

ческие режимы и источники питания электрофильтров / Л.В. Чекалов // Промышленная и санитарная очистка газов. - 1982. - С. 1-18.

Bibliography (transliterated): 1. Aliev G.M., Gonik A.E. Jelektrooborudovanie i rezhimy pitaniya jelektrofil'trov. Moskva: Jenergija, 1968. 128 p. 2. Boguslavskij L.Z. L.N. Mi-roshnichenko, V.V. Diordijchuk, D.V. Vinnichenko, N.S. Jaroshinskij. Sozdanie maketnyh obrazcov vysokovol'tnogo oborudovanija kompleksnyh sistem jelektrofil'tracii jekologicheski opasnyh promyshlennyh vybrosov. Visnik NTU "KhPI". Serija: Tehnika ta elektrofizika visokih naprug. 2012. No 52 (958). pp. 31-38. 3. Boguslavskij L.Z. V.V. Diordijchuk, L. N. Mirosnichenko, Ju. G. Kazarjan, N. S. Jaroshinskij Vysokovol'tnyj vysokochastotnyj impu'snyj istochnik pitaniya dlja povyshenija jeffektivnosti sistem gazoochistki. Tehn. elektrodinamika. 2012. No 2. pp. 99-100. 4. Sanaev Ju.I. Obespylivanie gazov jelektrofil'trami. Semibratovo: Kondor-Eko. 2009. 170 p. 5. Perevodchikov V.I., Shapenko V.N., Shherbakov A.V., Ka-

linin V.G., Stuchenkov V.M. Istochniki znakoperemennogo, impu'snogo i impu'sno-znakoperemennogo pitaniya jelektrofil'trov. Jelektricheskie stancii. 2003. No 1. pp. 56-61. 6. Shherba A.A., Suprunovskaja N.I. Zakonomernosti povyshenija skorosti narastanija razrjadnyh tokov v nagruzke pri ogranichenii ih maksimal'nyh znachenij. Tehn. elektrodinamika. 2012. No 5. pp. 3-9. 7. Shherba A.A., Suprunovskaja N.I. Sintez jelektricheskikh cepej s emkostnymi nakopiteljami jenerгии v poluprovodnikovyh formirovateljah moshhnyh razrjadnyh impu'sov. Tehn. elektrodinamika. 2014. No 1. pp. 3-11. 8. Diordijchuk V.V. Regulirovanie parametrov istochnikov impu'snogo i postojannogo naprjazhenij pri odnovremennom pitanii jelektrofil'trov. Tehn. elektrodinamika. 2014. No 4. pp. 132-134. 9. Uzhov V.N. Ochistka promy'shlenny'kh gazov e'lektrofil'trami. Moskva: Himia, 1967. 344 p. 10. Chekalov L.V. E'lektricheskie rezhimy i istochniki pitaniia e'lektrofil'trov. Promy'shlennaia i sanitarnaia ochistka gazov. 1982. pp. 1-18

Поступила (received) 05.02.2015

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Богуславский Леонид Зиновьевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, г. Николаев; тел.: (063) 474-60-50; e-mail: boguslavsky@mail.ru.

Boguslavskiy Leonid Zinov'evich – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Senior Researcher, Institute of Pulse Processes and Technologies, Mykolaiv; phone.: (063) 474-60-50; e-mail: boguslavsky@mail.ru.

Диордийчук Виталий Владимирович – младший научный сотрудник Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины, г. Николаев; тел.: (063) 816-17-51; e-mail: redlineone86@gmail.com

Diordiychuk Vitaliy Vladimirovich – Junior Researcher, Institute of Pulse Processes and Technologies, Mykolaiv; phone.: (063) 816-17-51; e-mail: redlineone86@gmail.com

УДК 621.317

О. Ю. ГЛЕБОВ, С. В. КИПРИЧ, Г. М. КОЛИУШКО, А. В. ПЛИЧКО

ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ УРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ

Приведены основные требования нормативных документов, предъявляемые к основной и дополнительной системам уравнивания потенциалов (СУП). Показано, что можно использовать в качестве защитных проводников СУП, их сечение, каким образом прокладывать и выполнять соединение и присоединение защитных проводников. Приведен перечень документов, передаваемых монтажной организацией при передаче электроустановки в эксплуатацию, содержание паспорта на заземляющее устройство (ЗУ) электроустановки. Описаны мероприятия, предназначенные для проверки состояния СУП. Приведены примеры проведения проверок СУП. Сформулированы основные недостатки выполнения СУП. Основной вывод: проверку состояния СУП целесообразно совмещать с проверкой ЗУ и СМЗ.

Ключевые слова: электробезопасность, заземление, уравнивание потенциалов, испытание электроустановок.

Введение. Основными нормативными документами, регламентирующими требования к СУП, являются [1 – 10]. *Основное правило обеспечения электробезопасности* сформулировано в Правилах устройства электроустановок (п. 1.7.54) [1]: «Опасные токоведущие части электроустановки не должны быть доступными для случайного прямого прикосновения к ним, а доступные для прикосновения открытые и сторонние проводящие части не должны быть опасными как в нормальных условиях (эксплуатация электроустановки по назначению и без повреждений), так и в условиях единичного повреждения». Из этого правила следует, что единственным параметром, характеризующим электробезопасность, является напряжение прикосно-

вения.

