

STUDY OF THE INHIBITORY PROPERTIES OF SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE IN THE “OIMASH SALT-H₂O-NaTPP” SYSTEM

R.A. Kaiynbayeva*, G.Sh. Sultanbayeva, N.N. Kozhabekova, A.K. Shakirova,
R.M. Chernyakova, U.Zh. Dzhussipbekov

A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences JSC, Almaty, Kazakhstan

E-mail: raushan_1972@mail.ru

Abstract. *Introduction.* Water inhibitors should be used to prevent corrosion of the pipelines and heat exchangers. The phosphorus containing compounds include phosphates, polyphosphate, thiophosphates, pyrophosphates, phosphonates, etc., as the corrosion inhibitors. They are anode inhibitors and, when used on a metal surface, form soluble compounds of oxides, hydroxides and salts, which slow corrosion. *The goal of the work.* Study the influence of sodium tripolyphosphate concentration on the corrosive aggressiveness in the “Oimash salt – H₂O –NaTPP” system, depending on the type of waters used. *Methods.* The studies have been carried out by the gravimetric method at the room temperature. *Results and discussion:* It follows from the obtained results that in the marine water with the addition of NaTPP in concentrations from 20 to 100 mg/l within each of the studied concentrations of the Oimash salt, the corrosion rate V_{corr} decreases as compared with the control experiment ($V_{\text{corr}} = 0.762\text{mm/year}$). The results have shown that an increase in the Oimash salt concentration up to 30% in the “Oimash–H₂O–NaTPP” salt system leads to an increase in the solution density from 1.090g/cm³ up to 1.165 g/cm³, and the corrosion rate of steel is reduced intensively. At sodium tripolyphosphate concentrations of up to 250 mg/l, V_{corr} decreases down to 125 mm/a and at specified C_{NaTPP} the protection level is 83.58%. The addition of NaTPP to the “Oimash Salt – Waste H₂O” system increases the corrosion rate of steel, while the corrosion rate of steel relative to the test experience decreases 0.118–0.165 mm/year. The highest protection (50.6%) is achieved at $C_{\text{NaTPP}} = 20\text{ mg/l}$. *Conclusions:* In the composite systems a high degree of protection is found in marine (83.58%) water. The marine water with the additives of Oimash salt and NaTPP can be used for the preparation of the composite fluids jamming.

Key words: Oimash salt, sea water, waste water, killing liquid, sodium tripolyphosphate, corrosion rate.

Kaiynbayeva Raushan Candidate of Tech. Sciences, e-mail: raushan_1972@mail.ru

Alibekovna

Sultanbayeva GitaShamilyevna Candidate of Tech. Sciences, e-mail: sultanbaeva@mail.ru

Kozhabekova Nazym

Candidate of Chem. Sciences, e-mail: kojabekova@mail.ru

Nurgudyrovna

Shakirova Ainur Kyzymbekovna Candidate of Chem. Sciences, e-mail: sh_ainura1029@mail.ru

Citation: R.A. Kaiynbayeva, G.Sh. Sultanbayeva, N.N. Kozhabekova, A.K. Shakirova, R.M. Chernyakova, U.Zh. Dzhussipbekov. Study of the inhibitory properties of sodium tripolyphosphate in the “Oimash salt-H₂O- TPPN” system. *Chem. J. Kaz.*, **2022**, 4(80), 69-78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2022-3/2710-1185.95>

<i>Chernyakova Raissa Michailovna</i>	<i>Doctor of Tech. Sciences, Professor, e-mail: chernyakova1947@mail.ru</i>
<i>Dzhussipbekov Umirzak Zhumassilovich</i>	<i>Corr. Member of the NAS of the RK, Professor, Doctor of Tech. Sciences, e-mail: jussipbekov@mail.ru</i>

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИПОЛИФОСФАТА НАТРИЯ В СИСТЕМЕ «СОЛЬ ОЙМАША - H₂O - ТПФН»

