

УДК 678.046

Дзюра Е.А., Дедусенко В.Н., Гоголев А.А.,
Смирнов А.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОТОЙ СЕРЫ

Метою наведеного дослідження є вибір ефективної методики оцінки електростатичних параметрів меленої сірки і проведення досліджень зразків порошку сірки з антистатичною добавкою, що за умови усунення електризації не викликала б негативного впливу на вулканізаційні характеристики гум.

RESEARCH OF ELECTROSTATIC PROPERTIES OF MILLED SULFUR

The purpose of the present research is the choice of an effective technique of an evaluation of electrostatic parameters powder of sulfur and realization of researches of sulfur with the antistatic component, which under condition of removal of an electrization would not render negative influence on cure of performance of rubbers.

О негативном воздействии электризации молотой серы, используемой в резиновой и шинной промышленности в качестве вулканизирующего агента, на технологические свойства серы достаточно хорошо известно [1]. К ним относят: склонность к агломерации в комки, зависание порошка на стенках технологического оборудования, в бункерах, в питателях и других агрегатах, склонность к образованию устойчивых во времени пылевых взвесей, быстрое зарастание рабочей части сит для фракционного разделения серы, высокая пожароопасность порошка серы и его электростатическая искро- и взрывоопасность. Указанные недостатки присущи сере молотой вне зависимости от источника сырья для ее производства.

Сера молотая получается путем размолла серы технической. На отечественных предприятиях шинной и резино-технической промышленности предпочтение отдается природной сере производства Раздольского ПО «Сера», выпускаемой по ГОСТ 2179-93 «Сера молотая для резиновых изделий и каучуков», которым предусмотрены высокие требования к гранулометрическому составу серы (нормируется остаток после просева на сите с сеткой 014 и 0071). Однако, в связи с ростом стоимости энергии имеется тенденция к увеличению стоимости природной серы.

В то же время нефтеперерабатывающие заводы Украины получают серу техническую как отход переработки нефти, так называемую газовую серу, цена которой в 1,5 раза ниже стоимости природного аналога.

В промышленности России за последние годы уже накоплен некоторый опыт производства и применения серы газовой в шинном производстве. Ряд предприятий в Перми, Астрахани, Воронеже произ-

водят и предлагают поставки серы газовой по ГОСТ 127.4-93, класс 1, сорт 99,95 [2].

Газовая техническая сера, с точки зрения качественных характеристик полезных для производства резин, имеет как преимущества, так и недостатки по сравнению с природным аналогом. К преимуществу серы газовой следует отнести высокую степень чистоты продукта. Содержание серы достигает 99,98 %. Однако, повышенная чистота газовой серы, отсутствие в ней побочных примесей обуславливает и ее недостатки. Особенность порошков на основе газовой молотой серы заключается в том, что на них в большей степени, чем на порошках серы природного происхождения проявляются в промышленности различные неблагоприятные технологические эффекты, обусловленные повышенной склонностью к электризации.

В качестве метода устранения вредных проявлений электризации порошковой серы известно введение антистатических добавок в процессе помола серы при ее производстве (Патент России № 2082667).

Однако в существующей системе действующих стандартов и технических условий на серу молотую природную и серу молотую газовую в настоящее время не предусмотрены базовые показатели контроля электростатических параметров, которые смогли бы обеспечить технологичность и безопасность применения серы в шинном производстве.

Целью настоящего исследования является выбор эффективной методики оценки электростатических параметров молотой серы и проведение исследований образцов порошка серы с антистатической добавкой, которая при условии устранения электризации не оказывала бы отрицательного влияния на вулканизационные характеристики резин.

В ходе наработки практических результатов испытаний мелкодисперсной серы различного происхождения по электрофизическим параметрам, а также при разработке антистатической добавки к молотой сере, НИК «ЭЛКО» разработал методику оценки электростатических свойств серы по параметру остаточной напряженности поля наведенного электростатического заряда молотой серы.

Кроме того, методика позволяет оценить эффективность антистатической добавки, подобрать ее оптимальное содержание в молотой сере.

Сущность метода испытаний заключается в оценке изменения напряженности электростатического поля на поверхности молотой серы после цикла электризации.

Определяемым параметром, на котором основана данная методика, является напряженность электростатического поля, измеряемая прибором ПК2-3А.

Она позволяет измерить начальную и конечную ($E_{нач}$ и $E_{кон}$) напряженность электростатического поля после цикла электризации.

Образцы молотой серы должны соответствовать НТД по внешнему виду, дисперсности, содержанию влаги, отсутствию загрязнений, металлических включений.

Обработка серы антистатическими добавками производится предварительно (жидкие антистатики или растворы антистатиков) или в специальном устройстве (твердые тонкодисперсные порошки). Перед испытанием контролируют в нескольких местах температуру образцов серы, которая должна быть в пределах (23 ± 5) °С. Испытания производят в помещении при температуре окружающей среды (23 ± 5) °С и относительной влажности (65 ± 15) %. Образцы серы, подлежащие испытанию, должны иметь температуру (23 ± 5) °С.

