**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**Московский государственный технический университет**

**Имени Н.Э. Баумана**

**(Национальный исследовательский университет)**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

ooxWord://word/media/image3.png

***ОТЧЕТ ПО ЛЕТНЕЙ ПРАКТИКЕ***

***НА ТЕМУ:***

**«Оптимизация параметров клапанных пружин»**

**Выполнил: Рахимгалиев Т.**

**Э2-71Б**

**Проверил: к.т.н., доцент**

**кафедры Э2 Зенкин В. А.**

**Москва, 2020**

**Задание.**

1.Установка необходимого ПО: Python3, VS Code.

2. Освоение основ программирования в Python.

3. Почитать теоретическую часть про парето-оптимизацию и генетические алгоритмы.

4. Прочитать раздел "Газораспределительный механизм" из учебника по конструированию.

5. Собрать в интернете материалы по клапанным пружинам.

6. Изучить параграф “Расчет клапанных пружин”.

7. Реализовать в Python расчет клапанных пружин по учебнику.

8. Сформулировать задачу оптимизации.

9. Реализовать многокритериальную оптимизацию параметров клапанной пружины.

10. Отладить многокритериальную оптимизацию.

11. Оформить отчет.

**Содержание**

Введение………………………………………………………………………………………………………..………………….4

1. Фронт Парето…………………………………………….………………………………………………………………..5

2. Конструкция и расчет клапанных пружин…………………………………………………..……………..7

3. Формулировка задачи оптимизации…………………………………………………..……….……………9

4. Построение фронта Парето для клапанных пружины………………………………...……….…..4

Заключение………………………………………………………………………………………………………………………..4

Список используемых источников…………………………………………………………………………………….4

Приложения……………………………………………………………………………………………………………………….4

**Введение**

Целью учебной практики является реализация многокритериальной оптимизации параметров клапанной пружины.

Для достижения данной цели потребовалось решить следующие задачи:

* изучить газораспределительный механизм современных ДВС;
* произвести расчет клапанных пружин;
* реализовать многокритериальную оптимизацию параметров клапанной пружины.

В ходе прохождения учебной практики применялся язык программирования Python версии 3.8

Отчет по практике состоит из введения, 5 параграфов, заключения, списка используемой литературы и приложения.

**Фронт Парето**

Часто возникают ситуации, когда необходимо оптимизировать не одну функцию качества или приспособленности, а сразу множество функций. Например, представим, что инженерстроитель хочет построить идеальное здание. Т.е. он хочет построить недорогое, высотное, устойчивое к землетрясениям и энергоэффективное сооружение. Не правда ли отличная задумка? К сожалению, такое здание не может быть построено.

Каждая из таких оптимизируемых функций называется критерием. Иногда можно найти решение, которое оптимально по всем критериям. Однако гораздо чаще возникает обратная ситуация, когда критерии не согласуются друг с другом. В таких случаях решением является компромисс по различным критериям. Наш инженер-строитель знает, что нельзя построить совершенное здание: недорогое, высотное, устойчивое и «зеленое». Однако он может рассмотреть наилучшие возможные варианты. Существует множество способов определить набор «наилучших вариантов», но наиболее известным является множество Парето в пространстве возможных решений.

Предположим, что рассматриваются два здания, M и N. Говорят, что M доминирует N по Парето, если M не хуже N по всем критериям и хотя бы по одному критерию превосходит N. Если так оно и есть на самом деле, то, действительно, в выборе N нет никакого смысла. Ведь M по всем параметрам не уступает, а по каким-то и выигрывает N. Если рассматривать всего два критерия (Дешевле, Более энерго-эффективный), то на рис. 46 показана область пространства, доминируемая данным строительным решением А. Эта область «замкнута»: элементы на ее границе также доминируемы А.

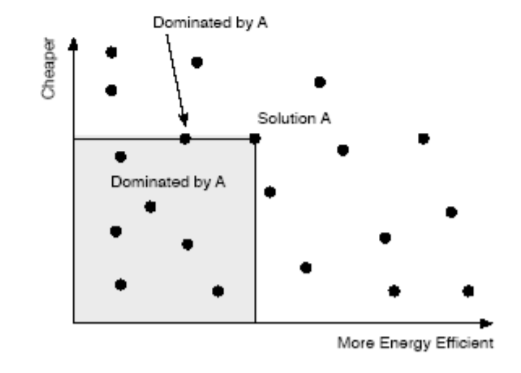


Рис. 1. Область решений, доминируемых по Парето решением А, включая решение на границе. Учтите, что это не изображение пространство фенотипов, а просто результат сравнения по двум критериям

С другой стороны, ни M, ни N не доминируют друг друга, если они равны по всем критериям, либо если N лучше в чем-то одном, а M – в другом. В таких случаях оба решенияM и N представляют интерес для нашего инженера. Поэтому одним из способов определения набора «наилучших вариантов» является набор зданий, которые ничем не доминируемы. Такие строения называются недоминируемыми. Этот набор решений представляет фронт Парето (границу Парето) в пространстве решений. На рис. 47 показана граница Парето для возможных решений в нашем двухкритериальном пространстве. В двумерном случае фронт Парето представляет собой кривую, определяющую нечто вроде внешней границы. В трехмерном случае – это будет что-то, напоминающее оболочку. Если имеется решение, которое превосходит все остальные (эдакий супермен), то фронт сожмется до этого одного решения.

