

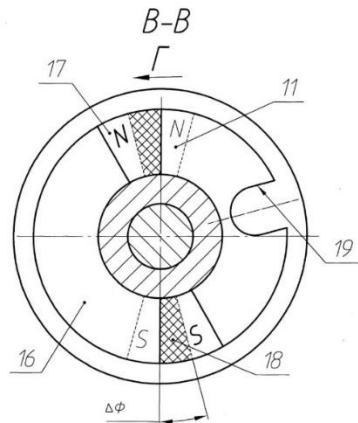


Рисунок 4

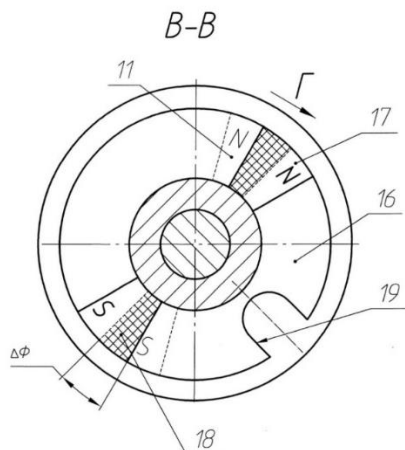


Рисунок 5

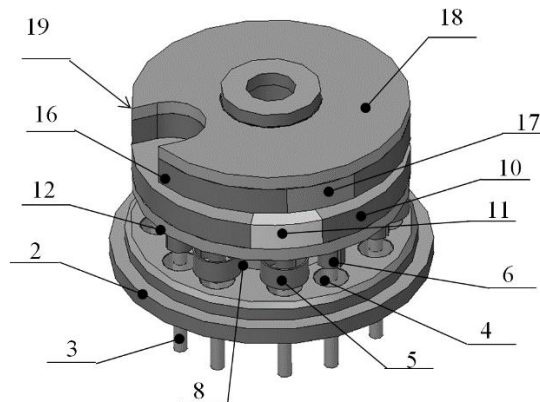


Рисунок 6

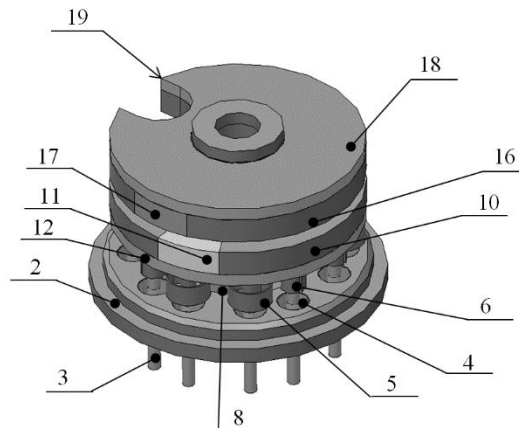


Рисунок 7

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Патент РФ №2552349, МПК H01N 1/42, опубликовано 10.06.2015, бюл. №16.
- 2 Патент РФ №2193800, МПК H01N 35/14, опубликовано 27.11.2002, бюл. №33.
- 3 Китаев В.Н., Китаева Е.Н., Новоселова Н.В. Конструкция контакта для контактной системы электромеханического прибора, Надежность и качество -2013.: труды Международного симпозиума.: в 2 т./ под ред. Н.К. Юркова. - Пенза.: Изд-во ПГУ, 2013. - 2 т. - 418 с., с. 131-132.
- 4 Китаев В.Н. Конструкция контактной системы электромеханического прибора. Труды Международного симпозиума «НАДЕЖНОСТЬ И КАЧЕСТВО»: в 2 т. - Пенза: ПГУ, 2015. - 2 т. - 361 с., с. 110-111.

УДК: 621.316.54

Китаев В.Н., Сафонов Д.И., Титов Е.В., Хованова Е.К.

