулирования необходимо найти рациональный закон регулирования поворотными НА.

Ниже предложена методика определения закона регулирования на базе эволюционного метода решения МЗПО, сводящейся к задаче модификации.

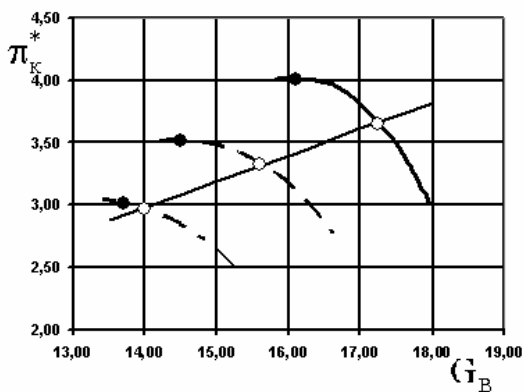
Предлагаемая методика включает следующие этапы.

1. Выполняем расчеты напорных характеристик, положения точек ГУР на характеристиках для $\bar{n} = \text{var}$, ЛРР для исходного варианта МОК (рис. 2).

2. Для выбранного $\bar{n} = \text{const}$ задаемся набором точек $(G_B, \pi_K^*)_j$, $j = 0 \dots J$ вдоль ЛРР (направление поиска решений представлено на рис. 3 вектором, соединяющим точки 1 и 2), где $(G_B, \pi_K^*)_0$ – соответствует исходному варианту МОК. Для каждой j -й точки решаем задачу модификации МОК. Для каждого из полученных наборов управляющих переменных решаем прямую задачу расчета характеристик, положения на них точек ГУР и ЛРР, $\Delta K_y(\bar{n})$ для модифицированного варианта МОК. Расчеты выполняем J раз при $\bar{n} = \text{const}$, до тех пор, пока не будет достигнуто условие $\Delta K_y(\bar{n}) = \Delta K_y^*(\bar{n})$. Полученный на J -м шаге вектор \vec{v}_{opt} является элементом множества $\{\vec{v}_{\text{opt}}(\bar{n})\}$, определяющим искомый закон регулирования.



а



б

Рис. 2. Результаты расчета характеристик, положения точек ГУР на характеристиках для $\bar{n} = \text{var}$, ЛРР для исходного варианта МОК:
 — $\bar{n} = 0,9$; - - - $\bar{n} = 0,85$; - · - · - $\bar{n} = 0,8$
 а – зависимость η_K^* от G_B ,
 б – зависимость π_K^* от G_B

Применение предлагаемого подхода к решению МЗПО путем сведения ее к задаче модификации позволяет снизить информационную сложность алгоритма поиска рационального решения.

В качестве примера реализации предлагаемой методики было рассмотрено решение задачи выбора закона регулирования поворотными ВНА и НА первых ступеней МОК современного ТРД для пассажирского регионального самолета.

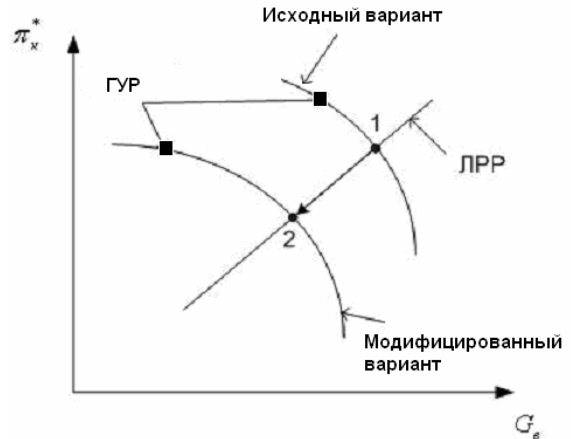


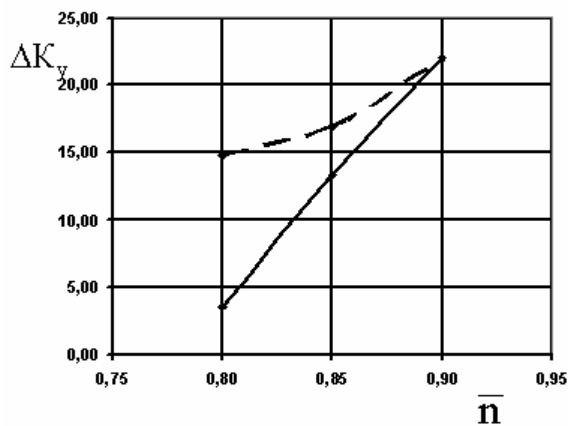
Рис. 3. Изменение формы характеристики МОК при $\bar{n} = \text{const}$ в результате применения регулирования поворотными направляющими аппаратами