Уравнивание потенциалов (см. п. 1.7.56 [1]) является одним из средств защиты, предназначенных для предотвращения поражения электрическим током в случае повреждения изоляции, наряду с защитным заземлением, выравниванием потенциалов и др. Указанные средства защиты гальванически соединены между собой, т.е. представляют собой некую единую систему обеспечения электробезопасности. Поэтому проверку (диагностику) систем уравнивания (СУП) и выравнивания (СВП) потенциалов целесообразно совмещать во времени с проверкой заземляющего устройства (ЗУ) и системы молниезащиты (СМЗ). Это в равной степени относится не только к энергетическим

© О. Ю. Глебов, С. В. Киприч, Г. М. Колиушко, А. В. Пличко, 2016

объектам, но и к промышленным, а также к общественным зданиям и сооружениям.

1. Основные нормативные требования, предъявляемые к СУП

1.1 Термины и определения

Защитное уравнивание потенциалов (п. 1.7.38 [1]) – достижение одинакового значения потенциалов проводящих частей путем электрического соединения их между собой.

Защитное выравнивание потенциалов (п. 1.7.37 [1]) – уменьшение напряжения прикосновения и (или) напряжения шага путем укладки в землю или в проводящий пол или на их поверхности проводящих частей, присоединенных к заземляющему устройству, или путем использования специального покрытия земли (пола)

1.2 Общие требования к СУП

Защитное уравнивание потенциалов необходимо выполнять (п. 1.7.78 [1]) в помещениях и открытых установках, использующих такие средства защиты, как автоматическое отключение питания или защитное заземление. В случае осуществления защитного отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ (п. 1.7.80 [1]) доступные прикосновению открытые проводящие части необходимо присоединять к РЕ-проводнику и создавать основную СУП, а при необходимости – также и дополнительную (местную) СУП.

Основная СУП (п. 1.7.84 [1]) должна соединять между собой такие проводящие части: защитные (PEN и PE) проводники электроустановки; заземляющий проводник повторного заземления на вводе в электроустановку; металлические трубы инженерных коммуникаций (водопровод, канализация, теплоснабжение и др.); металлические части строительных конструкций; металлические проводники, заложенные в проводящий пол (земляной, бетонный и др.) для выравнивания потенциалов между полом и открытыми проводящими частями электрооборудования; систему молниезащиты, при ее наличии, если нормативные документы по молниезащите не запрещают присоединять ее к защитному заземлению; металлические части систем вентиляции и кондиционирования; заземляющий проводник функционального заземления, при его наличии, если отсутствуют ограничения на присоединение сети функционального заземления к защитному заземлению; металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Дополнительная СУП выполняется (п. 1.7.85 [1]) если не обеспечены требования по времени защитного отключения питания. Она должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая металлические части строительных конструкций, а также защитные проводники всего электрооборудования.

В каждой электроустановке, в которой выполнена СУП, необходимо (п. 1.7.26 [1]) выполнить главную заземляющую шину (ГЗШ). Если здание имеет несколько отдельных вводов, то ГЗШ необходимо (п. 1.7.27 [1]) выполнять для каждого вводного уст-

ройства, а при наличии встроенных трансформаторных подстанций – для каждой из них.

1.3 Защитные проводники

В качестве защитных проводников СУП можно использовать (п. 1.7.31 [1]):

1) специально предусмотренные для этого проводники: жилы многожильных кабелей и проводов; изолированные или неизолированные проводники, стационарно проложенные и проложенные в ограждающей конструкции (трубе, коробе, лотке) совместно с фазными проводниками линии питания;

2) открытые проводящие части: металлические оболочки и экраны кабелей и проводов; металлические оболочки и опорные конструкции комплектных устройств и шинпроводов, входящих в состав электроустановки напряжением до 1 кВ; металлические короба и лотки электропроводок, если их конструкция допускает такое использование и это указано в документации производителя; металлические трубы электропроводок;

3) некоторые сторонние проводящие части: металлоконструкции зданий и сооружений (фермы, колонны и т.д.); стальную арматуру железобетонных конструкций зданий и сооружений; металлоконструкции производственного назначения (подкрановые рельсы, галереи, площадки, шахты лифтов и подъемников, обрамление кранов и т.д.).

Не допускается использовать в качестве защитных проводников (п. 1.7.33 [1]) такие проводящие части: трубы газоснабжения и другие трубопроводы горючих или взрывоопасных жидкостей и смесей; трубы водоснабжения, канализации и центрального отопления; несущие тросы для тросовой проводки; свинцовые оболочки кабелей и проводов (если это не обосновано расчетами); конструктивные части, которые могут испытывать механические повреждения в нормальных условиях эксплуатации; металлические оболочки изоляционных трубок и трубчатых проводов, металлорукава и т.п.