Р.А. Кайынбаева^{}, Г.Ш. Султанбаева, Н.Н. Кожабекова, А.К. Шакирова,
Р.М. Чернякова, У.Ж. Джусипбеков*

*АО Институт химических наук имени А.Б. Бектурова, Алматы, Казахстан
E-mail: raushan_1972@mail.ru*

Резюме. *Введение.* Технологические жидкости на основе концентрированных растворов неорганических солей, не содержащие твердых фаз, позволяют максимально снизить себестоимость и сохранить коллекторские свойства продуктивных пластов и оборудования. Изучение влияния различных факторов на выбор типа технологической жидкости без твердой фазы позволяет создать отечественное производство технологических жидкостей. Очень важным параметром при выборе жидкостей для промывки и ремонта скважины является коррозионная активность, для предотвращения которой следует применять обработку воды ингибиторами. Из фосфорсодержащих соединений в качестве ингибиторов коррозии используются фосфаты, полифосфаты, тиофосфаты, пиррофосфаты, фосфонаты и др. Которые относятся к анодным ингибиторам и при использовании на поверхности металла образуют труднорастворимые соединения оксидов, гидроксидов и солей, замедляющих коррозию. *Цель.* Изучить влияние концентрации триполифосфата натрия на коррозионную агрессивность в системе «Соль Оймаша – H₂O – ТПФНа» в зависимости от типа применяемых вод. *Методы.* Исследования проводились гравиметрическим методом при комнатной температуре. *Результаты и обсуждение:* Полученные результаты показали, что при увеличении концентрации соли Оймаша до 30% и ТПФНа в системе «Соль Оймаша – H₂O – ТПФНа» приводит к повышению плотности растворов от 1.090г/см³ до 1.165 г/см³ и интенсивно уменьшает скорость коррозии стали. При концентрациях триполифосфата натрия до 250 мг/л снижается V_{корр} до 125 мм/год и при указанных C_{соли} и C_{ТПФН} степень защиты Z равна 83.58%. Добавка ТПФНа в систему «Соль Оймаша – сточная H₂O» повышает скорость коррозии стали, при этом скорость коррозии стали относительно контрольного опыта уменьшается 0.118 - 0.165 мм/год. Наибольшая степень защиты (50.6 %) достигается при концентрации C_{ТПФН} = 20 мг/л. *Выводы:* Найдено, что в композиционных системах высокая степень защиты достигается в морской (83.58 %) воде. Морская вода с добавками соли Оймаша и ТПФНа может применяться для приготовления композиционных жидкостей глушения.

Ключевые слова: соль Оймаша, морская вода, сточная вода, смешанная вода, жидкость глушения, триполифосфат натрия, скорость коррозии

<i>Кайынбаева Раушан Алибековна</i>	<i>Канд.техн. наук, ведущий научный сотрудник</i>
<i>Султанбаева Гита Шамильевна</i>	<i>Канд.техн. наук; ведущий научный сотрудник</i>
<i>Кожабекова Назым Нурғұдыровна</i>	<i>Канд. хим. наук, научный сотрудник</i>
<i>Шакирова Айнуր Кызырбековна</i>	<i>Канд.хим. наук, ведущий научный сотрудник</i>
<i>Чернякова Раиса Михайловна</i>	<i>Доктор техн. наук, профессор</i>
<i>Джусипбеков Умирзак Жумасилович</i>	<i>член корр НАН РК, профессор, доктор техн.наук</i>

1. Введение

На современном этапе эксплуатации нефтяных месторождений возросло использование жидкостей глушения, применяемых при строительстве и ремонте скважин. В настоящее время наибольшее распространение в виде технологических жидкостей получили растворы кальция, натрия и калия. Технологические жидкости на основе концентрированных растворов неорганических солей, не содержащие твердых фаз, позволяют максимально снизить себестоимость и сохранить коллекторские свойства продуктивных пластов и оборудования. Изучение влияния различных факторов на выбор типа технологической жидкости без твердой фазы позволяет создать отечественное производство технологических жидкостей плотностью 1100-1200 кг/м³. При этом очень важным параметром при выборе жидкостей для промывки и ремонта скважины является коррозионная активность. Низкая коррозионная активность жидкостей для бурения и ремонта скважин позволяет избежать коррозии наземного и внутрискважинного оборудования. Коррозия, вызванная рассолом, возникает в результате электрохимических реакций, которые способствуют проводимости растворов.