Результаты расчета характеристик, положения точек ГУР на характеристиках для $\bar{n} = \text{var}$, ЛРР для исходного варианта МОК представлены на рис. 2. Для определения характеристик МОК использовалась одномерная газодинамическая модель [6], в которой геометрия венцов задавалась как исходные данные. Потери полного давления и углы отставания потока в венцах определялись с использованием полуэмпирических зависимостей.

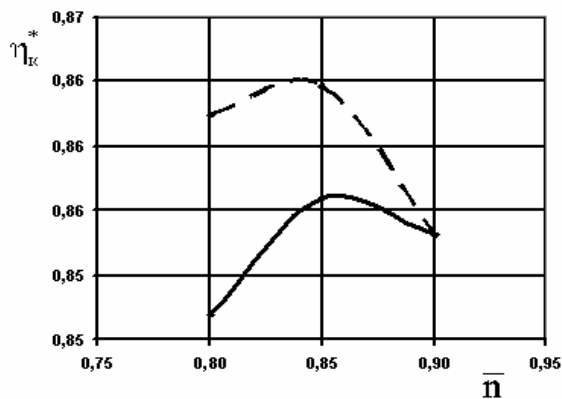
На основе анализа результатов расчетов было выявлено, что исходный вариант МОК имел высокие ΔK_y и КПД в диапазоне $\bar{n} \geq 0,9$. Поэтому было принято решение для модифицированного варианта МОК применить регулирование поворотными ВНА и НА первых трех ступеней при $\bar{n} < 0,9$.

На рис. 4 представлены зависимости ΔK_y и КПД от \bar{n} для исходного (кривая 1) и модифицированного (кривая 2) вариантов МОК. Из анализа результатов вычислений видно, что при снижении \bar{n} в модифицированном варианте по сравнению с исходным за счет регулирования поворотными ВНА и НА первых трех ступеней достигается увеличение ΔK_y и КПД.

На рис. 5 представлен характер изменения углов поворота лопаток ВНА и НА первых трех ступеней МОК в зависимости от \bar{n} .



а



б

Рис. 4. Зависимости ΔK_y и КПД от \bar{n} :
 — 1; ---- 2
 а – зависимость ΔK_y от \bar{n} ;
 б – зависимость КПД от \bar{n}

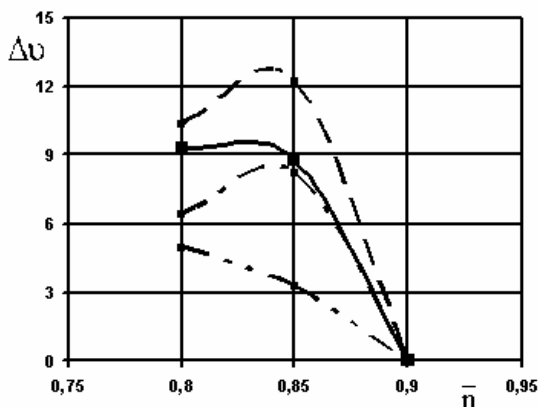


Рис. 5. Характер изменения углов поворота лопаток НА в зависимости от \bar{n} :
 — ВНА; ---- 1НА;
 - · - · - 2НА; · · · · · 3НА

Чем меньше \bar{n} и чем дальше расположена ступень от середины многоступенчатого осевого компрессора, тем в большей мере отклоняется режим работы от оптимального и, следовательно, тем больше должен быть угол поворота НА, стоящего перед ее рабочим колесом, для сохранения углов атаки, близких к оптимальным.

Заключение

Рассмотрена задача выбора закона регулирования поворотными направляющими аппаратами в многоступенчатом осевом компрессоре с целью обеспечения максимальных КПД вдоль линии рабочих режимов при заданных запасах устойчивости.

Рассматриваемая задача относится к классу многокритериальных задач параметрической оптимизации.

Предложен подход к решению поставленной задачи путем сведения ее к задаче модификации.

Разработан эволюционный метод решения поставленной задачи, основанный на использовании ГА.