1.4 Сечение защитных проводников

Сечение проводников основной СУП должно быть не менее: 6 мм² для меди; 16 мм² для алюминия; 50 мм² для стали (п. 1.7.149 [1]).

Сечение проводников дополнительной СУП (п. 1.7.150 [1]) должно обеспечивать проводимость не меньше, чем: в случае соединения двух открытых проводящих частей – проводимость наименьшего из защитных проводников, присоединенных к этим частям; в случае соединения открытой и сторонней проводящих частей – половину проводимости защитного проводника, присоединенного к открытой проводящей части.

Сечение медных проводников дополнительной СУП, которые не входят в состав кабелей или проводов питания и проложенных не в общей ограждающей конструкции с фазными проводниками, во всех случаях должно быть (п. 1.7.139 [1]) не менее чем: 2,5 мм² – при наличии механической защиты; 4 мм² – при отсутствии механической защиты.

1.5 Прокладка защитных проводников

Защитные проводники СУП и РЕ- проводники допускается прокладывать (п. 1.7.141 [1]) в земле, в полу, по краю фундаментов технологических установок и т. п. Не допускается прокладывать в земле неизолированные алюминиевые защитные проводники. В сухих помещениях без агрессивной среды защитные проводники можно прокладывать (п. 1.7.142 [1]) непосредственно по стенам. Во влажных, сырых помещениях, а также в помещениях с агрессивными средами защитные проводники необходимо прокладывать на расстоянии не менее 10 мм от стен.

1.6 Соединения и присоединения защитных проводников

Соединения и присоединения заземляющих и защитных РЕ- проводников, а также проводников СУП и СВП (п. 1.7.151 [1]) должны обеспечивать непрерывность электрической цепи. Соединение стальных проводников рекомендуется выполнять сваркой. В помещениях и открытых электроустановках без агрессивной среды допускается использовать другие способы соединения, которые обеспечивают требования ГОСТ 10434-82 [2] к соединениям класса 2. Соединения следует защищать от коррозии и механического повреждения. Для болтовых соединений необходимо использовать средства против ослабления контакта. В случае соединения проводников из разных материалов следует предусматривать средства против возможной электролитической коррозии.

Соединения должны быть доступны для осмотра и проведения испытаний (п. 1.7.152 [1]), за исключением соединений: заполненных компаундом или герметичных; соединений, находящихся в полу, стенах, перекрытиях, земле и т. п.; соединений, являющихся частью оборудования и выполненных в соответствии со стандартами или техническими условиями на это оборудование.

Защитные проводники, присоединенные к оборудованию, которое подлежит частому демонтажу или установлено на подвижных частях или испытывает тряску и вибрацию, должны быть гибкими (п. 1.7.154 [1]).

Присоединять каждую открытую проводящую часть электроустановки к РЕ-проводнику или к защитному заземлению нужно с помощью отдельных ответвлений (п. 1.7.159 [1]). Последовательно включать в РЕ-проводник или заземляющий проводник открытые проводящие части не допускается. Присоединять сторонние проводящие части к основной СУП нужно также с помощью отдельных ответвлений. Присоединять открытые и сторонние проводящие части к дополнительной СУП можно с помощью, как отдельных ответвлений, так и с помощью одного общего неразъемного проводника.

1.7 Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий

На вводе в здание, – согласно требованиям п. 2.8.19 [3], предъявляемым к электроустановкам жилых, общественных, административных и бытовых зданий, – должна быть выполнена СУП путем объединения следующих проводящих частей: основной

(магистральный) защитный заземляющий проводник; основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим; стальные трубы междомовых коммуникаций и коммуникаций зданий; металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования. Эти проводящие части должны быть соединены между собой на вводе в здание. На протяжении всей сети следует (п. 2.8.20 [3]) повторно выполнять дополнительное уравнивание потенциалов. К дополнительной СУП должны быть присоединены все доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток). Для ванн и душевых помещений дополнительная СУП является обязательной (п. 2.8.21 [3]). Нагревательные элементы, заложенные в пол, должны быть покрыты металлической сеткой или металлической оболочкой, присоединенными к СУП. Не допускается использование для саун, ванн и душевых помещений местной СУП.

1.8 Электроустановки во взрывоопасных зонах

Во взрывоопасных зонах всех классов, согласно требованиям п. 4.11.3 [3], предъявляемым к электроустановкам во взрывоопасных зонах, должно быть выполнено уравнивание потенциалов с использованием защитного электрического экранирования. При этом в системах TN и IT все открытые и сторонние проводящие части должны быть соединены в систему уравнивания потенциалов.

1.9 Прием-сдача в эксплуатацию ЗУ электроустановок

Во время приема-сдачи в эксплуатацию ЗУ электроустановок монтажной организацией в соответствии с требованиями п. 7.2 [4] должны быть предоставлены:

- утвержденная проектно-техническая документация на ЗУ;
- исполнительные схемы ЗУ, включая для электроустановок напряжением до 1 кВ схемы уравнивания потенциалов;
- основные параметры элементов заземлителей и защитных проводников;
- акты выполненных скрытых работ;
- протоколы приемо-сдаточных испытаний: протокол измерения сопротивления ЗУ; протокол определения напряжения на ЗУ (если нормируется); протокол определения напряжения прикосновения (если нормируется); протокол определения путей растекания тока с оборудования при КЗ или ударе молнии; протокол измерения сопротивления контактных соединений; протокол измерения полного сопротивления петли фаза-нуль (или тока однофазного КЗ); протокол измерения сопротивления изоляции; протокол измерения сопротивления контактных соединений.

