

ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 – 0,4 КВ АГРОКОМПЛЕКСОВ

Давыденко Марина Евгеньевна

магистрант,

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
308000, Россия, г. Белгород

Аннотация

В работе, на основе расчетных исследований, анализируются методики расчета потерь активной мощности и энергии с применением компьютерных программ расчета установившихся режимов и методика, предложенная Минэнерго России. На примере системы электроснабжения агрокомплекса показано, что в зависимости от нагрузки потребителей результаты расчета указанных потерь могут значительно отличаться. Предлагается использовать цифровые технологии для объективной оценки потерь мощности и энергии в системах электроснабжения.

Abstract

The paper analyzes on the basis of computational research methods of calculating the losses of active power and energy using computer programs for calculating steady-state modes and proposed by the Ministry of Energy of Russia. Using the example of the power supply system of the pig complex, it is shown that the results of the calculation of these losses can differ significantly, depending on the load of consumers. It is proposed to use digital technologies for an objective assessment of power and energy losses in power supply systems.

Ключевые слова: системы электроснабжения; потери активной мощности и энергии; расчет установившегося режима; погрешности расчета потерь в сетях.

Keywords: power supply systems; loss of active power and energy; calculation of the steady state; errors in the calculation of losses in the networks.

Сельское хозяйство, являясь одним из приоритетных направлений социально-экономического развития России, определяет продовольственную безопасность страны [1]. В тоже время сельское хозяйство - крупный потребитель топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), который израсходовал, по данным Росстата, от всей потребленной в 2017 г. электроэнергии в России, равной 1039,9 млрд. кВт.ч [2, с. 4], около 19 млрд. кВт.ч (причем 15 млрд. кВт.ч потреблялось предприятиями животноводства и переработки продуктов животноводства) [3, с. 6].

В соответствии с программами развития сельскохозяйственного производства и улучшения социально-бытовых условий, к 2030 г. прогнозируется рост потребления электроэнергии на 35-40% [3].

Сельскохозяйственные предприятия (СХП), как потребители электрической энергии, характеризуются особенностями отрасли, видом деятельности и мощностью производства. Энергоэффективность СХП во многом определяется эффективностью их систем электроснабжения.

Все СХП РФ можно классифицировать: *по виду деятельности* – аграрные (занимающиеся только производством с/х продукции) и агропромышленные (имеющие собственную переработку с/х продукции); *по отрасли сельского хозяйства* – растениеводства (включающие полеводство, кормопроизводство, овощеводство, садоводство и т.п.), животноводства – (включающие скотоводство, свиноводство, птицеводство, овцеводство, коневодство и т.п.); *по суммарной установленной мощности электроприемников* $\Sigma P_{\text{уст}}$ - малой мощности ($\Sigma P_{\text{уст}} \leq 1$ МВт), средней мощности ($1 \text{ МВт} < \Sigma P_{\text{уст}} \leq 5$ МВт), крупные ($\Sigma P_{\text{уст}} > 5$ МВт).

Почти половина всей электроэнергии, используемой в животноводстве, расходуется на освещение, обогрев и облучение. Для освещения используются лампы накаливания, светодиодные и газоразрядные, устанавливаемые в светильники различного исполнения в зависимости от конкретных условий применения.

Большинство машин, агрегатов, электродвигателей и другого электрооборудования связаны с силовыми стационарными процессами, потребляющими основную часть используемой в животноводстве электроэнергии. К ним относят процессы по обслуживанию животных на фермах. Значительное количество электроэнергии потребляют тепловые процессы на животноводческих фермах, где электроэнергия используется для приготовления горячей воды, производства пара, тепловой обработки кормов, технологического оборудования и посуды, создания микроклимата, для производства, переработки и хранения готовой продукции.

К новым областям использования электроэнергии в сельском хозяйстве можно отнести такие области, как робототехника и электроника.

Основными потребителями электроэнергии в крупных животноводческих предприятиях являются электроприводы различных механизмов, машин и поточных линий, а также систем вентиляции и микроклимата. Большинство из этих технологических агрегатов снабжены электроприводами и системами управления и имеют установленную мощность электрооборудования до 60 кВт.

В большинстве своем сельскохозяйственные потребители получают электроэнергию из общенациональной электрической сети. В качестве резервных источников электроэнергии на животноводческих комплексах

применяются передвижные и стационарные дизельные электростанции, расширяется применение ветро-, био- и солнечных электрических установок и микрогидроэлектростанций.

