

УДК 614

**П. В. Максимов<sup>1</sup>, Ж. К. Макишев<sup>1</sup>, О. Б. Тукушев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики  
Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

<sup>2</sup>*Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан,  
Астана, Казахстан*

## **РОЛЬ И ПРЕИМУЩЕСТВА УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ДУГОВОГО ПРОБОЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

*Аннотация.* В данной статье исследуются проблемы, связанные с эффективностью традиционных средств защиты в электрических сетях, выделяя основные причины возможных сбоев, таких как неправильная установка, износ и несовместимость. Особое внимание уделяется современным технологиям защиты, в частности, «Устройству защиты от дугового пробоя», и его ключевым компонентам: сенсорам дугового тока, микропроцессору и алгоритмам анализа. Подчеркиваются преимущества «Устройства защиты от дугового пробоя», включая более точное обнаружение и оперативное предотвращение повреждений оборудования. В заключении статьи поднимается вопрос о важности регулярного технического обслуживания и обучения персонала с целью обеспечения надежной работы защитных устройств. Статья предоставляет обзор современных подходов к обеспечению безопасности электрических сетей, акцентируя роль «Устройства защиты от дугового пробоя» в повышении их надежности и эффективности.

*Ключевые слов:* электрические сети, дуговой пробой, сенсоры дугового тока, аварийные режимы работы, устройства защиты

Современное развитие электротехники приводит к росту числа электрических приборов и радиоэлектронной аппаратуры, используемых в жилых и общественных зданиях. Многие из этих устройств работают постоянно и могут представлять угрозу возгорания, если их эксплуатация не контролируется должным образом. Профилактика пожаров в электрических сетях зданий остается крайне важной задачей в области обеспечения пожарной безопасности. Изучение пожаров, вызванных электротехническими причинами в жилых и общественных зданиях, показывает, что основными факторами являются нарушения при монтаже и эксплуатации электрооборудования, перегорание нулевых проводников и трехфазных шин, сбои в электросетях, а также проблемы с качеством поставляемой электроэнергии для потребителей. Все это указывает на необходимость уделить внимание состоянию противопожарной безопасности систем электроснабжения зданий и предпринять эффективные меры для снижения риска перенапряжений в электрических сетях.

Современное жилье обычно не обходится без разнообразной бытовой техники, и качественная работа этих устройств требует строгого соблюдения определенных условий, включая правильные параметры питающего напряжения. Например, частота питающего напряжения обычно находится в пределах нормы (от 49 до 51 Гц), а напряжение - в диапазоне 220 В ± 10% [1, 2]. Однако в реальности ситуация далека от идеала. Хотя частота питающего напряжения обычно соответствует нормам,

напряжение может значительно уменьшаться до уровня менее 180 В в результате продолжительных колебаний, вызванных подключением к сети различных мощных устройств, таких как промышленное оборудование и сварочные аппараты. Это может приводить к выходу из строя бытовой техники, аварийным режимам электрической сети и как следствие к пожарам.

По официальной статистике МЧС в Республики только за 2022 год по причине нарушения правил монтажа и технической эксплуатации электрооборудования произошло 3125 пожаров или 37,20 % от общего количества пожаров - , за 9 месяцев 2023 года, по той же причине произошло 3424 пожара или 41,49 % [3]. То есть можно с уверенностью отметить, что с увеличением количества населения, развитием инфраструктуры, наращиванием производственных мощностей страны будет увеличиваться количество используемого электрооборудования, что в свою очередь увеличивает вероятность возникновения пожаров из-за неправильной установки или эксплуатации этого оборудования. С учетом вышесказанного, существует неотложная необходимость в принятии эффективных мер по защите населения от пожаров, которые происходят из-за недостаточного контроля над электрооборудованием.

На сегодняшний день за обеспечения пожарной безопасности в своем доме ответ сам хозяин жилища. Он самостоятельно или при помощи приглашенных специалистов производит монтаж электрической сети в своем доме. За качеством такой работы, как правило, нет никакого контроля. В результате чего монтаж электрической сети может быть выполнен с нарушениями, что в свою очередь может привести к необратимым последствиям.

Для обеспечения защиты электрических сетей существуют специальные устройства защиты, такие как автоматические выключатели, устройства защитного отключения, плавкие предохранители, релейная защита и т.д.

