

Манідіна Євгенія Анатоліївна, доцент, кандидат технічних наук, Запорізький національний університет, manidina_ZGIA@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4090-9991

Грідяєв Володимир Васильович, старший викладач, доктор філософії, Запорізький національний університет, vladimir493@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7767-4490

Белоконь Каріна Володимирівна, доцент, кандидат технічних наук, Запорізький національний університет, kv.belokon@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2000-4052

Голубєв Борис Сергійович, здобувач кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки, Запорізький національний університет, golubev.boris2012@gmail.com

ОЦІНКА ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ЗАХОДІВ З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

В роботі проаналізовані причини та визначенні основні чинники виникнення нещасних випадків зв'язаних з ураженням робітників електричним струмом на виробництві. Запропоновано для зменшення рівня електротравматизму на виробництві використовувати ризик-орієнтований підхід управління системою охорони праці, а саме, методику Hazard Identification Studies.

Наведена характеристика основних приміщень електричної підстанцій. Проаналізовані існуючі небезпеки та шкідливості при використанні електрообладнання, що розташовано в приміщеннях електричної підстанції при розподілі електричної енергії напругою 6 кВ. Надані критерії оцінювання імовірності та серйозності/тяжкості виникнення небезпек, які можуть виникати в приміщенні підстанції.

Розроблена карта ідентифікації небезпек та ризиків для різних видів робіт, що виконують електромонтери під час ремонту та обслуговуванню електрообладнання, яке розміщено в приміщенні електричної підстанції. Встановлено, що найбільш небезпечним процесом для електромонтерів є капітальний ремонт та обслуговування вимикачів масляних ВМГ-133 ВМГ-10 (електрообладнання напругою вище 1000 В). Запропоновані заходи мінімізації встановленого ризику. Проведена орієнтовна оцінка впливу впровадження запропонованих заходів з охорони праці. Встановлено, що дані заходи в двічі знижують рівень ризику небезпечного інциденту, з 20 до 10 балів.

Підтверджена ефективність заходів з охорони праці для мінімізації рівнів ризиків всіх основних технологічних процесів під час ремонту електроустаткування на електричних підстанціях при розподілі електричної енергії напругою 6 кВ.

Ключові слова: небезпечні фактори, травматизм, електробезпека, підстанція, ризики.

Вступ. Оцінюючи рівень травматизму на підприємствах України за 2018-2022 роки було встановлено, що ураження електричним струмом входить до п'ятірки подій, що призводять до виникнення нещасного випадку зі смертельними наслідками на виробництві (пов'язані з виробництвом) [1].

Основними причинами нещасних випадків пов'язаних з електричним струмом є [2]:

1) Випадкове торкання до струмоведучих частин, які знаходяться під напругою.

Може статися:

– в результаті помилкових дій при виконанні робіт поблизу, або безпосередньо на частинах електричного обладнання, яке знаходиться під напругою;

– несправності захисних засобів, безпосередньо якими потерпілий торкався до струмоведучих частинам;

– втрати орієнтировки потерпілим, який помилково прийняв частини електричного обладнання, які знаходяться під напругою за відключені.

2) Поява напруги на металевих конструктивних частинах електрообладнання, яке при нормальних умовах не знаходиться під напругою (корпус обладнання, кожух, огороження та ін).

Напруга може з'явитися як результат:

- пошкодження ізоляції струмоведучих частин електрообладнання;
- падіння дротів повітряних ліній електропередачі, які знаходяться під напругою на конструктивні частини електрообладнання;
- замикання фази електромережі на землю.

3) Поява напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких проводиться робота.

Може відбутися в результаті:

- помилкового включення відключеної електроустановки під напругу; замикання між вимкненими та увімкненими струмоведучими частинами;
- розряду блискавки безпосередньо на електроустановку, або поблизу неї;
- наведення напруги від впливу сусідніх електроустановок, які працюють.

Аналіз випадків ураження електричним струмом показав, що основними чинниками електротравм є такі: частота (при змінному струмі); сила струму; напруга; вид струму (змінний чи постійний); електроопір тканин тіла людини; тривалість дії струму; шлях проходження струму через тіло людини, локалізація ураження; вологість і температура повітря; стан шкірних покривів (шкірні ураження і хвороби, продукція поту); фізичний стан потерпілого; умови навколишнього середовища [3].

