

Различные исходные свойства получаемого навоза обусловили разработку разнообразных технологий подготовки его к использованию. Так, для подстилочного навоза в основном используют технологии компостирования. Для подготовки бесподстилочного навоза к использованию наибольшее распространение получили технологии компостирования полужидкого навоза, гомогенизации полужидкого и жидкого навоза, разделение жидкого навоза на фракции в отстойниках-накопителях, механическое разделение жидкого навоза на фракции, разделение жидкого навоза с полной биологической обработкой жидкой фракции, разделение жидкого навоза с частичной биологической обработкой жидкой фракции и др.

Навоз, помимо использования в качестве удобрения, является альтернативным источником энергии. При анаэробном сбраживании образуется такой ценный продукт, как биогаз.

Анаэробная переработка навозных стоков и помета в биогазовых установках позволяет очищать их без привлечения внешних источников энергии. Анаэробное сбраживание навоза протекает при температуре 35–39°C (мезофильный режим) на протяжении 25–30 суток. В этих условиях подавляются патогенные микроорганизмы, гибнут семена сорняков, яйца гельминтов, снижается содержание или почти полностью устраняются канцерогенные вещества, неприятный запах. Метаногены в биореакторе превращают органические отходы животноводства в обеззараженные органические удобрения, которые обладают высокой эффективностью и обеспечивают дополнительный прирост урожайности в среднем на 20–30% по сравнению с использованием несброженного навоза. В отличие от компостирования, при анаэробной переработке отсутствуют потери азота, которые в противном случае могут достигать 40%. В данном случае происходит минерализация азот-, фосфор- и калийсодержащих органических соединений с получением минерализованных форм NPK, наиболее доступных для растений. Кроме этого, в сброженном навозе по сравнению с несброженным в четыре раза увеличивается содержание аммонийного азота, а количество усваиваемого фосфора удваивается.

Такое жидкое удобрение способно повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 10–20% по сравнению с традиционным навозом, также анаэробное сбраживание жидкого навоза и помета позволяет решить проблему экологического, энергетического и агрохимического характера.

Литература

1. Б.Эдер, Х.Шульц Биогазовые установки, Практическое пособие / Под научной редакцией И. А. Реддих. – М: Zorg Biogas, 2011 – 268 с.
2. И.А. Степанова, А.С. Степанов. Утилизация отходов агропромышленного комплекса. – Оренбург, 2009. – 172 с.

УДК 621.313

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ СО СХЕМАМИ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ» И «ЗВЕЗДА-ЗВЕЗДА С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ» ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОЙ НАГРУЗКЕ

Прищепов М.А., д.т.н., доцент, **Зеленькевич А.И.,** **Збродыга В.М.,** к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Работа всех элементов электрической системы при несимметрии токов и напряжений вызывает дополнительные потери мощности, снижает срок службы электрооборудования, уменьшает экономические показатели его работы. Уменьшение несимметрии можно обеспечить применением специальных корректирующих устройств. В системах электроснабжения сельскохозяйственных потребителей авторы рассматривают возможность использования для этого трансформаторов со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» [1-3].

Целью исследований является экспериментальное подтверждение способности «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» обеспечивать наиболее высокий уровень симметрии напряжений на его выводах, по сравнению с другими схемами, при несимметричном характере нагрузки. Для сравнительной оценки взята рекомендованная к применению в сельских электросетях и наиболее распространенная схема «звезда-звезда с нулевым проводом».