В настоящее время в качестве реагента для приготовления жидкостей глушения широко используется раствор хлорида натрия (NaCl), применение которого обусловлено ее дешевизной и хорошей растворимостью в воде. Однако применение только растворов на основе хлорида натрия может привести к усилению коррозионных процессов.

Для предотвращения коррозии трубопроводов и теплообменных аппаратов следует применять обработку воды ингибиторами. Из фосфорсодержащих соединений в качестве ингибиторов коррозии используются тиофосфаты, пирофосфаты, фосфорамиды, фосфоновые кислоты, фосфонаты, диалкил- и диарилфосфаты. Фосфаты и полифосфаты также находят применение в качестве замедлителей коррозии стали в воде и рассолах. В качестве ингибиторов следует применять триполифосфат натрия, гексаметафосфат натрия, трехкомпонентную композицию (гексаметафосфат или триполифосфат натрия, сульфат цинка и бихромат калия), силикат натрия и др. [1]. Все фосфаты относятся к анодным ингибиторам – пленкообразователям, которые при использовании на поверхности металла образуют труднорастворимые соединения оксидов, гидроксидов и солей, замедляющих коррозию [2].

При использовании ингибиторов и защитных покрытий в системах оборотного водоснабжения следует предусматривать тщательную очистку теплообменных аппаратов и трубопроводов от отложений и обрастаний. В качестве ингибиторов следует применять триполифосфат натрия, гексаметафосфат натрия, трехкомпонентную композицию (гексаметафосфат или триполифосфат натрия, сульфат цинка и бихромат калия), силикат натрия и др. При использовании триполифосфата и гексаметафосфата натрия для создания защитной фосфатной пленки концентрация

ингибиторов в воде оборотной системы в течение 2-3 сут. должна приниматься 100 мг/л (в расчете на P_2O_5) в добавочной воде для поддержания фосфатной пленки - 7-15 мг/л по P_2O_5 . При этом скорость движения воды в теплообменных аппаратах должна быть не менее 0.3 м/с [3].

В работе [4] для ингибирования внутренней коррозии и солеобразования в оборотных системах использован состав, содержащий 90 – 100 (мг/л) триполифосфата натрия и 0.9 – 1.2 (мг/л) сульфата цинка. Авторами работ синтезированы полифосфаты натрия, модифицированные оксидом цинка и в лабораторных условиях показано, что в водах с повышенным содержанием сульфат-ионов (1000 мг/л) полифосфаты натрия-цинка ингибируют скорость коррозии латуни в диапазоне концентраций 5-40 мг P_2O_5 [5].

Известно, что большинство нефтепромыслов Казахстана испытывает дефицит пресной воды, в результате чего в технологических целях для приготовления жидкостей глушения используют пластовую и морскую воду, а также смесь морской и пластовой воды в соотношениях 2:1. Для пластовых и морских вод нефтяных месторождений характерна повышенная минерализация. В их состав входят: хлориды, кальция или гидрокарбоната натрия, незначительное количество сульфатов и др.

Связи с этим в работе было изучено совместное влияние различных типов воды и добавки триполифосфата натрия в качестве ингибиторов коррозии металлов в системе «Соль Оймаша – H_2O ».

2. Экспериментальная часть

Исследование коррозионной активности жидкостей глушения и методика оценки ингибирующих свойств растворов проведено гравиметрическим методом [6]. В качестве образцов использовали стальные пластинки (Ст3) размерами 28x48x1мм. Исследование проводили при комнатной температуре.

