

## **ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗГОРАНИЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**Згарбул А.В., Бершадский И.А., Антоненко А.О., Цмыкайло А.В.**  
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

*Анализ статистических данных за последние годы показывает, что ежегодно в России происходит более 150000 пожаров, из которых 20-25% составляют пожары по электротехническим причинам. В статье рассматриваются причины, препятствующие повышению уровня пожарной безопасности электропроводок 0,4 кВ, связанные с недостаточной чувствительностью штатных автоматических выключателей (АВ), недопустимым увеличением времени отключения поврежденного участка при отказе основного защитного аппарата. Предлагается способ совершенствования защиты с помощью микропроцессорного расцепителя.*

В большинстве промышленно развитых стран в связи с неисправностью или неправильной эксплуатацией электротехнических устройств ежегодно происходит около (20-25) % пожаров, причем тенденция роста таких пожаров держится весьма устойчиво.

В качестве источников зажигания очень часто выступают нагретые до высокой температуры электропроводки, а также сопровождающие аварийные режимы электрические дуги, искры, выброс газов и т.п. Основные причины возникновения пожаров: неосторожное обращение с огнем, нарушение правил ПБ при установке и эксплуатации электроустановок (НПУЭЭ) и т. д.

Ситуация в России выглядит следующим образом: неосторожное обращение с огнем – 47473 (32,5%) пожара, НПУЭЭ – 40767 (27,9%) пожар (более подробно на рис. 1) и нарушение правил ПБ при установке и эксплуатации печей 21023 (14,4%) пожара.

По данным НИИ горноспасательного дела и пожарной безопасности «Респиратор» (г. Донецк) в Донецкой области в 2006 г. наибольшую долю в этом сегменте занимают жилые здания и объекты частной собственности – 82,3% (таблица 1).

График, приведенный на рис. 1, показывает что количество пожаров от НПУЭЭ с 2003 по 2009 гг. уменьшилось на 18%, а затем

стабилизировалось и в течение последних 7 лет остается на уровне среднего значения 40900 ед. с отклонениями  $\pm 1,5\%$ .