Однако как показывает практика, данные устройства не всегда могут обеспечить защиту электрической сети от аварийных режимов работы.

Существует несколько причин, по которым устройства защиты электрических цепей могут не срабатывать:

1. Неправильная установка: неправильная установка устройства защиты, такой как автоматический выключатель или предохранитель, может привести к неправильной работе. Например, если автоматический выключатель неправильно настроен или неправильно подключен к цепи, он может не сработать при перегрузке или коротком замыкании.

2. Износ или повреждения: устройства защиты могут снижать свою эффективность из-за износа или механических повреждений. Например, предохранители могут перегореть и больше не выполнять свою функцию.

3. Несовместимость или несоответствие: в некоторых случаях, устройства защиты могут быть несовместимы с другими элементами электрической системы или не соответствовать требованиям и нормам безопасности.

4. Ошибки в проектировании: если электрическая система спроектирована неправильно, то устройства защиты могут быть неэффективными. Например, недостаточное количество или неправильно размещенные устройства защиты могут привести к недостаточной защите цепи.

5. Завышенные нагрузки: если нагрузка на электрическую систему превышает ее номинальную способность, то устройства защиты могут не справиться с перегрузкой.

6. Отключение устройства защиты: в некоторых случаях, пользователи могут намеренно или случайно отключить устройства защиты, чтобы обойти их действие, что создает опасность для безопасности и надежности системы.

7. Неправильное обслуживание: некорректное обслуживание или отсутствие регулярной проверки устройств защиты может привести к их неисправности.

8. Электромагнитные помехи: электромагнитные помехи или интерференция могут вызвать ложное срабатывание или недействительное отключение устройств защиты.

Кроме того, такие устройства как УЗО и автоматы защиты могут просто не сработать от дугового пробоя, искрения или электрического тока в сети вазонным коротким замыканием

Сегодня на рынке электротоваров существуют более современные устройства защиты электрической сети, такие как «Устройство защиты от дугового пробоя» (УЗДП) (Рисунок 1), предотвращающие от наибольшего количества аварийных режимов работы электрической сети.

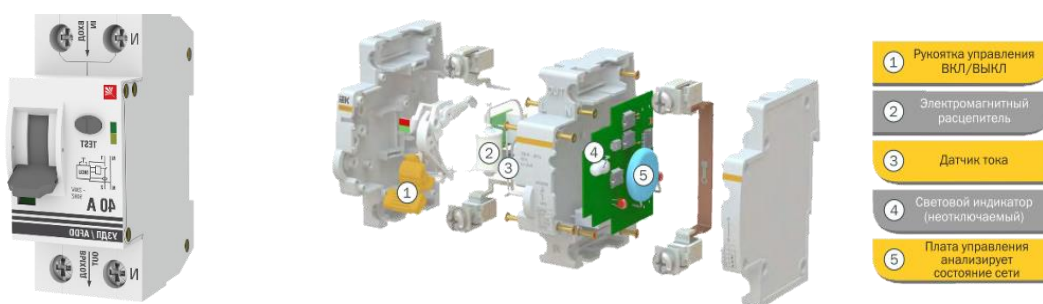


Рисунок 1 – Общее устройство защиты от дугового пробоя

УЗДП обеспечения безопасности электрических систем, предотвращая повреждения оборудования и обеспечивая надежную работу электрических сетей. Принцип работы и устройство могут различаться в зависимости от конкретного типа аварийного режима работы, но в общих чертах они включают следующие элементы:

Сенсоры дугового тока. Устройство оборудовано сенсорами, способными обнаруживать характерные признаки дугового тока, такие как быстрое изменение тока и высокая частота.

Также, в основе устройства УЗДП лежит микропроцессор, сигналы от сенсоров поступают на микропроцессор, который анализирует их и определяет, является ли текущая ситуация потенциально опасной.

Встроенные алгоритмы анализа могут оценивать характеристики дугового тока и определять, соответствуют ли они безопасной работе системы или указывают на возможность аномалии.

В случае обнаружения аномалии, микропроцессор активирует механизм выключения, который быстро размыкает электрическую цепь, предотвращая дальнейшее развитие дугового пробоя.

Многочисленные испытания данных устройств показывают их преимущества перед другими устройствами защиты электрических сетей [4, 5] (таблица 1 сопоставление эффективности УЗДП с альтернативными средствами защиты электрической сети.)