Ранее проведенные работ по выбору рабочих концентраций добавляемой технической соли Оймаша (месторождения Мангыстауский обл.) при приготовление жидкостей глушения, показали, что при добавке соли от 1 до 30% увеличивает скорость коррозии металла и повышает плотность раствора жидкостей глушения. Исходя из полученных результатов, в качестве рабочей концентрации соли Оймаша, при которой проводили дальнейшие испытания, была выбрана концентрация 30% (ρ -1.160 г/см³, $V_{кор}$ -0.198 мм/год).

3. Результаты и обсуждение

Полученные результаты исследований влияния концентрации солей ТПФNa на скорость коррозии стали в системе «Соль Оймаша – морская H_2O » с различными содержаниями соли Оймаша представлены рисунке 1.

Из полученных результатов следует, что в морской воде при добавке ТПФNa в концентрациях от 20 до 100 мг/л в пределах каждой из исследуемых концентраций соли Оймаша (рисунок 1, кривые а, б) снижается скорость коррозии $V_{\text{корр}}$ по сравнению с контрольным опытом ($V_{\text{корр}}=0.762\text{мм/год}$). Выявлено, что добавка раствора ТПФNa в коррозионную среду, содержащую 25 % соли Оймаша уменьшает $V_{\text{корр}}$ относительно контрольного опыта на 0112-0,344 мм/год. Для каждой из исследуемых концентраций соли повышение содержания ТПФNa а также уменьшает $V_{\text{корр}}$ и увеличивает степень защитного действия Z (от 14.48-46.27%).

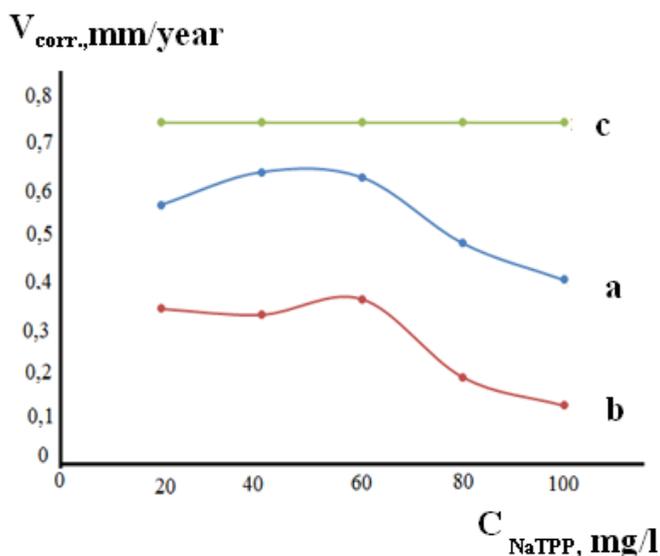


Рисунок 1 - Зависимость скорости коррозии от концентрации ТПФNa в морской воде:
 (а) – с добавкой 25 % соли Оймаша, (б) – с добавкой 30 % соли Оймаша,
 в - контроль без добавки ТПФNa

Положительный эффект достигается при увеличении концентрации соли Оймаша до 30% и концентрации $C_{\text{ТПФNa}}$ до 250 мг/л. Одновременное повышение концентрации соли Оймаша и ТПФNa повышает плотность растворов от 1.090г/см^3 до 1.165г/см^3 в системах и интенсивно уменьшает скорость коррозии стали. При концентрациях триполифосфата натрия до 250 мг/л $V_{\text{корр}}$ снижается до 0.125мм/год . $V_{\text{корр}}$ относительно контрольного опыта в 6,1 раза и повышает степень защиты Z при указанных $C_{\text{соли}}$ и $C_{\text{ТПФNa}}$ равна 83.58%. При этом система «соль Оймаша – $\text{H}_2\text{O}_{\text{морская}}$ – ТПФNa» характеризуется как малоагрессивная.