Серед причин настання смерті при електротравмі були виділені такі основні [3]: первинна зупинка кровообігу (серцева форма); первинна зупинка дихання (дихальна форма); одночасна зупинка кровообігу й дихання (змішана форма); електротравматичний шок.

У 2023 році Кабінетом Міністрів України було винесено на обговорення Проект Закону України «Про безпеку та здоров'я працівників на роботі» (далі – проект). Даний Проект розроблено з метою формування нової національної системи запобігання професійним ризикам шляхом впровадження на законодавчому рівні ризико-орієнтованого підходу у сфері організації безпеки та здоров'я працівників та імплементації положень Директиви Ради 89/391/ЄЕС від 12.06.1989 про запровадження заходів, покликаних заохочувати до покращення безпеки та охорони здоров'я працівників на роботі [4].

Як показав світовий досвід, саме ідентифікація та оцінювання роботодавцем ризиків, що можуть виникати на робочому місці, дають можливість досягти високі стандарти з охорони праці на підприємстві та зменшити соціально-економічні наслідки реалізації небажаної події.

Однією з найбільш простою та поширеною методикою для оцінки ризиків є Hazard Identification Studies (HAZID). Дана методика використовує елементи системного аналізу. Методика HAZID дозволяє заздалегідь визначити та охарактеризувати ризики, що можуть виникнути на ранніх стадіях проектування об'єкта та спрямувати на подальший детальний аналіз найбільш вагомих небажаних подій [4–6].

За даною методикою оцінка ризиків відбувається в наступній послідовності: вибір об'єкту дослідження, ідентифікація ризиків, формування реєстру ризиків, визначення пріоритетних заходів.

Постановка завдання. Виходячи з вищенаведеного, для зменшення рівня електротравматизму на виробництві необхідно використати ризик-орієнтований підхід управління системою охорони праці [7]. Отже, у даній роботі ставиться завдання визначити основні небезпеки і оцінити ризики, які пов'язані з роботою електроустановки та під час виконання ремонтних робіт електромонтерами, а також обґрунтувати пріоритетність заходів з охорони праці.

Результати дослідження. Відповідно до методу HAZID розділимо технологічний процес та об'єкт на елементи і проаналізуємо всі існуючі небезпеки та шкідливості при використанні електрообладнання на прикладі електричної підстанції в умовах виробництва.

Спочатку надамо характеристику приміщень підстанцій та електроустановки, яке розташоване в цих приміщеннях, а також розділимо процес ремонту електроустановки на етапи.

Підстанція призначена для розподілу електричної енергії напругою 6кВ, та складається з наступних приміщень: приміщення чергового персоналу, приміщення

щита ~0,4кВ, приміщення комплектної розподільної установки (КРУ)~6кВ, приміщення трансформатору власних потреб підстанції, приміщення конденсаторних батарей, коридору.

Приміщення щита ~0,4кВ призначене для забезпечення власних потреб підстанції, в ньому розташований закритий розподільчий щит ~0,4кВ.

В приміщенні КРУ~6кВ розташовані три секції шин ~ 6 кВ, до складу яких входять 52 комірки. З них: 43 комірки з масляними вимикачами типу ВМП-10К 600А, 2 комірки з масляними вимикачами типу ВМП-10К 1000А, 2 комірки з вакуумними вимикачами типу КМ/TEL 630А та 2 комірки з вакуумним вимикачем типу КМ/TEL 1000А, 3 комірки з трансформаторами напруги типу НТМИ-6. Комірки КРУ~6кВ розташовані по центру приміщення в два ряди, лицьовими сторонами (дверима відсіків вимикачів) до центрального коридору обслуговування, з залізобетонною підлогою. З тильних сторін комірок наявні північний та південний коридори обслуговування, підлогою в яких слугують металеві перекриття залізобетонних кабельних каналів підстанції. З північної сторони розташовано 26 комірок I та II секцій шин 6кВ, з південної сторони 26 комірок II та III секції шин 6кВ. Приміщення КРУ~6кВ має додатковий аварійний вихід в східній частині будівлі.

