



## **Активный сотовый генератор газа фосфин СГФ-М2 и технологии применения на его основе**

Gennady MALUSHKOV, Dmitry PROKOPOV, Liudmila TIKHONOVA

*ООО «НПФ СКАРАБЕЙ»*

*e-mail: [info@fumigaciya.ru](mailto:info@fumigaciya.ru)*

**Тезисы.** Генератор фосфина СГФ-М2 представляет собой автономную физико-химическую систему. Вырабатываемый генератором газ по транспортным трубкам подаётся в объект фумигации за счёт энергии химических реакций. Время выработки 80 г газа фосфин 2 ч. Фумигацию зерна в силосах элеваторов с помощью СГФ-М2 выполняют без пересыпания зерна с использованием естественных конвективных потоков воздуха, образующих послойно перемещающуюся «фумигационную волну». Метод «фумигационной волны» позволяет уменьшить расход газа фосфин и сократить время фумигации. Фумигация зерна в вагонах с использованием СГФ-М2 длится 15 ч.

**Ключевые слова:** генератор фосфина, «метод фумигационной волны», фумигация зерна без пересыпания, силос, вагоны, жуки.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Традиционные технологии фумигации зерна в силосах элеватора, предусматривают введение таблеточных препаратов непосредственно в зерно в процессе его перемещения из одного силоса в другой. Технологии длительные, таблетки разлагаются долго, зерно травмируется.

Специалисты НПФ «Скарабей» разработали техническое средство - генератор газа фосфин СГФ-М2 и технологии фумигации зерна с его использованием. Генератор СГФ-М2 состоит из двух, сообщающихся между собой камер, содержащих исходные химические реагенты. При контактировании реагентов протекают параллельные химические реакции, в результате которых вырабатывается газ фумигант – смесь фосфина с углекислым газом. За счёт энергий химических реакций газ фумигант по транспортным трубкам подаётся в объект фумигации. Время выработки газа фумиганта – 2 часа.

Технологии на основе использования генераторов СГФ-М2 позволяют выполнять фумигации больших массивов зерна без его перемещения.

При фумигации зерна в силосах, в том числе металлических, газ фумигант напускается одновременно во все силоса. Перемещаясь за счёт конвективных потоков воздуха по высоте зернового слоя, газ фумигант обеспечивает послойное уничтожение насекомых вредителей, что позволяет снизить расход газа фосфин и время фумигации.

В технологиях фумигации зерна в вагонах зерновозов, в трюмах судов с использованием таблеточных препаратов характерна сильная зависимость от параметров температуры и влажности, что нередко приводит к низкой эффективности фумигации и, как следствие, созданию пожаро-взрывоопасной ситуации, простою транспорта, финансовым убыткам. Использование при фумигации генераторов СГФ-М2 позволяет напустить в транзитный груз газ фумигант в течение 2-х часов.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ**

1. Были проведены исследования по определению времени появления выхода пика «фумигационной волны» в зависимости от высоты зерновой массы в силосах и измерении величины этого пика.



Зерно пшеницы размещалось в трёх силосах высотой 30 м, с площадью поперечного сечения 9 м<sup>2</sup>. Высота засыпки зерна в силосах составляла 15, 12, 10,5 метров. Нормы расхода газа фосфин были взяты в соответствии с действующими инструкциями 3 г/т. Газ фосфин напускался в нижнюю часть силосов по транспортным трубкам от генераторов СГФ-М2 (рис.1). Концентрация газа фосфин измерялась в зерновой массе на глубине 0,5 м от поверхности зерна, т.е. на расстоянии ~ 14,5; 11,5; и 10 метров от места ввода газа фосфин в силос.

Температура зерна в среднем составляла 21÷22°C. Температура воздуха в период исследований колебалась от 9°C (ночью) до 15°C (днём).

2. Проводились испытания в металлическом негерметичном силосе высотой стенки 27 м, конусной части 3,5 м, диаметром 30 м. Объём 5000 т зерна (солод) составил 5900 м<sup>3</sup>. Температура: воздуха - днем 10-12 °С, ночью 3-4 °С, зерна 17-22 °С. Газ фумигант подавали по трубкам в вентиляционный канал в течение 5 дней. Израсходовано 160 генераторов. Анализ фосфина проводили на глубине 1, 12, 24 метров от поверхности зерновой насыпи на расстоянии от стенки силоса 1,5 м и 15 м. Через 20 ч.(5 пусков) от начала 1-ого пуска концентрация фосфина на расстоянии от стенки 1,5 м. на глубине 1 м составляла 10 мг/м<sup>3</sup>, 12 м - 60 мг/м<sup>3</sup>, 24 м – 100 мг/м<sup>3</sup>, на расстоянии от стенки 15 м на глубине 1 м - 20 мг/м<sup>3</sup>, 12 м - 90 мг/м<sup>3</sup>, 24 м – 140 мг/м<sup>3</sup>. Через 32 ч.(8 пусков), соответственно: на расстоянии от стенки силоса 1,5 м на глубине 1 м составляла 50 мг/м<sup>3</sup>, 12 м - 90 мг/м<sup>3</sup>, 24 м – 110 мг/м<sup>3</sup>, на расстоянии 15 м на глубине 1 м - 90 мг/м<sup>3</sup>, 12 м - 250 мг/м<sup>3</sup>, 24 м – 400 мг/м<sup>3</sup>. Время пассивной дегазации-30ч. Эффективность фумигации определяли по смертности *Sitophilus granarius L* в биопробах, размещённых в местах анализа фосфина.