Влияние концентрации ТПФNa на скорость коррозии в системе «Соль Оймаша – сточная H_2O » с концентрацией соли Оймаша 25% показало, что добавка ТПФNa в диапазоне концентраций от 20 до 100мг/л в исследуемых

пределах повышает скорость коррозии стали, но значения скорости коррозии ниже чем в контрольном опыте без добавки ингибитора ($V_{\text{корр}}=0.282$ мм/год) (рисунок 2). При этом скорость коррозии стали относительно контрольного опыта уменьшается 00,118-0,165 мм/год. Наибольшая степень защиты (50.6 %) достигается при концентрации $C_{\text{ТПФН}}=20$ мг/л. В сточной воде триполифосфат работает в области его низких концентраций.

В сточной воде значение плотности растворов повышается от 1.084 до 1.091 г/см³. Таким образом, введение ТПФНа независимо от его концентрации заметно уменьшает $V_{\text{корр}}$.

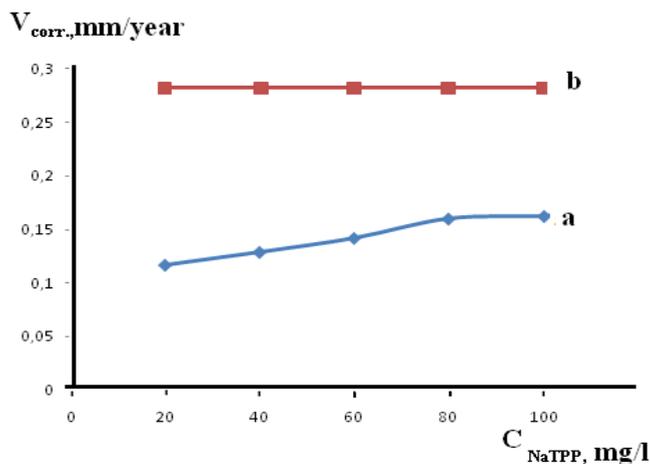


Рисунок 2 - Зависимость скорости коррозии от концентрации ТПФНа в сточной воде(а), в контрольном опыте без добавки ТПФНа(б)

Согласно данным рисунка 3 в смешанной воде ($C_{\text{соли}}=25$ %) плотность растворов для всех исследуемых концентраций ТПФНа меняется незначительно (1.180-1.182 г/см³) и близка к контрольному опыту (1.180 г/см³). Изменение скорости коррозии в зависимости от концентрации ТПФНа носит волнообразный характер, достигая минимума (0.117 и 0.112 мм/год) при $C_{\text{ТПФН}}$ равной 80 и 100 мг/л. При указанных концентрациях степень защиты составляет 70.36 и 71.74 %. Скорость коррозии при добавке 80 и 100 мг/л ТПФНа соответственно меньше на 0.278 и 0.283 мм/год, чем в контрольном опыте (0.395 мм/год).

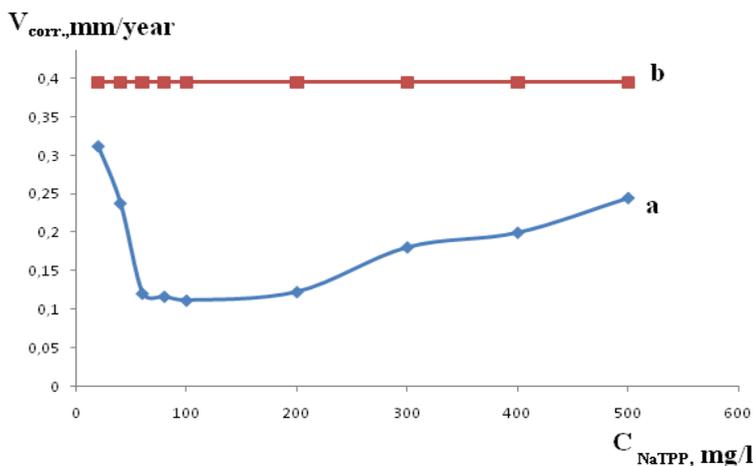


Рисунок 3 - Зависимость скорости коррозии от концентрации ТПФNa в системе «Соль Оймаша – смешанной H_2O – ТПФNa» (а), контроль в системе «Соль Оймаша – смешанная H_2O » (б)

Водно-солевая система характеризуется как слабоагрессивная ($V_{корр}$ в пределах 0,01-0,1мм/год). Следует отметить, что добавка ТПФNa в смешанную соледержащую воду снижает $V_{корр}$ в 1,3-3,5 раза по сравнению со $V_{корр}$ контрольного опыта (без ТПФNa).