1.10 Паспорт на ЗУ электроустановок

На каждое ЗУ, находящееся в эксплуатации, должен быть паспорт, который согласно Приложению В [5] должен содержать:

– общие сведения об электроустановке (название, дата введения в эксплуатацию, номинальное напряжение на шинах, режим заземления нейтрали, расчетный ток замыкания на землю, ток в нейтральных трансформаторов при замыканиях на землю, время срабатывания основной и резервной защит, оперативное ускорение);

– общие сведения о ЗУ электроустановки (название организаций, выполнивших проект и монтаж ЗУ, критерий проектирования ЗУ, проектная и исполнительная схемы ЗУ и СУП);

– конструктивные данные на ЗУ (размеры ЗУ, наибольшая диагональ ЗУ, параметры горизонтальных и вертикальных заземлителей, параметры элементов СУП, удельное сопротивление грунта);

– данные о конструктивных изменениях в ЗУ (вид работ, время проведения, организация-исполнитель, перечень изменений);

– данные о результатах проверок (ведомости осмотров, протоколы испытаний).

2. Проверка состояния СУП

2.1 Мероприятия, предназначенные для проверки состояния СУП

Проверка состояния ЗУ и СУП выполняется согласно [5] и таблице 25 Приложения 1 [4].

Периодичность проверок СУП должна соответствовать периодичности проверок ЗУ, поскольку эти объекты гальванически соединены между собой и выполняют во многом близкие (одинаковые) функции – прежде всего обеспечение электробезопасности.

Инструкция [5] предусматривает целый ряд процедур, предназначенных для проверки состояния ЗУ. Очевидно, что не все эти процедуры следует проводить для проверки состояния СУП. Целесообразно, по-видимому, проведение следующих измерений и проверок:

1. Визуальный осмотр видимой части СУП. Осмотр следует проводить не реже чем один раз в год, а также после КЗ или разрядов молнии (для СУП открытых электроустановок). В ходе осмотра проверяют сечение, целостность и прочность заземляющих и защитных проводников, их соединений и присоединений. При этом не должно быть обрывов и неудовлетворительных контактов у защитных проводников, соединяющих заземляемые элементы с заземлителем или ГЗШ, или СУП. Коррозионный износ не должен превышать 50 % первоначального сечения проводника.

2. Проверка конструктивного состояния СУП. Эту проверку следует проводить для нововведенных объектов и после капитального ремонта и реконструкции (переоборудования), но не реже одного раза за 12 лет. В ходе проверки проверяют реальное расположение искусственных и естественных элементов СУП, наличие соединений в местах пересечения продольных и поперечных искусственных элементов СУП, глубину залегания элементов СУП (если эти элементы проложены в полу или грунте), пути растекания токов с оборудования при КЗ и разряде молнии.

3. Измерение сопротивления контактных соединений между заземляемым элементом и элементом

СУП (между открытыми или сторонними проводящими частями и ГЗШ или магистральными проводниками СУП). Эти измерения следует проводить не реже чем один раз в год, а для СУП электроустановок, расположенных в особо опасных помещениях, и СУП электроустановок грузоподъемных машин и механизмов – не реже чем один раз в год. Значение сопротивления контактных соединений должно быть: не более 0,05 Ом при вводе электроустановки в эксплуатацию; не более 0,1 Ом в процессе текущей эксплуатации.

2.2 Примеры проверки состояния СУП

На рис. 1–5 приведены примеры исполнительных схем СУП некоторых энергетических и промышленных объектов.

