

**Impact Factor:**

ISRA (India) = 6.317  
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
 GIF (Australia) = 0.564  
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
 ПИИИ (Russia) = 3.939  
 ESJI (KZ) = 9.035  
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
 PIF (India) = 1.940  
 IBI (India) = 4.260  
 OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal  
**Theoretical & Applied Science**

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 10 Volume: 102

Published: 05.10.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



**Abror Karim ugli Nomozov**

Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology  
 doctoral student, Uzbekistan, Tashkent  
 111116, Tashkent region, Zangiotinsky district, p/o Ibrat.  
[abornomozov055@gmail.com](mailto:abornomozov055@gmail.com)

**Khasan Soibnazarovich Beknazarov**

Tashkent Research Institute of Chemical Technology  
 Doctor of Technical Sciences Leading Researcher, Republic of Uzbekistan,  
 111116, Tashkent region, Zangiotinsky district, p / o Ibrat.  
[hasan74@mail.ru](mailto:hasan74@mail.ru)

**Abdulakhat Turapovich Jalilov**

Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology  
 academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
 professor, doctor of chemical sciences, Director, Republic of Uzbekistan,  
 111116, Tashkent region, Zangiotinsky district, p / o Ibrat.  
[gup\\_tniixt@mail.ru](mailto:gup_tniixt@mail.ru)

## SYNTHESIS OF CORROSION INHIBITORS CONTAINING PHOSPHORUS AND SULFUR BASED ON 2-ETHYLHEXANOL, AND STUDYING ITS PRACTICAL SIGNIFICANCE

**Abstract:** In the state described the synthesis of dialkyl thiophosphoric  $(RO)_2PSOH$  and dialkyl dithiophosphoric  $(RO)_2PS_2H$  acid, anticorrosive compounds on the basis of 2-ethylhexanol, containing phosphorus and sulfur Which the named after PSG-1, for the protection of steel structures from corrosion. The obtained anticorrosive inhibitor was protested at different temperatures (25, 40, 60 and 80° C) and at different concentrations (100 mg / l, 200 mg / l, 300 mg / l) for 1M solution. HCl. The effectiveness of the received corrosion inhibitor was till 95.89%.

**Key words:** dialkyl thiophosphoric acid, dialkyl dithiophosphoric acid, 2-ethylhexanol, phosphorus, sulfur, anticorrosion inhibitor.

**Language:** Russian

**Citation:** Nomozov, A. K., Beknazarov, K. S., & Jalilov, A. T. (2021). Synthesis of corrosion inhibitors containing phosphorus and sulfur based on 2-ethylhexanol, and studying its practical significance. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 10 (102), 239-243.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-102-12> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.10.102.12>  
**Scopus ASCC:** 1600.

### СИНТЕЗ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ, СОДЕРЖАЩИХ ФОСФОР И СЕРУ, НА ОСНОВЕ 2-ЭТИЛГЕКСАНОЛА, И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО ПРАКТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ

**Аннотация:** В статье описан синтез диалкил тиофосфорной  $(RO)_2PSOH$  и диалкил дитиофосфорной  $(RO)_2PS_2H$  кислот, антикоррозионных соединений на основе 2-этилгексанола, содержащих фосфор и серу которой называется PSG-1, для защиты от коррозии легких стальных конструкций в 1М растворе HCl. Полученный антикоррозионный ингибитор был протестирован при различных температурах (25, 40, 60, , и 80° C) и при различных концентрациях (100мг/л, 200 мг/л, 300 мг/л) для 1М раствора HCl. Эффективность полученного ингибитора коррозии составила до 95,89%.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 9.035  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

**Ключевые слова:** диалкил тиофосфорной кислота, диалкил дитиофосфорной кислота, 2-этилгексанола, фосфор, сера, антикоррозионный ингибитор.