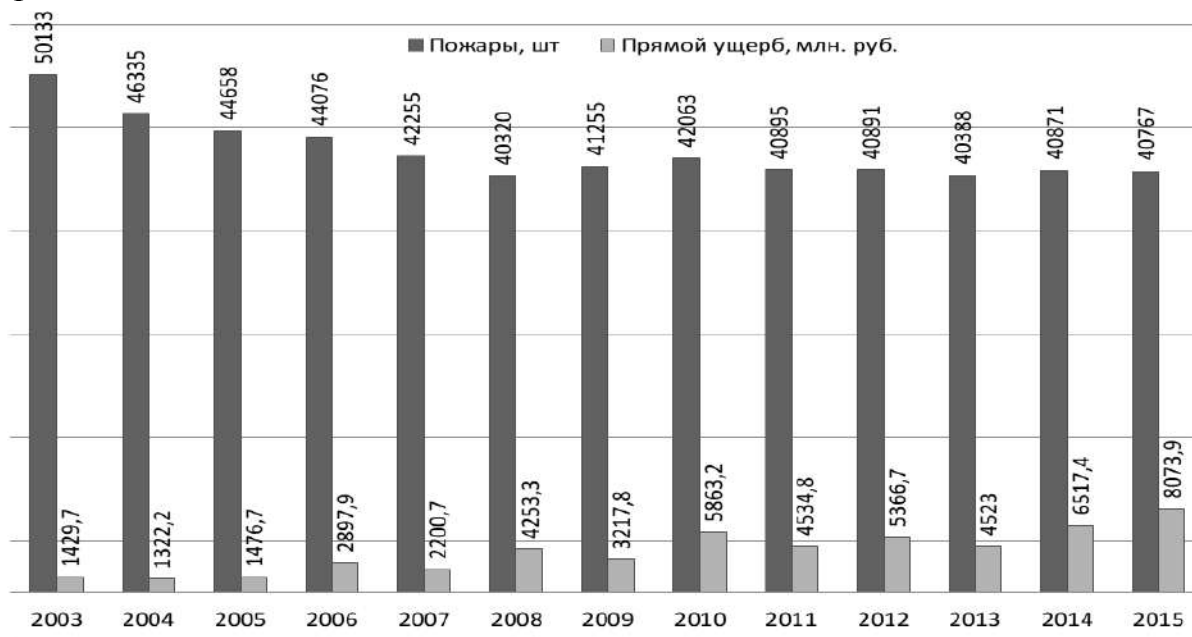


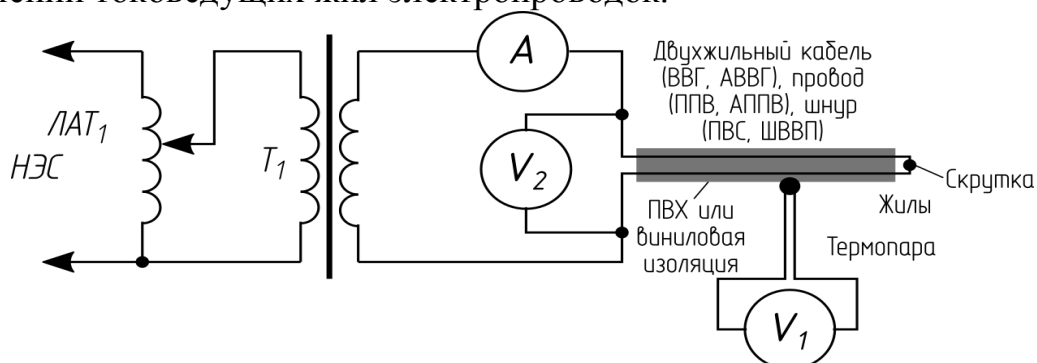
Рис. 1 – Данные о пожарах от НПУЭЭ в России

Таблица 1 – Распределение пожаров, в Донецкой области, причиной которых явилась кабельно-проводниковая продукция

	Причина пожара	Количество	Доля, %
<b>Всего</b>		<b>560</b>	100
Режим эксплуатации провода/кабеля	токовая нагрузка соответствовала допустимой	301	53,75
	токовая нагрузка превышала допустимую	250	44,64
	не установлено	9	1,61
Устройства отключения	Сработали	141	25,18
	не сработали по причине загробления	225	40,18
	не сработали по причине неправильного выбора	174	31,07
	не установлено	20	3,57

По нашему мнению это связано с тем, что в период до 2009 г. начали широко внедряться современные защитно-коммутационные аппараты, имеющие более высокие показатели надежности в случаях проявления аварийных ситуаций (КЗ и перегрузки); установка устройств защиты от утечек тока на землю; частичная замена алюминиевых проводок на медные с изменением схемы питания бытовых электроприемников. Несмотря на указанные мероприятия уровень количества пожаров от НПУЭЭ остается высоким, что

обусловлено особенностями согласования защит от КЗ или перегрузок с мощностями нагрузок и выбором допустимых по температуре сечений токоведущих жил электропроводок.



*Рис. 2 – Принципиальная схема экспериментального стенда для определения интервалов времени до плавления ПВХ изоляции кабельных изделий ВВГ(АВВГ), ППВ(АППВ), ПВС, ШВВП при разных кратностях перегрузок*

Для разработки защит на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий и городов» (ЭПГ) ДонНТУ, г. Донецк проводился анализ тепловых характеристик кабельно-проводниковых изделий. С помощью экспериментального стенда, приведенного на рис. 2 определялись ВТХ плавления изоляции двухжильных проводов марок ВВГ, АВВГ, ППВ, АППВ, ПВС, ШВВП сечений  $1,5 \div 2,5 \text{ мм}^2$  для меди,  $2,5 \div 4$  для алюминия. Приборы использованные в принципиальной схеме (рис. 3) имеют следующие технические характеристики. ЛАТ<sub>1</sub> - лабораторный автотрансформатор типа АОСН-2-220-82(предел регулирования по напряжению  $5 \div 240 \text{ В}$  при токе нагрузки до  $2 \text{ А}$ ); Т<sub>1</sub>- силовой понижающий трансформатор типа ОСМ-0,25 УЗ(мощность  $0,25 \text{ кВА}$ , напряжения обмоток ВН-220, НН-24В); А- токоизмерительные клещи FUKЕ 266 Clamp meter CE(предел измерения до  $1 \text{ КА}$ ); V<sub>1</sub>- токоизмерительные клещи FUKЕ 266 Clamp meter CE(с возможностью измерения температуры при помощи термопары до  $750 \text{ }^\circ\text{C}$ ); V<sub>2</sub> -вольтметр универсальный цифровой В7-38; цифровой секундомер.