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. Е.И. Забабахина», Снежинск, Россия

ГИДРОСТАТИЧЕСКИЙ ВКЛЮЧАТЕЛЬ

Рассматривается возможность создания прибора – гидростатического выключателя, надежного в условиях высокоинтенсивных эксплуатационных вибраций и ударных ускорений, безопасного при эксплуатации в составе объекта применения и при возможных аварийных ситуациях, имеющего большое количество контактов для коммутации электрических цепей различных систем объекта применения

Ключевые слова:

ПОЛЯРИЗОВАННЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ, ПОВОРОТНЫЙ ЯКОРЬ, U-ОБРАЗНЫЕ УПРУГИЕ КОНТАКТЫ

В соответствии с нормативной документацией, действующей в отрасли, разработки предприятий, должны предусматривать в своем составе физфакторные приборы предохранения, функции которых обычно выполняют пороговые электромеханические приборы, коммутирующие электрические цепи систем объектов применения.

Предприятием разработаны и разрабатываются инерционные выключатели ИВ7, ИВ30, ИВ31, приборы разности динамического и статического давлений МП80, МП83, используемые в качестве физфакторных приборов предохранения.

Для оснащения разрабатываемых предприятием технических объектов потребовалось проведение ОКР по разработке гидростатического выключателя – устройства предохранения УП4, не уступающего по надежности и безопасности ранее разработанным приборам и имеющего значительно большее количество контактов для коммутации электрических цепей объекта применения. По результатам анализа технических решений известных гидростатических

приборов и проведенных проработок возможных конструкций [1] было создано новое (на уровне изобретения) техническое решение гидростатического выключателя УП4 [2], в соответствии с формулой изобретения содержащей корпус с закрепленной упругой мембраной, взаимодействующей через шток с контактной системой, и снабженного поляризованным электромагнитом с двумя устойчивыми угловыми положениями поворотного якоря, при этом на торце штока выполнены радиальные выступы, взаимодействующие с размещенными симметрично на торце поворотного якоря Г-образными выступами посредством осевого перемещения поджатого пружиной штока при срабатывании мембраны, выполненной прощелкивающейся, причем половина суммы угловой ширины Г-образного выступа и каждого радиального выступа не превышает угол поворота якоря поляризованного электромагнита, а контактная система содержит размещенные вокруг штока U-образные упругие контакты, установленные на втулках, размещенных на токовыводах двух уровней, при этом плечи каждого контакта поджаты

встречно друг к другу охватывающими их поворотными прижимами, установленными по торцам втулки, при этом шток оснащен изолятором с закрепленными в нем электропроводящими пластинами с возможностью взаимодействия их концов с плечами каждого контакта.

Также на торце поворотного якоря поляризованного электромагнита размещены толкатели, взаимодействующие с дополнительными упругими контактами, отключающими электрические цепи от источника электропитания.

Конструкция гидростатического выключателя УП4 приведена на рисунках 1-7.

На рисунке 1 приведен осевой разрез УП4 в исходном состоянии.

На рисунке 2 приведен поляризованный электромагнит (разрез А-А рисунка 1).

На рисунке 3 приведена контактная система (разрез Б-В рисунка 1).

На рисунке 4 приведены контакты управления и контакты контроля углового положения якоря (разрез В-В рисунка 1).

На рисунке 5 приведены взаимные угловые положения Г-образных выступов якоря и радиальных выступов штока в разблокированном состоянии (разрез Г-Г рисунка 1).

На рисунке 6 приведена конструкция U-образного упругого контакта.

На рисунке 7 приведен осевой разрез УП4 в сработанном состоянии при действии на мембрану гидростатического давления Р.

На рисунке 8 приведен расчет первой собственной, частоты мембраны, происходят продольные колебания центра мембраны относительно мест её крепления.

На рисунке 9 приведена модель схлопывания мембраны при действии заданного давления.

На рисунке 10 приведен график перемещения мембраны при заданном давлении.

