



Основа системы

- электродвигатели
- преобразователи частоты
- программируемые контроллеры
- логические реле
- панели операторов
- программное обеспечение
- комплексные отраслевые решения
- устройства плавного пуска

Асинхронные двигатели.

Некоторые особенности производства



В статье на примере электродвигателя ONI AIP80A4 проанализирована себестоимость асинхронных двигателей, во многом зависящая от себестоимости их составляющих. Показано, какие из компонентов наиболее значительно влияют на данный показатель, на чем можно сэкономить и на чем экономят многие производители.

TM ONI®, г. Москва

Электродвигатель – изобретение, которое лежало в основе промышленной революции и индустриализации, да и до сих пор играет ключевую роль в промышленности. Та же Индустрия 4.0, главная роль в которой отводится цифровым технологиям, была бы невозможна без огромного разнообразия механизмов, работающих на электродвигателях.

За триста лет со времени изобретения паровой машины было создано множество электродвигателей различного типа. В целом классифицировать их можно так, как указано на приведенной схеме (рис. 1). Однако, поскольку выбор двигателя – вопрос практический, обычно их классифицируют, исходя из конкретных задач, а тогда в центр внимания можно

поставить самые разные параметры. Электродвигатели подразделяют по назначению (генераторы, двигатели, преобразователи, компенсаторы), по роду тока (двигатели постоянного или переменного тока, синхронные или асинхронные), по мощности, частоте вращения, степени защиты оболочки, по группе эксплуатации (M1–M31, характеризуется приспособленность машины к вибрации с определенной частотой, ускорениям и ударам), по продолжительности работы и ее особенностям, способу монтажа. И данный список далеко не полон.

При этом, какой бы классификации не придерживаться, следует признать, что наиболее популярным типом являются асинхронные двигатели, которые составляют более половины

всех электродвигателей в мире. Они были изобретены более ста лет назад, и за все это время никаких прорывных изобретений в данной сфере сделано не было и никаких принципиальных изменений в конструкции асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором не произошло. Учитывая последнее обстоятельство, логично будет задаться вопросом: отчего различные производители на рынке асинхронных двигателей, выпускающая продукцию, созданную по одним и тем же принципам и обладающую одной и той же энергоэффективностью, например широко распространенные общепромышленные электродвигатели АИР, предлагают ее по совершенно разным ценам? Попробуем разобраться в причинах этого явления.

Специалистам хорошо известно устройство асинхронного двигателя. Он состоит из ротора, статора, обмотки, вала и т.д. Можно утверждать, что себестоимость компонентов, во-первых, в значительной степени определяет себестоимость всего изделия, а во-вторых, во многом зависит от исполнения. Поэтому, взяв для примера электродвигатель АИР80А4 и перечислив его компоненты в табл. 1, мы проанализировали:

- ▶ как меняется себестоимость компонентов асинхронного двигателя в зависимости от исполнения;
- ▶ на какие характеристики это влияет.

Самая дорогая часть асинхронных двигателей – это токоведущие части, выполненные из меди, их доля в себе-