На рис. 3 (кривые 4-6) показаны ВТХ для проводов ППВ, совмещенные в одной системе координат с ВТХ автоматических выключателей серий ВА25, АЕ2000 в режиме перегрузки  $1,5 \div 4 I_{\text{доп}}$ .

Также согласно ГОСТ Р МЭК 60949-2009 были рассчитаны времятоковые характеристики (ВТХ) медных и алюминиевых проводов сечением  $1,5-6 \text{ мм}^2$  при которых температура жилы при КЗ достигает  $160 \text{ }^\circ\text{C}$ . (рис. 3, кривые 1-3).

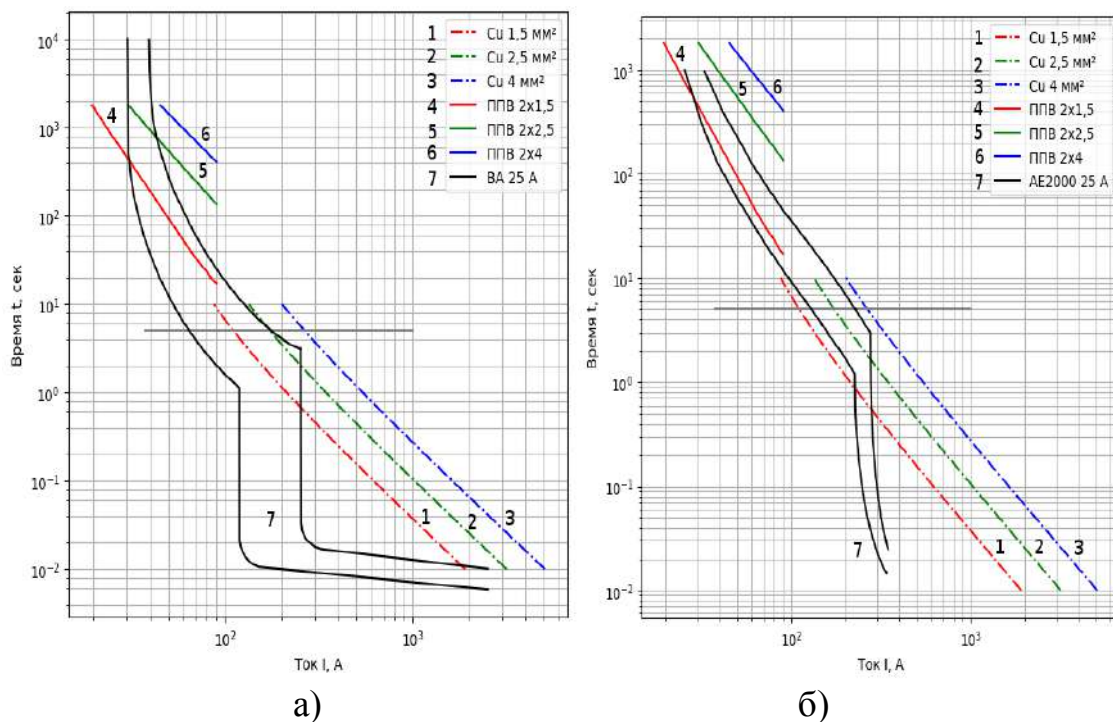


Рис. 3 – Совмещенные графики времятоковых характеристик автоматических выключателей и проводников:

а), б) – проводники с медными жилами типа ППВ сечений  $1,5 \div 4 \text{ мм}^2$ ;  $1 \div 3$  – токи КЗ получены по формулам [3] для термически допустимой температуры  $160 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $4 \div 6$  – время плавления ПВХ изоляции при установившемся токе, полученное экспериментально в [2]

При этом обнаружена несогласованность времени отключения АВ для наиболее часто применяемых в жилых помещениях сечений  $1,5 \div 2,5 \text{ мм}^2$  для меди,  $2,5 \div 4$  для алюминия. Т.е. для ППВ сечений  $2,5$  и  $4 \text{ мм}^2$  и АППВ  $4$  и  $6 \text{ мм}^2$  существуют отдельные участки, где АВ срабатывает за недопустимо большое время. Если используются провода ППВ  $1,5 \text{ мм}^2$  и АППВ  $2,5 \text{ мм}^2$  (характерно для жилых помещений), то в большом диапазоне токов защита с помощью АВ (рис. 3) может приводить к пожароопасному состоянию электропроводки.