### Введение

Сегодня защита металлических конструкций от коррозии одна из самых актуальных проблем металлообрабатывающей промышленности. По данным министерств промышленности Великобритании и Японии, Конгресса США и Национального исследовательского и технологического института США, индустрия коррозии вызывает экономические потери в размере около 3-4% ВВП развитых стран. Согласно недавнему исследованию NACE (ИМПАКТ 2016), экономический ущерб от коррозии во всем мире оценивается в 2,5 триллиона долларов в год. По оценкам, около 40% производимой стали заменяет ржавую сталь [1;2]. Коррозию подложек можно предотвратить или до минимума за счет введения в агрессивную среду полимеров и олигомеров на основе фосфор-серосодержащих соединений [3;4].

Этот новый ингибитор коррозии, ингибитор коррозии, содержащий фосфор и серу, был использован для защиты углеродистой стали, работающей в агрессивных средах (1M HCl в растворе), от коррозии.

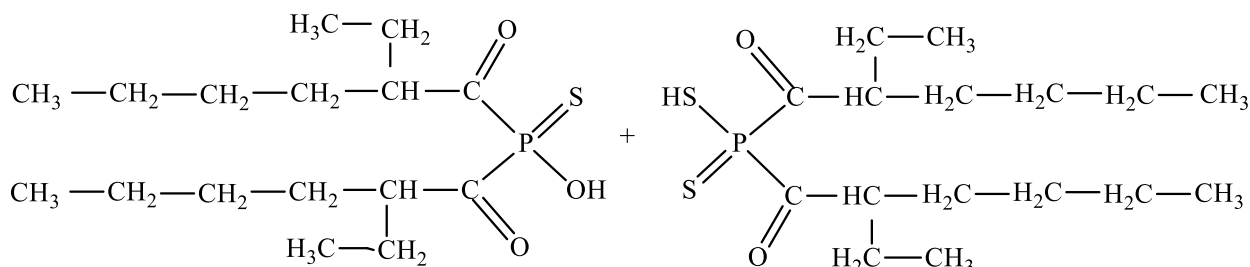
По своему составу он проявляет активность в сильно агрессивных средах, таких как ингибиторы

накопления фосфора и серы (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и HNO<sub>3</sub>). Кроме того, он образует устойчивый защитный слой на стальной поверхности. Это связано с тем, что ингибиторы, накапливающие фосфор и серу, адсорбируются на поверхности стали, образуя взаимные ковалентные связи на поверхности стали, повышая степень защиты поверхности стали за счет электростатических сил Ван-дер-Ваальс [5;6].

### Экспериментальная часть.

Реакцию проводят с использованием масляного нагревателя в интервале температур 140-165 °C, и для этой реакции получают 0,4 моль серы, 0,2 моль красного фосфора, 0,4 моль 2-этилгексанола. Перемешивать 3,5-4 часа. Аргон использовался для создания инертной среды, предотвращающей окисление реакционной смеси под действием кислорода.

В этом случае серу (S<sub>8</sub>) необходимо удалить из добавок перекристаллизацией в толуоле или стироле. Красный фосфор, полученный для реакции, измельчали до порошка в фарфоровой ступке с соблюдением требований технической безопасности.



**Схема-1. Синтез диалкилдитиофосфорной (RO)<sub>2</sub>PSOH и диалкилдитиофосфорной (RO)<sub>2</sub>PS<sub>2</sub>H кислоты, содержащей фосфор и серу, на основе 2-этилгексанола.**

Из полученных веществ наибольшая количественная доля диалкилтиофосфора.

Для информации следует отметить, что синтезированное вещество высокоэффективно не только как ингибитор коррозии, но и как инсектицид. [7].