Гидростатический выключатель (рис. 1-5) содержит составной корпус 1, на торцевой поверхности его крышки 2 приварена упругая прощелкивающаяся («хлопающая») мембрана 3, взаимодействующая с контактной системой через шток 4, на котором закреплен изолятор 5 с армированными в него электропроводящими пластинами 6. В корпусе 1 на изоляторах 7 установлены размещенные вокруг штока токовыводы 8 двух уровней, на которых закреплены U-образные упругие контакты 9, взаимодействующие с концами пластин 6. Шток 4 поджат конической пружиной 10. На торце штока 4 закреплена втулка 11 с радиальными выступами 12. Гидростатический выключатель оснащен поляризованным электромагнитом 13 с двумя устойчивыми угловыми положениями поворотного якоря 14. На торце якоря 14 выполнены расположенные симметрично и направленные друг к другу Г-образные выступы 15, взаимодействующие с радиальными выступами 12 и блокирующие в исходном состоянии поляризованного электромагнита 13 осевое перемещение штока 4 при срабатывании мембраны 3. Причем половина суммы угловой ширины Г-образного выступа 15 и каждого радиального выступа 12 не превышает угол Φ поворота якоря 14 поляризованного электромагнита. Поляризованный электромагнит 13 состоит из двух симметричных магнитопроводов 16 с обмотками управления 17, 18. С торцов магнитопроводов 16 установлены постоянные магниты 19, соединенные дополнительными магнитопроводами 20. Якорь 14 в виде пластины установлен на шарикоподшипниках 21 между магнитопроводами 16. На одном из торцов якоря 14 симметрично закреплены толкатели 22, переключающие контакты 23, используемые в качестве контактов управления (отключения) и контроля углового положения якоря 14 поляризованного электромагнита 13. Зоны толкателей 22, взаимодействующие с контактами 23, имеют изоляционный слой. Конструкция элементов установки и регулировки усилия поджатия плеч U-образных упругих контактов 9 показана на рис. 6. Каждый контакт 9 установлен на втулку 24, при этом плечи каждого контакта 9 поджаты встречно друг к другу

охватывающими их поворотными прижимами, установленными по торцам втулки 24. Поворотные прижимы выполнены в виде колец 25 с выступами 26, регулируемыми посредством поворота усилие поджатия плеч контакта 9.

Прибор работает следующим образом.

При подаче напряжения на рабочую обмотку 17 поляризованного электромагнита 13 якорь 14 поворачивается, при этом его Г-образные выступы 15 уже не препятствуют осевому перемещению штока 4, так как половина суммы угловой ширины каждого радиального выступа штока и Г-образного выступа поворотного якоря не превышает угол поворота якоря Φ (рис. 1-5). Далее при действии гидростатического давления Р (рис. 7), не меньшего установочного значения, на упругую мембрану 3 последняя начинает прогибаться и затем прощелкивается в сработанное положение, при этом перемещая шток 4. Пластины 6, армированные на штоке 4, размыкают контакты 9 верхнего уровня и замыкают контакты 9 нижнего уровня. Затем при подаче напряжения на отбойную обмотку 18 поляризованного электромагнита якорь 14 поворачивается в исходное положение, при этом его Г-образные выступы 15 блокируют обратное осевое перемещение штока 4, то есть прибор «запоминает» сработанное состояние (рис. 7) независимо от последующего наличия или отсутствия гидростатического давления Р.

Если напряжение на рабочую обмотку 17 поляризованного электромагнита якорь 14 не подавалось, шток 4, заблокированный Г-образными выступами 15 якоря 14, при действии гидростатического давления Р на упругую мембрану 3 не переместится, то есть прибор не сработает (рис. 1). При необходимости, для приведения прибора из сработанного в исходное состояние, достаточно поочередно подать напряжение на обмотки 17, 18 поляризованного электромагнита 13 для снятия и восстановления блокировки штока 4 в его уже отжатом пружиной 10 положении. Блокировка штока 4 поляризованным электромагнитом 13 обеспечивает сохранение исходного и сработанного состояний прибора как при нормальной эксплуатации, так и при возможных аварийных ситуациях, то есть основная контактная система сохранит свое состояние, обеспечив безопасность всей системы автоматики изделия.

Напряжение на обмотки 17, 18 поляризованного электромагнита с двумя устойчивыми угловыми положениями поворотного якоря 14 может подаваться через размыкающиеся контакты 23, при этом исключается перегрев обмоток 17, 18 и не требуется обеспечивать требуемую длительность подачи напряжения.

