

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе, подготовленной для получения академической степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07110 - " Цифровая инженерия машин и оборудования»

САРЫБАЕВ ЕРЖАН ЕРГАЛЫЕВИЧ

Тема «Исследование и разработка инвариантных камерных пневмо-приводов технологических машин»

Актуальность работы. В различных отраслях промышленности эксплуатируется значительное число технологических машин с тяжелым ротором. В частности, на предприятиях горно-металлургического комплекса (ГМК) - промышленные мельницы и печи с крупногабаритными и тяжелыми барабанами; в тепло и электроэнергетике – роторные электромашины и роторные паросиловые машины и пр. Неблагоприятные режимы работы, обусловленные большой инерционной массой приводят к многократному превышению нагрузок на приводные устройства что в конечном итоге чревато существенным снижением ресурса, частыми отказами и как следствие многократному увеличению эксплуатационных расходов.

Из-за их большой инерционной массы наиболее неблагоприятными их режимами в эксплуатации являются пусковые режимы, на которых наблюдается многократное превышение нагрузок на пусковые устройства, что чревато снижением их ресурса, частыми отказами и необходимостью их ремонта.

Пуск оборудования с тяжелым ротором стараются проводить с повышенными мерами предосторожности: пуск проводят в строго регламентированные интервалы времени; в этот период запрещен параллельный пуск другого оборудования, сварочные работы и т.д. из-за просадки напряжения в сети.

Для предотвращения неблагоприятных режимов пуска тяжелого роторного оборудования в эксплуатации часто их не останавливают даже при отсутствии сырья или нагрузки, поэтому они длительное время работают без загрузки «вхолостую» в режиме ожидания загрузки сырья или в режиме ожидания или приема нагрузки. Эксплуатационные расходы только на электроэнергию в таком режиме непродуктивной работы в течение нескольких лет могут превысить десятки миллионов тенге или стать сопоставимой со стоимостью нового агрегата. Кроме того, на этих режимах продолжается интенсивный износ основных узлов, что приводит также и к снижению ресурса их работы.

Применение различных типов гидроаккумулирующих вспомогательных пусковых устройств, частотно-регулируемых электроприводов не позволило решить данную проблему в полной мере из-за недостаточной надежности гидроаккумулирующих систем, усложнения их эксплуатации в реальных условиях производства. А применение частотно-регулируемых приводов эффективно только в некотором диапазоне эксплуатационных режимов, когда ротор машины уже набрал некоторую скорость вращения. На пусковых режимах их применение ограничено из-за высоких пусковых токов.

Решение этой проблемы лежит в области оптимизации пусковых режимов применением простых в конструктивном отношении пневматических пусковых устройств, позволяющих создавать большие крутящие моменты, которые позволят кратно снизить нагрузку на штатный привод и именно на пусковых режимах. Предварительный запуск оборудования с применением этих устройств позволит выбрать зазоры, исключить ударные нагрузки в механических передачах штатного привода, преодолеть трение покоя в опорных узлах ротора и таким образом существенно снизить пусковые токи на обмотках электродвигателя.

В настоящей диссертации представлены результаты разработки и исследования оригинальных пневматических устройств с большим крутящим моментом, конструкции

которых хорошо вписываются в компоновку привода тяжелых роторных машин и позволит повысить надежность работы их штатных приводов. Эти же устройства могут служить приводным устройством при проведении ремонтных работ на роторе (к примеру, для поворота при осмотре состояния и техническом обслуживании, замене отдельных узлов и пр.), что может значительно сократить время ремонтно-восстановительных работ.

Предварительно проведенный анализ, и оценка технологической и экономической эффективности от внедрения пуско-вспомогательных устройств в качестве альтернативы методам связанных с использованием электроники в регулировании питающей сети для электродвигателей показал, что простота модернизации штатного электропривода путем их дооснащения пуско-вспомогательным пневматическим устройством делает это решение технологически очень привлекательным.

Для создания достоверной методики расчетного моделирования режимов работы пуско-вспомогательного устройства в тандеме с штатным приводом барабанной мельницы, проведена проверка технических решений по повышению энергоэффективности и надежности с проведением расчетно-экспериментальных исследований режимов работы виртуальной модели и установлением исходных конструктивных параметров для разработки и создания действующего образца пуско-вспомогательного привода.

Цель работы – разработка и исследование инвариантных пневматических приводов технологических машин.

Объект и предмет исследования. В качестве объекта исследования выбраны ПВПУ на базе сильфонных баллонов, плоских и клиновых камерных систем, который предлагаются к внедрению в состав штатных приводов технологических машин с тяжелым ротором.

Предметом исследования является оптимизация конструктивных параметров и режимов работы ПВПУ при совместной работе с штатным электроприводом для повышения его энергоэффективности на пусковых режимах и надежности.