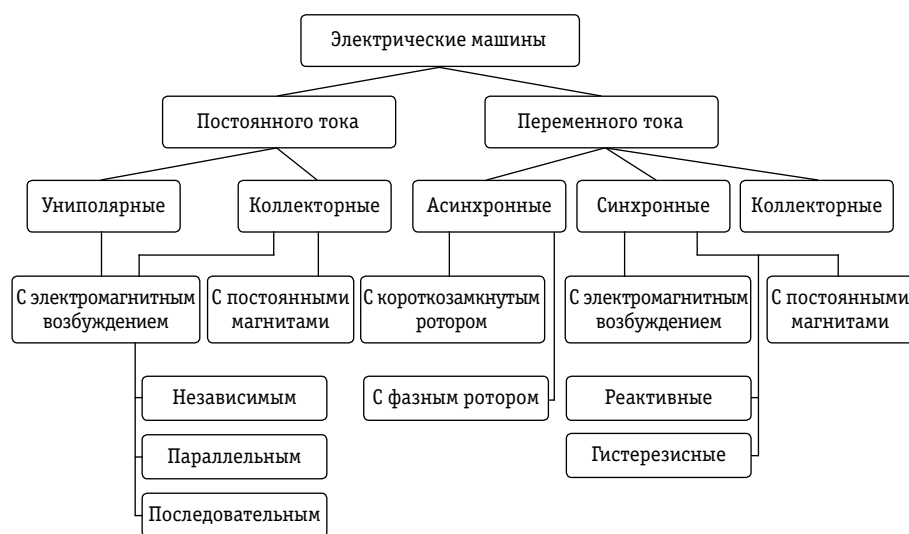


Рис. 1. Типы электрических машин

стоимости двигателя наиболее велика – 41 %. Таким образом, стоимость асинхронного двигателя в первую очередь зависит от электротехнических материалов. Второй вклад в себестоимость вносит также металл – сталь, из которой изготовлены статор, ротор и вал (в сумме 37 %). Оставшиеся 22 % распределены между более мелкими компонентами: подшипниками, метизами, кожухом.

Чистая медь по удельной проводимости занимает следующее место после серебра. Примеси, даже в ничтожных количествах, резко снижают электропроводность меди, делая ее малоприменяемой для проводников тока. Так, содержание фосфора в пределах 0,013...0,05 % снижает электропроводность на 20...30 %, поэтому в электротехнической промышленности в соответствии с ГОСТ 859-78 используются только две марки меди: М0 и М1. У электродвигателя АИР80А4 обмотки статора выполнены из электротехнической меди марки М0к с чистотой 99,97 %. Ее удельное электрическое сопротивление равно 0,017–0,018 мкОм·м, выше показатель только у серебра – 0,015 мкОм·м. Для сравнения: удельное электрическое сопротивление алюминия в 1,66 раза выше, чем у меди марки М0.

Высокие требования ГОСТов закономерны: надежность и эксплуатационные свойства асинхронного двигателя во многом зависят от технологии изготовления и качества материалов, проводниковых, магнитных и изоляционных, которые приме-

няются в электромашиностроении. Например, магнитопровод состоит из отдельных тонких пластин электротехнической стали, изолированных друг от друга слоем лака. Кремний является единственным элементом, вводимым в сталь с целью улучшения электротехнических свойств железа. Наличие кремния увеличивает магнитную проницаемость и электропроводность стали, понижает коэрцитивную силу, уменьшая тем самым потери и на вихревые токи. Другие элементы, за исключением фосфора, отрицательно влияют на электротехнические свойства железа. Поэтому технология выплавки и передела электротехниче-

ских сталей строится таким образом, чтобы в готовом листе при значительном количестве кремния содержалось как можно меньше других примесей. Содержание кремния в электротехнических сталях обычно составляет 0,8–4,5 %. Более высокие концентрации кремния не применяют, так как, уменьшая потери и увеличивая магнитную проницаемость, кремний одновременно отрицательно влияет на величину магнитного насыщения и технологическую пластичность стали. В так называемых динамных сталях (из них выполняют части цепи, по которым проходит магнитный поток) содержание кремния составляет 2–3 %.

По требованиям ГОСТ 21427.4-78, для производства магнитных цепей электродвигателей должна использоваться только лента из электротехнической стали марок 3421–3425, которая обеспечивает определенный уровень магнитной индукции и удельных потерь. При перемагничивании такой стали удельные потери на 60 % ниже по сравнению с горячекатаной сталью.

Теперь перейдем к прямому ответу на вопрос, поставленный в начале статьи: отчего же асинхронные двигатели разных производителей, казалось бы, аналогичные по своей конструкции, различаются по цене? На чем можно сэкономить при их производстве? И на чем обычно экономят недобросовестные производители электродвигателей АИР?



