Надежность невосстанавливаемых систем оценивается вероятностью и средним временем безотказной работы. Проведен сравнительный анализ систем структурного резервирования с несколькими параллельными резервными цепями и избирательных систем с мажоритарными элементами. На основе проведенных расчетов построены шкалы предпочтений резервных систем по критериям среднего времени и вероятности безотказной работы. Показано, что в ряде случаев сравнение систем по этим разным показателям приводит к противоречивым выводам о надежности систем.

Произведен выбор резервированных систем с учетом шкал предпочтений и стоимости оборудования по критерию минимальной стоимости, обеспечивающему вероятность безотказной работы не ниже заданной, и по критерию максимальной надежности при ограничении на стоимость системы. Были решены задачи условной оптимизации невосстанавливаемых постоянно резервированных дискретных систем контроля и управлении по критериям, учитывающим как надежность, так и стоимость систем. В том случае, когда возможный экономический ущерб от недоотпуска электроэнергии потребителям из-за снижения надежности намного превышает стоимость системы, передающей электроэнергию, при ее выборе достаточно ограничиться шкалой предпочтений по критерию убывания средней вероятности безотказной работы.

Приведен сравнительный анализ надежности систем пассивного и активного дублирования с учетом надежности устройства встроенного контроля, что позволяет обосновать выбор резервированной системы. Системы пассивного и активного дублирования равнонадежны при идеальном, т.е. при абсолютно надежном УВК, и нагруженном резервном элементе в течение всего времени работы системы. Неидеальность УВК снижает надежность активного дублирования. Возникает задача количественного анализа влияния надежности УВК и определения условия предпочтительности того или иного способа дублирования. В результате работы были получены условия выбора пассивной или активной системы дублирования по показателям средней вероятности безотказной работы и наработке на отказ, учитывающие ненадежность устройства встроенного контроля и сложность систем. Также было рассмотрено влияние восстанавливаемости на выбор системы резервирования.

Окончательный выбор дублированной системы производится по минимуму приведенных затрат с учетом как капитальных затрат, так и эксплуатационных издержек.

Результаты исследования могут использоваться при проектировании систем передачи электроэнергии, контроля и управления.

©БРУ

СОВЕРШЕНСТВОВАННИЕ КОНСТРУКЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕРВЯЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ САПР

***Д.Н. КАЛЕЕВ*, А.В. КАПИТОНОВ**

The article presents the results of research to improve the design of transmission and the simulation results with the use of modern computer-aided design

Ключевые слова: червячная передача, плавность и бесшумность работы, КПД передачи, трехмерное моделирование, конечно-элементный анализ

Червячные передачи широко применяются в различных приводах машиностроения. По сравнению с зубчатыми передачами, передаточное отношение червячного редуктора может быть значительно большим. При одном и том же передаточном отношении червячный редуктор гораздо компактнее обыкновенной зубчатой передачи. Возможность осуществления большого передаточного числа при одной ступени передачи, компактность, плавность и бесшумность работы — основные достоинства редукторов с червячной передачей. Благодаря этим достоинствам червячные передачи широко применяют в подъемно-транспортных машинах, различных станках и некоторых других машинах. Основным недостатком данной передачи является невысокий КПД, по причине потерь передаваемой мощности, свойственных зубчатой передаче, и так же потери мощности, свойственные винтовой паре. К недостаткам относятся также склонность витков резьбы червяка и зубьев колеса к заеданию и необходимость применения для венцов червячных колес дорогих антифрикционных материалов.

На базе усовершенствованной червячной передачи разработан редуктор, основными преимуществами которого являются: более высокий КПД; использование стали вместо бронзы при изготовлении червячного колеса; умешенные размеры червяка; разгрузка подшипниковых узлов; значительно меньшие температурные деформации; значительное уменьшение материалоемкости.

Эти преимущества были достигнуты благодаря предложенной новой конструкции червячного колеса и благодаря модификации формы зуба, а также измененной конструкции червяка.

Разработка редуктора велась с применением современных технологий, таких как САПР. Во время проектирования были применены такие САПР, как Unigraphics (NX), Ansys. Это позволило: сократить трудоемкость проектирования и планирования; сократить сроки проектирования; сократить себестоимость проектирования и изготовления, уменьшить затраты на эксплуатацию; повысить качество и технико-экономический уровень результатов проектирования; сократить затраты на натурное моделирование и испытания.

