

Количество водяных паров в составе смеси:

$$\frac{0,307 \cdot 18}{1,307} = 4,2 \text{ кг}$$

Из расчетов получено, что для обеспечения в генераторе температуры 1000 °С вдуваем паровоздушную смесь состоящую из пара 0,121 долей и воздуха 0,879. При этом считается, что реакция горения угля и в чистом воздухе, и с водяным паром идет до конца.

Исходя из того, что у природного газа обычно выше теплота сгорания по сравнению с генераторным газом, полученным при любой технологии, для замены одного кубического метра (м³) природного газа требуется несколько м³ генераторного газа. Коэффициент замены - это количество генераторного газа, необходимое для выделения такого же количества теплоты при сгорании, что и 1 м³ природного газа, определяется как отношение теплоты сгорания природного газа к теплоте сгорания генераторного газа:

$$K_{\text{зам}} = \frac{Q_{\text{н}}^{\text{p}}(\text{пр})}{Q_{\text{н}}^{\text{p}}(\text{ген})} = \frac{37584}{25367} = 1,48$$

где $Q_{\text{н}}^{\text{p}}(\text{пр})$ - теплота сгорания природного газа САЦ, кДж/м³;

$Q_{\text{н}}^{\text{p}}(\text{ген})$ - теплота сгорания генераторного газа, вычисляемая в зависимости от его состава, кДж/м³.

Список использованных источников

1. Шиллинг Г-Д., Бонн Б., Краус У. Газификация угля. Москва: Недра, 1986. - 175 с.
2. Алешина А.С., Сергеев В.В. Газификация твердого топлива: учебное пособие. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 202 с.
3. Филиппов С.П., Кейко А.В., Газификация угля: на перепутье. технологические факторы. 2021 г. Институт энергетических исследований РАН.
4. Newby R.A. Catching sulfur early- in situ processes/ Modern Power Systems.- 1990.- vol.10, №4.- P.25,27,29,31.
5. Бесков С.Д. Техно-химические расчеты. Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1962. – 467 с.
6. Бирюков А.Б., Дробышевская И.П., Рубан Ю.Е. Сжигание и термическая переработка органических топлив. Твердое топливо. Учебное пособие. - Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2014. – 232 с.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

¹Умаров Диас Нурланович, ²Жантлесова Асемгуль Бейсембаевна
diasumarov123@gmail.com

¹Магистрант 7М07118 - Электроэнергетика, кафедры “Электроэнергетика”
ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

²Ст. преподаватель, доктор Phd кафедры “Эксплуатация электрооборудования”
КАЗТИУ им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан

Аннотация. В данной статье были собраны данные потерь электрической энергии по Республики Казахстан. Данная тема является актуальной, так как проводятся исследования и предлагаются всевозможные технические решения этой проблемы. Был сделан анализ

повышения эффективности системы электроснабжения за счет снижения потерь электроэнергии. Рассматриваются различные виды потерь электрической энергии, методов измерения данных потерь электроэнергии. Акцентируется внимание на коммерческие потери в системах электроснабжения сети напряжения 0,4-10 кВ.

Ключевые слова: эффективность системы электроснабжения, потери электрической энергии, система контроля и учета, снижение потерь.

В современном мире проблема, связанная с потерями электроэнергии является актуальной и привлекает всё больше внимания в связи с быстрым развитием технологий и увеличением энергопотребления.

Рассмотрев различные виды потерь электроэнергии, причины их возникновения и последствия, которые они несут за собой, могут помочь в решении их снижения. Что впоследствии может привести к более стабильному и эффективному электроснабжению, а также быть важным аспектом в достижении цели по устойчивому развитию и снижению воздействия на окружающую среду. Поэтому дальнейшее рассмотрение данной темы покажет более углубленное восприятие актуальности и многогранности данной проблемы.

Система электроснабжения подразумевает собой взаимодействие совокупности электроустановок. Которые объединены общим процессом генерации, преобразовании, передачи, распределения и потребления электрической энергии. В [1] авторы описывают важность темы надежности и эффективности электроснабжения. Проведя анализ, можно выделить то, что эффективность системы электроснабжения представляет собой надежное и стабильное снабжение электрической энергией потребителей с минимальными потерями электрической энергии при ее передаче и распределении, а также способность системы электроснабжения работать в рамках заданных параметров.