Таблица 1 – Сопоставления эффективности УЗДП с альтернативными средствами защиты электрической сети

	Защита целей	Защита людей от косвенного прикосновения	Защита людей и целей от возникновения пожара		
	Сверхтоки	Утечки на землю	Пробой на землю	Последовательное искрение	Параллельное искрение
АВ	✓	✗	✗	✗	✗
ВДТ (УЗО)	✗	✓	✓	✗	✗
АВДТ	✓	✓	✓	✗	✗
УЗДП с АВ	✓	✗	✓	✓	✓
УЗДП с АВДТ	✓	✓	✓	✓	✓

В США, как и в Российской Федерации в 2022 году были установлены нормы и требования к обеспечению жилых домов устройствами защиты от дугового пробоя.

Обычно требования к защите от дугового пробоя описываются в электротехнических стандартах, таких как NEC (National Electrical Code) в США или ГОСТы (Государственные стандарты) в России.

Введение в нормативные документы требований к обязательному оснащению электрической сети на объектах с массовым прибыванием людей устройств защиты от дугового пробоя позволит значительно снизить риск возникновения пожаров от аварийных режимов работы, происходящих в электрических сетях.

#### Список литературы

1. Об утверждении Правил устройства электроустановок: утв. Приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года № 230.
2. Костарев Н. П., Черкасов В. Н. // Пожарная безопасность электроустановок: учебное пособие. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2002. – 377 с.
3. Сведения о пожарах и их последствиях. 2023 год. [Электронный ресурс] Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан [Сайт]. – Режим доступа: URL <https://www.gov.kz>
4. Мальков А. Что может спасти дом от старой искрящей проводки. 18 июня 2023 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL <https://www.youtube.com/watch?v=fPIKJh7e9pg&t=1553s>
5. Бондик А. УЗДП – Устройства защиты от дугового пробоя. 2021 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL [https://eleko.pro/files/presentation\\_uzdp-abb.pdf](https://eleko.pro/files/presentation_uzdp-abb.pdf)
6. Шарипханов С. Д., Куттыбаев Е. М., Шаяхметов А. Т., Жаулыбаев А. А. Некоторые вопросы по нормированию оконечных устройств системы оповещения гражданской защиты // Наука и образование в гражданской защите. – 2021. – № 4 (44). – С.14-21.

#### References

1. Ob utverzhdanii Pravil ustrojstva elektroustanovok: utv. Prikazom Ministra energetiki Respubliki Kazahstan ot 20 marta 2015 goda № 230.
2. Kostarev N. P., Cherkasov V. N. // Pozharnaya bezopasnost' elektroustanovok: uchebnoe posobie. – Moskva: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2002. – 377 s.

3. Svedeniya o pozharah i ih posledstviyah. 2023 god. [Elektronnyj resurs] Ministerstva po chrezvychajnym situacijam Respubliki Kazahstan [Sajt]. – Rezhim dostupa: URL <https://www.gov.kz>

4. Mal'kov A. CHto mozhet spasti dom ot staroj iskryashchej provodki. 18 iyunya 2023 god. [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: URL <https://www.youtube.com/watch?v=fPIKJh7e9pg&t=1553s>

5. Bondik A. UZDP – Ustrojstva zashchity ot dugovogo proboya. 2021 god [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: URL [https://eleko.pro/files/presentation\\_uzdp-abb.pdf](https://eleko.pro/files/presentation_uzdp-abb.pdf)

6. SHariphanov S. D., Kuttybaev E. M., SHayahmetov A. T., ZHaulybaev A. A. Nekotorye voprosy po normirovaniyu okonechnyh ustrojstv sistemy opoveshcheniya grazhdanskoj zashchity // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2021. – № 4 (44). – S.14-21.