Таблица – Оптимальные концентрации соли Оймаша и ТПФNa

Тип воды	$C_{соль}, \%$	$C_{ГМФNa}, \%$	Потеря массы, $\Delta m, \text{г}$	$\rho, \text{г/см}^3$	$V_{корр}, \text{г/см}^2\text{-сут}$	$V_{корр}, \text{мм/год}$	Z, %
морская вода	30	250	0,0160	1,165	0,113	0,125	83,58
смешанная вода	25	100	0,0143	1,181	0,101	0,112	71,74
сточная вода	25	20	0,0238	1,084	0,106	0,117	50,60

Таким образом, установлено, что в исследуемых системах с оптимальными концентрациями соли Оймаша и ТПФNa высокая степень защиты достигается в морской (83,58 %) воде. ТПФNa оказывает защитное действие за счет образования на поверхности железа кристаллической фосфатной защитной пленки, состоящая из гидроксида железа, уплотненного фосфатом железа (фосфатирование металла). Эффективность ТПФNa в морской соледержащей системе обусловлена высоким pH (>7), что обеспечивает его слабый гидролиз и, как следствие, образование малорастворимых фосфатов и подкисление электролита на границе раздела фаз [7], [8].

4. Заключение

Получены результаты влияния концентрации ТПФNa на коррозионную агрессивность стали в системе «Соль Оймаша – H₂Oморская –ТПФNa» показали что одновременное повышение концентрации соли Оймаша и ТПФNa повышает плотность растворов от 1.090г/см³ до 1.165 г/см³ и интенсивно уменьшает скорость коррозии стали. При концентрациях триполифосфата натрия до 250 мг/л снижается V_{корр} до 125мм/год и при указанных C_{соли} и C_{ТПФNa} степень защиты Z равна 8.58%. В системе «Соль Оймаша – сточная H₂O –ТПФNa» скорость коррозии стали относительно контрольного опыта уменьшается 0.118-0.165 мм/год, при этом степень защиты (50.6 %) достигается при концентрации C_{ТПФNa}=20 мг/л. В системе «Соль Оймаша –H₂O смешанная –ТПФNa» снижается V_{корр} в 1.3-3.5 раза по сравнению с V_{корр} контрольным опытом.

Финансирование: Работа выполнена в Институте химических наук имени А.Б. Бектурова по программе целевого финансирования научных исследований на 2021-2023 годы, осуществляемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, по проектам BR10965255.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов между авторами, требующего раскрытия в данной статье.

«ОЙМАШ ТҰЗЫ - H₂O - ТПФNa» ЖҮЙЕСІНДЕГІ НАТРИЙ ТРИПОЛИФОСФАТЫНЫҢ ИНГИБИТОРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Р.Ә. Қайыңбаева, Г.Ш. Сұлтанбаева, Н.Н. Қожабекова, А.Қ. Шәкірова,
Р.М. Чернякова, Ө.Ж. Жүсіпбеков*

*АҚ Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты, Алматы, Қазақстан
E-mail: raushan_1972@mail.ru*