Из изложенного видно, в животноводческой отрасли сельского хозяйства работает большое количество разнообразного электрооборудования. Преимущественную часть составляют электроприводы, осветительные и нагревательные установки, электрические аппараты и комплектные устройства для распределения и преобразования электроэнергии целевого назначения - шкафы, устройства и пульта для управления агрегатами, поточными линиями, цехами, фермами, предприятиями.

В агрокомплексах с поголовьем животных около 3 тысяч по данным [4, с. 82] на производство 1 ц продукта требуется около 412,9 кВт.ч электрической энергии. Если же обогрев животных выполняется по электротехнологиям (например, ИФО), то электроэнергии потребуется вдвое больше. Таким образом, стоимость электроэнергии достигает в себестоимости 18 – 20% от продукции агрокомплексов. Учитывая, что за последние годы тарифы на электроэнергию возросли в 3 – 5 раз и эта тенденция сохраняется, то увеличение рентабельности агрокомплексов в значительной степени будет зависеть от снижения потерь электрической энергии в распределительных сетях этих хозяйств.

Рассмотрим количественные оценки эффективности инновационных технологий передачи электрической энергии по сетям 0,4 – 10 кВ, которые возможно применить в распределительных сетях агрокомплексов, на примере существующей системы электроснабжения, обеспечивающей электроэнергией агрокомплекс на 3 тыс. голов в Белгородской области.

Для эффективной разработки плана тех или иных мероприятий, позволяющих снизить потери активной мощности и энергии в распределительной сети агрокомплекса необходимо на основе анализа годового графика потребления электрической энергии электроприемниками комплекса выполнить наиболее точно расчет потерь электрической энергии и активной мощности в электрооборудовании его системы электроснабжения.

На Рис. 1. приведен годовой график потребления электрической энергии агрокомплексом.



Рис. 1. Диаграмма полной мощности агрокомплекса по месяцам

Диаграмма показывает, что основная электрическая нагрузка агрокомплекса приходится на осенне-зимний период, когда требуется обогрев животных, размораживание и приготовление кормов и значительное время работы осветительных установок.

Схема электроснабжения агрокомплекса представлена на Рис. 2.

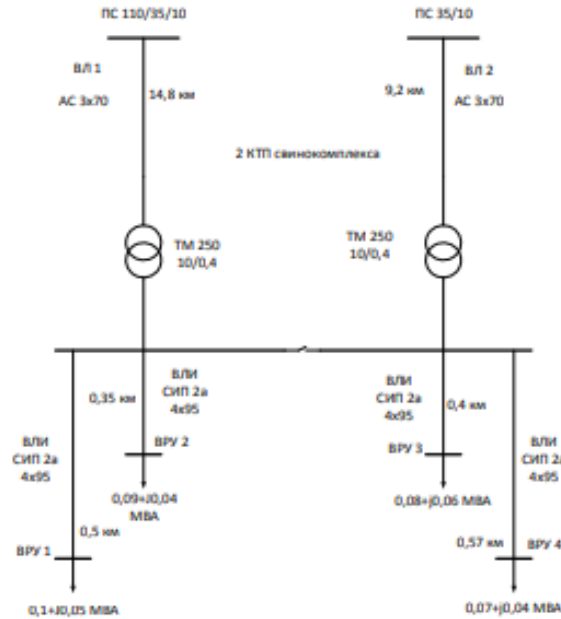


Рис. 1. Схема электроснабжения агрокомплекса для режима максимальной нагрузки

Выполним расчет потерь активной мощности и энергии в системе электроснабжения агрокомплекса, используя компьютерную программу расчета установившегося режима RS-3 [8], и проведем такой же расчет по методике, рекомендованной приказом Минэнерго [9] и соответствующей инструкции [10]. В нормальном установившемся режиме секционный разъединитель на стороне низкого напряжения 2 КТП разомкнут и каждая секция обеспечивает электроэнергией лишь потребителей, подключенных к ней. Для расчета установившегося режима элементы системы электроснабжения были представлены своими общепринятыми типовыми схемами замещения. На Рис. 3 приведена диаграмма расчета потерь активной мощности в системе электроснабжения агрокомплекса при различной электрической нагрузке. Сравнительные результаты расчета потерь мощности и энергии при точном расчете и при использовании приближенной методики Минэнерго для такого расчета показаны в табл. 1. Эти результаты показывают, что методика Минэнерго занижает фактические потери мощности и энергии в системе электроснабжения даже в такой небольшой по количеству электрооборудования системе электроснабжения. Причем, чем больше электрическая нагрузка потребителя, тем выше и погрешность, достигающая для зимних месяцев 17,9 %.