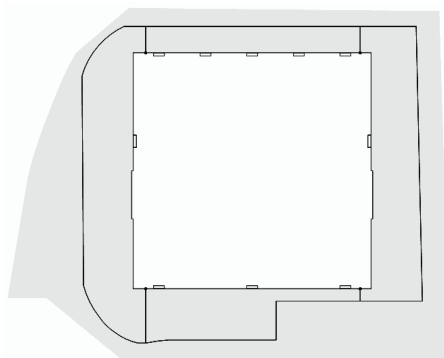
На рис. 1 приведены исполнительные схемы ЗУ и СУП одной из подстанций с закрытыми распределителями (ЗПС) 110/6 кВ Донецкоблэнерго. Рис. 1, а представляет собой исполнительную схему искусственных заземлителей ЗУ указанной подстанции и является единственным рисунком, передаваемым Заказчику в том случае, когда не выполняется проверка СУП. Если же проверка СУП входит в объем работ по проверке ЗУ, то к рис. 1, а добавится еще два рисунка – поэтажные схемы СУП. На рис. 1, б приведена схема СУП первого этажа, где расположены следующие помещения: помещение РУ-6 кВ, две камеры силовых трансформаторов, две вентиляционные камеры систем охлаждения силовых трансформаторов, два помещения трансформаторов собственных нужд (ТСН), несколько бытовых и санитарно-технических помещений. На рис. 1, в приведена схема СУП второго этажа, где расположены такие помещения: РУ-110 кВ; главный щит управления (ГЩУ), щит переменного тока собственных нужд, бытовое помещение. По периметру всех технологических помещений по стенам на высоте (0,3 – 0,7) м от пола проложены магистральные проводники СУП, выполненные из стальной полосы (40×4) мм. Эти полосы приварены к стальным колоннам строительной части здания, которые (вместе с железобетонным фундаментом здания) являются естественными заземлителями ЗУ рассматриваемой подстанции. К этим проводникам СУП приварены заземляющие проводники, присоединяющие СУП к искусственным заземлителям ЗУ. К магистралям СУП присоединены все открытые проводящие части электрооборудования (металлические оболочки (корпуса) РУ-6 кВ, ТСН и силовых трансформаторов, вентиляционного оборудования, панелей защит и управления, панелей щита переменного тока, щиты освещения, заземляющие проводники оборудования 110 кВ). Вертикальные связи между СУП первого и второго этажей осуществляют металлические и железобетонные колонны строительной части здания. Естественные заземлители ЗУ рассматриваемой подстанции представляет собой замкнутый контур, проложенный в грунте на глубине (0,6 – 0,8) м на расстоянии (2 – 7) м от стен здания. Территория, примыкающая к подстанции над ЗУ, покрыта асфальтом. Приведенная на рис. 1 подстанция представляет собой оптимальный вариант выполнения ЗУ и СУП.

Очевидно, что выполнение проверки только ЗУ

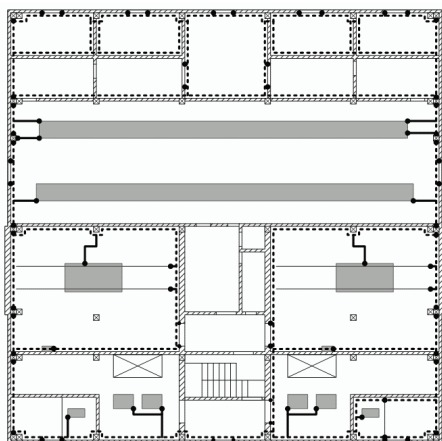
или только СУП дает неполное представление о рассматриваемом объекте, поэтому целесообразно проверки ЗУ и СУП выполнять одновременно силами одной и той же группы специалистов.

На рис. 2 приведены исполнительные схемы ЗУ и СУП одной из заводских подстанций г. Запорожье. Для паспорта на ЗУ рассматриваемой подстанции Заказчику предоставлены как отдельные исполнительные схемы ЗУ подстанции, СУП ЗРУ-150 кВ и СУП ЗРУ-6 кВ, так и совмещенная схема ЗУ и систем уравнивания потенциалов.

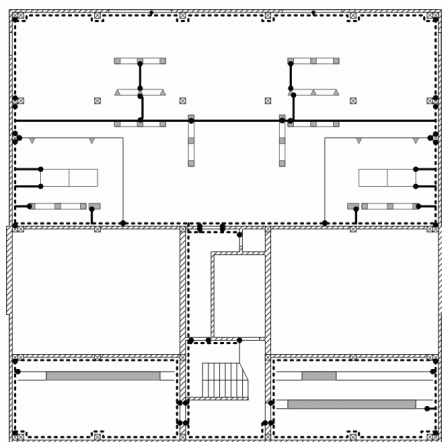
На рис. 2, а показано внешнее ЗУ вместе с СУП ЗРУ-150 кВ и СУП ЗРУ-6 кВ.



