

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ МАШИНЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ И ОГРАНИЧЕНИЙ.

Айбулатова Кристина Альбертовна

студент 2 курса магистратуры

Айбулатов Алексей Андреевич

студент 2 курса магистратуры

Хуснутдинов Эдуард Рамилевич

студент 2 курса магистратуры

кафедра электромеханики факультет авионики, энергетики и инфокоммуникаций

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, г. Уфа

Аннотация. Объясняются важнейшие методы и методы, используемые для решения задач оптимизации. Это включает основные математические определения и уравнения.

Ключевые слова: оптимизация, методы, точки Парето.

Широко распространен ряд проблем с точки зрения выбранных целей и параметров и применяемых методов моделирования, оценки и оптимизации проектных кандидатов. Таким образом, со ссылкой на все различные сценарии выходит за рамки этой статьи. Вместо этого авторы пытаются дать читателю обзор об интегральных компонентах и наиболее популярных методах определения и решения таких проблем в области проектирования электрических машин. На рисунке 1 показана типичная структура процесса оптимизации. Чтобы учитывать разнообразие проблем оптимизации, рассматриваемых в данной области, представлена абстрактная общая настройка. Типичный рабочий поток обозначается стрелками на жирных черных линиях, и четыре соответствующих шага вводятся как определение целей и ограничений, определение пространства поиска, исследование пространства решений и оценка и интерпретация результатов. Практикующие инженеры знают, что очень часто решение проблемы оптимизации — это итеративный процесс, а не просто последовательная процедура. Из-за полученных результатов проблема может быть переконфигурирована, например, путем изменения целей и ограничений, переопределения пространства поиска для кандидатов на проектирование машин или изменения применяемой техники (ов) для экспансии пространства решения. Чаще всего реконфигурация выполняется самими инженерами. Однако, по крайней мере, некоторые реконфигурирующие части также могут быть автоматизированы, например, динамическое изменение дискретизации параметров проекта.



Далее описываются и объясняются важнейшие методы и методы, используемые для решения задач оптимизации. Это включает основные математические определения и уравнения. Инженеры часто избегают изучения чистых математических объяснений и определений, поскольку они предпочитают приобретать практический опыт. Тем не менее, понимание основных идей типично применяемых методов важно для правильной настройки процесса оптимизации. Чтобы выполнить этот балансирующий акт, кратко излагаются основные математические принципы, подтверждающие ссылки, где они принимаются в области проектирования электрических машин.

Определение целей и ограничений, чтобы эффективно запускать и решать проблему оптимизации и получать надежные результаты, крайне важно правильно определить проблему. Это включает переменные (непрерывные или дискретные), цели, которые необходимо максимизировать (или минимизировать), и условия (ограничения), при которых проблема должна быть решена. Соотношение переменных, целей и ограничений дополнительно позволяет классифицировать проблемы.

1) Единая цель: для полноты и в качестве введения представлено общее определение однообъективной задачи. Это включает в себя объективную функцию $F(x)$ и векторы для ограничений равенства и неравенства $g(x)$ и $h(x)$:

$$\min F(x) \text{ при условии } g(x) \leq 0 \text{ и } h(x) = 0,$$

где x - вектор проектирования, который определяет проектирование при оптимизации. В конструкции электрических машин типичными задачами являются стоимость, эффективность, крутящий момент или плотность мощности, форма обратной волны EMF и надежность в отношении механических напряжений, термических аспектов и т. д. Примеры можно, например, найти в [1], [2]. В то время как в прошлом была исследована одна рабочая точка, в