В приміщенні трансформатору власних потреб розташований трансформатор ~6/0,4кВ ТМ-100кВА фідеру 2-33, для забезпечення власних потреб підстанції. Вхід до приміщення розташований з вулиці (південна сторона будівлі), являє собою металеві ворота з решітками для природньої вентиляції.

Приміщення конденсаторних батарей призначене для компенсації реактивної потужності в мережі 6кВ. В ньому розташовані 6 шаф з конденсаторами. Приміщення має природнє та штучне освітлення, а також природню вентиляцію, має додатковий аварійний вихід в західній частині будівлі.

Наявність в приміщенні підстанції природнього освітлення – відсутнє.

Наявність в приміщенні підстанції природньої або штучної вентиляції – наявна штучна вентиляція.

Відповідність в приміщенні електричної підстанції параметрів мікроклімату вимогам нормативних документів (п.6.2, 6.21 розділу VI Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС)) – приміщення підстанції відповідають вимогам чинних санітарних норм для промислових підприємств.

Для оцінки ризиків, що виникають під час експлуатації та ремонтних робіт пропонується використовувати матрицю, схема якої наведена на рис.1.

Оцінку імовірності та серйозності/тяжкості виникнення інцидентів (небезпек) проводили опираючись на наступні нижченаведені критерії.

Імовірність виникнення небезпек:

– 1 бал – вірогідність інциденту малоімовірна (інцидент може відбутися лише теоретично);

– 2 бали – вірогідність виникнення інциденту низька (інцидент будь-коли траплявся у галузі/підприємстві, не більше ніж 1 раз на 2 роки або може статися в результаті людської помилки);

– 3 бали – вірогідність виникнення інциденту середня (інцидент будь-коли траплявся у галузі/підприємстві, не частіше ніж 1 раз на 12 місяців);

– 4 бали – вірогідність виникнення інциденту висока (інцидент будь-коли траплявся у галузі/підприємстві, але не частіше ніж 2 рази за 12 місяців);

– 5 балів – вірогідність виникнення інциденту дуже висока (інцидент будь-коли траплявся у галузі/підприємстві, частіше ніж 2 рази за 12 місяців).

Серйозність (тяжкість/наслідки) виникнення небезпек:

– 1 бал – мінімальна тяжкість травми, внаслідок якої потрібне надання домедичної допомоги;

– 2 бали – незначна тяжкість травми, внаслідок якої потрібне надання медичної допомоги (без втрати працездатності);

– 3 бали – середня тяжкість травми, внаслідок якої потрібне надання медичної допомоги (оформлення листка непрацездатності / усунення від роботи терміном більше ніж на 24 години);



Рисунок 1 – Матриця оцінки ризиків для підстанції при розподілі електричної енергії напругою 6 кВ

– 4 бали – значна тяжкість травми, смертельна травма/ оформлення листка непрацездатності кільком особам;

– 5 балів – груповий нещасних випадок зі смертельними наслідками.

Результати аналізу приміщень, електрообладнання та технологічних процесів, що відбуваються при роботі та ремонті підстанції, були оброблені відповідно до вищенаведеної матриці оцінки ризиків та представлені в табл. 1-3.

За результатами оцінки рівнів ризиків для різних видів робіт, що виконують електромонтери під час ремонту та обслуговуванню електрообладнання також складається їх перелік.

Відповідно до наведеної карти ідентифікації небезпек та ризиків (табл.1-3) було встановлено, що найбільш небезпечними є капітальний ремонт та обслуговування вимикачів масляних ВМГ-133 ВМГ-10 (електрообладнання напругою вище 1000 В). Отже, необхідно першочергово розробити та запровадити заходи з охорони праці, які будуть спрямовані на зниження рівня ризику саме для цього випадку, а саме:

1. Підбір кадрів, навчання з охорони праці, навчання вимогам ПТЕЕС, ПБЕЕС, вимогам пожежній безпеці. Проведення періодичної атестації робітників

2. Забезпечення якісного контролю за виконанням організаційних і технічних заходів згідно вимогам ПТЕЕС та ПБЕЕС.

