

Библиографический список

1. World Population Clock: 7.6 Billion People (2017) – Worldometers: www.worldometers.info (дата обращения 20.04.2020).

2. FAOSTAT [Elektronniy resurs]. Available at: <http://www.faostat.fao.org/> (дата обращения 10.05.2020).

3. Гаспарян И.Н., Левшин А.Г., Ивашова О.Н., Бутузов А.Е., Дыйканова М.Е. Органическая технология возделывания экологически чистого картофеля раннего // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2019. № 6 (94). С. 14-18.

4. Ivashova O., Sychev V., Dyikanova M., Levshin A., Gasparyan I. Two-yielding potato culture in Moscow region // 6-th International conference on agriproducts processing and farming (APAF-2019) Voronezh, 17-18 oct. 2019. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. 2020. Vol. 422. P. 012067.

УДК: 631.371

ОТКЛОНЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Дмитриев Николай Александрович, аспирант кафедры «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко», ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Зажигин Василий Викторович, к.т.н., доцент кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Петров Павел Сергеевич, аспирант кафедры «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко», ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация: в статье проанализировано влияние показателей качества электрической энергии, таких как: отклонение напряжения, колебания напряжения, несимметрия по напряжению, несинусоидальность, отклонение частоты от номинального значения на работу асинхронных электродвигателей, которые активно применяются при производстве в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: электрическая энергия, асинхронный электродвигатель, сельское хозяйство, отклонение напряжения, колебания напряжения, несимметрия по напряжению, несинусоидальность,

производство, качество электрической энергии, мощность, напряжение, сила тока

Отклонение качества электрической энергии от значений, указанных в [1], негативно влияет как на электрооборудование производителя, так и на потребителя электрической энергии. Ухудшение качества электрической энергии может привести к убыткам в сельском хозяйстве. Например, отсутствия напряжения у потребителей первой категории, может привести к порче продукции: молока, яиц, мяса и т.д.

Основными потребителями, на которых влияет не качественная электрическая энергия в сельских районах являются асинхронные двигатели, которые, как правило применяются в производстве сельского хозяйства, таких как: фермы, по выращиванию скота, зерноочистители, хранилища продукции сельского хозяйства, заводы по производству молока, мясные комбинаты, птицефермы и т.д.

Как правило, в сельском хозяйстве, асинхронные электродвигатели, применяются, при следующих условиях: уровень напряжения до 1 кВ, мощность до 100 кВт, уровень напряжения до 6 кВ, мощность до 300 кВт, уровень напряжения 10 кВ, мощность до 400 кВт.

Самое большое влияние на асинхронные двигатели оказывает отклонение напряжения.

В процессе изменения уровня напряжения, меняется зависимость вращающего момента M от силы скольжения S .

Вращающийся момент асинхронного двигателя пропорционален квадрату напряжения:

$$M \sim U_{\text{дв}}^2, \quad (1)$$

Таким образом, при уменьшении уровня напряжения снижается вращающий момент и частота вращения асинхронного двигателя.

При подаче напряжения на асинхронный двигатель ниже номинального, некоторые характеристики двигателя изменятся незначительно, а другие резко.

Количество потребляемой двигателем мощности P_H имеет грубую корреляцию с напряжением и током (2). Таким образом, когда напряжение $U_{\text{дв}}$ становится низким, ток $I_{\text{дв}}$ должен увеличиваться, чтобы обеспечить такое же количество мощности.

$$P_H \sim U_{\text{дв}} \cdot I_{\text{дв}}, \quad (2)$$

Существующая нагрузка является основным фактором, определяющим степень снижения напряжения питания, которое может выдержать двигатель. Если напряжение уменьшается, ток увеличивается примерно в той же пропорции, что и напряжение. Например, снижение напряжения на 10% приведет к увеличению силы тока на 10%. Данное увеличение силы тока не повредит двигатель, если оно остается ниже номинального значения.

Если значение силы тока превысит номинальное значение, это приведет к нагреву обмотки двигателя. При дальнейшем снижении напряжения ток

возрастает до нового значения, которое может привести к выходу двигателя из строя[2].

Низкое напряжение может привести к перегреву, сокращению срока службы, снижению пусковой способности, а также уменьшению тягового усилия и крутящего момента.

Пусковой момент, момент затяжки и момент отрыва асинхронных двигателей изменяются в зависимости от приложенного квадрата напряжения (3).

$$M_{\text{пуск}} = 9,55 \cdot P_{\text{ном}} \cdot \frac{1000}{F_{\text{ном}}}, \quad (3)$$

Где P_2 - номинальная мощность асинхронного электродвигателя;

F_1 - номинальные обороты асинхронного электродвигателя.

$$P_{\text{ном}} = \frac{1,732 \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{пуск}}}{S_{\text{ном}} \cdot 1000}, \quad (4)$$

Где $U_{\text{ном}}$ - номинальное напряжение асинхронного электродвигателя;

$I_{\text{пуск}}$ - пусковой ток;

$S_{\text{ном}}$ - номинальная мощность.

Таким образом, снижение напряжения от уровня номинального $U_{\text{ном}}$ на 10% (от 100% до 90%, от 230 В до 207 В) приведет к снижению пускового момента $M_{\text{пуск}}$, момента затягивания и момента отрыва. Результирующие значения будут составлять 81% от значений номинального напряжения. При напряжении 80% результат будет равен 64% от значения номинального напряжения. В результате, крутящий момент двигателя будет намного ниже, чем при номинальном напряжении.

