

Для снижения электромагнитных искажений применяются следующие технические решения:

- использование зигзагообразных обмоток, обеспечивающих компенсацию токов третьей гармоники и выравнивание фазных токов;
- схемы соединения типа «звезда-зигзаг-треугольник», позволяющие создавать пути для циркуляции гармонических токов внутри трансформатора, не поступающих в сеть;
- трансформаторы с расщеплёнными полуобмотками и регулируемые магнитными потоками рассеяния;
- применение трёхстержневых магнитопроводов с оптимизированными магнитными свойствами для компенсации нулевых гармоник.

Правильно выбранная конструкция силового трансформатора позволяет обеспечить фильтрацию и подавление гармонических составляющих на уровне источника, что повышает электромагнитную совместимость всей системы.

В условиях развития цифрового проектирования и моделирования актуальным становится применение цифровых моделей электромагнитных процессов в системах «электросеть-трансформатор - ВИП». Такие модели позволяют не только оценить уровень электромагнитных искажений, но и оптимизировать параметры трансформатора для достижения требуемых характеристик ЭМС.

Исследование, направленное на разработку и обоснование параметров специального питающего трансформатора для вакуумной индукционной печи, представляет собой актуальную научную задачу, имеющую как теоретическое, так и прикладное значение.

**УДК 004.891.2**

**Бондарчук О.В., к.т.н., Дерушко Е.А., магистрант**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

## **СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ АВТОНОМНОСТИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК II КАТЕГОРИИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Современный агропромышленный комплекс представляет собой совокупность высокотехнологичных производств с непрерыв-

ными и зачастую необратимыми технологическими циклами. Функционирование систем жизнеобеспечения, микроклимата, автоматизированных линий переработки продукции значительно зависит от бесперебойности и качества электроснабжения [1].

К числу таких систем в АПК, согласно [2], на крупных животноводческих и птицеводческих комплексах относят: отопительно-вентиляционные системы в свинарниках для поросят-отъемышей и в птичниках, водозаборные сооружения в автоматических системах поения и освещения в птицеводческих помещениях, системы локального обогрева цыплят в первые 20 суток, системы инкубации яиц и сортировки цыплят. Отключение электроэнергии на срок свыше 10-15 минут приводит к резкому ухудшению параметров микроклимата (температура, влажность, концентрация аммиака и сероводорода), что вызывает тепловой стресс, асфиксию и массовый падеж поголовья.

Ввиду применения в технологических процессах микропроцессорной техники, возникает необходимость в обеспечении регистрации и хранения в энергонезависимой памяти достоверных, хронологически связанных данных за весь период работы, предоставление информации о работе основного коммутационного оборудования; защит и автоматики; охранных датчиков и систем; информации фиксирующих приборов и приборов определения места повреждения; пожарной автоматики. Также такие устройства и системы, как правило, должны быть интегрированы в систему автоматизации с использованием цифровых интерфейсов. А средства автоматизации должны быть оснащены источником резервного электропитания, обеспечивающим работу всех технических средств в течение двух часов после исчезновения основного питания [2].

В качестве основных средств для технологической связи должны использоваться средства УКВ (ультракоротких волн) радиосвязи между ремонтными бригадами, а также между бригадами и отдельными электромонтерами.

Автономность работы перечисленных систем можно решить применением ДГУ с источником бесперебойного питания (ИБП) и разработкой системы АВР.

Использование дизель-генераторных установок (ДГУ) на объектах АПК II категории для подключения вышеперечисленных

систем, представляет собой не просто установку аварийного источника, а создание комплексной инженерной системы.

При пропадании или недопустимом ухудшении качества электроэнергии в сети ВЛ-0,38 кВ ДГУ автоматически принимает на себя всю расчетную нагрузку электроприемников I категории. При этом обеспечивает надежный пуск всех агрегатов без падения напряжения и частоты, приводящей к срабатыванию защит. А для покрытия временного интервала между отключением основной сети и выходом ДГУ на номинальный режим (как правило, 10-60 секунд) ДГУ работает в связке с ИБП статического или динамического типа. ИБП обеспечивает питание наиболее ответственных систем управления, контроллеров и аварийной сигнализации. АВР является управляющим центром системы, пример которой описан в [3].