Всем известно, что при перемещении электрической энергии расходуется некоторое количество энергии, которая совершает полезную работу по доставке электроэнергии от источника к потребителям. И тем самым затрачиваемая энергия является потерями электроэнергии. Полностью избавиться от них является довольно сложной задачей, но возможность их уменьшения может позволить повысить эффективность системы электроснабжения. Ученые называют такие виды потерь - фактическими. Так в [2] Железко Ю.С описывает основные виды потерь электроэнергии, таковыми являются технологические и коммерческие снижение которых может повлиять на эффективность системы электроснабжения. В технологические входят: технические, на собственные нужды подстанций, потери из-за погрешностей измерения приборов учета электрической энергии и коммерческие потери. Нагрузочные потери которые входят в состав технических, где при прохождении электрического тока через проводник происходит преобразование некоторого количества электрической энергии в тепло в проводах, силовых трансформаторах, двигателях и др. Другие виды потерь входящие в ту же группу это потери холостого хода и климатические. Первые это те, которые постоянны и не зависят от нагрузки, в трансформаторах и компенсирующих устройствах и др. А вторые это из-за погодных условий, например на корону в линиях воздушной передачи напряжением 110 кВ и выше, на плавку гололеда на проводниках и утечки тока по изоляторам. С расходом на собственные нужды подстанции, которые вызваны снабжением электроэнергией электроприемников и ремонт электрооборудования. И последний вид потерь входящий в группу технических потерь это потери из-за погрешностей измерения приборов учета электрической энергии, таких как трансформатор тока и напряжения и т.п. Отдельно рассматривают коммерческие потери, которые связаны с тем что они возникают, например, из-за хищения электроэнергии или неверно переданными потребителями показаний счетчиков учета электроэнергии в соответствующие организации.

За период развития и исследований в современной электроэнергетике было разработаны методы по измерению и расчетам потерь электрической энергии. В [3] Садовская А., отмечает методы расчета потерь в электрических сетях 0,4 кВ. Рассматривая

такие методы расчета потерь электроэнергии на основе полных схем и обобщенных данных электрических сетей, а также измеренных максимальных потерь напряжения в линии. Используя первый метод для расчетов, есть необходимость в том, что нужно знать схемы линий 0,4 кВ и отпускаемую энергию с шин трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ. Также нужно знать информацию о потреблении электроэнергии крупных потребителей и бытовых абонентов. В случае бытовых потребителей, то информация о потреблении предоставляется из данных об оплате, включая нюансы в виде поздней оплаты, неверных данных о потреблении или расчетов средней нагрузки. Используя второй метод, его суть заключается в расчетах потерь электроэнергии по формулам, исходя их обобщенных характеристик линий напряжением 0,4 кВ и части энергии, которая потребляется шинами ТП. Суть третьего метода заключается в определении потерь электрической энергии - из измеренных показаний приборов максимальных потерь напряжения с помощью выражения из формул потерей мощности в потери электрической энергии в сетях 0,4 кВ. Также хотелось бы выделить одно из особенных технических решений, как автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП). Данные системы используются повсеместно в современных цифровых подстанциях, которые технически оснащены хорошо, с большим количеством оборудования и направлены на автоматизацию и оптимизацию системы учета и контроля электрической энергии в системе электроснабжения.

В работе [4] авторы рассматривают основные виды потерь и мероприятия по их снижению в городских электрических сетях города Петропавловск. В статье авторы приводят расчеты по потерям электрической энергии, и делают выводы, что большинство потерь происходят в линиях и трансформаторах, от общей доли потерь (69,4 % и 23,5 % соответственно) [4]. И исходя из этого предполагают, что нужно проводить такие мероприятия, как реконструкция электрических сетей напряжением 0,4 кВ, повышения коэффициента загрузки трансформатора, а также внедрить и провести замену на электронные счетчики учета потребления электроэнергии. Проведя анализ, данной статьи можно отметить, что предлагаемыми решениями по снижению потерь электрической энергии связаны с модернизацией электрических сетей, их реконструкции и в современном техническом оборудовании с минимальным собственным потреблением электрической энергии.

Преимуществами от снижения потерь электроэнергии для потребителей являются: снижение стоимости электроэнергии, за счет снижения затрат на производство и передачу электрической энергии по электрическим сетям; снижения угрозы парникового эффекта для окружающей среды; снижению вероятности возникновения аварийных ситуаций, отключений и сбоев в работе оборудования. Для энергетических компаний свойственны следующие виды преимуществ: экономия энергетических ресурсов, за счёт снижения потерь электроэнергии при производстве и передаче электрической энергии; снижение затрат на потери, повышает прибыльность компании; улучшение эффективности системы электроснабжения и ее производительности, что также может иметь другой эффект как повышение репутации и конкуренции на энергетическом рынке, что ставит вопрос внедрении ВИЭ и других источников энергии. В таблице представлены данные о потерях электроэнергии в 5 городах Казахстана, находящихся в разных регионах по ежегодным отчетам региональных электросетевых компаний [6-17].

Таблица 1 - Технические потери (фактические потери) исходя из отчетов предоставленных РЭК данных регионов.

Технические потери, %									
Город \ Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Кызылорда	15,7	14,62	15,41	15,2	15	14,8	14,7	14,7	14,65

Актобе	15,30	14,68	14,93	12,78	12,66	-	-	-	-
Астана	-	12,29	12	11,4	10,6	9,88	10,78	9,86	9,90
Петропавловск	10,17	9,7	9,1	8,4	8,36	7,83	7,72	7,21	-
Алматы	-	-	-	14,78	13,01	12,53	12,60	11,92	-

Исходя из информации, представленной в таблице 1 можно проследить тенденцию, что за последние 9 лет касательно потерь электроэнергии произошли положительные изменения во всех вышеуказанных регионах. Так, в городе Кызылорда располагающимся на юге Казахстана в период с 2014 по 2022 год размер технических потерь снизился с 15,7 до 14,65%. Исходя из данных в таблице 2, видно, что получилось сократить величину коммерческих потерь с 2014 по 2019 год с показателя в 4,82 до 0,15 процента [6-10]. К сожалению, данные по коммерческим потерям предоставлен только в отчетах [6-10] по Кызылординской распределительной электросетевой компании (КРЭК). Таких результатов получилось достичь благодаря следующим действиям, как реконструкции воздушных линий, модернизации приборов учета электроэнергии, подключения к АСКУЭ и др.

