

ратуры. Случаев воспламенения смеси при данных аппаратурных условиях эксперимента не наблюдалось до температуры 673 К, что на 236 ° выше температуры самовоспламенения. Количество прокачиваемой смеси в 50 – 100 раз больше объема камеры, в которой изучалось воспламенение. Данное количество смеси прокачивалось через камеру в течение 3-15 с. Это регулировалось за счет изменения площади проходного сечения подводящего взрывоопасную смесь устройства.

Во втором случае проводились опыты по воспламенению смеси в узких зазорах по методике, несколько отличной от описанной выше. Смесь готовилась в специальной емкости, а вход и выход щелевого зазора соединялись шлангами с данной емкостью через перекачивающее устройство. После многократного прокачивания смеси через щелевой зазор в холодном состоянии, нагревательные элементы подключались к регулятору напряжения и осуществлялся нагрев стенок

щелевого зазора при скорости нарастания температуры 3 - 4 К/с. Случаев воспламенения смеси не наблюдалось до температуры 673 К (более высокие температуры в обоих случаях не исследовались в виду ограниченной мощности нагревательных элементов).

В результате этих экспериментов установлено, что воспламенение в щелевых зазорах отличается от воспламенения в сосредоточенных объемах, в которых эта температура определяется по стандартной методике.

Основное отличие заключается в том, что по общепринятой методике при впуске смеси в реакционную колбу сопровождается её нагрев от стенок и одновременно идет химическая реакция с выделением тепла, в результате чего смесь саморазогревается, и в конечном итоге, происходит её воспламенение. Этому способствует более высокая температура в центре колбы (она выше температуры стенок) и то, что смесь еще не вся прореагировала.

В щелевых зазорах температура смеси, практически, не отличается от температуры стенок, поскольку выделяющееся при химической реакции тепло сразу отбирается стенками зазора. Это подтверждается и исследованиями [4] при искровом воспламенении, когда при критических зазорах и ниже воспламенение смеси невозможно, хотя температура искрового канала не зависит от мощности искры и составляет 10000 – 20000 К.

Приведенные результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать заключение о том, что температура поджигания взрывоопасных смесей от нагретых поверхностей достаточно высока, а в случае щелевых зазоров величиной до 10 мм еще более увеличивается. Это условие позволяет существенно повысить взрывобезопасность при создании конструкции электродвигателей со специальным видом взрывозащиты со свободным объемом внутри оболочки в виде щелевых зазоров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разгильдеев Г. И., Баранов С. Д. Взрывозащищенные рудничные электродвигатели: эксплуатация и ремонт. Справочное пособие. М.: Недра, 1991, 180 с.
2. А. С. № 1468367, 1988.
3. Франк-Каменецкий Д. А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. – М. : Наука, 1967, 491 с.
4. Льюис Б., Эльбе Г. Горение, пламя и взрывы в газах. – М. : Мир, 1968.

□ Автор статьи:

Баранов
Сергей Денисович
- канд. техн. наук доц. каф. электро-
снабжения горных и промышленных
предприятий

УДК 621.311:622.33:537.811

Г.И. Разгильдеев, А.А. Шевченко

О ВОЗМОЖНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ В ЗАБОЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

В последние 15 - 20 лет в нашей стране произошли важные изменения при подземной добыче угля, результатом кото-

рых стал существенный рост производительности труда и уровня добычи полезного ископаемого из одного забоя. На

шахтах Кузбасса в 2004 г. более 1 млн. т было добыто из 27 забоев.

Такие результаты достигну-

ты за счет высокой энергетической насыщенности забойных выемочных и транспортных машин. Вместе с тем, рост единичной и суммарной установленной электрической мощности оборудования привел к возникновению ряда проблем.

Одной из них является вероятное появление электрических и магнитных полей, возникающих при работе крупных электромашин. Влияние этих полей на организм работающих в непосредственной близости от источника излучения людей, представляется важным вопросом для изучения.

Отметим, что в отраслях, где применяются генераторы мощных электромагнитных полей, а именно: радиолокация, радио- и телевидение, такие исследования проводились, были получены определенные результаты и разработаны соответствующие правила и инструкции. В электроэнергетике исследовались уровни электрических и магнитных полей, возникающих при работе линий электропередач с различными значениями номинального напряжения и оборудования подстанций, и также были разработаны нормативные документы, регламентирующие допустимые напряженности этих полей.

В угольной отрасли подобные исследования не проводились. Такое положение сложилось в результате того, что на протяжении длительного времени мощность электрических двигателей забойных машин была относительно небольшой, а удельная мощность на единицу площади забоя невысокой.

Условно можно выделить три этапа технического перевооружения угольной промышленности, направленных на механизацию основных процессов добычи угля в очистных забоях и сопровождающихся, следовательно, увеличением энергонасыщенности забойных машин.