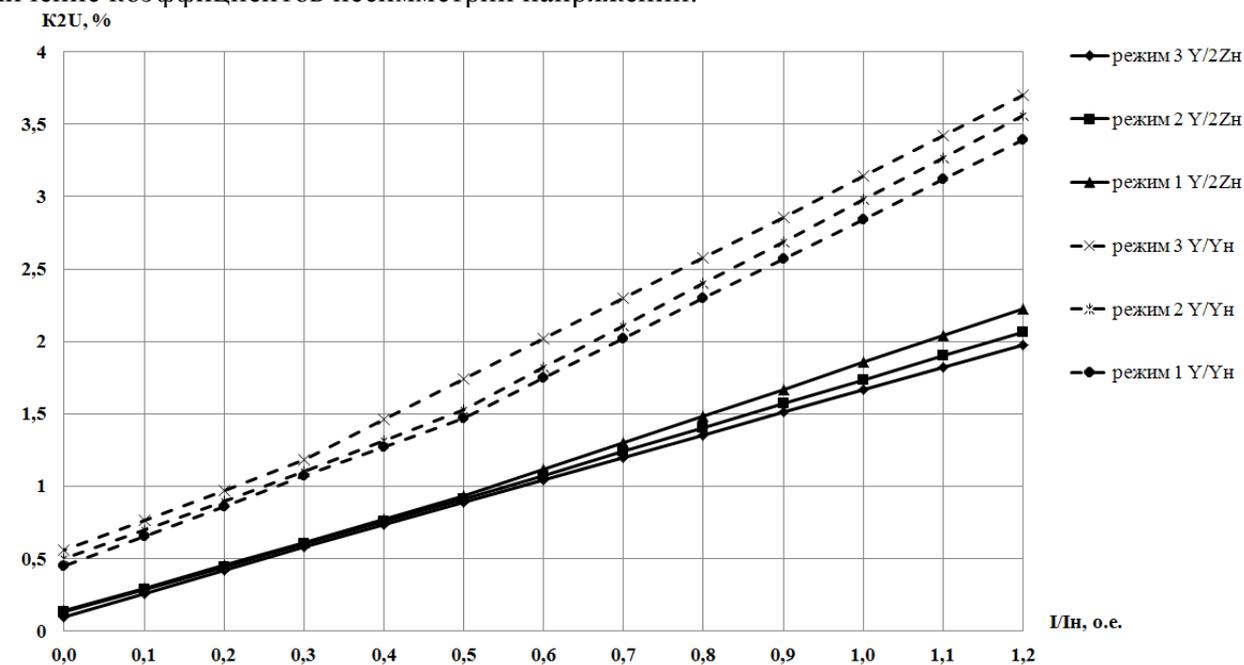
Исследования работы трансформатора при несимметричном характере нагрузки проводились с использованием одного магнитопровода путем смены обмоток. Исследуемый трансформатор был изготовлен в лабораторных условиях. Обмотки выполнены без изменения сечений. При исследовании нагрузка трансформатора и ее изменение обеспечивалось при помощи ползунковых реостатов. Были приняты следующие режимы нагрузки:

1. Ток в одной из фаз изменялся в пределах от 0 до $1,2 I_n$, а в двух других фазах был равен номинальному I_n .
2. Ток в одной из фаз изменялся в пределах от 0 до $1,2 I_n$, в другой фазе был равен нулю, в третьей фазе был равен номинальному I_n .
3. Ток в одной из фаз изменялся в пределах от 0 до $1,2 I_n$, а в двух других фазах был равен нулю.

В указанных режимах работы измерялись линейные и фазные напряжения трансформаторов высшей и низшей сторон, токи низшей стороны, коэффициенты несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности при помощи анализатора качества напряжения Fluke 425.

При доверительной вероятности равной 0,95, аргументе функции Лапласа 1,96 и величине ошибки, не превышающей 0,75 %, было проведено по 24 опыта для каждого из рассматриваемых режимов.