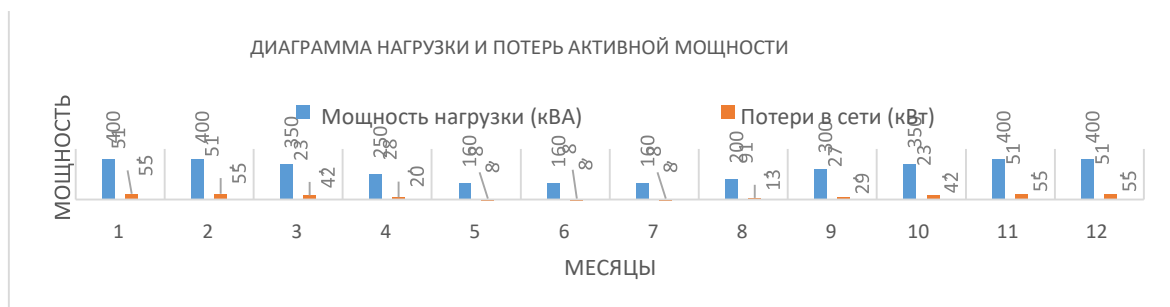


Рис. 2. Диаграмма нагрузки и потерь активной мощности в системе электроснабжения агрокомплекса по месяцам, выполненная на основе программы расчета установившихся режимов RS-3 [8]

В то же время для летних месяцев, когда нагрузка агрокомплекса снижается, погрешность в расчете потерь активной мощности составила лишь 2,6%.

**ПОТЕРИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
СВИНОКОМПЛЕКСА, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО РАЗЛИЧНЫМ МЕТОДИКАМ**

Расчет по программе установившегося режима RS-3							
Потери мощности и энергии	Месяцы года						
	1	2	3	4	5	6	Обще годовые для энергии
Потери мощности в каждом указанном месяце, кВт	51	23	27	28	91	80	
Потери энергии за все указанные месяцы, кВт.ч	159868,8	62838,24	21074,4	14601,6	10349,04	19430,4	288162,5
Расчет потерь по методике, рекомендованной приказом Минэнерго [9]							
Потери мощности в каждом указанном месяце, кВт	56	04	98	81	22	57	
Потери энергии за все указанные месяцы, кВт.ч	130883,4	53628,7	18704,2	13547,1	9835,9	18914,8	245514,1
Отличие в %	9	6	2	2	0	6	8

Погрешность в годовом расчете потерь активной энергии вышла значительной и составила 14,8 %.

При всех режимах электрической нагрузки, если пользоваться методикой расчета потерь, рекомендованной в [10], потребитель получит потери, значительно меньше фактических и не будет стараться их снизить. Однако счетчики на стороне отпуска электроэнергии будут учитывать фактические потери, которые придется оплачивать.

С точки зрения электроснабжающей организации расчет потерь по методике Минэнерго также не стимулирует заниматься снижением этих потерь.

При переходе к цифровой энергетике не сложно в интеллектуальные элементы систем электроснабжения добавить контроллеры для расчета фактических потерь электроэнергии с любой степенью дискретизации по времени и получить объективную характеристику о величинах потерь мощности и энергии в любой временной интервал.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 2 февраля 2015 г. №151-р «Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года»
2. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2017 году. Системный оператор ЕЭС. 37 с. URL: www.so-ups.ru (дата обращения 19.12.2018)
3. Рошин, О.А. Обзор систем электроснабжения сельских потребителей / О.А. Рошин // Инновации в сельском хозяйстве, 2012. –№ 2, с. 2-9.
4. Цой Л.М. Экономическая эффективность ресурсосбережения при производстве продукции свиноводства. Ежеквартальный научный журнал Вестник ВНИИМЖ № 2(22) – 2016, с. 80-86
5. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 9-ый выпуск. – Новосибирск. Сиб. универ. изд-во, 2008, 854 с.
6. VL 12 Выключатель вакуумный 10 кВ. Руководство по эксплуатации. АО «ПО Элтехника», СПб, 2014, 25 с.
7. Сопротивление элементов схемы замещения в сети 0,4 кВ. https://raschet.info/view_post.php?id=222#8 (дата обращения 12.01.2019)
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013613725. Программа расчета установившегося режима электрической системы (RS-3). Авт.: А.А. Виноградов, Г.С. Середин. Зарегистрировано 13.04.2013.
9. Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. N 326 "Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям" (с изменениями и дополнениями). Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/195516/#ixzz5dW5gdtH3>
10. Инструкция по организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям (утв. приказом Минэнерго РФ от 30 декабря 2008 г. N 326). Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/195516/#ixzz5dW5zoNzc> **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**