

---

**УДК 621.8.314****В. Н. СТОЯН, зав. лаб.,****В. П. КОЛОСЮК, д-р техн. наук, гл. науч. сотрудник, проф., МакНИИ,  
г. Макеевка****ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ РАБОТ  
ПРОХОДЧЕСКИХ УЧАСТКОВ ПУТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
НЕПРЕРЫВНОСТИ ПРОВЕТРИВАНИЯ ТУПИКОВЫХ  
ВЫРАБОТОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

*Обосновано снижение вероятности загазования тупиковых выработок путем обеспечения бесперебойности электроснабжения вентиляторов местного проветривания за счет внедрения принципа избирательности защит от токов утечки на землю.*

**Ключевые слова:** метан, загазирование, вероятность события, опасные состояния, избирательность защит, утечки тока, бесперебойность электроснабжения вентиляторов.

В концепции «Общегосударственной программы улучшения состояния безопасности, гигиены труда и производственной среды на 2006-2011 годы», утвержденной распоряжением КМУ от 11 мая 2006 г. №269-р, по-прежнему, основными из травмирующих факторов, снижающих показатели безопасности труда, признаны взрывы газа и пыли, доля которых составляет 20% от общего числа аварий.

Основными причинами взрывов газа являются загазирование тупиковых выработок из-за внезапных остановок вентиляторов местного проветривания (ВМП), местные скопления метана на концевых участках лав, со стороны выработанного пространства и у режущих органов комбайнов при скоростной выемке угля, неудовлетворительное проветривание и пылеподавление. При частых и кратковременных остановках ВМП метано-воздушная смесь может за достаточно короткое время достигать взрывоопасных концентраций. При этом необходимо отметить, что лидирующее положение в части источников ее воспламенения по-прежнему занимают короткие замыкания (к.з.) (искрения) в электрооборудовании, подземные пожары, фрикционное искрение при воздействии режущего инструмента комбайна на твердые породы.

В правилах безопасности в угольных шахтах регламентируются требования по проветриванию тупиковых выработок, а в «Инструкции по электроснабжению и применению электрооборудования в проветриваемых

ВМП тупиковых выработках шахт, опасных по газу» приведены схемы расстановки электрооборудования в схемах электроснабжения. Однако, как показывает практика, количество аварийных ситуаций в тупиковых выработках шахт не имеет тенденции к снижению.

Целью работы является исследование факторов, влияющих на непрерывность проветривания тупиковых выработок, для совершенствования бесперебойности электроснабжения ВМП.

Для решения поставленной задачи повышения безопасности технологического процесса в тупиковых выработках, за счет повышения непрерывности проветривания необходимо рассмотреть особенности работы систем местного проветривания и влияние на их работу технологического оборудования забоя. Так, например, аппаратура проветривания тупиковых выработок (АПТВ) напрямую влияет на бесперебойность работы технологического оборудования забоя, т.к. при отказе функционирования АПТВ происходит прекращение электроснабжения забойных машин и механизмов отключением группового аппарата. Но отказы АПТВ не нарушают электроснабжение ВМП, поскольку пускатели ВМП подключаются к сети до группового аппарата участка, на который воздействует АПТВ.

В то же время отказы в технологическом оборудовании, вызывающие отключение напряжения, влияют на работу как рабочего, так и резервного ВМП. В данном контексте большое значение имеет тип аварийной ситуации (к.з., утечка тока, нарушение функционирования оборудования и др.), к которой привел тот или иной отказ. Как правило, схемы электроснабжения построены таким образом, что к.з., отключаемые пускателями технологических токоприемников, не влияют на работу ВМП. Однако в определенных аварийных режимах (отказ устройств токовой защиты других аппаратов) они могут приводить к отключению питания ВМП.

