

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
«НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»**



НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ:

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ

**СБОРНИК СТАТЕЙ IX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
СОСТОЯВШЕЙСЯ 30 НОЯБРЯ 2022 Г. В Г. ПЕНЗА**

**ПЕНЗА
МЦНС «НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ»
2022**

УДК 001.1
ББК 60
НЗ4

Ответственный редактор:
Гуляев Герман Юрьевич, кандидат экономических наук

НЗ4

НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ: сборник статей IX Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2022. – 200 с.

ISBN 978-5-00173-560-1

Настоящий сборник составлен по материалам IX Международной научно-практической конференции **«НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ»**, состоявшейся 30 ноября 2022 г. в г. Пенза. В сборнике научных трудов рассматриваются современные проблемы науки и практики применения результатов научных исследований.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов, студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законодательства об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

Полные тексты статей в открытом доступе размещены в Научной электронной библиотеке **Elibrary.ru** в соответствии с Договором №1096-04/2016К от 26.04.2016 г.

УДК 001.1
ББК 60

© МЦНС «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022
© Коллектив авторов, 2022

ISBN 978-5-00173-560-1

УДК 621.311

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

КУЗНЕЦОВА ЕЛЕНА СТЕПАНОВНА,

к.т.н., доцент

ЩУПОВ МАКСИМ ДМИТРИЕВИЧ,

ДОЛГИХ РОМАН ВАЛЕРЬЕВИЧ,

КАЧУРИН АЛЕКСЕЙ СЕРГЕЕВИЧ

магистры

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия

Аннотация: рассмотрены основные показатели качества электроэнергии на угольных разрезах. Соответствие или не соответствие показателей качества электроэнергии в сетях, к которым подключены электроприёмники разреза, на какой-либо момент времени напрямую зависит от электромагнитной обстановки системы. Предложены меры для улучшения параметров качества электроэнергии.

Ключевые слова: показатели качества, угольный разрез, пусковые токи, колебания напряжения, колебания частоты, электротолкатель, экскаватор, трансформатор, высшие гармоники.

ANALYSIS OF ELECTRICITY QUALITY PARAMETERS IN COAL MINES

Kuznetsova Elena Stepanovna,

Shchupov Maxim Dmitrievich,

Dolgikh Roman Valerievich,

Kachurin Alexey Sergeevich

Abstract: The main indicators of the quality of electricity in coal mines are considered. Correspondence or non-compliance of power quality indicators in the networks to which the electric receivers of the mine are connected at any point in time directly depends on the electromagnetic environment of the system. Measures are proposed to improve the parameters of power quality.

Key words: quality indicators, coal mine, starting currents, voltage fluctuations, frequency fluctuations, electric pusher, excavator, transformer, higher harmonics.

Характерной особенностью производственных процессов открытых горных работ по вскрышке и добыче угля разреза, электроустановки которого питаются от подстанции 110/35/6 кВ является наличие электроприёмников, ухудшающих показатели качества электроэнергии. Совместная работа в общих сетях разреза изделий электронной техники и устройств электронной техники, ухудшающих параметры электроэнергии делает весьма актуальным вопрос обеспечения соответствия качества электроэнергии нормативам ГОСТ Р 54149-2010 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Соответствие или не соответствие показателей качества электроэнергии в сетях, к которым подключены электроприёмники разреза, на какой-либо момент времени напрямую зависит от электромаг-

нитной обстановки системы. Электромагнитная обстановка создаётся электромагнитной совместимостью подключённых к сетям электроприёмника, ухудшающих показатели качества электроэнергии и от режимов их работы в рассматриваемый период времени.

Причиной отклонений частоты в основном являются пусковые токи мощных электродвигателей переменного тока таких электроприёмников разреза, как экскаваторы ЭШ 6/45 (мощность сетевого электродвигателя 630 кВт), ЭКГ 5А (250 кВт), погрузочный комплекс и водоотлив (мощность двигателей 132÷160 кВт), а также тяжело нагруженные режимы работы тяговых электродвигателей постоянного тока электротолкателя (трогание и торможение груженого состава вагонов (6×120 кВт).

Размах колебаний частоты не должен превышать её указанных допустимых отклонений. Причиной глубоких длительных снижений частоты обычно является дефицитность баланса мощностей или энергоресурсов в энергосистеме. В условиях разреза, это явление может проявиться в условиях интенсивной работы всего парка оборудования со значительным превышением расчётного (проектного) коэффициента спроса.

