

УДК 614.841.332

В. А. Уварова, А. И. Фомин

## ШАХТНЫЕ СЕТКИ ИЗ АРМИРОВАННЫХ ПЛАСТИКОВ И ПОКАЗАТЕЛИ ИХ ПОЖАРООПАСНОСТИ

Традиционно для ограждения (затяжки) бортов и кровли горизонтальных, наклонных и вертикальных горных выработок различного назначения, формы и размеров применялась металлическая сетка. Железная сетка была придумана и запатентована в 1864 году германским инженером-строителем Карлом Рабица и стала называться в честь собственного разработчика [1]. Сам изобретатель предлагал применять сетку рабица в основном для увеличения надёжности и прочности штукатурного слоя, но изобретение нашло и применение для многих других целей (особенно - нержавеющая сетка рабица), оно стало пользоваться необыкновенной популярностью. Чтобы срок эксплуатации сетки рабица повысился, её оцинковывают, в этих случаях срок службы ее значительно увеличивается.

Вместе с тем, металлические конструкции сетки имеют ряд недостатков. По причине повышенной влажности, влияния солей, химических веществ, агрессивных шахтовых вод возникает коррозия стальной арматуры, в результате чего, наблюдаются сильные повреждения и конструкции разрушаются. К недостаткам металлических сеток можно отнести также большую массу и потенциальную травмоопасность при монтаже конструкций, так как края сеток острые и могут поранить кожу рук.



*Рис. 1. Виды шахтных сеток из армированных пластиков*

Трудности, вызванные использованием металлической арматуры, послужили поводом для выбора альтернативных материалов, таких как армированные пластики.

Армированные пластики – это композиционные материалы на основе полимерного связующего (матрицы) и упрочняющего (армирующего) наполнителя волокнистой структуры [2]. В качестве связующего применяют термореактивные смолы или конструкционные термопласти. Наполнителями служат неорганические или органические волокнистые материалы в виде мононитей, комплексных нитей, коротких (дискретных) воло-

кон, жгутов, тканей, войлоков, нитевидных моно-кристаллов.

В настоящее время шахтную сетку или сетку горную выпускают целый ряд производителей, как в России, так и за рубежом. Это такие производители, как «ФНМ-Туймазы» (Башкортостан); ОАО «Стеклонит» в составе ГК «Рускомпозит», ОАО «Ортон», (Россия); Shandong Sunshint New Material Technology Co.LTD, ТОО «Машиностроение Дзюань», Tangshan Deyuan Machinery, «Hock Mining», ACE Geosynthetics (Китай); «Huesker Syntetig GmbH», «Minova» (Германия) и многие другие.

На рис. 1 представлены сетки различных модификаций. Это, например, сетки Геосвод - ните-прошивные сетки, из высокопрочных полизэфирных нитей, изготовленные с полимерной пропиткой [3], геосинтетические сетки ACEGrid с основой из полиэстера (PET) с покрытием из поливинилхлорида [4], сетки шахтные марки «СШ» на основе пластизола [5].

Шахтная сетка из армированных пластиков предназначена для затяжки бортов и кровли подземных выработок на объектах по добыче угля, руд металлов и минералов, она является лучшей заменой металлическим решеткам и сеткам. В табл.1 даны сравнительные характеристики металлических и полимерных шахтных сеток

Шахтные полимерные сетки имеют следующие области применения:

- крепление бортов и кровли горных выработок при ведении проходческих работ;
- крепление кровли при проведении работ по демонтажу очистных комплексов, в том числе на сопряжениях лавы с выемочными штреками;
- использование в качестве армирующего материала при торкретировании;
- крепление при слоевой выемке длинными столбами;
- защита зоны взрывных работ.

В процессе проведения демонтажных работ в

лаве с применением металлической сетки горнорабочие вынуждены соединять части сетки, находясь непосредственно в зоне выемки угля, что подвергает их риску и требует больших физических и временных затрат. Использование полимерной сетки позволяет значительно облегчить процесс демонтажа и сэкономить на трудозатратах. Полимерная сетка может устанавливаться одновременно с продолжением работ по выемке угля, что позволяет обеспечить труд горняков более безопасным, а также облегчает перемещение механизированной крепи. Все эти факторы способствуют увеличению эффективности работ и позволяют значительно экономить время, поэтому работы по демонтажу лавы проводятся за значительно более короткий период, что также позволяет уменьшить риск возникновения процессов самовозгорания в шахте.