При достаточной надежности электрооборудования и кабелей основная роль в повышении бесперебойности проветривания тупиковых выработок, несомненно, принадлежит принципу резервирования рабочего ВМП. При глубоком резервировании резервный ВМП питается от отдельной подземной передвижной участковой подстанции (ПУПП), не связанной с системой электроснабжения технологических машин данного проходческого забоя. В случае отключения рабочего ВМП аппаратура контроля проветривания тупиковых выработок [1], обеспечивает возможность автоматически возобновить проветривание с помощью резервного ВМП. Однако, следует обратить внимание на то, что Правилами безопасности в угольных шахтах для выработок длиной до 200 м допускается питание резервного ВМП от резервного пускателя, питающегося от той же подстанции, что и технологические электроприемники проходческого или очистного забоя (конвейерные линии, погрузочные пункты и т.д.). Последнее резко снижает надеж-

ность бесперебойности проветривания и объясняется увеличением частоты срабатывания защит, особенно утечек тока на землю. Это приводит к одновременному отключению напряжения питания как с электроприемников технологического оборудования, так и ВМП.

Для более объективного выявления причин нарушения бесперебойности электроснабжения тупиковых выработок были проведены наблюдения за работой электроустановок трех проводимых выработок ОП «Шахта им. В.И. Ленина» ГП «Макеевуголь» (далее ОП «Шахта им. Ленина») в течение трех лет:

- людского ходка коренной разгрузочной лавы пласта Кбн (расстановка электрооборудования указана на схеме электроснабжения рис.1);
- конвейерного ходка лавы №8 пл. 12' (расстановка электрооборудования указана на схеме электроснабжения рис. 2);
- воздухоподающей магистрали пласта К5 (расстановка электрооборудования указана на схеме электроснабжения рис. 3).

Результаты наблюдений фиксировались в «Журнале наблюдений», где все шахтные электроустановки разделили на группы:

- высоковольтные комплектные распределительные устройства;
- высоковольтные кабели;
- комплектные трансформаторные подстанции;
- магистральные низковольтные кабели;
- гибкие низковольтные кабели;
- низковольтные устройства управления и защит;
- электродвигатели;

Каждая группа делилась на подгруппы:

- по конструктивному исполнению;
- по месту эксплуатации;
- по типам электропотребителей.

В процессе наблюдений также документировались следующие данные:

- дата и время отказа;
- группа и подгруппа оборудования;
- время восстановления;
- причина отказа.

Каждой единице электрооборудования присваивался свой порядковый номер, который указывался на схеме электроснабжения. Для низковольтных и высоковольтных кабелей не фиксировалось конкретное место аварии, а отмечалось отходящее присоединение, в котором происходила аварийная ситуация и ее причина. Также позиционировались и отказы аппаратуры газовой защиты.