Отклонения напряжения в распределительной сети приводят к изменению его уровней на отдельных участках. Для создания благоприятных уровней напряжения в сети и у потребителей производится его регулирование. В условиях разреза регулирование уровней напряжения может осуществляться как на трансформаторе подстанции, так и на трансформаторах электроприёмников разреза (трансформаторы собственных нужд ТСН экскаваторов; трансформаторы ПКТП – 6/0,4 кВ и ПКТП – 6/0,23 кВ водоотлива, освещения и пр).

При увеличении нагрузки напряжение трансформаторов увеличивают, а при её уменьшении – понижают.

На возникновение колебаний напряжения влияют режимы работы технологических машин и оборудования. В условиях разреза – это работа экскаваторов с электроприводом рабочих механизмов, пусковые режимы электродвигателей, работа электротолкателя, электросварочных аппаратов, выпрямительных устройств и преобразователей. Для снижения колебаний напряжения необходимо применить такие меры, как:

- уменьшение сопротивления питающих линий;
- использование проводов большего сечения;
- применение конденсаторных батарей;
- приближение к электроприёмников к источникам питания и т.п.).

Причиной появления высших гармоник на разрезе – это в первую очередь электротолкатель с питанием тяговых электродвигателей от тиристорного преобразователя, а также силовые кабельные перемычки постоянного тока в системах «Г-Д» экскаваторов ЭШ 6/45 и ЭКГ 5А; силовые магнитные усилители типа ПДД – 1,5 В с выпрямительными полупроводниковыми мостами в каждом из приводов: подъём, напор (тяга), вращение; трансформаторы собственных нужд экскаваторов, трансформаторы питания установок водоотлива, освещения, сварочные полупроводниковые преобразователи и другое.

Снижение влияния высших гармоник напряжения достигается оптимизацией технических решений по построению схем электроснабжения электроприёмников и в некоторых случаях необходимо применение специальных фильтров (фильтры настраиваются на определённые гармоники и ограждают от них сеть).

Несимметрия трёхфазной системы в условиях разреза может проявляться в основном лишь в аварийных ситуациях: при обрыве или недостаточном (плохом) контакте в одной из фаз (наибольшая вероятность – в высоковольтных токоприёмниках экскаваторов, а также при перегорании плавкой вставки в одном из трёх предохранителей, защищающих трансформатор со стороны первичного напряжения. При несимметричном режиме ухудшается работа электроприёмника и всех элементов сети:

- снижается экономичность и срок службы оборудования;
- уменьшается пропускная способность сети;
- увеличивается расход электроэнергии.

Неуравновешенность напряжения может возникнуть в результате смещения нейтрали трёхфаз-

ной системы, когда возникает несимметрия фазных напряжений при сохранении симметричной системы линейного напряжения.

В условиях разреза неуравновешенность напряжения может иметь место в четырёх проводной сети ВЛ – 0,4 кВ с глухозаземлённой нейтралью, когда нулевой проводник является одновременно и защитным и рабочим.

В условиях разреза это разрешено действующими Правилами для питания электроприёмника на дневной поверхности вне зоны горного отвода, то есть на промплощадках (электрооборудование котельных установок, зданий административно-бытового комплекса, механических цехов, гаражей, ремонтных боксов), угольных складах (освещения зон погрузочно-разгрузочных работ), внешних породных отвалов (освещение зон разгрузки технологического автотранспорта и работы бульдозеров). Основной причиной возникновения неуравновешенности обычно является завышенная нагрузка одной из фаз по отношению к нулевому проводнику, например при использовании глухозаземлённой нейтрали в качестве рабочего проводника для осветительной сети.

Ввиду того, что преобладающая часть электроприёмников разреза относится к электроприёмникам разреза, ухудшающим показатели качества электроэнергии, а также то, что электромагнитная обстановка на разрезе подвержена неблагоприятному воздействию этих электроприёмников в процессе всего цикла производственного процесса, то вследствие этого на разрезе необходимо осуществлять постоянный контроль за качеством электроэнергии.