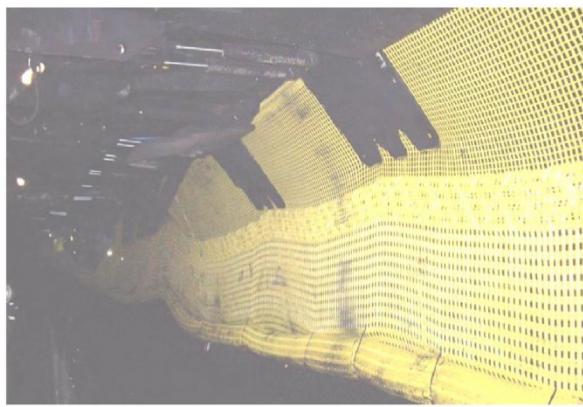


Рис. 2. Монтаж полимерной сетки в горной выработке

На рис. 2 показан процесс монтажа полимерной сетки в горной выработке [6].

При допуске сетки для эксплуатации в подземных условиях угольных шахт, наряду с прочностными, физическими, динамическими свойствами, показателями электростатической безопасности и коррозионной стойкости, предусмотрены испытания по показателям пожароопасности материала.

Показатели пожароопасности включают в себя определение группы горючести, кислородного индекса (КИ), показателя токсичности продуктов горения (ТПГ) и склонности материала к дымообразованию.

В испытательной лаборатории, на базе ОАО «НЦ ВостНИИ», оборудованной установками по определению показателей пожароопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89, нами были проведены исследования пожароопасных свойств опытных образцов шахтных полимерных сеток, результаты которых представлены в таблицах 2 и 3. В табл. 2 показан качественный и количественный состав продуктов горения материала полимерных сеток.

Как видно из табл. 2 состав продуктов горения включает в себя ряд токсичных веществ 1-4 класса опасности, таких как оксид и диоксид углерода, оксиды азота, серы, формальдегид, цианистый и хлористый водород, а также аэрозольную фазу, состоящую из твердых частиц сажи. Это вещества острого и раздражающего действия на организм человека, а также канцерогены. Концентрация этих веществ в пересчете на объем условной горной выработки значительно превышает установленные ПДК в воздухе рабочей зоны. Это говорит о том, что в случае даже небольшого тления этих

Таблица 1. Сравнительные характеристики шахтных сеток

Параметры	Шахтная полимерная сетка	Металлическая сетка
Ширина	Любая	0,8-2 м
Прочность на разрыв, кН/м	30-1350	170-190
Вес, кг/м <sup>2</sup>	0,36-3,6	1,5-3,0
Размер ячеек, мм	10-30	30-80
Монтаж	Простой	Сложный
Эксплуатационная надежность	Высокая	Низкая
Сборка целостной конструкции	Поставляется в собранном виде	Сложная интеграция узлов металлической сетки
Многократное использование	Есть	Нет
Стойкость к агрессивным средам	Не подвержена коррозии	Корродирует с выделением продуктов ржавчины
Взаимодействие с исполнительными органами горных машин и механизмов	Поддается резанию исполнительного органа горных машин	При попадании на исполнительный орган может вызвать механическую поломку и искрение
Эргономичность	Легко гнется и режется. Удобна для затяжки неровных поверхностей, углов, поворотов	Потенциально травмоопасна

полимерных материалов, жизнь и здоровье работников подземной группы могут подвергаться опасности отравления.

В табл. 3 даны показатели пожароопасности, полученные и вычисленные по совокупности измерений параметров процесса термодеструкции образцов. Это такие величины, как температурные интервалы горения и тления, оптическая плотность дыма, концентрация кислорода, необходимая для поддержания свободного горения материала (КИ), удельные массы токсичных веществ в составе газовой и аэрозольной фазы.

Из данных таблицы 3 видно, что по показателю ТПГ материалы сеток шахтных полимерных в равных долях относятся как к высокоопасному классу, так и к умеренноопасному; большая часть

их обладает высокой дымообразующей способностью и по группе горючести являются горючими средней воспламеняемости. В испытаниях были представлены образцы опытной рецептуры полимерных материалов и, на основе полученных данных, путем внесения соответствующих добавок в состав полимеров, предприятия-производители могут корректировать и улучшать показатели пожароопасности своей продукции.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что шахтные сетки из армированных полимеров вполне могут быть применимы на угольных шахтах, но для безопасного ведения процесса производства применение этих изделий должно сопровождаться всесторонней информацией об их экологических и пожароопасных свойствах.