Трехмерное моделирование передачи было выполнено посредством САПР Unigraphics (NX). Анализ модели передачи был осуществлен в САПР Ansys – универсальной программной системы конечно-элементного анализа. В программе Ansys были назначены необходимые ограничения, начальные и граничные условия, выбран оптимальные размер сетки конечных объемов. Благодаря модулю Static Structural, были проведены исследования, позволившие определить деформации, напряжения, перемещения, возникающие при работе усовершенствованной червячной передачи.

После проведения всех этапов конструирования был изготовлен опытный образец редуктора. Его испытания проводились на стенде. Стенд состоит из магнитного тормоза, двух датчиков, частотно-регулируемого электродвигателя, ПЭВМ. Снимаемые в ходе эксперимента данные датчика передаются и обрабатывается на ПЭВМ. Благодаря разработанному стенду были установлены значения КПД передачи.

Таким образом, благодаря использованию современных технологий САПР за короткие сроки был спроектирован редуктор на базе усовершенствованной червячной передачи, было сведено к минимуму количество опытных образцов и натурных испытаний.

©БГТУ

ОБЕСПЫЛИВАНИЕ ГАЗОВ, ВЫХОДЯЩИХ ИЗ СТЕКЛОВАРЕННОЙ ПЕЧИ

***К.А. КАРПОВ*, Д.И. МИСЮЛЯ**

The article presents a new design of the direct-flow cyclonic dust collector for dry mechanical cleaning of the gases leaving the glass-worked furnace. Results of numerical modeling of aerodynamics, pressure drop and separation efficiency of the developed cyclone are given which application will provide catching of a sticking together dust with efficiency not less than 70% for particles with a diameter of 10 microns and more at the pressure drop not exceeding 1400 Pa.

Ключевые слова: циклон, завихритель, пылеуловитель, эффективность

1. Введение

Важнейшим резервом экономии и рационального использования топливно-энергетических ресурсов, а также улучшения экологического состояния окружающей среды является утилизация теплоты отходящих газообразных потоков различного топливо- и энергоиспользующего оборудования.

Вопросы очистки газов стекловаренных печей являются весьма актуальными, поскольку в этом случае обеспечивается не только защита окружающей среды от вредных выбросов, но и осуществляется использование очищенных газов в качестве вторичного энергоресурса, что позволяет получить за счет утилизации газа значительный экономический эффект.

2. Основной часть

Для исследования проектируемой системы очистки применялось численное моделирование, основанное на применении пакетов вычислительной гидродинамики. За основу для разрабатываемой конструкции пылеуловителя был выбран прямоточный циклон с вертикальным расположением корпуса и осесимметричным вводом потока по направляющим лопаткам, которые позволят присоединить пылеуловитель непосредственно к вертикальному участку газохода и вводить запыленный газ в аппарат без дополнительных поворотов, в которых могло бы происходить выпадение и накопление пылевых частиц.

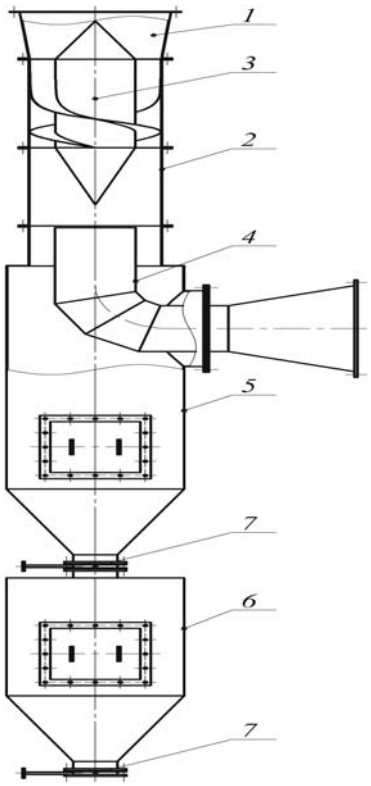

Рисунок – конструкция прямоточного циклонного пылеуловителя для очистки газов, отходящих из стекловаренной печи:
1 входной патрубок;
2 корпус циклона;
3 закручивающий аппарат (завихритель);
4 выхлопная труба; *5* основной бункер;
6 вспомогательный бункер;
7 задвижка