

ГОСТ 26590 равняется 35° , и, следовательно, можно определить расстояния между ЦТ лапы и осью, что бы лапа стронулась с места.

После того, как лапа придёт в движение, сила тяжести покоя перейдёт в состояние силы трения скольжения, коэффициент трения уменьшится, а угол, до которого сможет восстановиться лапа якоря, так же можно определить из условия равенства моментов сил тяжести и трения.

Нами был проведён анализ для якоря ПДС сбалансированного массой 1305 и 1710 кг, конструкция которых проработана, а сами якоря отлиты в металле.

Допустимое нормальное значение угла отклонения лап от вертикали по ГОСТ 26590 составляет $\pm 3^\circ$. При проведении натурального испытания для якоря ПДС сбалансированного массой 1305 кг на заводе ООО «МЕТМАШ» лапа якоря восстановилась в вертикальное положение. По результатам моделирования угол отклонения лапы якоря массой 1305 кг составляет 16° , а для якоря массой 1710 кг $7,5^\circ$. На наш взгляд, отличие между теоретическими и фактическими конечными углами лапы связано с не учётом динамической составляющей в восстановлении лапы, что будет нами учтено в дальнейших исследованиях.

Список литературы:

[1] Роннов Е.П. Применение цифровых прототипов при проектировании якоря повышенной держашей силы / Е.П. Роннов, Ю.А. Кочнев // Труды 15-го международного научно-промышленного форума «Великие реки – 2013». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов, специалистов и студентов «проблемы использования инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Том 1. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГАВТ», 2013. – С. 386–391.

В.В. Кузнецова, Е.П. Роннов
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЗАДАЧАХ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Ключевые слова: оптимизация, многокритериальная оптимизация, критерий эффективности, функция цели.

Рассмотрены типы критериев эффективности, применяемые в задачах оптимизации. Показана необходимость учета характера зависимости частных критериев эффективности от варьируемых параметров. Приводятся выражения для определения функции цели с учетом ее параметрической чувствительности при решении задачи оптимизации судов.

На этапе исследовательского проектирования объекта, в частности, проектирования судов, ставится задача поиска решения с наилучшими показателями, удовлетворяющими требованиям к объекту исследования, поставленным в задании на проектирование. То есть решается задача оптимизации. Одним показателем невозможно оценить качество проектируемого объекта. При таком показателе должны быть обеспечены и максимально возможные технико-эксплуатационные качества и минимальные затраты на проектирование, постройку, эксплуатацию и максимальная прибыль, получаемая во время эксплуатации. В таких условиях перед исследователем встает задача многокритериальной оптимизации.

В качестве критериев эффективности могут быть приняты технические, эксплуатационные, экономические показатели. Более подробная классификация функции це-

ли приведена на рисунке 1. [1] Однако истинными критериями могут быть лишь те, которые отражают цель создания объекта. При проектировании судна такими критериями могут выступать: коэффициент утилизации водоизмещения, удельная мощность главных двигателей, показатели экономической эффективности, например, приведенные затраты и т.д.

Частные критерии эффективности, отражающие те или иные качества судна, безусловно, зависят от варьируемых параметров, например таких, как скорость хода, число перевозимых единиц груза и т.д. Характер этой зависимости может иметь резкое изменение участков монотонности. Такой частный критерий будет более чувствителен к варьируемому параметрам, а следовательно, и к изменению оптимальных решений. Именно он определит результат оптимизации. При этом задача становится однокритериальной и теряется смысл в постановке задачи как многокритериальной. Необходим учет характера зависимости частных критериев от варьируемых параметров, т.е. учет параметрической чувствительности функций цели. В теории чувствительности химических систем это решается введением функций чувствительности, как частной производной от критерия эффективности по варьируемому параметру. [2] Однако в этом случае к функции цели без учета чувствительности прибавляется фактически скорость изменения функции цели, чем является производная. Это не совсем правильно. Чтобы этого избежать целесообразнее к функции цели прибавить ее частные дифференциалы.



Рис. 1. Дерево показателей и критериев, применяемых для выбора оптимальной системы или объекта

Пусть $F(x, v, p, \dots)$ – глобальный критерий эффективности в задаче многокритериальной оптимизации проектирования судна, определяется аддитивной сверткой частных критериев эффективности $f_i(x, v, p, \dots)$.

$$F(x, v, p, \dots) = \max(\min) \sum_{i=1} \alpha_i \cdot f_i(x, v, p, \dots), \quad (1)$$

$$\sum_{i=1} \alpha_i = 1,$$

где α_i – «весовые» коэффициенты, одновременно приводящие частные функции цели к аддитивному виду, т.е. к сравнимым шкалам измерения; [2]
 x, v, p, \dots – варьируемые параметры, например, размерения судна, скорость хода, число единиц груза и т.д.