Таблица 2. Состав продуктов горения шахтных полимерных сеток

№ п/п	Материал	Газовая фаза термической деструкции, мг/г							Аэро- зольная фаза тер- мической деструк- ции, мг/г
		CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> O	NO +NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	HCN	HCl	
1	Сетка полипропиленовая растягиваемая для угольных шахт HW PP 15MS (Китай)	154,4	936,3	0,01	0,24	0,00	0,13	0,00	27,9
2	Синтетическая сетка Huesker (Германия)	22,4	226,9	1,29	0,11	0,58	0,19	0,00	15,3
3	Сетка стеклянная шахтная марки 100/100 СШ (Россия)	42,5	75,9	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	20,5
4	Решетка одноосно-ориентированная с добавлением негорючего модифицированного полипропилена «Антифлейм» 35% (Россия)	25,6	402,8	0,27	0,04	2,50	0,00	0,03	22,3
5	Сетка шахтная стеклянная СШ 100/10-38 с покрытием из ПВХ пасты ПШС-6 (Россия)	313,1	1,0	13,40	0,70	0,00	0,00	0,30	27,6
6	Сетка полимерная для крепления бортов и кровли горных выработок (Китай)	121,5	280,3	0,12	0,00	1,30	0,00	0,00	14,3
7	Сетка шахтная полимерная (Башкортостан)	60,3	258,3	0,48	0,00	5,60	0,01	0,00	15,6
8	Сетка полимерная шахтная СПлШ (Китай)	211,9	318,0	0,11	0,00	2,50	0,00	0,00	14,1
9	Сетка полимерная шахтная СПШ (Китай)	279,8	311,5	0,19	0,00	4,10	0,00	0,00	18,7

Таблица 3. Показатели пожароопасности материала шахтных полимерных сеток

№ п/п	Материал	Показатель токсичности gСОmg/g	Класс опасности материала по значению показателя токсичности продуктов горения	Коэффициент дымообразования, Dm, м <sup>2</sup> кг <sup>-1</sup>	Дымообразующая способность материала	Кислородный индекс, %	Группа горючести материалов
1	Сетка полипропиленовая растягиваемая для угольных шахт HW PP 15MS (Китай)	170,0	Высоко опасный	752	высокая	26,8	горючие средней воспламеняемости
2	Синтетическая сетка Huesker (Германия)	92,1	Умеренно опасный	595	высокая	27,0	горючие средней воспламеняемости
3	Сетка стеклянная шахтная марки 100/100 СШ (Россия)	45,1	Умеренно опасный	459	умеренная	28,0	горючие средней воспламеняемости
4	Решетка одноосно-ориентированная с добавлением негорючего модифицированного полипропилена «Антифлейм» 35% (Россия)	43,6	Умеренно опасный	1965	высокая	23,0	горючие средней воспламеняемости
5	Сетка шахтная стеклянная СШ 100/10-38 с покрытием из ПВХ пасты ПШС-6 (Россия)	328,5	Высоко опасный	622	высокая	25,0	горючие средней воспламеняемости
6	Сетка полимерная для крепления бортов и кровли горных выработок (Китай)	140,1	Высоко опасный	1002	высокая	28,2	трудногорючие
7	Сетка шахтная полимерная (Башкортостан)	91,3	Умеренно опасный	532	высокая	27,2	горючие средней воспламеняемости
8	Сетка полимерная шахтная СПлШ (Китай)	228,8	Высоко опасный	852	высокая	28,2	горючие средней воспламеняемости
9	Сетка полимерная шахтная СПШ (Китай)	298,6	Высоко опасный	255	умеренная	31,2	горючие средней воспламеняемости

□ Авторы статьи:

Уварова

Варвара Александровна  
ведущий науч. сотр., к.т.н. ОАО  
«Научный центр ВостНИИ по безопаснос-  
ти работ в горной промыш-  
ленности (ОАО «НЦ Вост-НИИ»),  
e-mail: uvarova.v.a@mail.ru.

Фомин

Анатолий Иосифович  
докт. тех. наук. проф. каф.  
аэробиологии, охраны труда и природы  
КузГТУ,  
e-mail: aotp2012@jandex.ru