При сравнительной оценке качества образцов серы испытания должны проводиться в одинаковых условиях. Допустимое отклонение по температуре ± 5 °С, по относительной влажности ± 5 %.

Краткие технические характеристики прибора ПК2-3А:

- пределы измерения потенциала от 0 до 50 кВ с поддиапазонами: (0-1,0) кВ; 10 и 50 кВ;
- прибор имеет два дополнительных диска с калибровочными отверстиями для расширения пределов измерения потенциала. Диск №2 для измерения потенциала (0-10) кВ; диск №3 для измерения потенциала (0-50) кВ;
- основная погрешность измерения в нормальных условиях (температура (20 ± 5) °С; относительная влажность (65 ± 15) %, атмосферное давление (750 ± 30) мм рт.ст.) не превышает ± 5 % от суммы конечных значений рабочей части шкалы при измерении на измерительном устройстве.

Для проведения испытаний опытный образец газовой серы производства Кременчугского НПЗ предварительно был подвергнут помолу и просеву на сите 014Н. В качестве эталона для проведения сравнительных испытаний был взят образец природной молотой серы с показателями качества по ГОСТ. Таким образом, по гранулометрическому составу образцы газовой и природной серы были приведены в соответствие между собой и требованиями ГОСТ.

Напряженность электростатического поля на поверхности молотой серы после цикла электризации измерялась прибором ПК2-3А.

Электризацию порошков серы проводили путем перемешивания в пластмассовом контейнере навески серы (800 г) в течение 3 мин. Затем производили замеры напряженности поля на поверхности порошка серы, используя специально разработанную установку, обеспечивающую сохранение необходимых условий (одинаковую удаленность прибора от поверхности образца, постоянство объема пробы, горизонтальную поверхность пробы) для проведения сравнительных испытаний. Для набора данных проводили по 20 замеров на образцах природной и газовой серы.

Усредненные результаты определения напряженности электростатического поля образцов природной и газовой серы приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование образца серы	Напряженность поля $E_{нач}$, кВ, $n = 20$	Время утечки электростатического заряда T , мин	Скорость утечки электростатического заряда, E/T (кВ/мин)
Сера газовая	4,0÷5,0	25÷50	0,12
Сера природная	5,0÷8,0	30÷45	0,24

Как видно из представленных данных порошки природной и газовой серы показывают весьма высокий потенциал электростатического заряда после электризации, соответственно от 4,0 до 8,0 тысяч вольт всего за 3 минуты цикла электризации.

Причем удерживается электростатический заряд, созданный за 3 минуты, в течение довольно длительного периода – от 30 до 50 минут.

Высокое значение постоянной времени утечки зарядов позволяет отнести серу к продуктам, склонным к накоплению значительных по величине электростатических зарядов и их сохранению продолжительное время. В реальных технологических процессах накопление зарядов может происходить на одном технологическом участке, а негативные проявления этих накопленных зарядов могут происходить на другом участке.

В качестве антистатических добавок для молотой серы были выбраны продукты, известные по литературным данным и применяемые для антистатической обработки полимеров [3]. Однако, каждый тип (природа) поверхности требует экспериментальной подборки наиболее эффективных антистатиков. То, что хорошо, например, для полиэтилена или капронового волокна, могло оказаться неэффективным при обработке поверхности серы. Поэтому выбранные нами антистатики были введены в качестве антистатических добавок к молотой газовой сере и полученные смеси испытаны на установке по определе-

нию электростатического заряда. Нами были опробованы продукты различной природы: лигносульфонат; полиакриламид, высокодисперсный кремнекислотный наполнитель (марки БС-120, Перкасил KS408PD), органические аммониевые соли (ОАС), полиэтиленгликоли (ПЭ).

Для приготовления смеси молотой серы с антистатической добавкой использовалось перемешивающее устройство. В контейнер помещали навеску молотой серы и навеску антистатической добавки (1 % по массе), предварительно подвергнутой помолу и просеву на сите 014.

Перемешивание проводили в течение 15 мин. Время перемешивания, достаточное для равномерного распределения антистатика в массе серы, определялось экспериментально следующим образом. Навеску серы и навеску красителя ярко красного цвета (трехокись железа) поместили в контейнер и перемешивали до тех пор, пока цвет смеси не стал однородным. Время от начала перемешивания серы с красителем до получения однородной по цвету массы составило 15 мин.

Затем, готовые смеси молотой серы с антистатической добавкой перемешивали в контейнере в течение 3 мин и определяли напряженность электростатического поля на поверхности образца и время, через которое электростатический заряд снижался до нулевой отметки на приборе.

Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование образца для испытаний	Напряженность поля $E_{нач}$, кВ, $n = 3$	Время утечки заряда T , мин
Сера газовая	4,0	50
Сера с ПАА	3,0	40
Сера с лигносульфонатом	4,0	50
Сера с БС-120	0,1	10
Сера с Перкасилом KS 408 PD	0,1	10
Сера с ОАС	0,2	10
Сера с полиэтиленгликолем	0,4	10

Как видно из приведенных результатов, добавка 1 % высокодисперсного кремнекислотного наполнителя, ОАС или полиэтиленгликоля позволяет существенно снизить напряженность электростатического поля, полученную в данных условиях проведения испытаний, и время стекания заряда.

Антистатическую добавку смешивали с молотой серой двумя способами:

- в процессе дробления и просева газовой серы;

- в контейнере перемешивали с молотой серой в течение 15 мин. В этом случае антистатик предварительно подвергали помолу и просеву на сите 014.

В обоих случаях брались навески серы и антистатика. Антистатик вводили в количестве 1 % по массе. Результаты испытаний этих двух образцов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование образца для испытаний	Напряженность поля $E_{нач}$, кВ, $n = 5$	Время утечки электростатического заряда T , мин
Сера молотая с антистатиком (антистатик вводили в количестве 1 % по массе в процессе помола серы)	0,1	5
Сера молотая с антистатиком (антистатик смешивали с серой в контейнере)	0,2	10

Таким образом, из приведенных результатов следует, что введение антистатика в процессе помола и просева серы является достаточно эффективным, и при дальнейшей переработке и транспортировке серы антистатические свойства сохранятся на том же уровне. При проведении опыта образец подвергался пятикратной электризации и результаты при этом оставались неизменными.

В ходе экспериментальных работ предусматривалось оценить действие серы с антистатическими добавками в резиновых смесях с точки зрения физико-механических показателей и вулканизационных характеристик в сравнении с природной молотой серой и газовой молотой серой без добавок.

Для проведения сравнительной испытаний использовались маточные протекторные смеси для легковых шин производственного изготовления. В условиях ЦЛ ОАО «Днепрошина» в маточные смеси на лабораторных вальцах была введена вулканизирующая группа. В качестве эталона для сравнения использовалась сера молотая природная и сера молотая газовая. В опытных резиновых смесях использовалась газовая сера с добавками, которые оказали положительное влияние на электростатические свойства молотой серы.

Сравнительная оценка вулканизационных параметров эталонных и опытных резиновых смесей проводилась на реометре фирмы Монсанто.

Результаты испытаний представлены в табл. 4. Как видно из представленных данных присутствие добавки антистатика не снижает вулканизационной активности серы.

Резиновые смеси вулканизовали в режиме 153 °С 20 мин для проведения сравнительных физико-механических испытаний. Результаты испытаний приведены в табл. 5.

Таблица 4

Наименование показателей	Сера природная	Сера газовая	Сера газовая с добавками антистатика 1 %		
			ОАС	Перкасил KS 408 PD	ПЭГ
Вулканизационные характеристики:					
t_s	6'50"	7'27"	6'43"	7'43"	7'31"
M_{\min}	9,5	10,0	10,2	10,4	10,7
M_{\max}	38,7	38,6	37,4	38,2	39,1
T_{onm}	15'	15'	15'	15'	15'

Таблица 5

Наименование показателей	Нормы контроля	Сера природная	Сера газовая	Сера газовая с добавками 1 %		
				ОАС	Перкасил KS 408 PD	ПЭГ
Условное напряжение при удлинении 300 %, МПа	9,5-13,0	10,8	9,7	9,4	9,5	10,5
Условная прочность при растяжении, МПа	н/м 16,0	19,9	19,7	19,4	19,1	20,2
Относительное удлинение, %	н/м 350	480	490	500	470	480
Сопротивление раздиру, КН/м	–	55	55	62	62	64
Твердость по Шору, усл. ед.	65±3	67	65	66	67	67

Как видно из представленных данных все испытанные резины соответствуют нормам контроля, и опытные образцы практически не уступают серийным.

Следовательно, эффективные добавки-антистатик не снижают вулканизационной активности серы, а лишь улучшают ее технологические свойства и характеристики безопасности (электризация, пыление).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евменов А.К., Харламов О.В. О негативном воздействии электризации порошковой серы, используемой в резиновой и шинной промышленности, на технологические свойства серы // Тез. докл. X Российской научно-практич. конф. резинщиков «Сырье и материалы для резиновой промышленности». – Москва. – 2003.
2. Арсеньева Л.В., Никишина Т.Б. Изучение газовой серы различных месторождений // Тез. докл. международной конф. по каучуку и резине. Россия. – Москва. – 2004.
3. Хвала А., Ангер В.. Текстильные вспомогательные вещества. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – т. 2. – С. 173-186 (Гл. 17. Препараты для антиэлектростатической обработки (антистатик)).