### Методика эксперимента.

В данной работе были изучены синтезированные в лаборатории олигомерные ингибиторы коррозии на основе антикоррозионных составов на основе 2-этилгексанола, содержащего фосфор и серу (ICCP-1, IR-DEA, IR-DAR-20). Испытания проводились в диапазоне температур 25-80 °C с

использованием жидкостного термостата с точностью поддержания температуры ± 0,5 °C. Коррозия стали 20 исследовалась в 1 M растворе HCl с различными концентрациями ингибитора при разных температурах. Скорость коррозии и адсорбции ингибитора на поверхности металла исследовали с помощью гравиметрического анализа и атомно-абсорбционной спектроскопии. Скорость коррозии стали 20 определялась соотношением:

$$W = \frac{\Delta m}{S \times t} \quad (1)$$

где Δm - потеря массы (г), S-площадь (м<sup>2</sup>), t- период погружения (сутки). Процент

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 9.035  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

эффективности ингибирования (IE (%)) рассчитывали по соотношению [8;9]:

$$IE\% = \frac{W_{\text{неинг}} - W_{\text{инг}}}{W_{\text{неинг}}} \times 100 \quad (2)$$

где  $W_{\text{неинг}}$  и  $W_{\text{инг}}$  - скорости коррозии в отсутствие и в присутствии ингибитора соответственно. Для экспериментов использовалась методика, подробно описанная в работе. Скорость коррозии определяли гравиметрическим методом по ГОСТ 9.506-87, ГОСТ 9.505. 86, ГОСТ 9.502.82 с естественной аэрацией, температурой 25–80 ° С, скоростью жидкости 1,2 м / с на стальных образцах Ст 20 в виде пластин размером 8x12x1 мм [10;].

## Результаты и их обсуждение.

Из результатов полученного анализа видно из таблицы 1, что скорость коррозии зависит от концентрации используемого ингибитора коррозии и температуры системы. Из результатов нескольких экспериментов, при изучении эффективности ингибитора коррозии для систем с разными температурами и разными концентрациями, мы можем видеть, что, несмотря на увеличение концентрации, при высоких температурах происходит снижение эффективности ингибитора коррозии по эффективности.

Таблица 1. Данные по скорости коррозии стали 20 в 1М НСl в отсутствие и в присутствии различных концентраций

Концентрация ингибитора, мг/л	Температура, оС	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> сутки	Эффективность ингибитора, %
100	25	0,003175	78,56
	40	0,0046.95	73,65
	60	0,006658	70,63
	80	0,008996	65,48
200	25	0.002125	87,66
	40	0,004565	74,99
	60	0,006756	83,25
	80	0,008567	81,67
300	25	0,001697	95,89
	40	0,004871	92,63
	60	0.006781	90,06
	80	0.008461	88,56

Защитный механизм ингибитора объясняется тем, что при растворении синтезированного ингибитора в воде он сначала растворяется в воде, образуя ковалентные и водородные связи, и в результате этот ингибитор адсорбируется на поверхности металла с образованием устойчивого слоя. к кислотам и другим агрессивным воздействиям окружающей среды стабильность

этого слоя также увеличивается с увеличением концентрации ингибитора[11;12]. Мы можем увидеть это объяснение защитного механизма в модели слоя на рис. 2. На рис. 1а) ниже показан образец металла без ингибитора через 240 часов, а на рисунке 1б) показан образец металла, взятый с ингибитором в течение 240 часов.



Рисунок-1а. Фото стала 20 в водных условиях без ингибитора



Рисунок 1б. Фотография образца металла в присутствии ингибитора.

Как видно, фотографии без ингибиторов (рис. 1а) и с ингибиторами (рис. 2а) иллюстрируют

практическое значение уровня эффективности полученного ингибитора.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
 GIF (Australia) = 0.564  
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
 ПИИЦ (Russia) = 3.939  
 ESJI (KZ) = 9.035  
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
 PIF (India) = 1.940  
 IBI (India) = 4.260  
 OAJI (USA) = 0.350