а

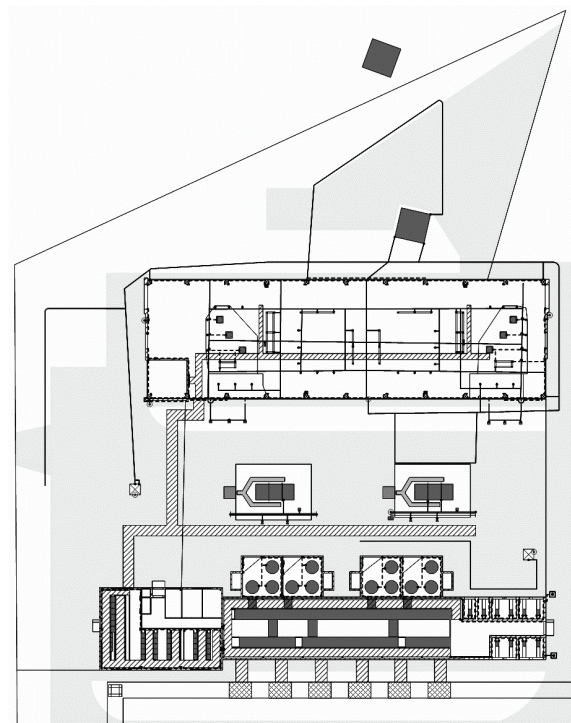


б

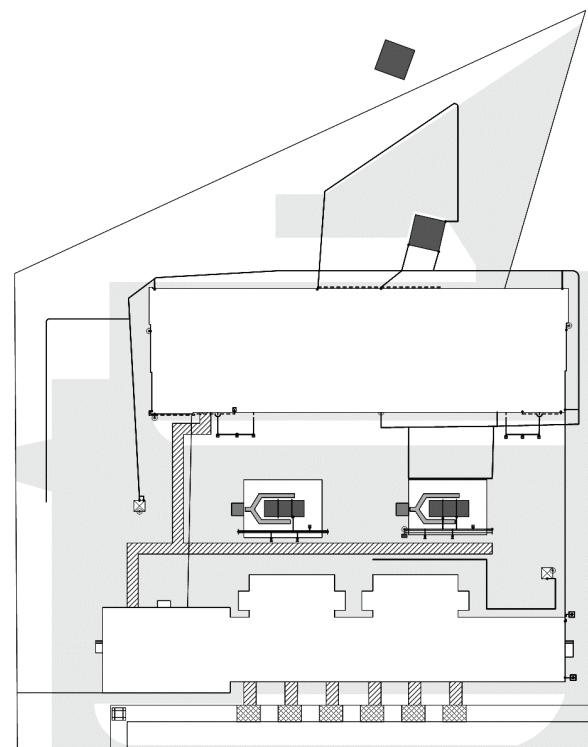


в

Рисунок 1 – Заземляющее устройство и система уравнивания потенциалов ЗПС-110/6 кВ: а - внешнее ЗУ; б – СУП этажа 1; в - СУП этажа 2



а



б

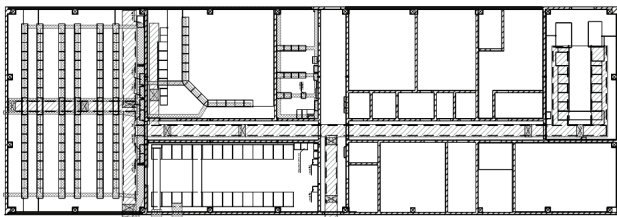
Рисунок 2 – Заземляющее устройство и система уравнивания потенциалов ПС-150/6 кВ: а – внешнее ЗУ вместе с СУП ЗРУ-150 кВ и СУП ЗРУ-6 кВ; б – внешнее ЗУ без СУП ЗРУ-150 кВ и СУП ЗРУ-6 кВ

В верхней части рисунка изображено здание ЗРУ-150 кВ, оборудование которого присоединено к магистралям СУП, проложенным под бетонной стяжкой в полу здания. По стенам здания на высоте около 0,5 м от пола проложена магистраль СУП, которая в восьми местах соединена с магистралями СУП, проложенными в полу. В одном из таких мест обнаружен

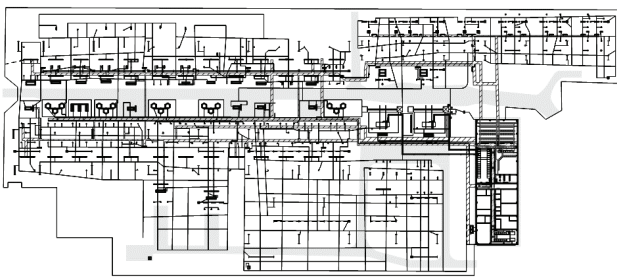
обрыв на переходе воздух – бетон вследствие коррозионного износа.

В нижней части рис. 2, а изображено здание ЗРУ-6 кВ, в котором, кроме того, расположены четыре камеры реакторов, шесть помещений ДГР и ТСН, ГЩУ, а также бытовые и санитарно-технические помещения. По стенам каждого технологического помещения этого здания проложены магистрали СУП. Магистрали СУП присоединены к закладным деталям железобетонных колонн строительной части здания только в помещениях реакторов, а в других помещениях такие связи отсутствуют.

На рис. 2, б показано только внешнее ЗУ. Этот рисунок позволит оценить только связи между зданиями ЗРУ-150 кВ и ЗРУ-6 кВ, а также силовыми трансформаторами, установленными на открытой части. Из рисунка видно, что силовые трансформаторы не имеют связи по заземлителям с системами уравнивания потенциалов зданий. Внешнее ЗУ подстанции состоит из пяти отдельных частей, соединенных между собой только PEN-проводниками кабелей 0,4 кВ собственных нужд, что в случае удара молнии или короткого замыкания приведет к повреждению этих кабелей.



а



б

Рисунок 3 – Заземляющее устройство и система уравнивания потенциалов ОРУ-150 кВ: а – СУП здания БВС; б – СУП здания БВС и ЗУ ОРУ-150 кВ

На рис. 3 приведены исполнительные схемы СУП здания вспомогательных сооружений (БВС) и ЗУ ОРУ-150 кВ одной из электростанций Украины. На рис. 3, а приведена только схема СУП БВС, а на рис. 3, б приведены схемы ЗУ и СУП БВС. В данном случае Заказчику предоставлены только отдельные схемы, поскольку их совмещение приводит к ухудшению читабельности схемы СУП.