Рис. 2. Электродвигатель асинхронный однофазный АИР2Е

Таблица 1. Себестоимость компонентов асинхронного двигателя ОИ АИР80А4

Конструктивная составляющая	Доля в себестоимости, %	Потребительская характеристика, на которую влияет конструктивная составляющая
Статор	11	Механическая износостойкость
		Экономичность (КПД, потери на вихревые токи)
Ротор	16	Механическая износостойкость
		Экономичность (КПД, механические потери)
Основание, кожух	11	Надежность, безопасность эксплуатации, подготовленность к работе в опасных и агрессивных средах
Обмотка (медь)	41	Электрическая износостойкость, экономичность (КПД, потери на сопротивлении)
Подшипники	6	Механическая износостойкость
Метизы, клеммы, винты, хомуты	2	Механическая износостойкость
Пластик (изоляция)	3	Электрическая износостойкость, безопасность эксплуатации
Вал	10	Механическая износостойкость

► Можно применить на обмотке статора провод с меньшим сечением. К чему это способно привести? Меньшее сечение при неизменной схеме уменьшит мощность двигателя. В результате, если нагрузку не снизить, двигатель сгорит из-за перегрузки. Если же нагрузку понизить, двигатель будет продолжать нормально работать. Однако следует обратить внимание на то, что при уменьшении сечения проводника увеличивается число параллельных ветвей, то есть витков, в схеме обмотки.

► Можно уменьшить число витков обмотки статора по сравнению с расчетным. Если это сделать, увеличится намагничивающий ток, возрастут магнитные нагрузки, пусковой и вращающий момент. Казалось бы, само по себе это даже выгодно. Однако это приведет к тому, что при продолжительной работе усилится нагрев двигателя. При значительном уменьшении числа витков ток вырастет значительно, как и момент.

► Еще один способ «экономить» — применить задний подшипник меньшего размера, чем требуется.

Это приведет к тому, что изменятся нагрузки на вал в продольном и поперечном сечении, а в результате снизится срок службы двигателя, ведь при неизменной нагрузке на вал и уменьшенном подшипнике нагрузка на подшипник возрастает. В конце концов подшипник выйдет из строя либо разобьет посадочное место и заденет статор (зазоры маленькие). В любом случае двигатель сгорит.

И это только наиболее явные способы, применение которых легко обнаружить. Если же углубиться в свойства материалов, то можно найти немало возможностей для разного рода «экономии». А ведь качество материалов, соответствующее стандартам, как было показано выше, — важнейшее требование для надежной работы электродвигателя!

Для сравнения: в электродвигателях торговой марки ONI из алюминия марки ZL103 изготавливаются станины с габаритами 56–80, в то время как некоторые другие компании применяют алюминий той же марки для станин с габаритами 56–132. Между тем это влияет на количество тепло-

отводящих ребер станины, поскольку, чем хуже качество алюминия, тем меньше ребер, — таковы особенности литья. Поэтому в электродвигателях ONI для станин с габаритами 90–132 применяется не алюминий, а чугун HT200.

Другой пример: у электродвигателей ONI обвязка статора выполнена лентой, которая надежно фиксирует обмотку и исключает перегрев изоляции обмотки в местах перетяжки. При этом у ряда недобросовестных производителей обвязка выполнена капроновой нитью. При вибрации электродвигателя во время работы изоляция обмотки в местах перетяжек может перегреться. Слабый бандаж приведет к разрушению обмотки и выходу электродвигателя из строя.

Кроме указанных достоинств, асинхронные двигатели ONI обладают следующими преимуществами:

► пазовые клинья электродвигателей выполнены из термостойкого пластика, что снижает риск межфазного замыкания;

► в двигателях ONI применяются самые качественные материалы из всех возможных, при этом на производстве организован усиленный контроль качества;

► используются только высококлассные подшипники марки NSK (Япония), срок эксплуатации которых увеличен на 80 %;

► в производстве применяется автоматическая намотка обмоток двигателей;

► в двигателях ONI применяется закрытый шпоночный паз, что обеспечивает надежную фиксацию вала электродвигателя.