Түйіндеме. *Кіріспе.* Құрамында қатты фазалары жоқ бейорганикалық тұздардың концентрлі ерітінділеріне негізделген технологиялық сұйықтықтар шығынды барынша азайтуға және өнімді қабаттар мен жабдықтардың коллекторлық қасиеттерін сақтауға мүмкіндік береді. Қатты фазасыз технологиялық сұйықтықтың түрін таңдауға әртүрлі факторлардың әсерін зерттеу технологиялық сұйықтықтардың отандық өндірісін құруға мүмкіндік береді. Ұңғыманы жуу және жөндеу үшін сұйықтықтарды таңдау кезінде өте маңызды параметр коррозиялық белсенділік болып табылады, оның алдын алу үшін ингибиторлармен суды өңдеуді қолдану керек. Құрамында фосфоры бар қосылыстардың ішінен коррозия ингибиторлары ретінде фосфаттар, полифосфаттар, тиофосфаттар, пирофосфаттар, фосфонаттар және т.б., олар анодты ингибиторларға жатады және металл бетінде қолданғанда оксидтердің, гидроксидтердің және тұздардың аз еритін қосылыстарын түзеді. коррозияны бәсеңдетеді. *Жұмыс мақсаты.* Қолданылатын су түріне байланысты «Оймаш тұзы – H₂O – NaTPF» жүйесіндегі натрий триполифосфатының концентрациясының коррозияға әсерін зерттеу. *Әдістері.* Зерттеулер бөлме температурасында гравиметриялық әдіспен жүргізілді. *Нәтижелер және талқылау.* Алынған нәтижелерден Оймаш тұзының зерттелген концентрацияларының әрқайсысының шегінде 20-дан 100 мг/л-ге дейінгі концентрацияларда NaTPF қосылған теңіз суында коррозия жылдамдығы V_{корр}-мен бақылау экспериментімен (V_{корр} – 0,762 мм/жыл) салыстырғанда төмендейтіні байқалды. Ал «Оймаш тұзы – H₂O – NaTPF» жүйесінде Оймаш тұзының және NaTPF концентрациясының 30%-ға дейін жоғарылауы ерітінділердің тығыздығының 1,090 г/см³ ден 1,165 г/см³-ке дейін жоғарылауына әкелетінін және болат коррозиясының жылдамдығын қарқынды түрде төмендететінін көрсетті. Натрий триполифосфатының 250 мг/л дейін концентрациясында V_{корр} 125 мм/жылға дейін төмендейді, ал көрсетілген C_{тұз} және NaTPF кезінде Z қорғау дәрежесі 83,58% құрайды. «Оймаш

тұзы – H₂O» жүйесіне NaTPФ қосу болаттың коррозия жылдамдығын арттырады, ал болат коррозиясының жылдамдығы бақылау тәжірибесіне қатысты 0,118-0,165 мм/жылға төмендейді. *Тұжырым.* Композиттік жүйелерде теңізде (83,58%) суда қорғаныстың жоғары дәрежесіне қол жеткізілетіні анықталды. Композиттік сөндіру сұйықтықтарды дайындау үшін Оймаш тұзы мен NaTPФ қосылған теңіз суын пайдалануға болады.

Түйінді сөздер: Оймаш тұзы, теңіз суы, ағынды су, аралас су, өшіру сұйықтығы, натрий триполифосфаты, коррозия жылдамдығы

<i>Кайынбаева Раушан Алибековна</i>	<i>Техника ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Сұлтанбаева Гита Шамильевна</i>	<i>Техника ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Қожабекова Назым Нурғудыровна</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Шакирова Айнур Қызырбековна</i>	<i>Химия ғылымдарының кандидаты</i>
<i>Чернякова Раиса Михайловна</i>	<i>Техника ғылымдарының докторы, профессор</i>
<i>Джусипбеков Умирзак Жумасилович</i>	<i>ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, профессор, Техника ғылымдарының докторы</i>