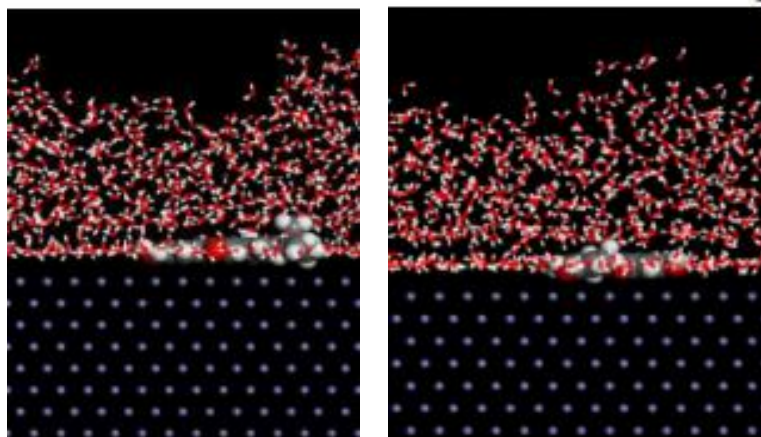


Рисунок-2. Эта модель представляет собой механизм, с помощью которого ингибиторы коррозии защищают поверхность металла.

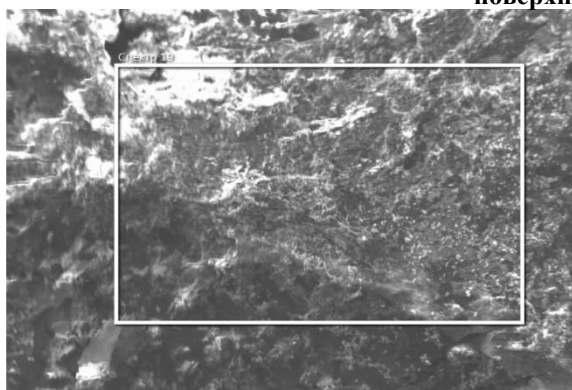


Рисунок -3а. Взгляды без ингибитора

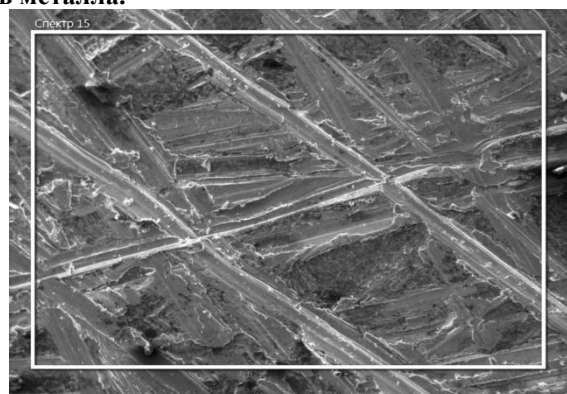


Рисунок-3б. Взгляды с ингибитором.

Рисунок 3а является результатом SEM-анализа металла на рисунке 1а выше, где мы видим, что поверхность стали 20 подверглась

эрозии и образовала неровности на своей поверхности в результате химических реакций с технической водой.

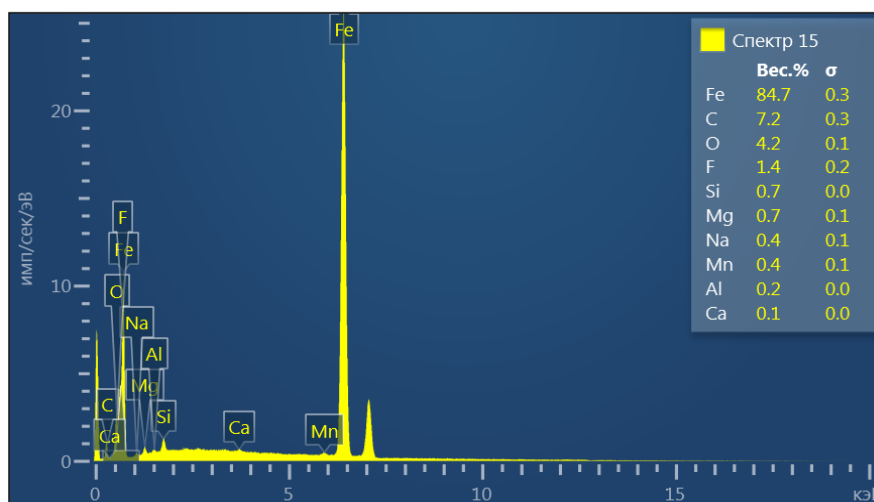


Рисунок -4.