При расчетах мощности ДГУ учитываются потери мощности в сетях и на собственные нужды ДГУ. Общая расчетная максимальная мощность нагрузки рассчитывается по формуле:

$$P_{\max.} = k_{C1} P_{\text{эд.}} + k_{C2} P_{\text{нагр.}} + k_{C3} P_{\text{осв.}} + k_{C4} P_{\text{др}} \dots, \quad (1)$$

где  $P_{\text{эд.}}$  – мощность, потребляемая электродвигателями;

$P_{\text{нагр.}}$  – мощность, потребляемая устройствами электронагрева;

$P_{\text{осв}}$  – мощность, потребляемая устройствами освещения;

$P_{\text{др.}}$  – мощность, потребляемая другими устройствами;

$k_{C1}, k_{C2}, k_{C3}, k_{C4}$  – коэффициенты спроса для оборудования с электродвигателями, устройств электронагрева, освещения, иных приборов.

Максимальная расчетная нагрузка в этом случае составит, кВт:

$$P_{\max. \text{ расч.}} = P_{\max} \cdot k_{\text{пот.}} / k_{\text{с.н.}}, \quad (2)$$

где  $k_{\text{пот}}$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сетях. До 250В  $k_{\text{пот}} = 1,1$ ; до 500 В  $k_{\text{пот}} = 1,05$ ;

$k_{\text{с.н.}}$  – коэффициент, учитывающий расход электроэнергии на собственные нужды ДГУ,  $k_{\text{с.н.}} = 0,95 \dots 0,97$ .

Величина снижения номинальных рабочих характеристик генератора переменного тока определяется величинами коэффициентов:  $k_1=1$ , зависящий от температуры (абсолютная максимальная температура воздуха +36 °С);  $k_2=1$ , зависящий от высоты над уровнем моря (до 1000 м),  $k_3=1$ , зависящий от  $\cos\varphi$  ( $\cos\varphi=0,84$ ). Тогда:

$$P_{\text{max. расч.}} = P_{\text{max. расч.}} / k_1 \cdot k_2 \cdot k_3. \quad (3)$$

Для получения расчетной мощности нагрузки в кВА:

$$S_{\text{max. расч.}} = P_{\text{max. расч.}} / \cos\varphi, \quad (4)$$

По величине расчетной мощности  $P_{\text{max. расч.}}$  (или  $S_{\text{max. расч.}}$ ) из соответствующих таблиц предварительно выбирается ДГУ так, чтобы ее мощность несколько превышала расчетную мощность.

Экономические затраты на приобретение, монтаж и интеграцию ДГУ в инфраструктуру предприятия многократно окупаются при первом же серьезном отключении централизованного электропитания, предотвращая прямые и косвенные убытки.

### Список используемой литературы

1. Электроустановки. Правила технической эксплуатации : ТКП 181-2023 (33240). – Введ: 27.11.2023 (с отменой ТКП 181-2009). – Минск : Минскэнерго, 2024. – 344 с.
2. Сети электрические распределительные сельские напряжением 0,38–10 кВ. Правила технологического проектирования : ТКП 385-2022 (33240). – Введ: 12.05.2022 (с отменой ТКП 385-2012). – Минск : Минскэнерго, 2022. – 65 с.
3. Бондарчук, О. В. Разработка системы АВР для электроприемников I категории на объектах II категории надежности электроснабжения / О. В. Бондарчук, Е.А. Дерушко, А.В. Брилевский, Д.В. Крокан // Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение : материалы I Международной научно-практической конференции / (Минск, 6-7 июня 2024 г.) / ред.кол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2024. – С. 261–264.