На слабо нагруженных двигателях с легко запускаемыми нагрузками снижение напряжения не окажет заметного влияния, за исключением того, что оно может помочь уменьшить потери при легкой нагрузке и повысить эффективность в этих условиях. Это принцип, стоящий за некоторым дополнительным оборудованием, целью которого является повышение эффективности.

При увеличении уровня напряжения часто делается ошибочное предположение о том, что, поскольку низкое напряжение увеличивает силу тока на двигателях, высокое напряжение должно уменьшать силу тока и, тем самым уменьшить нагрев обмотки двигателя. На самом деле, высокое напряжение на двигателе приводит к насыщению магнитной составляющей двигателя. Это заставляет двигатель потреблять чрезмерный ток в попытке намагнитить железо до нужных для нормальной работы электродвигателя значений. Экстремальные значения, превышающие расчетное напряжение, приведут к увеличению силы тока при соответствующем увеличении нагрева и сокращении срока службы двигателя.

Например, производители ранее оценивали двигатели на 220/440 В с диапазоном допусков 510%. Таким образом, диапазон напряжения, который они могут выдержать на высоковольтных соединениях, составляет от 396 до

484 В. Несмотря на то, что это так называемая полоса допусков, наилучшие характеристики будут иметь место при номинальном напряжении. Крайние отклонения напряжения от номинального (высокие или низкие) создают ненужную нагрузку на двигатель.

При отклонениях уровня напряжения от номинального значения более 15% возникают нарушения нормальной работы электродвигателя. Пример отклонения напряжения показан на рис.1.



Рис. 1. Отклонение напряжения

В этом случае, работа двигателя может быть прекращена из-за отпадения контактов магнитных пускателей.

Исследования показали, что несимметрия по напряжению прямо влияет на коэффициент полезного действия (КПД) асинхронного двигателя.

По зависимости, показанной на рис.2, можно отследить, что при несимметрии по напряжению 2%, КПД двигателя начинает резко падать. При отклонении несимметрии по напряжению около 5%, КПД стремится к нулю.

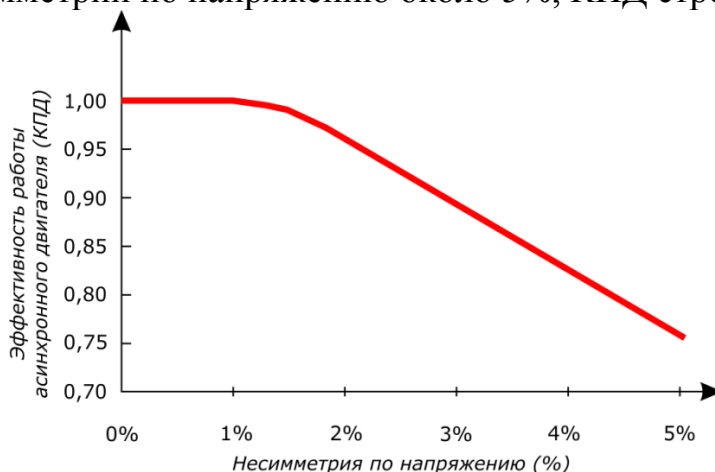


Рис. 2. Зависимость коэффициента полезного действия двигателя от несимметрии по напряжению

Таким образом, несимметрия по напряжению, в результате влияния на КПД асинхронных электродвигателей может привести к фактической остановке производства в сельском хозяйстве.

При несинусоидальном напряжении наибольшее влияние на работу асинхронного электродвигателя оказывают высшие гармоники.

Они вызывают паразитные поля и электромагнитные моменты в асинхронных двигателях. Эти побочные эффекты снижают коэффициент полезного действия электродвигателя. Физико-химические процессы, которые возникают внутри двигателя в результате воздействия полей высших гармоник, а также нагрева частей приводят к ускоренному старению изоляции, ухудшению коэффициента мощности электродвигателя.

Заключение. Как было показано, ухудшение качества электрической энергии, от значений, указанных в [1] оказывает негативное влияние на асинхронные электродвигатели, которые активно применяются в сельском хозяйстве в различных видах производства продукции.

Отклонения качества электрической энергии от параметров, указанных в [1] может привести к негативным последствиям. Наиболее уязвимым потребителем являются асинхронные электрические двигатели, которые активно применяются в производстве сельского хозяйства. Отклонения качества электрической энергии приводят к ухудшению работы асинхронного электродвигателя, или, выходу его из строя. Поэтому важно следить за качеством электрической энергии, чтобы избежать аварийных ситуаций и, как следствие, экономическим потерям.

Библиографический список

1. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения;
2. Гужов, С.В. Способы повышения энергетической эффективности при эксплуатации электрических двигателей: учеб.пособие / С.В. Гужов, М.Ю. Юркина, В.С. Глазов. – М.: Издательство МЭИ, 2017. – 44с.

УДК 621.432

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗОН НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДЛЯ КОМПРЕССИОННО-ВАКУУМНОГО МЕТОДА

Демьяненко Семён Николаевич, аспирант кафедры ЭМТП и ВТР ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, demyankenko.sema@mail.ru

Чечет Виктор Анатольевич, к.т.н., доцент кафедры ЭМТП и ВТР РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, d.chechet@list.ru

Аннотация: В данной статье рассматриваются зоны неопределённости при использовании компрессионно-вакуумного метода диагностики технического состояния.