Элементный анализ поверхности металла проводился с ингибитором коррозии ПСГ-1 (Рису-4) Результаты анализа показали увеличение количества углерода на поверхности металла.

Показано, что ингибитор, синтезированный на основе 2-этилгексанола, покрывает поверхность металла.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317  
ISI (Dubai, UAE) = 1.582  
GIF (Australia) = 0.564  
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912  
РИИЦ (Russia) = 3.939  
ESJI (KZ) = 9.035  
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630  
PIF (India) = 1.940  
IBI (India) = 4.260  
OAJI (USA) = 0.350

### Выводы

Коррозионная стойкость стали марки ПСГ-1. Максимальная эффективность ингибирования коррозии стали марки 20 составила 95,89% при 30 °С-70 °С, и максимальный уровень концентрации ингибитора был испытан при различных концентрациях для каждой агрессивной среды.

Эффективный способ защиты ПСГ-1 от коррозии при эксплуатации в агрессивных средах - своевременная очистка с последующей промывкой водным раствором ингибитора коррозии.

### References:

1. Jacobson, G. (2016). *IMPACT report international measure of prevention, application and economics of corrosion technologies study*. NACE International, Houston
2. (1978). *BS publication Economic effects of metallic corrosion in the United States, Report to Congress by the National Bureau of Standards*, Washington D.C.511-1-2-3
3. Mohagheghi, A., & Arefinia, R. (2018). Corrosion inhibition of carbon steel by dipotassium hydrogen phosphate in alkaline solutions with low chloride contamination. *Constr Build Mater*, 187: 760–772.
4. Beknazarov, K.S., Dzhaliilov, A.T., Ostanov, U.Y., & Erkaev, A.M. (2015). "The inhibition of the corrosion of carbon steel by oligomeric corrosion inhibitors in different media". *International Polymer Science and Technology*, 42(4), pp. 33–37.
5. Kijomov, Sh.N., Dzhaliilov, A.T., Beknazarov, H.S., Narzullaev, A.H., & Razhabova, M.F. (2019). Ingibitory korrozii AIK-1 i AIK-2 v agressivnyh sredah. *Universum: tehicheskie nauki : jelektron. nauchn. zhurn. № 7 (64)*. <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/7608>
6. Narzullaev, A.H., Sirozhiddinov, I.L., Muhsinova, N.Je., & Beknazarov, H.S. (2021). Sintez i ispol'zovanie novyh tipov ingibitorov korrozii na osnove kortonal' degida. *Universum: tehicheskie nauki : jelektron. nauchn. zhurn.* 2(83). <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11272>
7. Eshmamatova, N.B., & Akbarov, H.I. (2012). A study of the effectiveness of the developed oligomeric inhibitors under industrial conditions by electrochemical methods. *Volga Scientific Bulletin*, Izhevsk, No. 12, pp.4-12.
8. Khadom, A.A., Yaro, A.S., AlTaie, A.S., & Kadum, A.A.H. (2009). Electrochemical, activations and adsorption studies for the corrosion inhibition of low carbon steel in acidic media, Portug. *Electrochim. Acta*, 27 (6), 699-712.
9. (n.d.). Update date of description: 06/01/2019. Retrieved from <https://www.internet-law.ru>
10. Narzullaev, A.X, Beknazarov, X.S, Jalilov, A.T, Rajabova, M.F. (n.d.). Studying the efficiency of corrosion inhibitor IKTSF-1, IR-DEA, IR-DAR-20 in 1m HCl. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 28 (15), pp. 113–122.
11. Jysupov, D., Tirkashev, I., & Jysupov, Je.D. (1998). Cintez, svojstva i tehnologija ingibitorov korrozii na osnove krotonovogo al'degida i ammiaka/ i dr. *Himicheskaja promyshlennost'*, № 1.
12. Kuznecov, M.V., Novoselov, V.F., Tugunov, P.I., & Kotov, V.F. (1992). *Protivokorroziionnaja zashhita truboprovodov i rezervuarov*: Uchebnik dlja vuzov. (p.238). Moscow: Nedra.