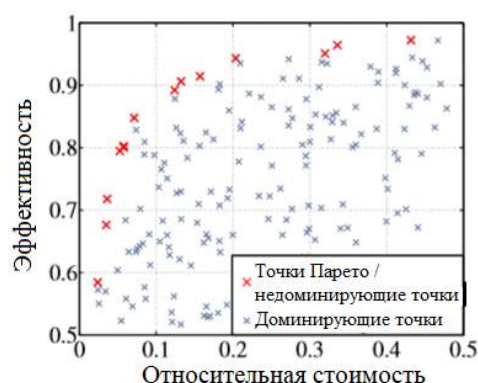
настоящее время анализы все еще содержат множество нагрузочных точек, например, для электрических транспортных средств с особенно определенными циклами движения или другими приложениями с рабочими циклами [3], [4]. Все перечисленные показатели качества также могут рассматриваться как ограничения, например, эффективность двигателя не должна быть меньше $y\%$ или стоимость не должна превышать z USD. Обычно некоторые ограничения определяются пространством конструкции, максимальной рабочей температурой в определенных частях двигателя (например, постоянными магнитами), минимальным значением магнитного поля в постоянных магнитах во избежание размагничивания и т.д. Неудивительно, что оптимизация конструкций электрических машин обычно включает в себя рассмотрение нескольких показателей эффективности. Таким образом, подход множественных целей должен быть принят.

2) Несколько целей: многоцелевая проблема - определена как

$$\min q^T F(x) \text{ или } \min F(x),$$

в то время как одно и то же определение ограничений, как для одноцелевого случая, может быть применено. Используя определение слева, необходимо ввести вектор весовых коэффициентов q . Этот вектор имеет тот же размер, что и F , который включает все цели. Преимущество этого определения заключается в том, что могут применяться стандартные методы оптимизации, разработанные для одноцелевого сценария. Более того, кандидаты на дизайн характеризуются одной мерой, позволяющей легко сравнивать. С другой стороны, определение весовых коэффициентов оказывает решающее влияние на результаты, и цели очень разные, например, эффективность и стоимость. Следовательно, определение этих факторов является трудной задачей, так как каждый весовой коэффициент приводит к разному оптимальному и требует большого опыта в рассматриваемой области применения. Вместо этого большинство инженеров сегодня выбирают правое определение, представленное выше, т. е. применяется векторный подход. Для этого требуются более сложные алгоритмы оптимизации, и обычно время выполнения увеличивается. Как правило, некоторые цели противоречат теории электрических машин. Таким образом, получены парето-фронты оптимальных решений. Поскольку общая проблема оптимизации заключается в максимизации эффективности при минимизации затрат, верхняя и более левая точка находится, тем лучше. Красные кресты дают оптимальные Парето точки, которые часто называют недоминированными точками. Последнее обозначение означает, что нет лучшего решения во всех целях по сравнению с оптимальной точкой Парето. Из этого следует, что все точки Парето оптимальны, и по выбору инженера выбрать один из этих вариантов по стоимости торговли и эффективности. Напротив, синие кресты дают доминирующие точки, которые не являются оптимальными по Парето. Несмотря на то, что при использовании многоцелевого оптимизационного подхода на основе векторов

требуются дополнительные усилия, он дает полезную вспомогательную информацию о взаимосвязи разных целей. Инженер может исследовать эти согласования и может определять взвешивание на основе этих находок. Дополнительные расходы особенно оправданы, если необходимо проанализировать различные весовые коэффициенты. В то время как первое определение многообъектной проблемы требует отдельного запуска на каждый набор весовых коэффициентов, используя второе определение, только пост-обработка результатов должна выполняться несколько раз.



Список литературы:

1. J. A. Tapia, A. Parviainen, J. Pyrhönen, P. Lindh, and R. R. Wallace, "Optimal design proc. for an ext. rotor permanent-magnet mach." in 2012 XXth Int. Conf. on Electrical Machines, Sept 2012, pp. 2695–2701.
2. J. A. Tapia, J. Pyrhönen, J. Puranen, P. Lindh, and S. Nyman, "Optimal design of large permanent magnet synchronous generators," IEEE Transactions on Magnetics, vol. 49, no. 1, pp. 642–650, Jan 2013.
3. E. Carraro, M. Morandini, and N. Bianchi, "Traction pmasr motor optimization according to a given driving cycle," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 52, no. 1, pp. 209–216, Jan 2016.
4. C. Lu, S. Ferrari, and G. Pellegrino, "Two design procedures for pm synchronous machines for electric powertrains," IEEE Transactions on Transportation Electrification, vol. 3, no. 1, pp. 98–107, March 2017.