

ный процесс от режима малого газа до частоты вращения 100 000 об/мин, а затем пода-

валось возмущающее воздействие по температуре на 20 секунде симуляции.

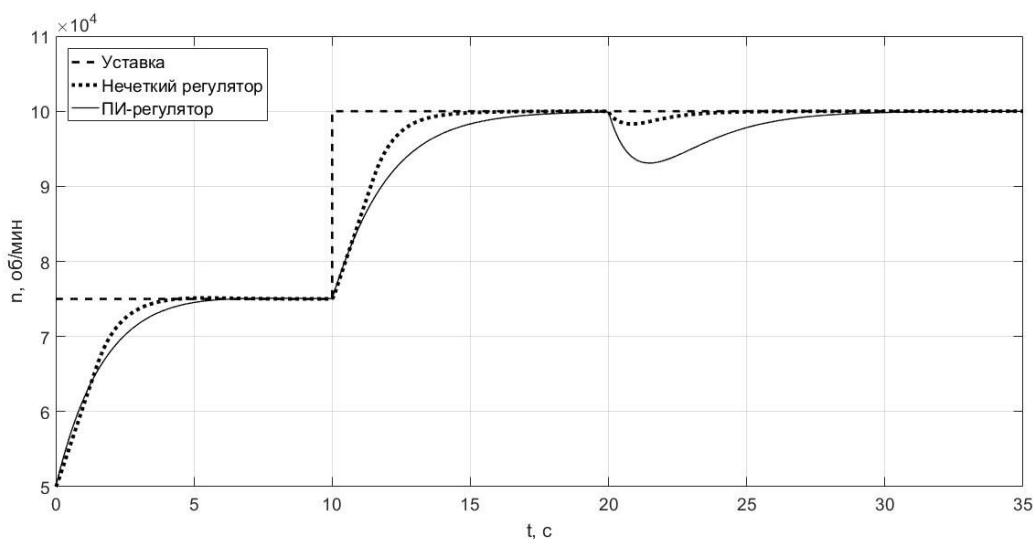


Рис. 1. Графики полученных переходных процессов

На основании графика видно, что нечеткий регулятор имеет меньшее время переходного процесса, что говорит о преимуществе нелинейного управления по сравнению с классическим ПИ-регулятором.

#### Библиографический список

1. Ч. Филлипс, Р. Харбор Системы управления с обратной связью М.: Лаборатория базовых знаний, 2001 – 616 с.

2. Л. Заде Понятие о лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: МИР, 1976.

3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH СПб.: БХВ - Петербург, 2005 - 736 с.

4. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013- 798 с.

УДК 621.43

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ДВС СО ВСТРЕЧНЫМИ ПОРШНЯМИ

©2018 Б.Б. Косенок<sup>1</sup>, В.Б. Балякин<sup>1</sup>, И.Н. Жильцов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

<sup>2</sup>ОАО «Аэрокон», г. Ульяновск

## OPTIMIZATION OF THE CONSTRUCTIVE SCHEME OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH OPPOSING PISTONS

Kosenok V.B., Balyakin V.B., (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

Giltsov I.N., (Aerokon, Ulyanovsk, Russian Federation)

*A new scheme of the ICE crank mechanism is proposed, which allows to increase the efficiency of the engine, at the expense of reduction of losses on friction. The dynamics of the proposed scheme of a two-shaft in-line crank-slider internal combustion engine is studied with the purpose of reducing the loads on the engine design, its dimensions and weight. The study was carried out by comparing the dynamic characteristics of different types of engines, using the theory of vector modular models.*

Развитие беспилотной и малой авиации, требует повышения эффективности энергетических установок летательных аппаратов. Наиболее часто в качестве таких

установок применяются двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Массогабаритные характеристики летательных аппаратов малой и беспилотной авиации и необходимость

длительного пребывания их в полёте повышают требования к удельной мощности, экономичности и габаритам ДВС. Ранее авторами уже были предложены кинематические схемы ДВС со встречными поршнями [1,2], которые позволяют увеличить мощность на 15% больше, чем у ДВС классической схемы и снизить амплитуду уравнивающего момента на частотах выше 3000 об/мин. При этом коэффициент механических потерь на 25% меньше, чем у ДВС классической схемы.