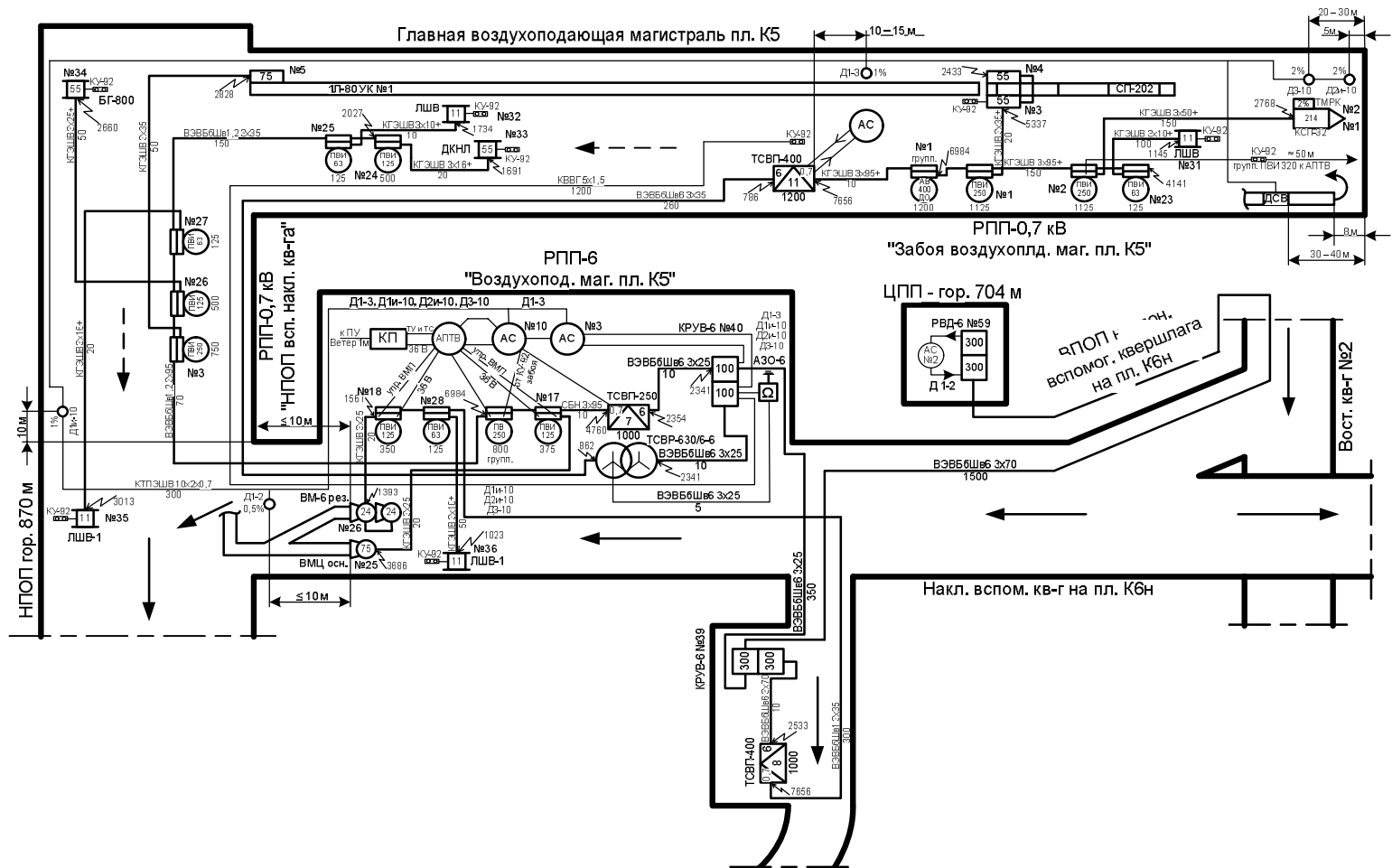


Рис. 3. Схема электроснабжения проходки главной воздухоподающей магистрали пласта К5  
ОП «Шахта им. В.И. Ленина»

По результатам наблюдений отказы и аварийные ситуации разделялись на три группы:

- отказы электрооборудования, сопровождающиеся утечками тока на землю;
- отказы электрооборудования, сопровождающиеся к.з.;
- отказы электрооборудования, сопровождающиеся нарушением функционирования электротехнических устройств, т.е. отказы составных частей и блоков коммутационных аппаратов, двигателей, комплектующего электрооборудования подстанций и т.д., объединенные в группу «другие отказы».

Отказы также группировались и по результатам событий, т.е. приводящих к остановкам ВМП или нет.

Результаты отказов проветривания на участках ОП «Шахта им. В.И.Ленина» указаны в табл. 1.

Анализ результатов наблюдений показывает следующее. Электрооборудование, имеющее большее количество отказов задействовано в низковольтной части схем электроснабжения системы местного проветривания (СМП). Причем, самыми повреждаемыми являются низковольтные кабели, аппаратура газовой защиты, пусковая аппаратура и электродвигатели.

Таблица 1

Результаты наблюдений за работой систем местного проветривания трех проводимых тупиковых выработок ОП «Шахта им. В.И. Ленина»

№ п/п	Наименование показателей	Данные по выработкам				
		Людской ходок коренной разгрузочной лавы пласта К6н	Конвейерный ходок лавы №8 пл. 12'	Главная воздухоподающая магистраль пласта К5	Суммарные по трем выработкам	Средние на одну выработку
1	2	3	4	5	6	7
1	Общее число отключений рабочего ВМП	55	78	31	172	57,3
2	Количество отключений рабочего ВМП из-за токов утечек на землю	14	31	16	61	20,3
3	Количество отключений рабочего ВМП из-за токов к.з.	9	13	2	23	7,6
4	Количество одновременных отключений рабочего и резервного ВМП	45	12	7	64	21,3