3. Проведення діагностування електроустановок з метою визначення фактичного технічного стану та можливості їхньої подальшої експлуатації

Орієнтовна оцінка впливу впровадження даних заходів з охорони праці показала можливість зменшити рівень ризику небезпечного інциденту в двічі, тобто знизити його до середнього значення (з 20 до 10 балів). Ефективність впровадження таких заходів для всіх процесів, що відбуваються під час ремонтів електроустаткування, наведена в табл. 1.

Таблиця 1 – Карта ідентифікації небезпек та ризиків для видів робіт, які виконують електромонтери під час ремонту та обслуговуванню електрообладнання (капітальний ремонт та обслуговування вимикачів масляних ВМГ-133 ВМГ-10)

Місце утворення небезпеки	Процес	Класифікація небезпеки	Існуючий ризик (тяжкість × імовірність = ризик)	Заходи з усунення (мінімізації) ризику	Очікуваний ризик
Електрообладнання напругою вище 1000 В	Капітальний ремонт та обслуговування вимикачів масляних ВМГ-133 ВМГ-10	Ураження електричним струмом	$5 \times 4 = 20$ (високий)	1. Підбір кадрів, навчання з охорони праці, навчання вимогам ПТЕЕС, ПБЕЕС, вимогам пожежній безпеці. Проведення періодичної атестації робітників 2. Забезпечення якісного контролю за виконанням організаційних і технічних заходів згідно вимогам ПТЕЕС та ПБЕЕС. 3. Проведення діагностування електроустановок з метою визначення фактичного технічного стану та можливості їхньої подальшої експлуатації	$5 \times 2 = 10$ (середній)
		Падіння з висоти	$3 \times 3 = 9$ (середній)	1. Придбання вишки -тура для проведення робіт на висоті 2. Розробка Порядку складання та застосування вишки- тура. Проведення навчання згідно розробленого Порядку. 3. Придбання лямкових запобіжних поясів 4. Забезпечення якісного контролю застосування засобів захисту від падіння з висоти.	$2 \times 2 = 4$ (низький)
		Пожежа	$3 \times 3 = 9$ (середній)	Обладнання системи пожежної сигналізації приміщення електропідстанції	$2 \times 2 = 4$ (низький)
		Падіння при пересуванні	$2 \times 3 = 6$ (середній)	1. Нанесення на підлозі підстанції попереджувальної розмітки 2. Проведення вимірювань освітленості на підстанції 3. Встановлення, відповідно до результатів вимірювань освітленості, додаткових освітлювальних приладів	$2 \times 2 = 4$ (низький)

Таблиця 2 – Карта ідентифікації небезпек та ризиків для видів робіт, які виконують електромонтери під час ремонту та обслуговуванню електрообладнання (монтаж або заміна сполучної муфти СТП 6 10 кВ)

Місце утворення небезпеки	Процес	Класифікація небезпеки	Існуючий ризик (тяжкість Н)	Заходи з усунення (мінімізації) ризику	Очікуваний ризик
Електрообладнання напругою вище 1000 В	Монтаж або заміна сполучної муфти СТП 6 10 кВ	Ураження електричним струмом	5×4=20 (високий)	1. Підбір кадрів, навчання з охорони праці, навчання вимогам ПТЕЕС, ПБЕЕС, вимогам пожежної безпеці. Проведення періодичної атестації робітників	5×2=10 (середній)
				2. Забезпечення якісного контролю за виконанням організаційних і технічних заходів згідно вимогам ПТЕЕС та ПБЕЕС.	
				3. Проведення діагностування електроустановок з метою визначення фактичного технічного стану та можливості подальшої експлуатації.	
		Пожежа	4×3=12 (високий)	Обладнання системою пожежної сигналізації приміщення електропідстанції	4×2=8 (середній)
		Падіння при пересуванні	2×3=6 (середній)	1. Нанесення на підлозі підстанції попереджувальної розмітки.	2×2=4 (низький)
				2. Проведення вимірювань освітленості на підстанції.	
				3. Встановлення, відповідно до результатів вимірювань освітленості, додаткових освітлювальних приладів	