На рис. 4 приведены исполнительные схемы СУП некоторых помещений и ЗУ собственной ТЭС и ПС-110/6 кВ одного из нефтехимических предприятий. В верхней части рисунка изображена ПС-110/6 кВ, расположенная на территории ТЭС. Подстанция состоит из ЗРУ-110 кВ, ЗРУ-6 кВ и открытой части, где установлены силовые трансформаторы, линейные

порталы и опоры воздушных линий. В нижней части рисунка изображен главный корпус ТЭС. Из рисунка видно, что кроме проверки ЗУ всей ТЭС, выполнялась проверка СУП только двух объектов: ЗРУ-110 кВ и распределительного устройства собственных нужд РУСН-6 кВ, расположенного на нулевой отметке главного корпуса. Заказчику предоставлены совмещенная схема ЗУ и СУП объектов, а также отдельные схемы.

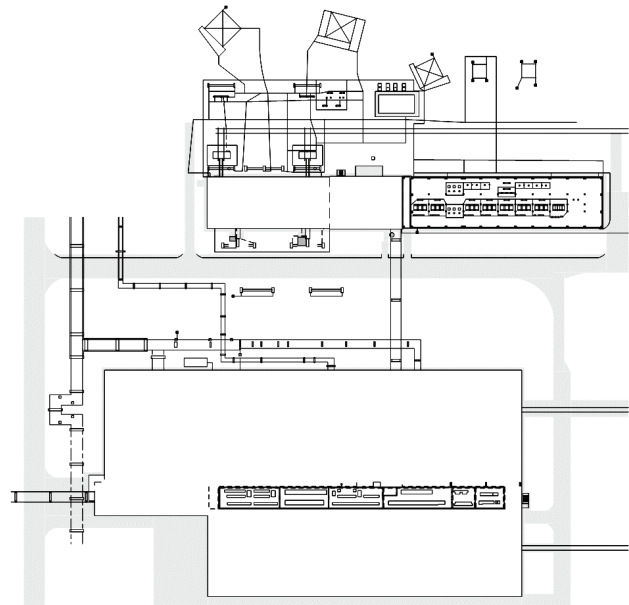
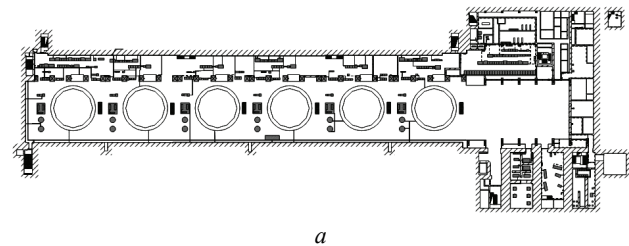
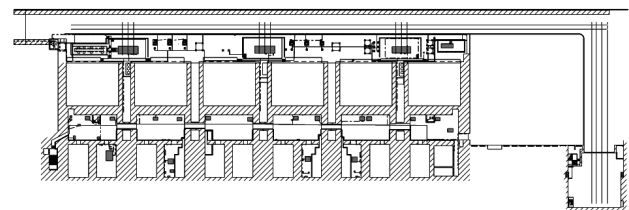


Рисунок 4 – Заземляющее устройство и система уравнивания потенциалов ТЭС и ПС-110/6 кВ Лисичанского НПЗ



а



б

Рисунок 5 – Заземляющее устройство и система уравнивания потенциалов ГЭС: а – СУП на отметке 1; б – СУП на отметке 2

На рис. 5 приведены исполнительные схемы СУП помещений, расположенных на двух отметках (уровнях) одной из ГЭС Украины. Общее количество проверяемых объектов составило 94 помещения, расположенные на 17-ти различных отметках. Общее количество проверяемого оборудования составило 1268 единиц. По результатам проведенных проверок составлены исполнительные схемы СУП и протоколы испытаний оборудования, которые вошли в состав Паспорта ЗУ рассматриваемой ГЭС.

2.3 Недостатки выполнения СУП

Опыт проведения проверок СУП промышленных и энергетических объектов позволяет сформулировать основные недостатки выполнения СУП:

- имеют место открытые проводящие части, не присоединенные к СУП;

- имеют место открытые проводящие части, присоединенные к СУП только с помощью PEN-проводника (а не PE-проводника);

- имеют место элементы СУП, не связанные между собой и не присоединенные к ЗУ;

- имеют место обрывы защитных проводников вследствие коррозии на переходе воздух – бетон (земля);

- имеют место обрывы защитных проводников оборудования с вращающимися электрическими машинами вследствие механической вибрации (чаще всего в установках приточной и вытяжной вентиляции);

- имеют место сторонние проводящие части, не присоединенные к СУП на вводе в здание.

Выводы

1. Проведение проверок систем уравнивания и выравнивания потенциалов является актуальной задачей для обеспечения электробезопасности персонала энергетических, промышленных, общественных и административных объектов.