Список литературы

- 1.Электронный ресурс: <https://neftegaz.ru/tech-library/transportirovka-i-khranenie/141609-ingibitornaya-zashchita-truboprovodov/> (дата обращения 25.05.2022). [Electronic resource: <https://neftegaz.ru/tech-library/transportirovka-i-khranenie/141609-ingibitornaya-zashchita-truboprovodov/> (Accessed 25.05.2022)].
- 2.Даниловская Л.П. Крымская методическая указания. Ингибиторы коррозии металлов С-П2017 с.343. <https://www.smtu.ru/file/department/46/MU%20Inhibitory%20korrozii%20metallov.pdf>
- 3.Электронный ресурс: https://www.plasma.com.ua/chemistry/chemistry/sodium_tripolyphosphate.html (дата обращения 25.05.2022).
4. Заявка 97101532/25. Россия. Способ ингибирования коррозии и отложения в водооборотных системах [Method for inhibiting corrosion and deposits in water circulation systems] Смирнова О.И., Савельев В.С., Гулиянц С.Т. и др. ОАО «Тобольский нефтехим. комбинат»; опубл. 20.02.99.
- 5.Наренова С.М., Фишбейн О.Ю., Джусипбеков У.Ж., Жакитова Г.У., Кайынбаева Р.А. Ингибирующие композиции на основе полимерных фосфатов натрия, модифицированных оксидами цинка [Inhibiting compositions based on polymeric sodium phosphates modified with zinc oxides] Вестник КазНУ, Сер. хим. 2003. № 2. С.74-77. https://nauka.kz/page.php?page_id=964&lang=1&page=337
- 6.ГОСТ 39-099-79. «Ингибиторы коррозии. Метод оценки эффективности защитного действия ингибиторов коррозии в нефтепромысловых сточных водах», Москва, 1983. с.10 <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293822/4293822809.pdf>
- 7.Насибуллина О.А. Ингибиторная защита от коррозии в нефтяной промышленности. Нефтегазовое дело. 2019. Т.17, N 1. С.120-123. DOI: 10.17122/ngdelo-2019-1-120-123. <http://ngdelo.ru/files/ngdelo/2019/1/ngdelo-1-2019-p120-123.pdf>
- 8.Фосфаты как ингибиторы коррозии [Phosphates as Corrosion Inhibitors - Chemist's Handbook] Справочник химика 21. <https://chem21.info/info/1271755/>

References

1. Electronic resource: <https://neftegaz.ru/tech-library/transportirovka-i-khranenie/141609-ingibitornaya-zashchita-truboprovodov/> (accessed 25.05.2022). [Electronic resource: <https://neftegaz.ru/tech-library/transportirovka-i-khranenie/141609-ingibitornaya-zashchita-truboprovodov/> (Accessed 05/25/2022)].
2. Danilovskaya L.P. Crimean methodical instructions. Metal corrosion inhibitors S-P2017 p.343. <https://www.smtu.ru/file/department/46/MU%20Inhibitory%20korrozii%20metallov.pdf>

3. Electronic resource:
https://www.plasma.com.ua/chemistry/chemistry/sodium_tripolyphosphate.html (accessed 25.05.2022).
4. Application 97101532/25. Russia. Method for inhibiting corrosion and deposits in water circulation systems [Method for inhibiting corrosion and deposits in water circulation systems] Smirnova O.I., Savelyev V.S., Guliyants S.T. and others. JSC "Tobolskpetrochem. plant"; publ. 02/20/99.
5. Narenova S.M., Fishbein O.Yu., Dzhusipbekov U.Zh., Zhakitova G.U., Kaiynbaeva R.A. Inhibiting composition based on polymeric sodium phosphates modified with zinc oxides [Inhibiting composition based on polymeric sodium phosphates modified with zinc oxides] NewsKazNU, Ser. chem. 2003. No. 2. P.74-77. https://nauka.kz/page.php?page_id=964&lang=1&page=337
6. GOST 39-099-79. "Corrosion Inhibitors. Method for evaluating the effectiveness of the protective action of corrosion inhibitors in oilfield wastewater, Moscow, 1983, p.10 <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293822/4293822809.pdf>
7. Nasibullina O.A. Inhibitory protection against corrosion in the oil industry. Oil and gas business. 2019. V.17, N 1. P.120-123. DOI: 10.17122/ngdelo-2019-1-120-123. <http://ngdelo.ru/files/ngdelo/2019/1/ngdelo-1-2019-p120-123.pdf>
8. Phosphates as corrosion inhibitors [Phosphates as Corrosion Inhibitors - Chemist's Hand book] Chemist's Handbook 21. <https://chem21.info/info/1271755/>