На первом этапе механизации добычи угля широкое применение получили врубовые

машины, мощность электродвигателей которых не превышала 25 - 35 кВт, а двигателей сначала качающихся и затем скребковых конвейеров 15 - 20 кВт. При средней длине очистного забоя 80 - 120 м и ширине призабойного пространства при креплении деревом 2,5 - 3,2 м удельная электрическая мощность составляла 0,104 - 0,275 кВт/м². Если принять во внимание, что зарубка забоя врубовой машиной и навалотбойка производились не одновременно, то удельная мощность на единицу площади забоя была почти в два раза меньше.

На шахтах, разрабатывающих наклонные и крутопадающие пласты, в забоях, кроме электросверл мощностью 1,2 кВт, никаких машин не было, и там вопрос об электромагнитной совместимости не стоял и не стоит вообще.

Появление комбайнов типа "Донбасс" и аналогичных ему широкозахватных машин и забойных конвейеров привело к увеличению мощности одновременно работающих электродвигателей в очистном забое до 120 - 140 кВт, а удельной мощности до 0,31 - 0,7 кВт/м².

Можно считать, что с применением на шахтах к началу 60-х годов широкозахватных очистных комбайнов завершился первый этап технического перевооружения угольной промышленности в области механизации основных процессов добычи угля.

В конце 50-х и в начале 60-х годов начали применять узкозахватную выемку (с шириной захвата 0,63 - 0,8 м). Этот период можно отнести ко второму этапу развития механизации очистных забоев. Одним из таких комбайнов, применяемых на шахтах Кузбасса, стал К-52 с мощностью электродвигателей 120 кВт. В это же время появляются передвижные конвейеры СП - 202 мощностью 2х55 кВт и СП-87 мощностью 110 кВт, не требующие ручного труда при перемещении на новую дорожку,

благодаря чему сократились затраты времени на эту операцию и трудоёмкость. Для крепления и управления кровлей стали применять индивидуальную металлическую крепь.

Подлинный переворот в механизации работ в очистных забоях совершился в 60-х годах с появлением на шахтах механизированных комплексов. Они включали в себя узкозахватный комбайн, передвижной забойный конвейер, передвижную гидрофицированную крепь, крепь сопряжения забоя со штреками, дробилку и перегружатель. Этот этап является крупнейшим качественным сдвигом в технологии угледобычи.

В настоящее время применяются узкозахватные комбайны, отличающиеся высокой производительностью, и, как следствие, большой электрической мощностью, например, очистной комбайн "Кузбасс-500" с суммарной мощностью 635 кВт (два двигателя по 250 и три по 45 кВт) с перспективой увеличения мощности до 780 кВт (два двигателя по 315 кВт плюс остальная нагрузка 150 кВт). Существенно возросли и мощности конвейеров, например, конвейер "Анжера - 30" с мощностью 750 кВт (три двигателя по 250 кВт) или 945 кВт (три двигателя по 315 кВт). Используются дробилки ДР-1000Ю с двумя двигателями по 55 кВт и ДУ-910 с двигателем мощностью 110 или 160 кВт. Из перегружателей перспективным на ближайшие годы является ПСП-308 с двигателем 160 или 200 кВт.

Таким образом, можно проследить рост установленной электрической мощности оборудования очистных забоев угольных шахт (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что установленная электрическая мощность оборудования очистного забоя возросла к настоящему времени по сравнению с начальным этапом механизации добычи угля более чем в 20 раз,

а удельная мощность на один квадратный метр очистного забоя возросла до 10,8 кВт/м², то есть увеличилась по сравнению с первоначальным уровнем в 35 раз.

Анализ схем электроснабжения и применяемого горношахтного оборудования показал [1], что за последние 10-12 лет электрические нагрузки очистных забоев шахт выросли примерно 1,5-1,7 раза. Нагрузки очистных забоев в пределах 900-1500 кВт составляют 29,4% от всего общего объема, от 1500 до 1900 кВт также 29,4%, от 1900 до 2760 кВт - 41,2%. Причем это еще не предел роста суммарной установленной мощности оборудования очистного забоя. Уже сейчас реально появление электрических нагрузок очистного забоя в следующих пределах: комбайн - 2х315+200 кВт (два двигателя резания по 315 кВт и двигатели подачи общей мощностью 200 кВт, суммарная мощность двигателей комбайна 830 кВт) или 2х350+200 кВт (суммарная мощность 900 кВт); забойный конвейер 4х315 кВт (1260 кВт); перегружатель 2х200 кВт (400 кВт); дробилка 110 или 160 кВт; на долю вспомогательного оборудования приходится 80-100 кВт. Общая электрическая нагрузка одного забоя приближается к 3 МВт. Эта мощность сравнима с общей электрической мощностью средней шахты производительностью 2-2,5 млн.