ДВС со встречным движением поршней предлагаемой схемы имеет меньшие габариты (рис.1), по сравнению с ДВС классической схемы, что в сочетании с меньшими расчётными нагрузками на основные элементы конструкции двигателя, позволяет снизить общую массу конструкции двигателя и увеличить мощность и ресурс ДВС.

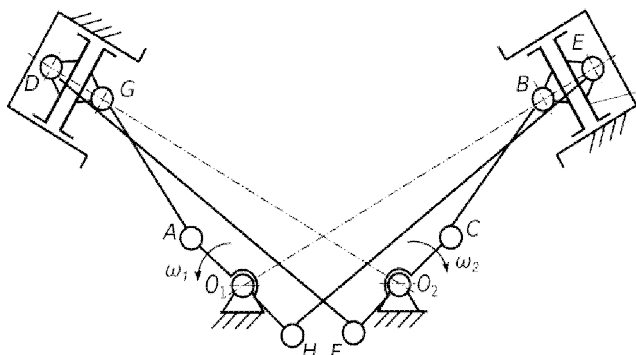


Рис.1. Схема двухвального ДВС со встречными поршнями

Необходимо отметить и выявленные недостатки предлагаемой схемы.

Для внешних поршней углы давления больше, чем у соизмеримого по габаритам ДВС классической компоновки, при этом с одинаковыми по площади поршнями, при одинаковых углах давления, силы трения возрастают, и поэтому полученный рост мощности, может быть снижен за счёт увеличения потерь на трение в паре поршень-цилиндр.

Пути решения данной проблемы:

1. Изменение угла давления так, чтобы он был меньше, чем для ДВС классической компоновки, что можно достичь двумя путями:

1. Изменение длин кривошипов:
  - уменьшение для верхних поршней;

- уменьшение для нижних поршней;
- уменьшение и (или) увеличение для верхних и нижних поршней, в зависимости от угла развала.

2. Изменение угла развала цилиндров (угла наклона осей цилиндров) так, чтобы можно получить приемлемые углы давления:

- на фазе расширения;
- на фазах сжатия и расширения;
- уменьшение размеров поршней при сохранении рабочего объёма.

Было проведено исследование кинематики и динамики ДВС с использованием теории векторного моделирования (рис. 2) при изменении угла развала цилиндров от 0 до 120 градусов.

Кроме того, были выполнены исследования на пяти режимах работы 2000, 3000, 4000, 5000 и 6000 об/мин.

При всех углах развала для сохранения одинаковых объёмов рабочей камеры и степени сжатия изменялись длины кривошипов и шатунов, и угол между различными ветками кривошипов. Массы шатунов во всех численных экспериментах оставались постоянными.

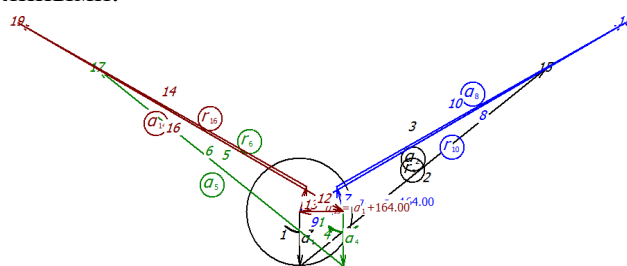


Рис. 2. Вид векторной модели предлагаемого двигателя

На рис. 3 показана структурная схема векторной модели предлагаемого механизма.