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
5	Количество включений резервного ВМП	12	63	35	110	36,7
6	Количество одновременных отключений рабочего и резервного ВМП от утечек тока на землю	13	0	1	14	4,7
7	Общее количество повреждений только электрооборудования СМП	19	21	13	53	17,7
8	Длительность перерывов электроснабжения рабочего ВМП, ч	149,0	203,0	116,3	468,3	156,1
9	Длительность перерывов электроснабжения рабочего ВМП из-за отказов высоковольтной системы электроснабжения, ч	100,3	151,4	69,5	323,5	107,8
10	Длительность работы резервного ВМП по причине нарушения электроснабжения рабочего ВМП, ч	27,4	151,4	103,5	280,3	93,4

Нарушение работы рабочих ВМП происходило 172 раза. Из них 134 отключения ВМП произошло из-за отказов низковольтной системы электроснабжения, в т.ч. 61 – по причине возникновения утечек тока на землю, что составляет 35,5 % от общего количества отключений рабочих ВМП из-за неисправностей высоковольтной и низковольтной систем электроснабжения и 45,5 % – из-за отказов только низковольтной системы электроснабжения.

Следует отметить, что общее количество повреждений только электрооборудования систем проветривания составило 53 случая, что составляет 10,6% от общего количества повреждений и говорит о более высокой эксплуатационной надежности электрооборудования системы электроснабжения ВМП по сравнению с электрооборудованием системы электроснабжения технологического процесса проходки.

Статистические данные наблюдений показали, что одновременное отключение рабочего и резервного ВМП из-за отказов системы электроснабжения происходило 64 раза. Причем, 45 отключений наблюдались на участке, где оба ВМП запитаны в единой системе электроснабжения, от одной ПУПП. Большая часть утечек тока (13 из 14), по причине которых происходило одновременное отключение рабочего и резервного ВМП, происходили на участке, где оба ВМП запитаны в единой системе электроснабжения с технологическими токоприемниками от одной ПУПП. Такая схема



электроснабжения реализована на участке «Людского ходка коренной разгрузочной лавы пл. Кбн».

Для двух других участков, где схемы с питанием резервного и рабочего ВМП реализованы от отдельных ПУПП, утечки тока в цепи питания рабочего ВМП не оказывают влияние на работу резервного ВМП. На этих участках одновременные отключения рабочего и резервного ВМП из-за отказов низковольтной системы электроснабжения наблюдались всего 1 раз.

Следует обратить внимание на то, что существенной причиной нарушения электроснабжения рабочего ВМП на рассматриваемых участках являются утечки тока на землю, произошедшие не в цепи питания ВМП, а в технологическом электрооборудовании проходческого забоя, вызывавшие отключение автоматического выключателя ПУПП. Их количество составило 59, что составляет 96,7% от количества утечек, приводящих к остановке рабочего ВМП. Это приобретает особое значение для участков, где рабочий и резервный ВМП запитаны в единой цепи электроснабжения вместе с технологическим оборудованием забоя и утечки тока в технологических токоприемниках приводят к отключению сразу обоих ВМП.

Мероприятия, способствующие снижению влияния или устранению вышеупомянутой причины, должны быть направлены на повышение бесперебойности системы электроснабжения за счет повышения безотказности работы отдельных элементов. Однако практически эта задача трудноразрешима и в ближайшее время вряд ли возможно внедрение на шахтах электротехнических устройств, электрооборудования и кабелей с интенсивностью отказов, близкой к нулю.

С другой стороны, как показывает практика, к снижению функциональной работы СМП приводят не сами отказы, а их последствия – аварийные ситуации в технологическом оборудовании и действие защит, направленных на их предотвращение при отсутствии избирательности их работы (выборочного отключения).

Если устройства максимальной токовой защиты, встраиваемые в каждый коммутационный аппарат, обеспечивают избирательное отключение поврежденного присоединения, то в существующих на данный момент аппаратах защиты от утечек тока на землю, встраиваемых в комплектные трансформаторные подстанции (КТП) и воздействующих на ее общий автоматический выключатель, такая функция не предусмотрена. К тому же, существующие в эксплуатации на шахтах КТП конструктивно могут обеспечить подключение и защиту от токов утечки на землю только одного отходящего присоединения. В любом случае, при возникновении утечки аппарат защиты отключит все электроприемники, подключенные к данной КТП.