Оснащение прибора поляризованным электромагнитом с двумя устойчивыми угловыми положениями поворотного якоря, выполняющим функции электромагнитного арретира, позволило обеспечить надежное блокирование и разблокирование исходного и перемещенного положений штока, следовательно, и исходного и сработанного состояний гидростатического выключателя, что обеспечило повышение надежности срабатывания в условиях высокоинтенсивных эксплуатационных вибраций и ударных ускорений, а также безопасности при возможных аварийных ситуациях.

Использование разработанного технического решения контактов позволило обеспечить создание контактной системы с увеличенным количеством технологичных контактов, обеспечивающих стабильные электрические параметры в широком диапазоне токовых нагрузок, что в свою очередь позволило использовать гидростатический выключатель в качестве предохранительного прибора в системе автоматики. Примененное техническое решение контактов управления исключает перегрев и возможный выход из строя обмоток поляризованного электромагнита без дополнительного ограничения времени подачи напряжения, что также существенно повышает надежность прибора.

Проведенные с применением конечно-элементного анализа расчеты прощелкивающейся (хлопающей)

мембраны позволили обеспечить требуемое для надежной работы контактной системы перемещение центра мембраны (следовательно и штока 4). Результаты расчетов приведены на рисунках 8-10.

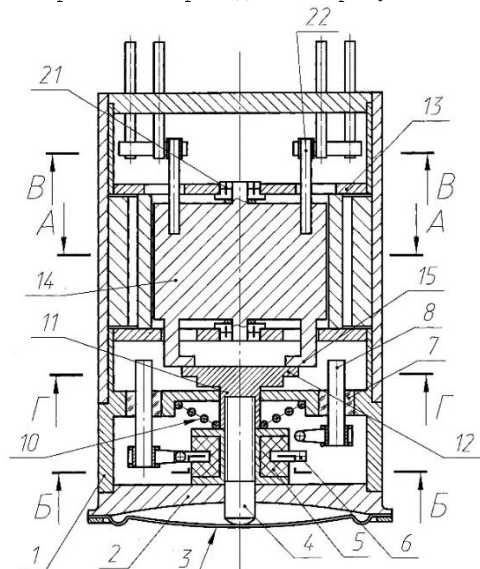