Таблица 2 - Коммерческие потери исходя из отчетов предоставленных РЭК данного региона

Коммерческие потери, %									
Город \ Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Кызылорда	4,82	4,64	2,07	2,04	-	0,15	-	-	-

В заключении хотелось бы отметить то, что в настоящее время данная проблема играет ключевую роль, ведь ее решение приводит к снижению общей энергоэффективности и энергосбережению системы. Оценив каждый аспект по отдельности можно прийти к выводу, что снижение потерь должно привести к экономии средств и повышению конкурентоспособности энергетического рынка; обеспечит потребителей более надежным и доступным электроснабжением, а также перейдя к эффективному использованию электроэнергии снижаются объемы выбросов, что положительно сказывается на экологии окружающей среды. Учитывая все вышеперечисленные факторы, проблема, связанная с потерями электроэнергии значительно поможет в улучшении эффективности и энергосбережению системы электроснабжения. Исходя из этого, решение заключается в комплексном подходе, включающем внедрение инновационных технологий, оптимизацию инфраструктуры и модернизацию оборудования. Это единственный способ гарантировать потребителям устойчивое, эффективное и экологически чистое энергоснабжение.

Список использованных источников

1. Папков Б. В., Илюшин П. В., Куликов А. Л. Надёжность и эффективность современного электроснабжения. – 2021.
2. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. М.: ЭНАС, 2009. С. 56.
3. Садовская А. О потерях электроэнергии в электрических сетях 0,4 кВ //Энергетика (Казахстан). – 2013. – №. 2. – С. 22.

4. Беляев П. В., Кашевкин А. А., Габдулхаков Р. Р. Снижение потерь электроэнергии в городских электрических сетях //Динамика систем, механизмов и машин. – 2014. – №. 1. – С. 206-209.

5. Тигров Д. В. Анализ внедрения автоматической системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) с целью снижения потерь //Вестник магистратуры. – 2022. – №. 2-2 (125). – С. 29.

6. Отчет о деятельности АО «Кызылординская распределительная электросетевая компания» по предоставлению услуг по передаче и распределению электрической энергии за 2017 год.

7. Ежегодный отчет о деятельности АО «Кызылординская распределительная электросетевая компания» по предоставлению услуг по передаче электрической энергии за 2018 год.

8. Отчет Об исполнении утвержденной тарифной сметы, об исполнении утвержденной инвестиционной программы, о соблюдении показателей качества и надежности регулируемых услуг и достижения показателей эффективности деятельности АО «Кызылординская распределительная электросетевая компания» по предоставлению услуг по передаче электрической энергии за 2019 год.

9. Отчет о деятельности АО «КРЭК» за 1-полугодие 2021 г.

10. Отчет о деятельности АО «КРЭК» за 1-полугодие 2022 г.

11. Отчет о деятельности АО «Астана - Региональная Электросетевая Компания» По предоставлению услуг по передаче и распределению электрической энергии перед потребителями и иными заинтересованными лицами за 2016г.

12. Отчёт об исполнении тарифной сметы АО "Астана-РЭК" на услуги по передаче электрической энергии к предельному уровню тарифа за 2019 год.

13. Ежегодный отчет о деятельности ТОО «Энергосистема» по предоставлению услуг по передаче и распределению электрической энергии перед потребителями и иными заинтересованными лицами за 2015 год.

14. Информация к ежегодному отчету о деятельности ТОО «Энергосистема» по предоставлению услуг по передаче электрической энергии за 2017 год.

15. Информация к ежегодному отчету о деятельности ТОО «Энергосистема» по предоставлению услуг по передаче электрической энергии за 2018 год.

16. Информация деятельности субъектами об исполнении утвержденной инвестиционной программы на 2016-2020 год по итогам естественных монополий 1-го полугодия 2020 года АО "Алатау Жарық Компаниясы" передача и распределение электрической энергии.

17. Ежегодный отчет АО «Алатау Жарық Компаниясы» (далее АЖК) о деятельности по предоставлению услуг по передаче и распределению электрической энергии за 2017г.

18. Годовой отчет о деятельности АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» за 2014 год.

19. Годовой отчет о деятельности АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» за 2015 год.

20. Годовой отчет о деятельности АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» за 2016 год.

21. Годовой отчет о деятельности АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» за 2017 год.

22. Годовой отчет о деятельности АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» за 2018 год.

23. Годовой отчет о деятельности АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» за 2019 год.

24. Годовой отчет о деятельности АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» за 2020 год.

25. Годовой отчет о деятельности АО «СЕВКАЗЭНЕРГО» за 2021 год.