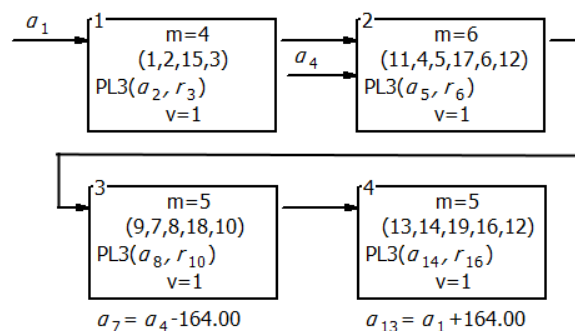


Рис. 3. Структурная схема векторной модели предлагаемого механизма

Результаты проведённых исследований моментных характеристик показаны на рис. 4.

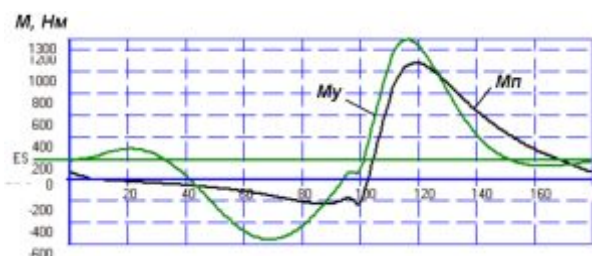


Рис. 4. Изменение моментов приведённого и уравновешивающего в рабочем цикле предлагаемого механизма

Проведённый анализ динамики ДВС со встречными движениями поршней позволяет спроектировать более высокоскоростной, экономичный и мощный двигатель с менее

нагруженной конструкцией, чем двухвальный ДВС на основе классической схемы.

#### Библиографический список

1. В. В. Косенок Study of the Dynamic Characteristics of a Two-Cylinder Internal Combustion Engine Using Vector Models [Text] / Dr. Boris V. Kosenok, Dr. Valeriy V. Balyakin // Procedia Engineering (2015) pp. 183-191.

2. Балякин В.Б. Исследование динамических характеристик двухцилиндрового двигателя внутреннего сгорания с помощью векторных моделей [Текст]/ В.Б. Балякин, Б.В. Косенок // Динамика и виброакустика машин: сборник докладов второй международной научно-технической конференции 15-17 сентября 2014 г. – Самара: СГАУ, 2014. - С. 176-180.

УДК 669.245.018.44:21483

### ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВОЙСТВ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ВЖ175-ИД

©2018 И.В. Кабанов, П.А. Богатов, М.Н. Летников

АО «Металлургический завод «Электросталь», г. Электросталь

### PROBLEMS OF PROVIDING THE PROPERTIES OF LARGE-SIZE PRODUCTS HEAT-RESISTANT ALLOY ВЖ175-ИД

Kabanov I.V., Bogatov P.A., Letnikov M.N. (JSC «Metallurgical Plant«Elektrostal», Electrostal, Moscow Region, Russian Federation)

*The effect of the cooling rate upon quenching on the formation of a structure and providing a complex of properties of a high-resistant alloy ВЖ175-ИД. The optimal cooling rate and the possibility of its use for large-sized products in industrial conditions are established.*

В настоящее время АО «Металлургический завод «Электросталь» является лидером в технологии выплавки специальных сталей и сплавов. Заводом накоплен большой опыт производства высококачественного металла методами специальной электрометаллургии. Многообразие агрегатов и возможность использования их в различных вариациях позволяют обеспечить конкретные требования заказчика, в том числе высокую степень чистоты металлов от газов, неметаллических включений и примесей вредных цветных металлов, регулируемое усвоение активных легирующих и модифицирующих

элементов с одновременным получением плотного однородного по составу слитка. В связи с вводом в эксплуатацию нового цеха по производству изделий глубокого передела перед инженерными службами завода встала задача по разработке новых технологий производства изделий из жаропрочных сплавов. Данные изделия используются на предприятиях авиакосмического комплекса при производстве лопаток, дисков, валов и колец для газотурбинных двигателей. В настоящее время успешно производится широкая номенклатура изделий (штамповок, колец) из