Рисунок 1 - Осевой разрез прибора в исходном состоянии

A-A

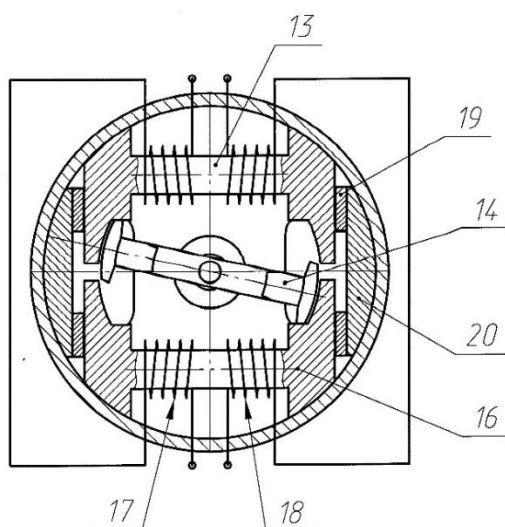


Рисунок 2 - Поляризованный электромагнит

Б-Б

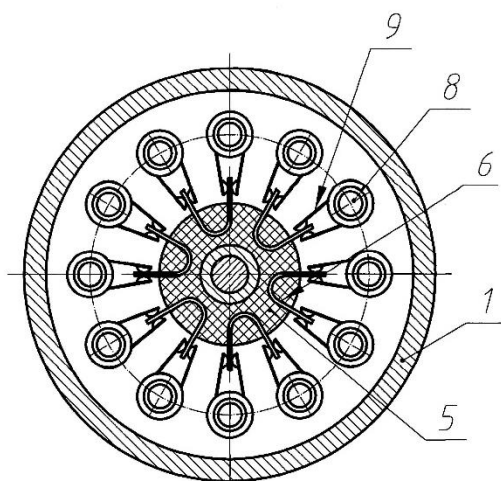


Рисунок 3 - Контактная система

B-B

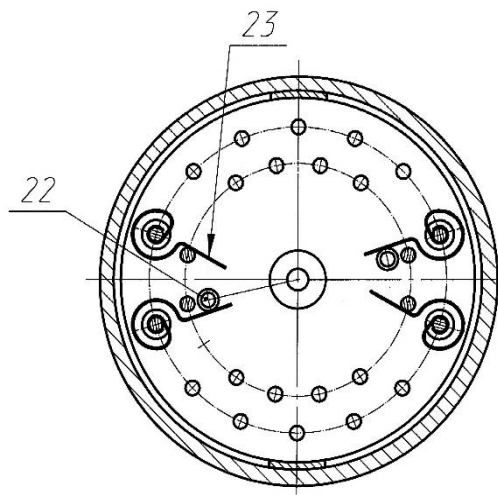


Рисунок 4 - Контакты управления и контакты контроля углового положения якоря

Г-Г

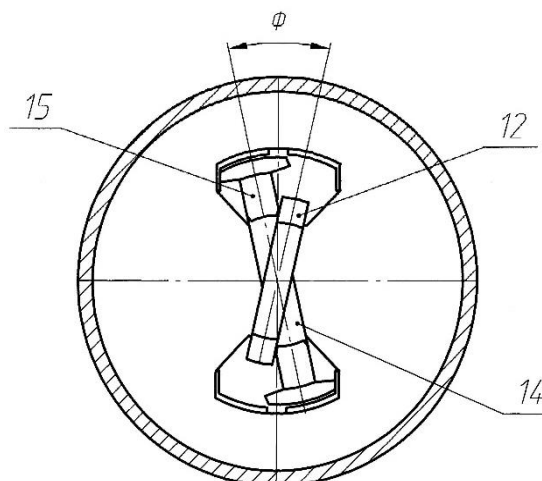


Рисунок 5 - Взаимное угловое положение Г-образных выступов якоря и радиальных выступов штока в разблокированном состоянии

25

26

9

24

25

26

Рисунок 6 - Конструкция U-образного упругого контакта

В разработанной конструкторской реализации прибор будет иметь массу не более 100 г, объем - не более 35 см³ и количество контактов основной контактной системы - до 8, при этом реализуется любое сочетание размыкающихся и замыкающихся контактов.

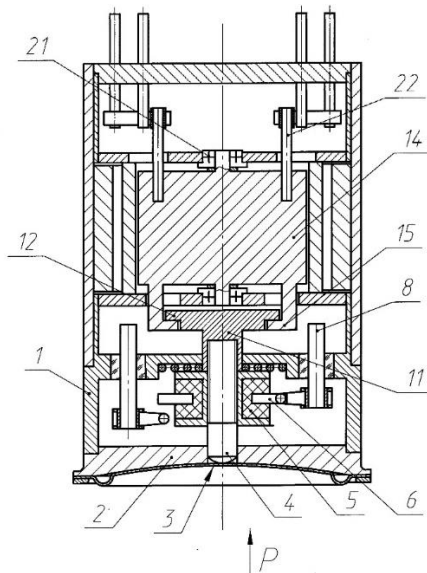


Рисунок 7 - Осевой разрез прибора в сработавшем состоянии при действии на мембрану гидростатического давления P

Проведенные с применением конечно-элементного анализа расчеты прощелкивающейся (хлопающей) мембраны позволили обеспечить требуемое для надежной работы контактной системы перемещение центра мембраны (следовательно и штока 4). Результаты расчетов приведены на рисунках 8-10.

Созданное техническое решение позволило начать ОКР по разработке гидростатического выключателя УП4 для использования в качестве прибора предохранения в системе автоматики разрабатываемого технического объекта.