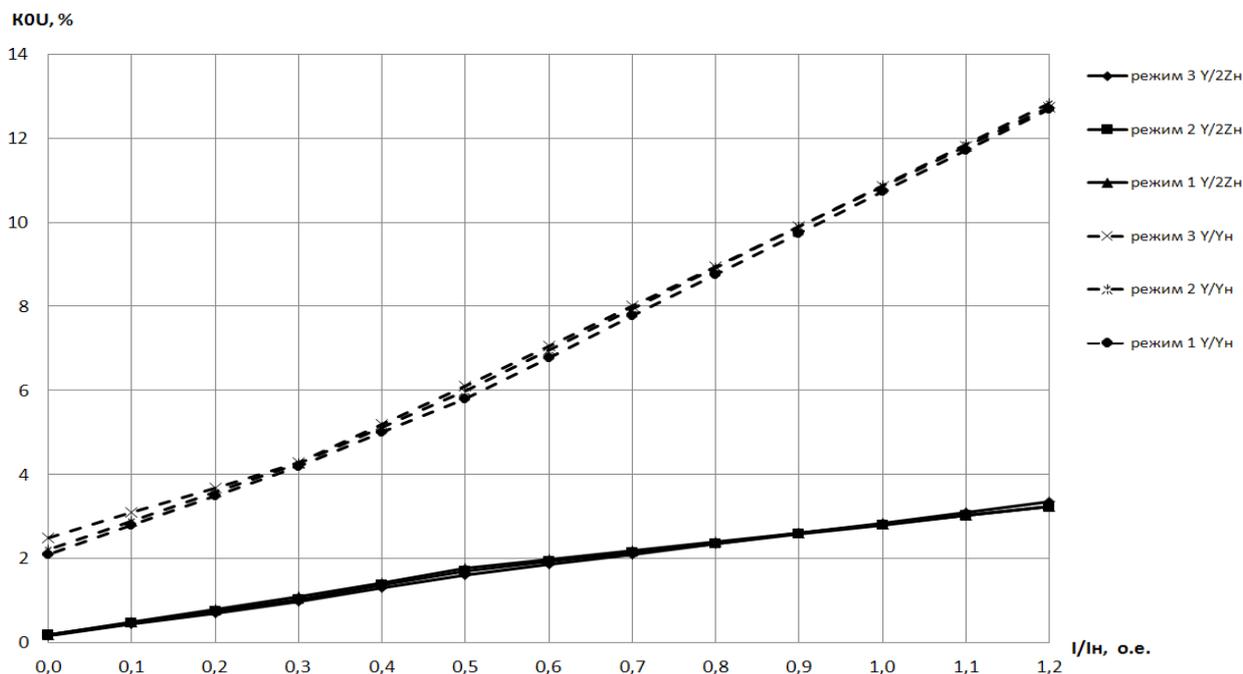
Напряжения первичной стороны у трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» сохраняют симметрию при несимметричной нагрузке трансформатора. Коэффициент несимметрии его первичных напряжений практически равен нулю. Для определения влияния величины несимметрии нагрузки на искажение симметрии вторичных напряжений проведены исследования зависимости коэффициентов несимметрии напряжений вторичной стороны от токов нагрузки для принятых режимов, для каждой из исследованных схем соответственно. По этим данным построены графики, приведенные на рисунках 1 и 2, из которых видно, что рост несимметрии нагрузки вызывает увеличение коэффициентов несимметрии напряжений.



1 – режим $I_a = 0 \dots 1,2 I_n, I_b = I_n, I_c = I_n$; 2 – режим $I_a = 0, I_b = 0 \dots 1,2 I_n, I_c = I_n$; 3 – режим $I_a = 0, I_b = 0, I_c = 0 \dots 1,2 I_n$.
Рисунок 1 – Зависимость коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности от тока нагрузки для трансформаторов

При номинальном значении нагрузки коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности не превышает 1,86 %, что не превышает нормально допустимого стандартом значения.

Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности не превышает 2,85 %, что на 0,85 % выше нормально допустимого, но ниже предельно допустимого значения.



1 – режим $I_a = 0 \dots 1,2 I_n$, $I_b = I_n$, $I_c = I_n$; 2 – режим $I_a = 0$, $I_b = 0 \dots 1,2 I_n$, $I_c = I_n$; 3 – режим $I_a = 0$, $I_b = 0$, $I_c = 0 \dots 1,2 I_n$.
 Рисунок 2 – Зависимость коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности от тока нагрузки для трансформаторов

При эксплуатации маловероятно возникновение такой глубокой несимметрии нагрузки, которая создавалась при проведении эксперимента в лабораторных условиях. Поэтому можно утверждать, что схема соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» обеспечивает симметрию напряжений в допустимых стандартом пределах значений и может успешно применяться в электроустановках сельскохозяйственных потребителей при несимметрии нагрузки.

Литература

1. Патент №16008 Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток: / А.И. Зеленкевич, В.М. Збродыга; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № а 20100121; заявл. 2010.02.01; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 180-181.
2. Прищепов, М.А. Особенности преобразования электрической энергии в трансформаторе со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленкевич // Агропанорама. – 2017. – № 5. – С. 16-25.
3. Прищепов, М.А. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при несимметричной нагрузке / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленкевич // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 25-31.