зажимах обмотки низкого напряжения в зависимости от степени несимметрии составила от 25% до 36%.

2. При отсутствии симметрирующей обмотки амплитуды импульсов перенапряжений имеют приблизительно одинаковые значения во всех фазах трансформатора, в трансформаторе с симметрирующей обмоткой амплитуды импульсов перенапряжений пропорциональны нагрузке фазы.

3. Для трансформатора с симметрирующей обмоткой характерно более равномерное распределение напряжения по всей длине обмотки при прохождении переходного процесса, вызванного коммутацией нагрузки.

4. Значения амплитуд импульсов перенапряжений в нейтрали трансформатора без симметрирующей обмотки при коммутации в зависимости от степени несимеметричности выше в среднем в 1,7 раза.

Из экспериментальных исследований следует, что в сельскохозяйственных сетях 0,4-10 кВ, с ярко выраженной несимметричной нагрузкой, наиболее предпочтительна установка трансформаторов с симметрирующей обмоткой, которая обеспечивает качество, экономию электрической энергии, а также обеспечивает лучшие эксплуатационные характеристики с точки зрения воздействия перенапряжений.

Выводы

1. Экспериментальные исследования выявили значительное влияние симметрирующей обмотки на параметры перенапряжений в трансформаторе.

2. Применение трансформаторов с симметрирующей обмоткой позволяет существенно снизить амплитуды перенапряжений в фазных обмотках и нейтрали трансформатора, а также улучшить условия работы и эксплуатации трансформатора.

3. Приведенные экспериментальные данные показывают преимущество применения трансформаторов с симметрирующей обмоткой в сельскохозяйственных сетях 0,4-10 кВ с характерной для них несимметрией нагрузок.

Литература

1. Рыбаков Л.М. Методы и средства обеспечения работоспособности электрических распределительных сетей 10 кВ. М.: Энергоатомиздат, 2004. 422 с.
2. В. Ф. Важов. Техника высоких напряжений: курс лекций / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 112 с..
3. Астафьева,О.В. Исследование перенапряжений и разработка системы защиты от них в сетях среднего и высокого классов напряжения металлургических заводов и комбинатов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.14.12: защищена 25.05.2007: утверждена 11.10.2007/Халилов Фирудип Халилович. – Спб., 2007 – 224 с. – Библиогр.: с. 93–110. – 003069650.
4. А. Сердешнов, И.Протосовицкий, Ю.Леус, П. Шумра. Симметрирующее устройство для трансформаторов. Средство стабилизации напряжения и снижение потерь в сетях 0.4 кВ.// Новости электротехники – 2005. – С. 69-71.

УДК 631.22.018

ТОКСИЧНЫЕ ОТХОДЫ АПК И ИХ УТИЛИЗАЦИЯ

Синица С.И.
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Одним из направлений экологической безопасности является утилизация отходов сельхозпроизводства и в первую очередь животноводческих предприятий.

Большое разнообразие технологий содержания животных, способов уборки навоза из животноводческих помещений, типов и мощностей животноводческих ферм и комплексов, климатических условий приводит к получению различного вида навоза. В общем получае-

мый на фермах навоз сельскохозяйственных животных разделяют на подстилочный (навоз с подстилкой и кормовыми остатками) и бесподстилочный (навоз без подстилки с добавкой воды или без нее). Виды бесподстилочного навоза: полужидкий (содержит более 8% сухого вещества), жидкий (содержит 3-8% сухого вещества) и навозные стоки (содержат менее 3% сухого вещества). Основную массу органических отходов птицеводства получают в виде жидкого помета или пометных стоков. В соответствии с классификационным каталогом отходов навоз классифицируется следующим образом: навоз КРС перепревший (хранение не менее шести месяцев) – V класс опасности; навоз КРС свежий – IV класс опасности; навоз от свиней свежий – III класс опасности; навоз от свиней перепревший (хранение не менее одного года) – IV класс опасности.

Многие птицефабрики, размещающиеся около крупных городов и поселков, оказывают негативное действие на санитарно-экологическое состояние окружающей среды. Происходит загрязнение прилегающих к птицефабрикам почв, водоемов, лесов и пастбищ, в связи с несвоевременной утилизацией отходов. Таким образом, большая часть органического сырья не перерабатывается, накапливается вблизи птицефабрик. Птичий помет, как удобрение теряет свои ценные удобрительные свойства и представляет постоянную угрозу экологическому благополучию населения и соседним хозяйствам. Птичий помет рассматривается как токсичные отходы производства III класса опасности.

В то же время навоз и помет являются потенциальным источником распространения инфекционных и инвазионных заболеваний болезней животных и человека. Кроме того, в навозе содержится большое количество семян сорных растений, которые наносят значительный экономический ущерб при производстве продукции растениеводства. Поэтому, с одной стороны, исходный навоз является ценным органическим удобрением, а с другой – непосредственное его использование без предварительной подготовки представляет серьезную экологическую опасность для окружающей среды, животных и людей.

Биокомплекс предлагает комплексное решение по вопросам утилизации навоза и помета, которое включает ускоренную переработку в современных биогазовых установках. В процессе переработки, в ускоренном режиме протекают естественные процессы разложения органики с выделением газа включающего: метан, CO_2, серу, и т.д. Только получаемый газ не выделяется в атмосферу, вызывая парниковый эффект, а направляется в специальные газогенераторные (когенерационные) установки, которые вырабатывают электрическую и тепловую энергию.

Биогаз — горючий газ, образующийся при анаэробном метановом сбраживании биомассы и состоящий преимущественно из метана (55-75%), двуокиси углерода (25-45%) и примесей сероводорода, аммиака, оксидов азота и других (менее 1%).

Разложение биомассы происходит в результате химико-физических процессов и симбиотической жизнедеятельности 3-х основных групп бактерий, при этом продукты метаболизма одних групп бактерий являются продуктами питания других групп, в определённой последовательности.

Первая группа — гидролизные бактерии, вторая – кислотообразующие, третья — метанобразующие.

Навоз содержит большое количество биогенных веществ (табл. 1), которые определяют его как ценное органическое удобрение.

Курица-несушка производит в год около 0,8 кг азота и 0,2 кг фосфора.

Таблица 1 - Количество биогенных веществ, содержащихся в навозе различных видов животных

Вид животных	Содержание питательных веществ к сухому веществу, %		
	азот (N)	фосфор (P_2O_5)	калий (K_2O)
Крупный рогатый скот	3,2	1,8	5
Свиньи	6	3,2	2,5

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○С (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 происхо-дит 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].