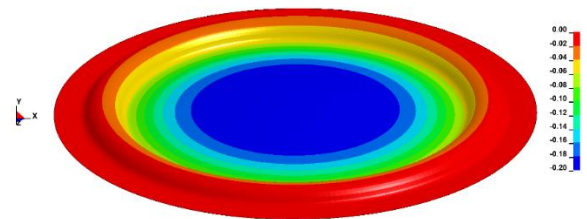


Рисунок 8 - Первая собственная частота мембраны, происходят продольные колебания центра мембраны относительно мест её крепления

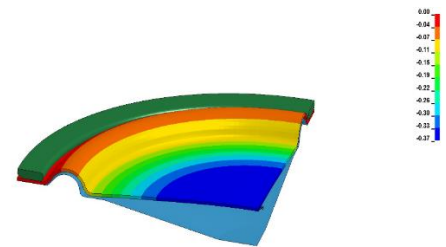


Рисунок 9 - Модель схлопывания мембраны при действии заданного давления

По мнению авторов, техническое решение и конструкторское воплощение гидростатического выключателя достойно смотрится среди наиболее удачных конструкторских решений электромеханических приборов системы автоматики, созданных и создаваемых на предприятии. Представленная оригинальная конструкторская реализация прибора может быть полезна разработчикам устройств аналогичного назначения.

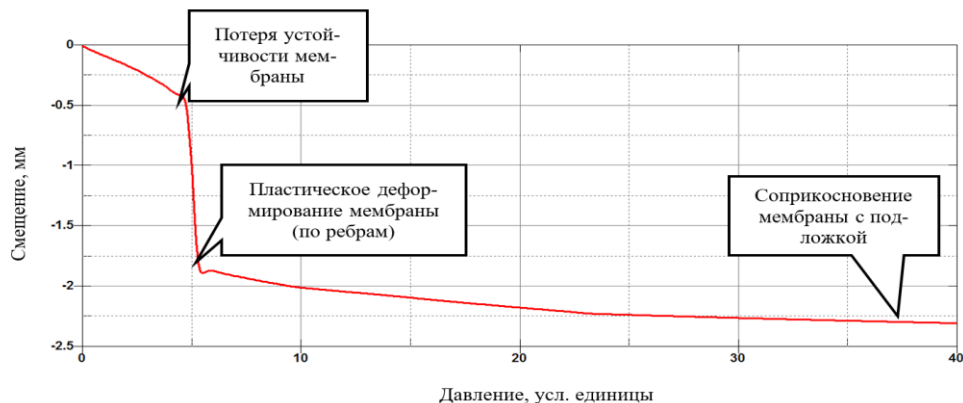


Рисунок 10. График перемещения мембраны при заданном давлении

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Разработка устройства предохранения (Гидростатического выключателя). Отчет № 2186 о патентно-технических исследованиях, ФЯЦ-ВНИИТФ, 2017, 29 с., ПС17.14448/1,9.
- 2 Гидростатический выключатель. Заявка на изобретение № 2017140589 от 21.11.2017, Н01Н 35/24.

УДК 621.45.022.2

Кононова¹ В.В., Гурьянов² А.И.

¹ПАО ОДК «Сатурн», Рыбинск,

²ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П. А. Соловьева», Рыбинск, Россия

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРЕНИЯ СМЕШАННОГО И СИНТЕТИЧЕСКОГО ТОПЛИВА В ПРОТИВОТОЧНОМ ГОРЕЛОЧНОМ МОДУЛЕ

Выполнен анализ перспективных схем организации рабочего процесса в камере сгорания, использующих альтернативное топливо, в том числе водородосодержащий синтез-газ. Проведены исследования особенностей процессов горения топливных смесей, содержащих продукты каталитической конверсии метана (синтез-газ) в условиях газодинамического противотока. Выполнен комплекс экспериментальных исследований противоточного горелочного модуля, работающего на метане с добавками синтез-газа, определен концентрационный диапазон устойчивого горения топливно-воздушной смеси и эмиссионные характеристики по оксидам азота, несгоревшим углеводородам и монооксидам углерода. Разработана модель противоточного горелочного устройства, осуществляющая низкоэмиссионное сжигание топливной смеси метана и синтез-газа в широком диапазоне коэффициента избытка воздуха

Ключевые слова:

КАМЕРА СГОРАНИЯ, ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОТИВОТОК, Введение. Основными проблемами при проектировании горелочных модулей и камер сгорания яв-

ляются: снижение эмиссионных выбросов при минимальных размерах зоны горения; достижение высо-