П. В. Максимов<sup>1</sup>, Ж. К. Макишев<sup>1</sup>, О. Б. Тукушев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан

<sup>2</sup>Қазақстан Республикасының Төтенше жағдайлар министрлігі, Астана, Қазақстан

### ЭЛЕКТР ЖЕЛІЛЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДЕГІ ДОҒАЛЫҚ БҰЗЫЛУДАН ҚОРҒАУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНЫҢ РӨЛІ МЕН АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

*Аңдатпа.* Бұл мақалада дұрыс орнатылмау, тозу және үйлесімсіздік сияқты ықтимал ақаулардың негізгі себептерін көрсете отырып, электр желілеріндегі дәстүрлі қорғаныс құралдарының тиімділігіне қатысты мәселелер қарастырылады. Қазіргі заманғы қорғаныс технологияларына, атап айтқанда, «Доғалық бұзылудан қорғау құрылғысына» және оның негізгі компоненттеріне: доғалық ток сенсорларына, микропроцессорға және талдау алгоритмдеріне ерекше назар аударылады. Жабдықтың зақымдануын дәлірек анықтау және жедел алдын алуды қоса алғанда, «Доғалық бұзылудан қорғау құрылғысына» артықшылықтарына баса назар аударылады. Мақаланың қорытындысында қорғаныс құрылғыларының сенімді жұмысын қамтамасыз ету мақсатында персоналға тұрақты техникалық қызмет көрсету мен оқытудың маңыздылығы туралы мәселе көтеріледі. Мақала электр желілерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етудің заманауи тәсілдеріне шолу жасайды, олардың сенімділігі мен тиімділігін арттырудағы «Доғалық бұзылудан қорғау құрылғысына» рөлін атап көрсетеді.

*Түйінді сөздер:* электр желілері, доғалық сыну, доғалық ток сенсорлары, Төтенше жұмыс режимдері, қорғаныс құрылғылары

P. V. Maximov<sup>1</sup>, Zh. K. Myakishev<sup>1</sup>, O. B. Tugushev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situation of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan

<sup>2</sup>Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan

### THE ROLE AND ADVANTAGES OF ARC BREAKDOWN PROTECTION DEVICES IN ENSURING THE RELIABILITY AND SAFETY OF ELECTRICAL NETWORKS

*Abstract.* This article examines the problems associated with the effectiveness of traditional means of protection in electrical networks, highlighting the main causes of possible failures, such as improper installation, wear and incompatibility. Special attention is paid to modern protection technologies, in particular, the «Arc Breakdown Protection Device», and its key components: arc

current sensors, microprocessor and analysis algorithms. The advantages of «Arc Breakdown Protection Device» are emphasized, including more accurate detection and prompt prevention of equipment damage. In conclusion, the article raises the question of the importance of regular maintenance and training of personnel in order to ensure reliable operation of protective devices. The article provides an overview of modern approaches to ensuring the safety of electrical networks, emphasizing the role of «Arc Breakdown Protection Device» in improving their reliability and efficiency.

*Key words:* electrical networks, arc breakdown, arc current sensors, emergency operation modes, protection devices

### **Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors**

*Петр Викторович Максимов* – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының өрт профилактикасы кафедрасының профессоры. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері к-сі, 136. E-mail: maxmpv@mail.ru

*Жандос Қуандықұлы Макишев* – техника ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының өрт профилактикасы кафедрасының бастығы. Қазақстан, Көкшетау, Ақан Сері көшесі, 136. E-mail: makishev\_jkkti@mail.ru

*Өміржан Бауыржанұлы Тукушев* – Қазақстан Республикасы ТЖМ өртке қарсы қызмет Комитеті Анықтау басқармасы бастығының орынбасары. Қазақстан, Астана. E-mail: omir-zhan@mail.ru

*Максимов Петр Викторович* – профессор кафедрі пожарной профилактики Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серы, 136. E-mail: maxmpv@mail.ru

*Макишев Жандос Куандыкович* – кандидат технических наук, начальник кафедрі пожарной профилактики Академии гражданской защиты им. М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Кокшетау, ул. Акана Серы, 136. E-mail: makishev\_jkkti@mail.ru

*Тукушев Омиржан Бауржанович* – заместитель начальника Управления дознания Комитета противопожарной службы МЧС Республики Казахстан. Казахстан, Астана. E-mail: omir-zhan@mail.ru

*Piotr V. Maksimov* – Professor of the Department of Fire Prevention of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. 136 Akan Sere str., Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: maxmpv@mail.ru

*Zhandos K. Makishev* – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Fire Prevention of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. 136 Akan Sere str., Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: makishev\_jkkti@mail.ru

*Omirzhan B. Tukushev* – Deputy Head of the Inquiry Department of the Committee of the Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan, Astana. E-mail: omir-zhan@mail.ru