В заключение отметим, что электродвигатели ТМ ONI имеют увеличенный гарантийный срок — 3 года. Асинхронные двигатели ONI — долгая эксплуатация без дополнительных вложений.



Рис. 3. Электродвигатель асинхронный АИС

TM ONI®, г. Москва,
тел.: +7 (495) 502-7981,
e-mail: info@oni-system.com,
сайт: www.oni-system.com



ООО «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЗАВОД ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ»



Счетчики и системы учета электрической энергии на базе технологий Интернета вещей

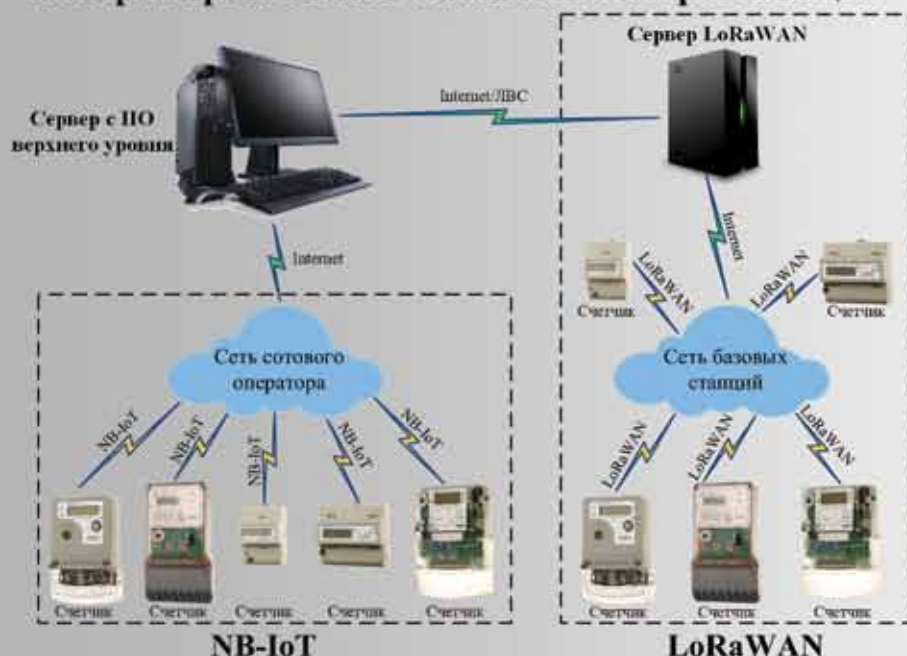
Наш завод является самым инновационным предприятием России в области производства счетчиков электроэнергии, поэтому первым в стране начал выпуск серийных счетчиков электрической энергии со встроенными модулями связи технологий Интернета вещей:

- по технологии LoRaWAN – в феврале 2016 года;
- по технологии NB-IoT – в феврале 2017 года;

Модули LoRaWAN нашего производства могут быть настроены на любой частотный план базовых станций любых производителей и использоваться в любом типе оконечных устройств

Гарантия на все счетчики 5 лет.

Структурная схема автоматизированной системы учета электроэнергии на базе технологий Интернета вещей



Счетчик 1ф ЦЭ2726А с реле нагрузки



Счетчик 1ф ЦЭ2726А din-рейка



Счетчик 1ф ЦЭ2726А din-рейка с реле нагрузки



Счетчик 3ф ЦЭ2727А с реле нагрузки



Счетчик 3ф ЦЭ2727А din-рейка



Счетчик 1ф Вектор-100. Соответствует требованиям ПАО «РОССЕТИ», протокол СПОДЭС



Счетчик 3ф Вектор-300. Соответствует требованиям ПАО «РОССЕТИ», протокол СПОДЭС



ООО «ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЗАВОД ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ»

Россия, 198216, г. Санкт-Петербург, Ленинский пр. д. 139

Тел/Факс: +7- (812) 603-29-40

<http://www.spbzip.ru>, e-mail: spbzip@bk.ru

Служба продаж: Тел/Факс: +7 (812) 603-29-39