т в год в середине 60-х годов.

Появившиеся в последнее время сообщения о действующих в США средствах добычи угля подземным способом до 1 млн. т в месяц и предложениях конструкторских организаций в Кузбассе о возможности создания фронтальных комплексов с производительностью до 1,2 млн. т в месяц позволяют полагать, что удельная мощность электрических нагрузок возрастет до 180 - 220 кВт/м² и даже до 500 кВт/м². В связи с этим становится актуальной задача исследования электромагнитных полей, возникающих в ограниченном пространстве угольных забоев при применении мощных электродвигателей.

Другим важным фактором возможного возрастания уровня электромагнитных полей в подземный горных выработках является перевод систем электроснабжения забойных машин на

новый, повышенный уровень напряжения. Первый этап перевода электроснабжения подземных потребителей механизированных забоев шахт Кузбасса с напряжения 380 на 660 В был завершен к концу 1962 г. Это привело не только к качественно новому обеспечению электрической энергией угледобывающих машин, но и к существенной ее экономии и снижению сечения применяемых кабелей (то есть экономии меди) почти в три раза.

Рост электрических нагрузок очистных забоев привел к необходимости уже через несколько лет перейти на новый уровень напряжения - 1140 В. В 2004 г. на этом напряжении работают 82% всех очистных комбайнов, около 52 % забойных конвейеров, 42 % перегружателей и дробилок. На шахтах Кузбасса из 72 очистных забоев, оборудованных комплексами и высокопроизводительными

Таблица 1

Рост установленной электрической мощности забойного оборудования

Показатели	Этап 1	Этап 2	Этап 3
Средняя установленная электрическая мощность оборудования забоя, кВт	120	230	1355 - 2760
Относительное значение	1,0	1,92	11,3 - 23
Удельная мощность забоя, кВт/м ²	0,31 - 0,6	0,8 - 1,2	2,6 - 10,8

Таблица 2
Мощность электродвигателей применяемых и перспективных очистных комплексов

Тип оборудования	Электрическая мощность, кВт, по вариантам			
	1	2	3	4
Очистной комбайн	(2х250+135) 635	(2х300+150) 750	(2х315+200) 830	(2х350+200) 900
Забойный скребковый конвейер	(2х250) 500	(2х315) 630	(3х315) 945	(4х315) 1260
Перегружатель	110	160	2х160	2х200
Дробилка	110	110	160	200
Итого	1355	1650	2255	2760

комбайнами, пока лишь три забоя полностью переведены на 1140 В. В других забоях пока применяют два уровня напряжения - 660 и 1140 В. Однако, такое положение представляется временным. Уже сейчас на шахтах Кузбасса действует три импортных комплекса, работающих на напряжении 3 кВ. Таким образом, складываются условия, когда дальнейший рост электрических нагрузок приведет к необходимости перехода на новые уровни напряжения 3 и, возможно, 6 кВ.

Стоит отметить и еще один факт, свидетельствующий о том, что на протяжении последних лет возросло число отказов

электрооборудования, причина которых пока не ясна. В первую очередь это относится к электродвигателям забойных машин. Применение новых электроизоляционных материалов и обмоточных проводов не привело практически к снижению числа отказов комбайновых и конвейерных электродвигателей. Между тем их большая масса приводит к длительным простоям при замене в случаях отказов из-за трудностей доставки. Возможно, имеется связь между этими отказами и уровнем сосредоточенных в узком пространстве очистного забоя электрических и магнитных полей. В тоже время долговре-

менное воздействие этих полей на организм человека может быть вредным производственным фактором.

Задачи исследования, таким образом, сводятся к тому, чтобы выяснить имеются ли в очистных и подготовительных забоях угольных шахт электромагнитные поля, создаваемые электрическими машинами и системами электроснабжения (если есть, то каков их уровень), оказывают ли они в ограниченном пространстве угольного забоя, в котором работают люди, влияние на работающего там человека, есть ли связь этих явлений с надежностью электрооборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разгильдеев Г.И., Мацкевич М.Ю. Перспектива и прогнозная оценка роста электрических нагрузок очистных забоев на шахтах Кузбасса // Вестник КузГТУ. 2002. № 2. С.28-30.

2. Развитие техники для подземной добычи угля, калийных и марганцевых руд / Под ред. В.Н. Хорина. -М., Недра, 1985. 360с.

□ Авторы статьи:

Разгильдеев
Геннадий Иннокентьевич
- докт. техн. наук, проф. каф. электро-
снабжения горных и промышлен-
ных предприятий

Шевченко
Анастасия Александровна
- ассистент каф. электро-
снабжения горных и промышленных
предприятий