

Л.Г. Князева, Н.А. Курьято, А.В. Дорохов  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования  
техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»,  
(г. Тамбов, Россия)

## **ЗАЩИТА СТАЛИ МАСЛЯНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ В АТМОСФЕРЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ СТИМУЛЯТОРЫ КОРРОЗИИ**

Сталь и её сплавы имеют достаточно широкое применение в различных сферах промышленности и сельского хозяйства. Но при эксплуатации её в естественных условиях, она подвергается воздействию атмосферной коррозии. Данный вид коррозии является наиболее распространенным, что в свою очередь приводит к значительным экономическим потерям. Для снижения убытков, необходимо использовать вещества, замедляющие коррозионные процессы. Например, возможно применение комбинированных материалов, в состав которых входит как контактный, так и летучий ингибиторы коррозии. Предполагается взаимодополнение друг друга, что повысит защитную эффективность составов.

Целью нашей работы было изучение масляных композиций с добавлением комбинированного ингибитора коррозии М-531 в атмосфере, содержащей стимуляторы коррозии ( $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ) для защиты стали.

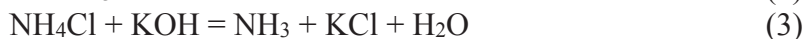
### **Методика эксперимента**

Для проведения исследований были приготовлены составы, в которых в качестве растворителя-основы использовали масло М10Г<sub>2</sub>к, товарное и отработанное (ММО), комбинированный ингибитор М-531 в количестве 3-10 масс. %. Для нанесения покрытия образцы опускали в ванну консервации на 10 сек., после чего оставляли на воздухе в подвешенном вертикальном положении на 1 сутки для стекания избытка масляной композиции и формирования защитной пленки [1].

Коррозионные испытания проводили в герметичных эксикаторах объемом 7 л с заданной относительной влажностью воздуха  $H = 100$  %, при комнатной температуре. Эксикатор закрывали крышкой, герметизируя стык вакуумной смазкой. В газовую фазу герметичного эксикатора с образцами исследуемых металлов вводился один из стимуляторов коррозии –  $CO_2$ ,  $H_2S$  или  $NH_3$  в фиксированной концентрации, которая оставалась постоянной в течение всего эксперимента [2].

Стимуляторы коррозии получали непосредственно в герметичных эксикаторах, в которых находились и образцы металлов. Их по-

лучали с учетом рассчитанных концентраций исходных реагентов по реакциям:



### Результаты и их обсуждение

Было изучено поведение масляных покрытий, ингибированных М-531, в модельных атмосферах, созданных в закрытых эксикаторах со стимуляторами коррозии  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ . Стимуляторы коррозии были взяты в концентрациях, втрое превышающих предельно допустимые для животноводческих помещений:  $30 \text{ мг/м}^3 \text{ H}_2\text{S}$ ,  $60 \text{ мг/м}^3 \text{ NH}_3$ ,  $0,60 \text{ об. \% CO}_2$  (концентрация углекислого газа не нормируется).

**Таблица 1 - Результаты экспозиции образцов с масляными покрытиями М10Г<sub>2</sub>к в модельных атмосферах с высокими концентрациями стимуляторов коррозии (10 суток)**

№ п/п	Покрытие		Модельные атмосферы					
	Масло	М-531, масс. %	30 мг/м <sup>3</sup> H <sub>2</sub> S		60 мг/м <sup>3</sup> NH <sub>3</sub>		0,60 об. % CO <sub>2</sub>	
			K, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %	K, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %	K, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %
1	Без покрытия		0,1633		0,0112		0,0078	
2	М10Г <sub>2</sub> к	0	0,0009	99,4	0,0028	75,0	0,0010	87,1
3		3	0,0031	98,1	0,0039	65,1	0,0006	92,3
4		5	0,0006	99,6	0,0002	91,7	0,0004	94,9
5		7	0,0004	99,8	0,0004	96,4	0,0002	97,4
6		10	0,0002	99,9	0,0012	89,3	0,0002	97,4

Исследования показали, что моторное масло М10Г<sub>2</sub>к само по себе с высокой защитной эффективностью  $Z = 99,4 \%$  защищает стальную поверхность в атмосфере сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$  и добавка к этому маслу 3-10 масс. % М-531 практического значения не имеет (таблица 1). В двух других модельных атмосферах защитная эффективность М10Г<sub>2</sub>к ниже. В атмосфере с  $60 \text{ мг/м}^3 \text{ NH}_3$   $Z = 75,0 \%$ , в атмосфере с  $0,60 \text{ об. \% CO}_2$   $Z = 87,1 \%$ . С ростом концентрации М-531 она возрастает, в первом случае  $Z$  максимально при  $C = 7$  масс. % ингибитора, во втором - при 7-10 масс. %. Только следует отметить, что в этих атмосферах скорость коррозии образцов без покрытий на 1-2 порядка ниже, чем в случае атмосферы сероводорода.