Применение предлагаемого подхода, а также процедуры адаптации при выборе параметров ГА обеспечивает снижение в 5 – 7 раз информационной сложности алгоритма поиска рационального решения.

Рассмотрен пример реализации предлагаемого метода при выборе закона регулирования поворотными ВНА и НА первых трех ступеней многоступенчатого осевого компрессора современного турбореактивного двигателя для пассажирского регионального самолета.

Литература

1. Karakasis M.K. Aerodynamic Design of Compressor Airfoils using Hierarchical, Distributed, Meta-model-Assisted Evolutionary Algorithms / M.K. Karakasis, K.C. Giannakoglou, D.G. Koubogiannis // Conference Proceedings of the 7-th European Conference on Turbomachinery. – Athens (Greece). – 2007. – P. 567-576.
2. Li Yi-Guang. A Small-Scale Gas Turbine Performance Improvement Approach / Yi-Guang Li // Abstracts Book and CD-ROM Proceedings of the 18-th International Symposium on Air Breathing Engines. – Beijing (China). – 2007. – 9 p. (ISABE Paper No. 2007-1374).
3. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.

4. Угрюмова Е.М. Совершенствование сложных технических систем методом обратных задач / Е.М. Угрюмова, С.Г. Волков, М.Л. Угрюмов // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2006. – № 1 (27). – С. 91-95.

5. *Методология совершенствование газотурбинных двигателей на основе решения взаимосвя-*

занных оптимизационных и обратных задач / Е.М. Угрюмова, А.А. Трончук, М.Л. Угрюмов, А.В. Меняйлов, Г.С. Цыховский // Вестник двигателестроения. – 2007. – № 3. – С. 156-162.

6. *Холицевников К.В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин / К.В. Холицевников*. – М.: *Машиностроение*, 1970. – 612 с.

Поступила в редакцию 1.09.2008

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф., проф. каф. 203 А.В. Бастеев, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», Харьков.

ЗАСТОСУВАННЯ ЕВОЛЮЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ РІШЕННЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ КОМПРЕССОРІВ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

О.В. Меняйлов, О.А. Трончук, К.М. Угрюмова

Запропонований еволюційний метод для рішення задач вибору закону регулювання обертальними направляючими апаратами в багатоступінчастому осьовому компресорі з метою забезпечення максимальних КПД вздовж лінії робочих режимів при заданих запасах стійкості. Задача, що розглядається, відноситься до класу багатокритеріальних задач параметричної оптимізації. Запропонований підхід до рішення поставленої задачі шляхом зведення її до задачі модифікації. Використання запропонованого підходу, а також процедури адаптації при виборі параметрів генетичного алгоритму, використаного в еволюційному методі, забезпечує суттєве зниження інформаційної складності алгоритму пошуку раціонального рішення. Розглянутий приклад реалізації запропонованого метода при виборі закону регулювання обертальними входним і направляючими апаратами перших трьох в ступенів багатоступінчастого осьового компресора сучасного турбореактивного двигуна пасажирського регіонального літака.

Ключові слова: теорія великих систем, оптимізація, еволюційні методи, турбореактивні двигуни, осьовий багатоступінчастий компресор.

APPLICATION OF EVOLUTIONAL METHODS TO THE SOLUTION OF A TURBOJET ENGINES COMPRESSORS OPTIMIZATION TASKS

A.V. Myenyeylov, A.A. Tronchuck, K.M. Ugryumova

An evolutional method for choice of a multistage axial compressor guide vanes control program is offered. Optimization is conducted with the purpose to providing of a maximal efficiency along the line of operating conditions at the determined stability level. The examined task behaves to the class of multiobjective tasks of parametrical optimization. Solution of the problem by downgrading it to the modification task is offered. Application of offered approach and adaptation procedures of the choice of genetic algorithm parameters, used in an evolutional method, provides the substantial decreasing of the rational decision search algorithm informative complication. The example of multistage axial compressor guide vanes control program choosing for modern turbojet engine of the passenger regional airplane is considered.

Key words: theory of the large systems, optimization, evolutional methods, turbojet engines, axial multi-stage compressor.

Меняйлов Андрей Владимирович – канд. техн. наук, начальник расчетно-экспериментальной бригады отдела компрессоров, ОАО «Мотор-Сич», Запорожье, Украина.

Трончук Алексей Адамович – аспирант каф. 304, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.

Угрюмова Екатерина Михайловна – научный сотрудник, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.