Задачи исследования. В соответствии с поставленной целью в данной работе предусмотрено решение следующих задач:

- сбор, анализ и обобщение материалов по практическому применению пневматических устройств камерного или баллонного типов для обеспечения пускового импульса для технологических машин с тяжелым ротором;
- обоснование конструкции ПВПУ для внедрения в состав штатных приводов технологических машин роторного типа;
- анализ существующих методик расчета и проектирования ПВПУ;
- выбор и обоснование исходных параметров и разработка методики расчетного моделирования режимов работы ПВПУ в системе «электромеханический привод – тяжелый ротор», позволяющая установить рациональные конструктивные параметры его элементов для обеспечения оптимальных значений пусковых токов в период пуска и разгона;
- проведение расчетно-экспериментальных исследований режимов работы виртуальной модели ПВПУ с имитацией работы в составе штатного электромеханического привода с применением компьютерного моделирования;
- обоснование и выбор конструкции элементов ПВПУ. Оценка его эффективности в стендовых условиях;
- техническая проработка и изготовление действующих моделей ПВПУ и испытательного стенда с комплектом КИП для испытаний ПВПУ с имитацией реальных нагрузок;
- проведение стендовых испытаний ПВПУ в составе штатного привода с оценкой его эффективности и проверкой адекватности методики имитации реальных нагрузок;
- анализ и обобщение результатов экспериментальных исследований с уточнением параметров методики расчетного моделирования режимов работы ПВПУ в условиях стенда и разработкой практических рекомендаций по проектированию и изготовлению промышленных конструкций ПВПУ.

Методы исследования. Методологической основой диссертационных исследований являются аналитические и расчетно-экспериментальные исследования на основе фундаментальных законов прикладной механики и электротехники.

В качестве основных методов использовались: математическое моделирование с применением прикладных компьютерных программ и сравнение их результатов с результатами стендовых экспериментальных исследований на натуральных образцах ПВПУ.

Основные научные положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие положения:

1) Способы повышения энергоэффективности и надежности штатных приводов технологических машин с тяжелым ротором возможно достичь применением инвариантных пуско-вспомогательных пневматических устройств (ПВПУ), предварительный запуск этих устройств позволит выбрать зазоры, исключить ударные нагрузки в механических передачах штатного привода, преодолеть трение покоя в опорных узлах ротора и таким образом существенно снизить пусковые токи на обмотках электродвигателя.

2) Уточняется методика расчетного моделирования режимов работы ПВПУ в составе штатного привода и результаты комплексных теоретических и экспериментальных исследований по проверке его достоверности.

3) Практические рекомендации по применению пуско-вспомогательных устройств для повышения энергоэффективности технологических машин с тяжелым ротором.

Научная новизна работы:

1) Экспериментальными исследованиями установлено, что применение пуско-вспомогательных пневматических устройств в составе штатных приводов в отличие от электромеханических позволяет в два раза снизить пусковые токи (вплоть до номинальных – в установившемся режиме) и тем самым существенно повысить их надежность.

2) Разработана оригинальная методика оценки влияния точки пуска главного привода на траектории раздвижки пневматической камерной системы пуско-вспомогательного устройства позволяющая максимально снизить пусковые токи .

3) Расчетно-экспериментальными исследованиями установлены параметры пневматического аккумулятора (рессивера) для дооснащения пуско-вспомогательного устройства в условиях пониженного давления в цеховых пневматических магистралях и даже ее отсутствия (мобильный пуск).

Практическая значимость исследования:

1) Теоретически и экспериментально подтверждена практическая возможность повышения эффективности применения пуско-вспомогательных устройств для оснащения стандартных (штатных) приводов технологических машин с тяжелым ротором.

2) Разработаны и созданы оригинальные экспериментальные стенды для оценки: силовых и параметров раздвижки различных вариантов систем; крутящих моментов и параметров циклограммы движения плоских и клиновых камерных оболочек.

3) Разработаны практические рекомендации по проектированию пуско-вспомогательных устройств для технологических машин с тяжелым ротором.

Сведения о метрологическом обеспечении диссертации. При проведении стендовых экспериментальных исследований применялись современные приборы и измерительные средства, прошедшие метрологическую аттестацию и предварительную тарировку с аттестованными приборами, подтвердившую достоверность показаний.

Апробация работы. Результаты теоретических и экспериментальных исследований докладывались на международных научно-практических конференциях (в том числе, и дальнем зарубежье) и семинарах кафедры.

К результатам проведенных исследований проявили интерес в ОАО «Алматинский завод тяжелого машиностроения» и они могут служить заделом для проведения совместных НИР на договорной основе.

Публикации. За период выполнения работы опубликовано 6 научных статей и докладов, в том числе: 3 статьи - в рецензируемых изданиях, рекомендованных ККСОН; 1 статья - в международных научных журналах с квартилем Q2 и Q3, входящее в базу данных Scopus; 2 доклада - на международных научно-практических конференциях, в т.ч. 1 доклад в зарубежной международной конференции. Также, получено 2 патента РК на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников и приложений.

Объем диссертации составляет 127 страницы машинопечатного текста, 4 таблиц, 94 рисунка, 62 источников списка литературы.