Таблиця 3 – Карта ідентифікації небезпек та ризиків для видів робіт, які виконують електромонтери під час ремонту та обслуговуванню електрообладнання (заміна елемента акумулятора, ремонт та обслуговування електроустановок до 1000 В)

Місце утворення небезпеки	Процес	Класифікація небезпеки	Існуючий ризик (тяжкість Н)	Заходи з усунення (мінімізації) ризику	Очікуваний ризик
Електрообладнання напругою вище 1000 В	Заміна елемента акумулятора	Ураження електричним струмом	4×4=16 (високий)	1. Підбір кадрів, навчання з охорони праці, навчання вимогам ПТЕЕС, ПБЕЕС, вимогам пожежної безпеці. Проведення періодичної атестації робітників	4×2=8 (середній)
				2. Забезпечення якісного контролю за виконанням організаційних і технічних заходів згідно вимогам ПТЕЕС та ПБЕЕС.	
				3. Проведення діагностування електроустановок з метою визначення фактичного технічного стану та можливості їхньої подальшої експлуатації.	
		Падіння при пересуванні	2×3=6 (середній)	1. Нанесення на підлозі підстанції попереджувальної розмітки.	2×2=4 (низький)
				2. Проведення вимірювань освітленості на підстанції.	
				3. Встановлення, відповідно до результатів вимірювань освітленості, додаткових освітлювальних приладів	

Продовження таблиці 3

Місце утворення небезпеки	Процес	Класифікація небезпеки	Існуючий ризик (тяжкість Н)	Заходи з усунення (мінімізації) ризику	Очікуваний ризик
Електрообладнання до 1000 В	Ремонт та обслуговування електроустановок до 1000 В	Ураження електричним струмом	4×3=12 (високий)	1. Підбір кадрів, навчання з охорони праці, навчання вимогам ПТЕЕС, ПБЕЕС, вимогам пожежної безпеки. Проведення періодичної атестації робітників 2. Забезпечення якісного контролю за виконанням організаційних і технічних заходів згідно вимогам ПТЕЕС та ПБЕЕС.	4×2=8 (середній)

Висновки. За результатами теоретичних досліджень було встановлено ефективність використання ризик-орієнтованого підходу управління системою охорони праці на виробництві, а саме для виявлення пріоритетних напрямів поліпшення умов праці, що забезпечують найвищу результативність при найменших витратах.

При оцінці небезпек для різних видів робіт, які виконують електрики під час ремонту та обслуговування електрообладнання, встановлено, що найбільший рівень ризику відповідає процесу капітального ремонту та обслуговуванню вимикачів масляних ВМГ-133 ВМГ-10 (електрообладнання напругою вище 1000 В). Проведена орієнтовна оцінка впливу впровадження запропонованих заходів з охорони праці в виробничий процес дозволила отримати рівень очікуваного ризику даного небезпечного інциденту в двічі меншим за попередньо встановлений.

Таким чином, ідентифікація небезпек та ризиків є ключовими елементами управління безпекою робіт, які виконують електрики під час ремонту та обслуговування електрообладнання.

Бібліографічний перелік

1. Травматизм на виробництві в Україні. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/oz_rik/oz_u/arch_travm_na_vyrob.htm (дата звернення 20.05.2024).
2. Які основні причини нещасних випадків пов'язаних з електричним струмом. URL: <https://pd.dsp.gov.ua/news/iaki-osnovni-prychyny-neshchasnykh-vypadkiv-pov-iazanykh-z-elektrychnym-strumom/> (дата звернення 20.05.2024).
3. Emergency Medicine (Ukraine), ISSN 2224-0586 (print), ISSN 2307-1230 (online) Vol. 18. No. 5. 2022/
4. ДСТУ OHSAS 18002:2015 Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007 (OHSAS 18002:2008, IDT) Чинний від 2011-01-01. Київ : Держспоживстандарт України, 2011. 20 с. (Національні стандарти України).
5. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (IEC/ISO 31010:2009, IDT). ДСТУ IEC/ISO 31010:2013. URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf> (дата звернення 21.05.2024).
6. Волошин В.С., Елистратова Н.Ю., Бурко В.А. Оценка рисков безопасности труда на металлургическом предприятии. *Вісник приазовського державного технічного університету. Серія: технічні науки*. Вип. 35, 2017. С. 257-263.
7. Управління ризиками – нові підходи до безпеки праці на підприємствах. URL: <https://gnmc.kiev.ua/novini-dp-gnmts/upravlinnya-rizikami-novi-pidhodi-do-bezpeki-pratsi-na-pidpriyemstvah.html> (дата звернення 21.05.2024).
8. Борецька Н.П. Механізми управління ризиками у сфері охорони праці. *Економіка промисловості*, 2007. № 4. С. 164-167.