Индустриальное масло И-20А также обеспечивает высокую защитную эффективность  $Z = 97,4 \%$  стали в атмосфере сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$  (таблица 2), добавка 3-7 масс. % М-531 приводит к увеличению  $Z$  на 0,5-2%, при 10 масс. % ингибитора защитная эффективность падает.

**Таблица 2 - Результаты экспозиции образцов с масляными покрытиями с И-20А в модельных атмосферах с высокими концентрациями стимуляторов коррозии (10 суток)**

№ п/п	Покрытие		Модельные атмосферы					
	Масло	М-531, масс. %	30 мг/м <sup>3</sup> H <sub>2</sub> S		60 мг/м <sup>3</sup> NH <sub>3</sub>		0,60 об. % CO <sub>2</sub>	
			К, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %	К, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %	К, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %
1	Без покрытия		0,1633		0,0112		0,0078	
2	И-20А	0	0,0042	97,4	0,0020	82,1	0,0039	50,0
3		3	0,0034	97,9	0,0006	94,6	0,0032	60,0
4		5	0,0034	97,9	0,0006	94,6	0,0022	71,8
5		7	0,0009	99,4	0,0006	94,6	0,0015	80,8
6		10	0,0050	96,9	0,0027	75,8	0,0052	33,3

В двух других модельных атмосферах защитная эффективность И-20А, как и в случае М10Г<sub>2</sub>к снижается.

В атмосфере с повышенным содержанием аммиака оптимальной является концентрация М-531, равная 3-7 масс. %, Z в этом случае составляет 94,6 %, при повышении концентрации ингибитора до 10 масс. % Z = 75,8 %.

Следует отметить, что в целом композиции на основе И-20 А хуже работают в атмосфере с повышенным содержанием углекислого газа, максимальную Z в этом случае (80,8 %) наблюдали при добавке 7 масс. % М-531, дальнейшее повышение концентрации ингибитора приводит к резкому снижению защитной эффективности композиции, при 10 масс. % М-531 Z = 33,3 %.

**Таблица 3 - Результаты экспозиции образцов с масляными покрытиями с ММО в модельных атмосферах с высокими концентрациями стимуляторов коррозии (10 суток)**

№ п/п	Покрытие		Модельные атмосферы					
	Масло	М-531, масс. %	30 мг/м <sup>3</sup> H <sub>2</sub> S		60 мг/м <sup>3</sup> NH <sub>3</sub>		0,60 об. % CO <sub>2</sub>	
			К, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %	К, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %	К, г/м <sup>2</sup> ·ч	Z, %
1	Без покрытия		0,1633		0,0112		0,0078	
2	ММО	0	0,0109	93,3	0,0021	81,7	0,0003	96
3		3	0,0108	93,4	0,0020	82,5	0,0003	96
4		5	0,0069	95,8	0,0014	87,5	0,0003	96
5		7	0,0046	97,2	0,0014	87,5	0,0003	96
6		10	0,0005	99,7	0,0027	75,8	0,0003	96

Как показывают результаты, полученные для композиций с ММО в модельных атмосферах с высокими концентрациями стимуляторов коррозии (таблица 3) добавление 3-10 масс. % М-531 повышает защитную эффективность в среде с сероводородом с 93,3 до 99,7 %, не оказывает никакого влияния в среде с углекислым газом.

В среде с аммиаком оптимальная концентрация М-531 5-7 масс. %, при этом  $Z= 87,5 \%$ , повышение концентрации ингибитора до 10 масс. % приводит к снижению  $Z$ .

Таким образом, масляные композиции на основе 10 масс. % комбинированного ингибитора коррозии М-531 практически полностью ( $Z= 99,7 \%$ ) защищают поверхности из углеродистой стали в атмосферах с сероводородом в концентрациях в три раза превышающих предельно допустимые для животноводческих помещений.

В атмосферах с повышенными концентрациями аммиака оптимальная концентрация М-531 5-7 масс. %, при этом  $Z= 87,5 \%$ , повышение концентрации ингибитора до 10 масс. % приводит к снижению  $Z$ . Для защиты от коррозии в атмосферах с повышенным содержанием углекислого газа введение М-531 в масла не требуется.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Knyazeva L.G., Tsygankova L.E., Dorokhov A.V., Kur'yato N.A. Protective efficiency of oil compositions with Cortec VpCI-368D // International Journal of Corrosion and Scale Inhibition. 2021. Vol. 10, no. 2. P. 551-561.

2. Вигдорович, В.И. Использование летучих ингибиторов типа «ИФХАН» для защиты стального оборудования в атмосфере животноводческих помещений / В.И. Вигдорович, Л.Г. Князева, А.Н. Зазуля, В.Д. Прохоренков, А.В. Дорохов, Е.Г. Кузнецова, А.А. Урядников // Российская сельскохозяйственная наука. - 2017. - № 1. - С. 55-58.