Даже при наличии в каждом пускателе блокировочных реле утечки, необходимо время на определение и устранение причин утечек тока и на повторное включение вручную автоматического выключателя подстанции и включения пускателем ВМП. На это потребуется определенное время, особенно учитывая, что операторы для ВМП не предусматриваются в штатном расписании шахт.

Возникает вопрос – во сколько раз повысится бесперебойность проветривания, если создать условия «независимости» питания и срабатывания защит от токов утечки на землю для линий проветривания и технологических токоприемников, чтобы утечки тока в системе электропитания технологических токоприемников не вызвали отключения напряжения с ВМП.

Вопрос избирательности защит от токов утечки на землю в низковольтной части систем электроснабжения до настоящего времени не решен.

Такую задачу можно решить на основе разработки логико-вероятностной модели загазирования тупиковой выработки по методу «дерева отказов».

В литературных источниках [2 – 5] система электроснабжения ВМП, а также технологического электрооборудования состоит из электродвигателя, кабеля и электрического аппарата. По канонам математической логики, перечисленные электрические компоненты соединены в последовательную систему.

Учитывая вышеизложенное, для оценки эффективности предложенного построения системы электроснабжения с целью снижения опасности загазирования, рассмотрим логическую цепь формирования опасного события  $S_r$  – загазирование тупиковой выработки. Как допущение примем, что загазирование происходит всегда при остановке ВМП. Остановка ВМП может быть по причине прекращения электроснабжения из-за срабатывания защит от токов утечки на землю, срабатывания защит от токов к.з. или отключения питания по другим причинам, связанным с механическими отказами электрооборудования, в том числе и ВМП, повреждениями средств газовой защиты и др.

Итак, загазирование происходит при появлении следующих опасных состояний:

X1 – отключение напряжения по причинам утечки тока на землю в технологических токоприемниках;

X1' – отключение напряжения из-за утечки в системе питания ВМП;

X2 – отключение питания из-за срабатывания максимальной токовой защиты при к.з. в системе питания технологических токоприемников;

X2' – отключение питания из-за срабатывания максимальной токовой защиты при к.з. в системе питания ВМП;

X3 – другие причины отключения напряжения технологических токоприемников, вызывающие общее отключение системы электроснабжения;

X3' – другие причины отключения напряжения ВМП, вызывающие общее отключение системы электроснабжения.

Формирование опасного события  $S_r$  представим в виде «дерева» опасных состояний (рис. 5), где символ U представляет логическое объединение событий, реализуемое как дизъюнкция (логическое сложение – знак V).

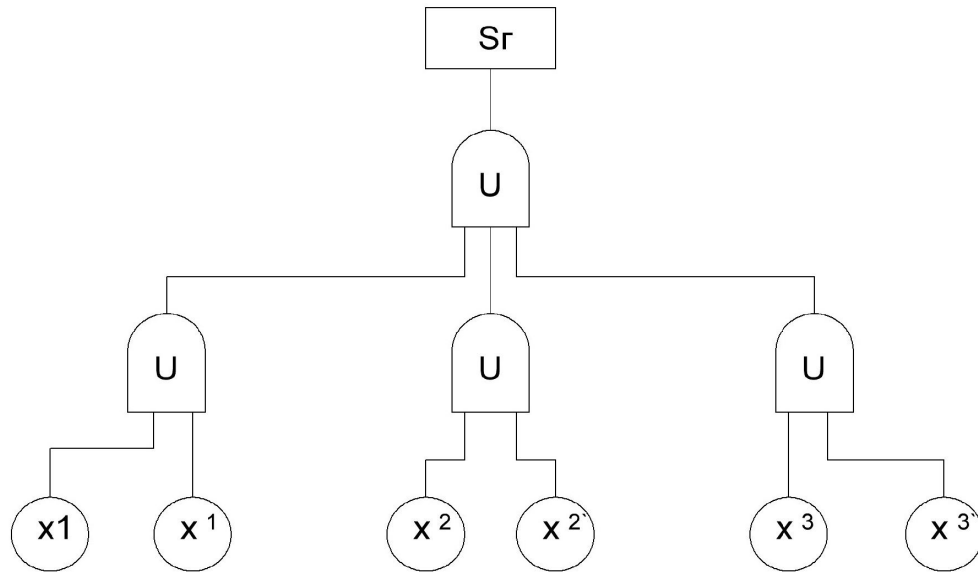


Рис. 5. «Дерево» опасного события – формирование загазирования

Для «дерева» опасных событий – формирование события  $S_r$  – возникновение загазирования в случае традиционной системы электроснабжения записывается следующим выражением:

$$S_r = (X1VX1') V (X2VX2') V (X3VX3'). \quad (1)$$

Для системы электроснабжения с применением избирательного принципа отключения поврежденного присоединения события X1, X2, X3 не приводят к отключению ВМП при «независимом» его питания от технологических токоприемников. В этом случае возникновение события «загазирования»  $S_r'$  будет представлено следующим выражением:

$$S_r' = X1'VX2'VX3'. \quad (2)$$

Появление событий  $S_r$  и  $S_r'$ , как и каждого из опасных состояний, оценивается вероятностью их появления. Для этого обозначим:

$P_{UT}$  – вероятность появления утечки тока в системе электроснабжения технологических токоприемников, приводящая к общему отключению на-

пряжения;

$P'_{УТ}$  – вероятность появления утечки тока в системе электроснабжения ВМП, приводящая к отключению напряжения;

$P_{КЗ}$  – вероятность появления к.з. в системе электроснабжения технологических токоприемников, приводящая к общему отключению напряжения;

$P'_{КЗ}$  – вероятность появления к.з. в системе электроснабжения ВМП, вызывающее отключение напряжения;

$P_{ДР}$  – вероятность отключения напряжения при других отказах (механические отказы электрооборудования, отказы электрических устройств, входящих в состав автоматических выключателей, пускателей, КТП, повреждения средств газовой защиты и др.) в системе электроснабжения технологических токоприемников, вызывающие общее отключение напряжения;

$P'_{ДР}$  – вероятность отключения напряжения при других отказах (механические отказы электрооборудования, отказы электрических устройств, входящих в состав автоматических выключателей, пускателей и др.) в системе электроснабжения ВМП, приводящих к отключению напряжения.

Таким образом, модель формирования вероятности загазирования тупиковой выработки при традиционном способе построения схем электроснабжения проветривания отображается следующим выражением:

$$P_{Г} = P_{УТ} + P'_{УТ} + P_{КЗ} + P'_{КЗ} + P_{ДР} + P'_{ДР}. \quad (3)$$

Модель формирования вероятности загазирования тупиковой выработки при построении схем электроснабжения проветривания с избирательным способом защитного отключения поврежденного присоединения примет следующий вид:

$$P_{Г'} = P'_{УТ} + P'_{КЗ} + P'_{ДР}. \quad (4)$$

Для оценки эффективности схем электроснабжения проветривания с избирательным способом защитного отключения поврежденного присоединения достаточно сравнить величины вероятности загазирования  $P_{Г}$  и  $P_{Г'}$ , определив их по вероятностям опасных состояний.

Итак, показатель снижения вероятности загазирования в случае «независимости» электроснабжения ВМП от технологических токоприемников тупиковой выработки определяется следующим выражением:

$$K_{СМП} = P_{Г}/P_{Г'}. \quad (5)$$

Учитывая ранее изложенное:

$$K_{СМП} = \frac{P_{УТ} + P_{КЗ} + P_{ДР} + P'_{УТ} + P'_{КЗ} + P'_{ДР}}{P'_{УТ} + P'_{КЗ} + P'_{ДР}}. \quad (6)$$

Выражение 6 можно рассмотреть с позиции частоты появления опасных событий, а именно – утечек тока на землю, к.з. и других событий, приводящих к нарушению проветривания. Связь между наблюдениями и произошедшими событиями характеризуется вероятностью события, которая выявляется при многократном его повторении [6]. Поэтому можно принять:

$$P = \lim_{n \rightarrow \infty} \nu = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}, \quad (7)$$

где:  $P$  – вероятность события;

$\nu$  – частота событий;

$m$  – число отказов (утечек тока на землю, к. з., других отказов, приводящих к остановке проветривания) за время наблюдения;

$n$  – количество ремонтных смен за время наблюдения.