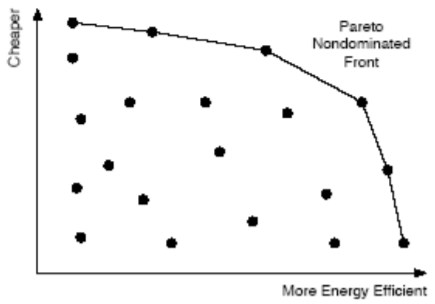
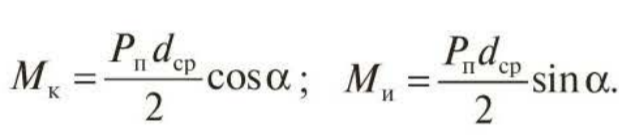


Рис. 2. Граница Парето для недоминируемых решений

**Конструкция и расчет клапанных пружин**

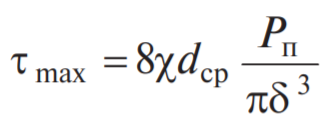
В поршневых двигателях применяются пружины из круглой проволоки. Круглое сечение хорошо работает на кручение, которому подвергаются витки при сжатии пружины. К основным параметрам цилиндрической пружины относятся диаметр проволоки δ, индекс пружины с = dср / δ (dср - средний диаметр), шаг витков, число ее рабочих витков iп = Lп / t (где Lп – длина рабочей части пружины).

Изменяя индекс и сохраняя жесткость пружины, можно изменять ее длину и диаметр. Силовые факторы. в поперечных сечениях клапанной пружины сводятся к моменту М = Рп\*dср/2 и силе, действующей вдоль оси пружины. Момент М раскладывают на крутящий и изгибающий моменты:



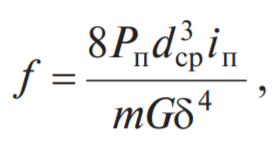
Обычно угол подъема витков α = 10 ... 12° и расчет пружины можно вести только на кручение от момента Mk‘= Рп\*dср/2.

Наибольшее напряжение кручения возникает на внутренних во окнах:



где χ = 1 + 1,45/с - коэффициент, учитывающий кривизну витков. При расчете пружин искомым является диаметр 8 проволоки . Задаваясь в соответствии с выбранной маркой стали допускаемыми напряжениями [τ], определяют δ. Полученное значение δ округляют в большую сторону до ближайшего стандартного диаметра проволоки и повторяют расчет пружины.

Осевое упругое сжатие пружины



где m - коэффициент, который учитывает влияние перерезывающих сил, зависящих от с и который с достаточной точностью может быть принят равным 0,95 ... 1,00; G - модуль сдвига.

Обычно f = (1,5-3,5)h.

По результатам расчета строят характеристику пружины (рис. 3) и устанавливают значение усилия пружины по при закрытом клапане:

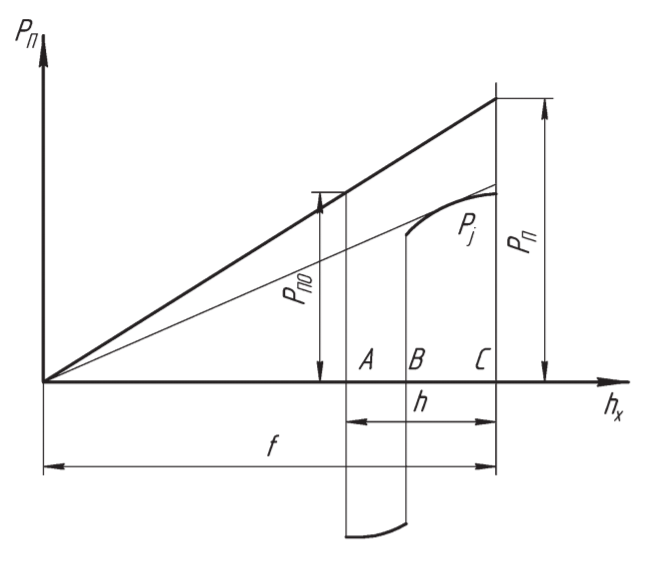
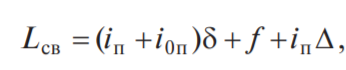


Рис. 3. Изменение силы пружины (J) и сил инерции (2) по подъему клапана

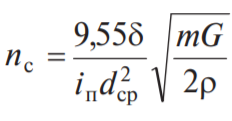
Сила пружины выпускного клапана Рп должна быть достаточной для удержания клапана в закрытом состоянии во время такта впуска с учетом разрежения Δр в цилиндре.

Длина пружины в свободном состоянии



где п = 2-3 - число опорных витков; Δ = 0,2 ... 0,3 мм - величина зазора между витками пружины при открытом клапане, зависящая от размеров пружины.

После определения размеров пружины ее проверяют на резонанс. При резонансе перемещение среднего витка пружины резко возрастает. Обычно определяют число пс собственных колебаний пружины в минуту и отношение пс к частоте вращения пр распределительного вала. Число собственных колебаний пружины



где G - модуль упругости II рода материала пружины; ρ - плотность материала пружины.

Опасность резонанса считается незначительной, если отношение nc / np > 8; значение nc не должно быть кратным np.