References

1. Traumatism at work in Ukraine. . URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/oz_rik/oz_u/arch_travm_na_vyrob.htm (application date 05.20.2024).
2. What are the main causes of accidents related to electric current. URL: <https://pd.dsp.gov.ua/news/iaki-osnovni-prychyny-neshchasnykh-vypadkiv-pov-iazanykh-z-elektrychnym-strumom/> (application date 20.05.2024).

3. Emergency Medicine (Ukraine), ISSN 2224-0586 (print), ISSN 2307-1230 (online) Vol. 18. No. 5. 2022
4. DSTU OHSAS 18002:2015 Occupational health and safety management systems. Basic principles of meeting the requirements of OHSAS 18001:2007 (OHSAS 18002:2008, IDT) Valid from 2011-01-01. Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2011. 20 p. (National standards of Ukraine).
5. Risk management. General risk assessment methods (IEC/ISO 31010:2009, IDT). DSTU IEC/ISO 31010:2013. URL: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/dstu%2031010.pdf> (access date 05.21.2024).
6. Voloshyn V.S., Elistratova N.Yu., Burko V.A. Assessment of labor safety risks at a metallurgical enterprise. Bulletin of the Priazov State Technical University. Series: technical sciences, 2017. Vol. 35. P.257-263.
7. Risk management - new approaches to occupational safety at enterprises. URL: <https://gnmc.kiev.ua/novini-dp-gnmts/upravlinnya-rizikami-novi-pidhodi-do-bezpeki-pratsi-na-pidpriyemstvah.html> (application date 21.05.2024).
8. Boretska N.P. Mechanisms of risk management in the field of labor protection. Economy of industry, 2007. No. 4. P. 164-167.

Manidina Yevheniia, associate professor, candidate of technical sciences, Zaporizhzhia National University. ORCID: 0000-0003-4090-9991

Gridiaiev Volodymyr, associate professor, candidate of technical sciences, Zaporizhzhia National University. ORCID: 0000-0001-7767-4490

Belokon' Karina, associate professor, candidate of technical sciences, Zaporizhzhia National University. ORCID: 0000-0003-2000-4052

Holubev Boris, student of the department of metallurgical technologies, ecology and man-made safety, Zaporizhzhia National University

ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISKS WHEN DESIGNING EVENTS FOR ELECTRICAL SAFETY AT WORKPLACE

This work analyzes the causes and identifies the main factors contributing to accidents related to electric shock for workers in the production environment. A risk-oriented approach to managing the occupational safety system is proposed to reduce the level of electrical trauma in the workplace, specifically through the Hazard Identification Studies methodology.

The characteristics of the main rooms in electrical substations are detailed. Existing hazards and harmful factors associated with the use of electrical equipment located within the electrical substation during the distribution of electrical energy at a voltage of 6 kV are analyzed. Criteria for assessing the probability and severity of potential hazards in the substation premises are presented.

A hazard and risk identification map has been developed for various types of work performed by electricians during the repair and maintenance of electrical equipment located in the substation. It has been determined that the most dangerous processes for electricians involve the overhaul and maintenance of oil circuit breakers VMG-133 and VMG-10 (electrical equipment operating at voltages above 1000 V). Measures to minimize the identified risks are proposed. An approximate assessment of the impact of these occupational safety measures has been conducted, revealing that they reduce the risk level of dangerous incidents by half, from 20 to 10 points.

The effectiveness of occupational safety measures in minimizing risk levels for all major technological processes during the repair of electrical equipment at electrical substations for the distribution of electrical energy at a voltage of 6 kV has been confirmed.

Key words: hazardous factors, trauma, electrical safety, substation, risks.