3. Были проведены исследования по определению времени и эффективности фумигации зерна пшеницы (68 т) в вагонах-зерновозах с использованием генераторов СГФ-М2 (рис 2). В зерно вводили две пластиковые трубки Ø 8 мм (в 1-ый и 3-ий погрузочные люки) на глубину 1,8 м от поверхности зерна. По трубкам, подсоединённым к генераторам СГФ-М2, газ фосфин поступал в зерно (рис.2). Время напуска 160 г фосфина – 2 часа. Температура зерна - 15°C. Температура воздуха составляла от 4°C (ночью) до 10°C (днём). Экспозиция длилась 15 часов. Дегазация –7 суток. Эффективность фумигации определяли по смертности *Sitophilus granarius L* в биопробах.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Результаты исследований, представленные в таблице 1, показывают изменение времени появления пика «фумигационной волны» в зависимости от высоты зерна: 36 часов для 15 м, 28 час. для 12 м и 26 час. для 11 м. Максимальная концентрация газа фосфин в пике «фумигационной волне» составляет 7,3 г/м<sup>3</sup> для 15 м, 7,1 г/м<sup>3</sup> для 12 м и 6,1 г/м<sup>3</sup> для 10,5 м.

2. Результаты исследований фумигации в негерметичных металлических силосах показали возможность поддержания требуемой концентрации фосфина в зерновом массиве на протяжении процесса фумигации. Эффективность фумигации – 97,8%.

3. Результаты исследований, приведенные в таблице 2, показывают хорошее распределение фосфина в зерновой массе в вагоне. Эффективность фумигации составила 100%

**Таблица 1**

Результаты исследований зависимости времени появления пика «фумигационной волны» от высоты зерна в силосах

Номер силоса	Высота зерна в силосе, м	Масса фосфина, введённая в силос, г	Номер замера	Время выдержки, ч	Значение концентрации фосфина, С, г/м <sup>3</sup>	Стах, г/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7
1	15	315	1	15	0	7,3
			2	20	0,1	
			3	25	0,9	
			4	30	3,6	
			5	32	5,2	
			6	34	5,9	
			7	35	6,8	
			8	36	7,3	
			9	37	7,0	
			10	38	6,1	
2	12	270	1	15	0,3	7,1
			2	20	1,3	
			3	25	5,4	
			4	26	5,9	
			5	27	6,6	
			6	28	7,1	
			7	29	6,7	
			8	30	6,7	
3	10.5	225	1	15	0,6	6,1
			2	20	2,8	
			3	22	4,2	
			4	23	5,0	
			5	24	5,5	
			6	25	5,8	
			7	26	6,1	
			8	27	5,7	
			9	28	5,3	



Таблица 2

Распределение фосфина в зерновой массе в вагоне,  
эффективность фумигации относительно жуков *Sitophilus granarius L*  
в явной форме зараженности зерна

Место анализа фосфина, нахождение биопроб	Время замера от начала напуска фосфина, ч	Значение концентрации фосфина, г/м <sup>3</sup>	Смертность жуков, %	
			В контроле	В опыте
Зерновая масса на глубине 0,1м под закрытым 2-ым люком	1	0	0	100
	1,5	0,05		
	2	0,15		
	3	0,3		
	4	0,7		
	5	0,8		
	9	0,8		
	12	0,8		
	14	0,8		
15	0,8			
Зерновая масса на глубине 0,1м под закрытым 4-ым люком на расстоянии 0,1м от боковой стенки	1	0	0	100
	1,5	0,01		
	2	0,4		
	3	0,8		
	4	0,8		
	6	0,8		
	9	0,8		
	12	0,8		
	14	0,8		
15	0,8			





**Рис.1** Подсоединение генераторов газа фосфин СГФ-М2 к силосам.



**Рис.2** Подача газа фосфин из генератора СГФ-М2, через люки №1 и №3 в зерновую массу вагона-зерновоза.