Параметр  $n$  можно определить, исходя из следующих соображений. В четвертую, ремонтную смену, на шахте осуществляется проверка работоспособности устройств защиты и при необходимости устранение неисправностей, чем гарантируется их работоспособность. Поэтому периодичность проверки можно принять равной периодичности повторения ремонтных смен, т.е. через каждые восемнадцать часов, и определять  $n$  как отношение:

$$n = \frac{T}{t}, \quad (8)$$

где:  $T$  – длительность периода наблюдения за всеми отказами;

$t$  – время между ремонтными сменами (18 часов).

Итак, вероятность события можно принять равной частоте событий при достаточно большом их количестве, но при этом необходимо ввести как для пуассоновского потока событий [7] следующие допущения: 1) средняя вероятность события одинакова в любой момент времени; 2) любое событие однородно, то есть его вероятность не зависит от факторов окружающей среды, технологических факторов, действий человека и др.

Произведя математические преобразования,  $K_{СМП}$  можно представить в следующем виде:

$$K_{СМП} = \frac{\nu_{УТ} + \nu_{КЗ} + \nu_{ДР} + \nu'_{УТ} + \nu'_{КЗ} + \nu'_{ДР}}{\nu'_{УТ} + \nu'_{КЗ} + \nu'_{ДР}}, \quad (9)$$

где:  $\nu'_{УТ}$ ,  $\nu'_{КЗ}$  и  $\nu'_{ДР}$  – частота отказов, связанных соответственно с утечками тока на землю, к.з. и другими отказами, возникающими в системе электроснабжения проветривания;

$\nu_{УТ}$ ,  $\nu_{КЗ}$  и  $\nu_{ДР}$  – частота отказов, связанных соответственно с утечками тока на землю, к. з. и другими отказами, возникающими в системе электроснабжения технологических токоприемников.

После алгебраических преобразований выражение для  $K_{СМП}$  примет вид:

$$K_{СМП} = \frac{\frac{m'_{УТ}}{n} + \frac{m'_{КЗ}}{n} + \frac{m'_{ДР}}{n} + \frac{m_{УТ}}{n} + \frac{m_{КЗ}}{n} + \frac{m_{ДР}}{n}}{\frac{m'_{УТ}}{n} + \frac{m'_{КЗ}}{n} + \frac{m'_{ДР}}{n}} = \frac{m'_{УТ} + m'_{КЗ} + m'_{ДР} + m_{УТ} + m_{КЗ} + m_{ДР}}{m'_{УТ} + m'_{КЗ} + m'_{ДР}},$$

или

$$K_{СМП} = \frac{m_{УТ} + m_{КЗ} + m_{ДР}}{m'_{УТ} + m'_{КЗ} + m'_{ДР}} + 1, \quad (10)$$

где:  $m'_{УТ}$ ,  $m'_{КЗ}$  и  $m'_{ДР}$  – количество отказов, связанных соответственно с утечками тока на землю, к.з. и другими отказами в системе электроснабжения проветривания;

$m_{УТ}$ ,  $m_{КЗ}$  и  $m_{ДР}$  – количество отказов, связанных соответственно с утечками тока на землю, к.з. и другими отказами в системе электроснабжения технологических токоприемников.

Следовательно, можно предположить, что «независимость» электроснабжения ВМП от технологических токоприемников может снижать вероятность загазирования тупиковой выработки в число раз, не менее отношения общего числа отказов в технологических токоприемниках к числу отказов в оборудовании системы местного проветривания.

Расчеты, выполненные по результатам наблюдений, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетные значения  $K_{СМП}$  по методу «дерева отказов» для схем электроснабжения тупиковых выработок ОП «Шахта им. В.И. Ленина»

Название проходческого забоя шахты	$K_{СМП}$
Людской ходок коренной разгрузочной лавы пл. К6н	3,83
Конвейерный ходок лавы №8 пл. 12'	7,13
Главная воздухоподающая магистраль пласта К5	6,75
В среднем по трем выработкам	5,903

Данные табл. 2 указывают на однозначное повышение бесперебойности электроснабжения за счет внедрения принципа избирательности защиты от токов утечки на землю, т.к. по полученным данным вероятность загазирования при независимом электроснабжении ВМП снижается в среднем практически в 6 раз. При прочих одинаковых условиях это обеспечи-

вает такое же снижение вероятности взрывов газа в шахтах.