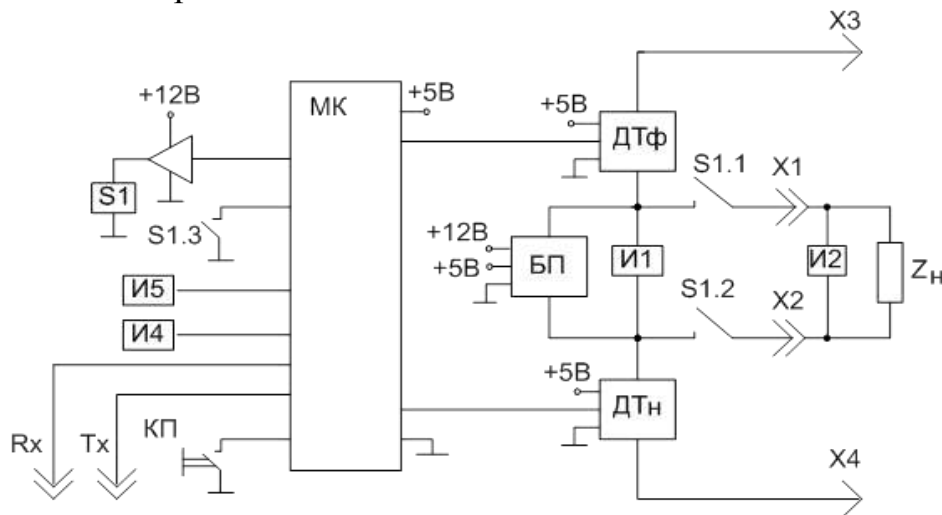
Проанализировав графики, можно сделать вывод, что не во всех случаях АВ, выбранные в соответствии с ПУЭ, обеспечивают своевременное отключение при КЗ.

Таким образом в существующих сетях  $0,4 \text{ кВ}$ , защищаемых стандартными автоматическими выключателями, которые реагируют на токи перегрузки и КЗ, для повышения уровня пожарной безопасности необходима разработка более совершенных защит,

основанных на микропроцессорных расцепителях, которые бы решали следующие задачи:

- 1) повышение чувствительности АВ;
- 2) учет характеристик защищаемых линий;
- 3) отстройка от дуговых замыканий, имеющих прерывистый характер;
- 4) прогнозирование нагрева защищаемого кабеля (провода) от величины полного тока  $I_{\phi}$ .

В настоящее время на кафедре ЭПГ разрабатывается защита на основе микроконтроллера STM32F103, датчиков прямого и обратного тока использующих эффект Холла, структурная схема которой представлена на рис. 4.



*Рис. 4 – Структурная схема микропроцессорной защиты. Обозначения: ДТф, ДТн – датчики фазного и нулевого токов; МК – микроконтроллер семейства STM; БП – блок питания; S1 – контактор; Zн – нагрузка; КП – кнопка «ПУСК»; И1, И2, И4, И5 – элементы индикации; X1, X2, X3, X4 – клеммы подключения нагрузки; Rx, Tx - выводы последовательного интерфейса стандарта UART.*

### Перечень ссылок

1. Смелков Г.И. Пожарная безопасность электропроводок, — М.: ООО «КАБЕЛЬ», 2009. — 328 с.
2. Прогнозирование, мониторинг и предупреждение возникновения источников возгорания горючего материала в электрифицированных помещениях [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 / Солёная Оксана Ярославовна ; ГБУЗ "Донецкий национальный технический университет". – Донецк, 2014. – 215 с.
3. ГОСТ Р МЭК 60949-2009. Расчет термически допустимых токов короткого замыкания с учетом неадиабатического нагрева. — введ. 26.06.2009 — М.: Госстандарт России — 12 с.
4. Правила устройства электроустановок. – М.: Кнорус, 2015. – 488 с.