На основании вышесказанного целесообразно учесть чувствительность частных критериев эффективности к переменным параметрам x, v, p . В этом случае частные функции цели $f_i^*(x, v, p, \dots)$ могут быть представлены в виде:

$$f_i^*(x, v, p, \dots) = f_i + \frac{\partial f_i}{\partial x_i} \cdot dx_i + \frac{\partial f_i}{\partial v_i} \cdot dv_i + \frac{\partial f_i}{\partial p_i} \cdot dp_i + \dots, \quad (2)$$

где $\frac{\partial f_i}{\partial x_i} \cdot dx_i, \frac{\partial f_i}{\partial v_i} \cdot dv_i, \frac{\partial f_i}{\partial p_i} \cdot dp_i, \dots$ – произведение функций чувствительности на приращение варьируемых параметров, т.е. частные приращения функции или частный дифференциал.

Глобальный критерий эффективности запишется как:

$$F^*(x, v, p, \dots) = \max(\min) \sum_{i=1} \alpha_i \cdot f_i^*(x, v, p, \dots), \quad (3)$$

т.е. лучшим считается вариант судна, у которого сумма всех частных целевых функций с учетом чувствительности принимает максимальное значение при максимизации или минимальное значение при минимизации.

Пусть в некоторой задаче оптимизации судна частные критерии эффективности: удельная мощность и коэффициент утилизации водоизмещения.

$$\text{Удельная мощность } n = \frac{N}{D} \text{ и коэффициент утилизации водоизмещения } \eta = \frac{P}{D}$$

определяются функциями варьируемых параметров

$$n = f(L, B, T, v, \delta) \text{ и } \eta = f(L, B, T, v, \delta, m), \quad (4)$$

где N – мощность главной судовой установки;

D – водоизмещение судна;

P – грузоподъемность;

L, B, T – длина, ширина, осадка судна;

δ – коэффициент полноты водоизмещения;

v – скорость хода судна;

m – масса перевозимого груза.

С учетом чувствительности выражения для определения критериев эффективности запишутся в виде:

удельная мощность

$$n^*(L, B, T, v, \delta) = n(L, B, T, v, \delta) + \frac{\partial n}{\partial L} \cdot dL + \frac{\partial n}{\partial B} \cdot dB + \frac{\partial n}{\partial T} \cdot dT + \frac{\partial n}{\partial v} \cdot dv + \frac{\partial n}{\partial \delta} \cdot d\delta. \quad (5)$$

коэффициент утилизации водоизмещения

$$\eta^*(L, B, T, v, \delta, m) = \eta(L, B, T, v, \delta, m) + \frac{\partial \eta}{\partial L} \cdot dL + \frac{\partial \eta}{\partial B} \cdot dB + \frac{\partial \eta}{\partial T} \cdot dT + \frac{\partial \eta}{\partial v} \cdot dv + \frac{\partial \eta}{\partial \delta} \cdot d\delta + \frac{\partial \eta}{\partial m} \cdot dm, \quad (6)$$

где $\eta(L, B, T, v, \delta)$, $\eta(L, B, T, v, \delta, m)$ – критерии эффективности без учета чувствительности.

Тогда глобальный критерий эффективности запишется как

$$F = \max \left[\eta^*(L, B, T, v, \delta) + \eta^*(L, B, T, v, \delta, m) \right] \quad (7)$$

Необходимость учета параметрической чувствительности в задачах оптимизации на начальных этапах проектирования судна обусловлена следующими причинами:

1) некоторые критерии эффективности могут быть очень чувствительны к изменениям значений варьируемых параметров, что может привести к сведению многокритериальной задачи в однокритериальную;

2) при оптимизации судов приходится использовать математические модели элементов систем, в которые входят параметры, найденные с определенной степенью точности;

3) в процессе проектирования судна проектант может получить параметры, отличающиеся от выбранных на исследовательском этапе. И оптимальный вариант, предложенный в начале может не совпадать с расчетным.

Список литературы:

[1] Вашедченко А.Н. Особенности оптимизации туристской моторной яхты при фиксированной модели ее функционирования/А.Н. Вашедченко, А.И. Кротов, О.В. Панкова// Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю 23–25 травня 2012 р.. Секція №2: Проектування та експлуатація суден, морських технічних засобів і інженерних споруд. – Николаев. – С. 105–107.

[2] Холоднов В.А. Чувствительность химико-технологических процессов: конспект лекций [Электронный ресурс]/В.А. Холоднов//Кафедра математического моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.- Режим доступа: http://futurewings.ru/works_lectures/7.htm (дата обращения: 11.05.2015)

[3] Захаров И.Г. Теория компромиссных решений при проектировании корабля. – Л.: Судостроение, 1987. – 136 с.

В.И. Любимов, В.И. Барышев
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

О КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВАХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭКРАНОПЛАНОВ

Ключевые слова: экранопланы, скоростные суда, пассажирские перевозки.

Приводится краткий анализ структуры эксплуатационных расходов конкурирующих видов транспорта на примере Северо-Западного региона России. По результатам анализа сделаны выводы. Рассмотрены преимущества экранопланов, как средств сообщения. Приведены технические характеристики экранопланов.

В последние годы в России все большее распространение получают работы по созданию новых экранопланов. Летом 2013 года объединение «Орион» завершило приемосдаточные испытания экраноплана «Стерх-10», построенного по заданию Минпромторга РФ. Планируется серийная постройка этих аппаратов. В 2014 году это