2. Заземляющее устройство, системы уравнивания и выравнивания потенциалов гальванически соединены между собой, т.е. представляют собой единую систему обеспечения электробезопасности. Поэтому проверку состояния систем уравнивания и выравнивания потенциалов целесообразно совмещать во времени с проверкой заземляющего устройства и системы молниезащиты.

3. Проведение проверок систем уравнивания и выравнивания потенциалов позволяют своевременно выявить нарушения требований нормативных документов и разработать рекомендации по восстановлению или ремонту указанных систем.

Список литературы: 1. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ:2014). - 5-те вид., переробл. й доповн. – X.: 2014 р. 2. ГОСТ 10434-82 Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования. 3. НПАОП

40.1-1.32-0 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. 4. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕП:2013). 5. СОУ 31.2-21677681-19-2009 Випробування та контроль пристроїв заземлення електроустановок. Типова інструкція. – К.: ОЕП "ГРІФРЕ", 2010. 6. МЭК 364-4-41-92 Электроустановки зданий. Часть 4 Требования по обеспечению безопасности. 41 Защита от поражения электрическим током. 7. МЭК 364-5-54-80 Электроустановки зданий. Часть 5 Выбор и монтаж электрооборудования 54 Заземляющие устройства и защитные проводники. 8. IEC 62305-1:2010 Protection against lightning – Part 1: General principles (Захист від блискавки – Частина 1: Основні принципи) (Защита от молнии – Часть 1: Основные принципы). – 72 с. 9. IEC 62305-2:2010 Protection against lightning - Part 2: Risk management (Захист від блискавки – Частина 2: Оцінка ризику) (Защита от молнии – Часть 2: Оценка риска) – 88 стр. 10. IEC 62305-3:2010 Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard (Захист від блискавки – Частина 3: Фізичне ушкодження об'єктів та загроза життю) (Защита от молнии – Часть 3: Физическое повреждение объектов и угроза жизни) – 160 с.

Bibliography (transliterated): 1. Pravyla ulashtuvannya elektroustanovok (PUE:2014). 5-te vyd., pererobl. y dopovn. X.: 2014. 2. GOST 10434-82 Soedinenija kontaktnye jelektricheskie. Klassifikacija. Obshhie tehniczeskie trebovanija. 3. NPAOP 40.1-1.32-0 Pravyla budovy elektroustanovok. Elektroobladnannya spetsial'nykh ustanovok. 4. Pravyla tekhnichnoyi ekspluatatsiyi elektroustanovok spozhyvachiv (PTEEP:2013). 5. SOU 31.2-21677681-19-2009 Vyprobuvannya ta kontrol' prystroyiv zazemlennya elektroustanovok. Typova instruksiya. – K.: OEP "HRIFRE", 2010. 6. MEK 364-4-41-92 Jelektroustanovki zdaniij. Chast' 4 Trebovanija po obespecheniju bezopasnosti. 41 Zashhita ot porazhenija jelektricheskim tokom. 7. MEK 364-5-54-80 Jelektroustanovki zdaniij. Chast' 5 Vyb- bor i montazh jelektrooborudovanija 54 Zazemljajushhie ustrojstva i zashhitnye provodniki. 8. IEC 62305-1:2010 Protection against lightning - Part 1: General principles (Zahist vid bliskavki – Chastina 1: Osnovni principii) (Zashhita ot molnii – Chast' 1: Osnovnye principy) 72 p. 9. IEC 62305-2:2010 Protection against lightning - Part 2: Risk management (Zahist vid bliskavki – Chastina 2: Ocinka riziku) (Zashhita ot molnii – Chast' 2: Ocenka riska) 88 p. 10. IEC 62305-3:2010 Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard (Zahist vid bliskavki – Chastina 3: Fizichne ushkodzhennja ob'ektiv ta zagroza zhittju) (Zashhita ot molnii – Chast' 3: Fizicheskoe povrezhdenie ob'ektiv i ugroza zhizni) 160 p.

Поступила (received) 23.03.2016

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Глебов Олег Юрьевич – старший научный сотрудник, Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» НТУ «ХПИ», тел.: (057) 707-66-71; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Glyebov Oleg Yuriyovich – senior staff scientist, Research and Design Institute "Molniya" NTU "KhPI", tel.: (057) 707-66-71; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Киприч Светлана Викторовна – научный сотрудник, Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» НТУ «ХПИ», тел.: (057) 707-62-80; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Kiprych Svitlana Viktorivna – scientist, Research and Design Institute "Molniya" NTU "KhPI", tel.: (057) 707-62-80; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Колушко Георгий Михайлович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» НТУ «ХПИ», ведущий научный сотрудник, тел.: (057) 707-61-77; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Koliushko Georgiy Mykchailovych – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), senior staff scientist, Research and Design Institute "Molniya" NTU "KhPI", principal scientist, tel.: (057) 707-61-77; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Пличко Андрей Валерьевич – младший научный сотрудник, Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Молния» НТУ «ХПИ», тел.: (057) 707-66-71; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.

Plichko Andrii Valeriyovich – junior scientist, Research and Design Institute "Molniya" NTU "KhPI", tel.: (057) 707-66-71; e-mail: nio5_molniya@ukr.net.