Заметим, что показатель  $K_{СМП}$  нуждается в уточнении. При его расчетах целесообразно учитывать характеристики надежности используемого электрооборудования.

## ВЫВОДЫ

Существенной причиной нарушения электроснабжения ВМП являются утечки тока на землю, что составляет более 35% от общего числа отказов, причем 96,7% утечек тока приходится на электрооборудование системы электроснабжения технологических токоприемников.

Количество повреждений электрооборудования систем местного проветривания составляет не более 11% от общего количества повреждений в системе электроснабжения тупиковой выработки, что свидетельствует о целесообразности и актуальности обеспечения независимости электроснабжения систем местного проветривания от системы электроснабжения технологических токоприемников.

В традиционной системе электроснабжения СМП с резервным ВМП, питающимся от одной КТП вместе с рабочим ВМП без избирательного действия защит от токов утечки, нарушение проветривания происходит, как минимум, в четыре раза чаще по сравнению с системами резервирования ВМП, получающими питание от различных КТП.

Обоснована методология определения вероятности загазирования выработки по частоте опасных состояний (утечки тока на землю, к.з. и др.), а также оценки эффективности мер по повышению бесперебойности систем местного проветривания. Предложено определять эффективность по отношению частоты опасных состояний традиционной системы местного проветривания к частоте отказов системы с реализованными мерами повышения бесперебойности питания ВМП.

Доказано, что применение избирательного принципа защиты от токов утечек на землю обеспечивает снижение вероятности загазирования тупиковой выработки в число раз, не менее отношения суммарного числа отказов в технологических токоприемниках к суммарному числу отказов в оборудовании системы местного проветривания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырев В. И. Аппаратура защитного отключения электроэнергии при нарушении проветривания тупиковых выработок газовых шахт / В. И. Болдырев, В. В. Химич // Современное взрывозащищенное электрооборудование: тезисы докл. на IV Всесоюзной на-

- уч.-техн. конф. – М, 1975. – С.33-34.
2. Інструкція з електропостачання і застосування електроустаткування в провітрюваних ВМП тупикових виробках шахт, небезпечних за газом: НПАОП 10.0-5.37-13. – [Офіц.вид.] – (Нормативно-правовий документ з охорони праці / 10.0: Видобування вугілля і торфу).
  3. Правила технічної експлуатації вугільних шахт: СОУ 10.1-00185790-002-2005. – [Офіц.вид.]. – К.: Мінвуглепром України, 2006. – 354 с. – (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
  4. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт: ДНАОТ 1.1.30-6.09.93. – К.: Основа, 1994. – 311с. – (Гос. нормативный документ об охране труда Госкомитета Украины по надзору за охраной труда).
  5. Ткачук С. П. Взрывобезопасность горного оборудования / С. П. Ткачук, В. П. Колосюк, С. А. Ихно. – К.: Основа, 2000. – 695 с.
  6. Ивашев-Мусатов О. С. Теория вероятностей и математическая статистика / О. С. Ивашев-Мусатов. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. 1979. – 256 с.
  7. Колосюк В. П. Защитное отключение рудничных электроустановок / В. П. Колосюк. – М.: Недра, 1980. – 334 с.

Получено: 19.10. 2012 г.

*Обґрунтовано зниження імовірності загазування тупикових виробок шляхом забезпечення безперебійності електропостачання вентиляторів місцевого провітрювання за рахунок впровадження принципу вибіркової захисту від струмів витоку на землю.*

**Ключові слова:** метан, загазування, імовірність події, небезпечні стани, вибірковість захисту, витоки струму, безперебійність електропостачання вентиляторів.

*Decrease in probability of a gassing of deadlock developments by ensuring uninterrupted operation of power supply of fans of local airing at the expense of introduction of the principle of selectivity of short circuit protection is proved.*

**Key-words:** methane, gassing, event rate, hazardous condition, selectivity of short circuit protection, sources of current, continuity of power supply of ventilators.