Причиной возникновения колебаний напряжения в условиях разреза являются в основном совпадения (по времени) пиковых нагрузок (статорных токов) сетевых электродвигателей экскаваторов. Пиковые токи, появляющиеся в статорных обмотках сетевых электродвигателей (напряжение 6 кВ), являются следствием непредсказуемых механических нагрузок на рабочем оборудовании экскаватора (ковша) из-за неоднородности разрабатываемого забоя, когда в разрыхлённой взрывом горной массе неожиданно встречается скалистое включение достаточно большого объёма; при этом зачастую происходит резкое механическое стопорение привода подъёма ковша, и, как следствие этого, импульс напряжения и заметная раскачка частоты. Так как колебания напряжения в электрических сетях распространяются в направлении к шинам низкого напряжения трансформаторов освещения с линейным напряжением 0,23 кВ (ТМЭ – 6/0,23) без заметного затухания, то эти полученные импульсы напряжения в итоге способны вызвать эффект фликера. Поскольку фликеру присуще кумулятивное воздействие на органы зрения человека (в прямой зависимости от размаха колебаний и частоты их повторений), то для решения вопроса о необходимости или ненужности принятия мер по биологической защите людей от неблагоприятного воздействия фликера на их органы зрения, необходимо в некоторых случаях производить измерения с использованием фликерметра. В условиях разреза, как показала практика, кратковременные отклонения частоты не превышают значений 2-3 Гц в сторону уменьшения от значения промышленной частоты. Поскольку неблагоприятный порог фликера меньше 36 Гц, то проводить какие-либо мероприятия по снижению влияния светового восприятия фликера нецелесообразно.

Из всех показателей качества электроэнергии на разрезе наиболее встречаемыми являются импульсное напряжение и колебания напряжения.

В качестве же меры реального снижения импульсов напряжения, как фактора ухудшения ПКЭ, в условиях разреза является качественная подготовка забоя (оптимальная сетка и глубина буровых скважин, правильно рассчитанные массы заряда и его тип).

Все электроприёмники сети разреза подвержены воздействию импульсного напряжения. Все электроприёмники, подверженные воздействию импульсного напряжения или способствующие сами его возникновению, являются электроустановками, ухудшающими электромагнитную совместимость технических средств потребителей разреза и питающей их сети, и, как следствие оказывающими отрицательное влияние на качество электроэнергии.

В условиях разреза импульсное напряжение возникает в силу следующих причин:

- все электроприёмники сети разреза эксплуатируются на открытом пространстве, поэтому подвержены воздействию грозовых атмосферных явлений. Во время грозовых сезонов (май-сентябрь) грозовые импульсы напряжения могут возникнуть от нескольких десятков раз до 1-2 сотен.

- отключение коммутационными аппаратами мощных электроприёмников разреза (ЭШ – 6/45 – 630 кВт; ЭКГ 5А – 250 кВт; ПКТП – 6/400 кВА водоотливов и потребителей промплощадки) влечёт за собой возникновение коммутационных перенапряжений в виде возникающих импульсов. В качестве коммутационных аппаратов на экскаваторах используются масляные и вакуумные выключатели с номинальным током – 630А; в передвижных комплектных трансформаторных подстанциях ПКТП – 6/400 воздушные разъединители типа РВ – 6/400 с номинальным током 400А.

Для полного исключения или уменьшения влияния импульсов напряжения на показатели качества электроэнергии в условиях осуществляются следующие мероприятия:

1) организационные:

- защиты электроприёмников и сетей от прямых показаний молний приняты проектные решения по устройству молниеотводов в необходимых местах.

- сертификация (постоянный контроль) средств грозозащиты; паспортизация вентильных (для защиты электроприёмников) и трубчатых (для защиты ВЛ) разрядников

2) технические:

- техническое обслуживание молниеотводов в соответствии с ПТЭ электроприёмников потребителей. Проведение необходимых испытаний и измерений в полном соответствии с интегральным нормативом ремонтов.

Для постоянного контроля влияния грозового и импульсного напряжения на разрезе используется регистратор импульсов.

Список источников

1. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для студентов высших учебных заведений/Б.И.Кудрин. - М.: Интермет Инжиниринг, 2005. -672 с.: ил.
2. ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» (EN 50160:2010, NEQ).
3. ГОСТ 32145 - 2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»
4. Кузнецова, Е. С. Анализ показателей качества электроэнергии на горно-шахтных предприятиях / Е. С. Кузнецов, О. В. Инжелевская, Е. Н. Топильская // Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов : международная научно-практическая конференция : сборник научных статей. – Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – С. 257-259.