

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

**ТОРАЙҒЫРОВ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



**ВЕСТНИК
ТОРАЙҒЫРОВ
УНИВЕРСИТЕТА**

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 1 (2022)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/RXEB7205>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

***Р. Т. Кабылдинов**

ТОО «ПНХЗ»,

Республика Казахстан, г. Павлодар

МЕТОДЫ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ УСТАНОВОК ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ ОТ КОРРОЗИИ

В данной статье представлена информация о методах коррозионной защиты оборудования нефтепереработки. Описаны методы химико - технологическим защиты оборудования, а также современные методы коррозионного мониторинга в режиме реального времени.

Проведение тщательного анализа особенностей и причин возникновения коррозионного поражения металла установок первичной и вторичной переработки нефти, при эксплуатации как в регламентных, так и отличающихся от регламентного режима, является одним из способов решения проблем антикоррозионной защиты оборудования предприятий нефтеперерабатывающей отрасли.

Применение новых методов и средств контроля позволяет улучшить своевременность получения данных о скорости коррозионного поражения металла во времени, с последующим определением причин, вызывающих коррозионную активность. Несмотря на то, что мониторинг коррозии в режиме реального времени позволяет получать более высокую информативность и своевременность параметров коррозионных процессов.

Благодаря внедрению систем контроля коррозии специалисты получили возможность использовать скорость коррозии как одну из переменных, которая позволила оптимизировать применение химических реагентов для снижения причин выхода из строя оборудования, повышения эффективности производства и снижения коррозионного воздействия рабочей среды на установках первичной переработки нефти. Данный шаг стал серьезным стимулом в развитии нефтеперерабатывающей промышленности.

Ключевые слова: коррозионная активность, первичная переработка нефти, коррозионный мониторинг, коррозионная защита, зацелачивание нефти.

Введение

На сегодняшний день актуальными являются проблемы повышения конкурентоспособности продукции нефтеперерабатывающих производств, улучшение товарной продукции по показателям качества и ассортименту, снижение ее себестоимости. Одним из путей повышения конкурентоспособности, является уменьшение затрат на ремонты и замену оборудования, снижение аварийности на производстве, увеличение межремонтного цикла. Важную роль в выполнении поставленных задач играет разработка специальных планов действий по защите от коррозионного воздействия установок при ремонтах, простоях, в режимах циркуляции под продуктом.

Материалы и методы

На установках атмосферной перегонки нефти наиболее агрессивными к металлам оборудования и трубопроводов является вода с растворенным в ней кислородом воздуха и минеральными солями, растворы сероводорода, хлороводорода, едкого натра [1].

Пластовая вода содержит в себе различные растворенные минеральные соли. Большинство из которых является хлоридами магния, кальция и натрия.

В процентном соотношении распределение солей выглядит следующим образом:

- хлорид натрия (NaCl) ~ 70 %;
- хлорид магния (MgCl_2) ~ 20 %;
- хлорид кальция (CaCl_2) ~ 10 %.

Последующий гидролиз солей вызывает электрохимическую коррозию. Хлорид магния способен гидролизироваться на 90 % и при этом не теряет способности к гидролизу даже при низких показателях температуры. Хлористый кальций гидролизуется до 10 % от собственной массы, вследствие чего образуя хлористый водород.

На нижеуказанном рисунке 1 представлена степень гидролиза в зависимости от температуры.

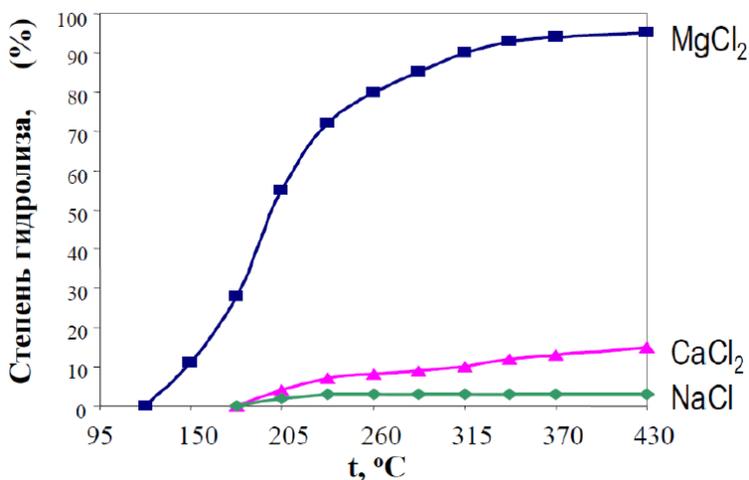
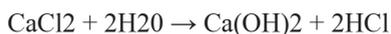
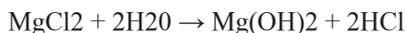
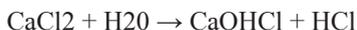
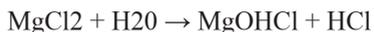


Рисунок 1 – Зависимость степени гидролиза от температуры

При температуре 100 °C начинается интенсивный гидролиз солей магния с образованием хлористого водорода – сильно корродирующего агента. Гидролиз хлоридов идет по следующим реакциям:



При переработке обессоленной нефти в отбензинивающих и атмосферных колоннах в значительных количествах образуется сероводород и хлористый водород при полном гидролизе хлоридов и термическом расщеплении сероорганических соединений.

Таблица 1 – Количество сероводорода (H_2S) и хлористого водорода (HCl) образующихся при переработке обессоленной нефти западно-сибирской месторождений [2]

Установка	Сероводород (H_2S), кг/ч	Хлористый водород (HCl), кг/ч
АТ-1	До 9	До 1,1
АВТ-2	До 14,8	До 2,1
АТ-6	До 27,5	До 4,4
АВТ-6	До 36	До 3,3

Среднее содержание агрессивных веществ во фракциях, получаемых в отпарной и стабилизационной колоннах атмосферной установки можно оценить по фракциям 220–280 °С и 280–350 °С. В таблице 2 указано среднее содержание агрессивных компонентов в нефти, мазуте и гудроне, а в таблице 3 приведены количества в средах емкостного оборудования.

Таблица 2 – Среднее содержание агрессивных веществ в основных средах установок первичной нефти [2]

Среда	рН	Содержание агрессивных соединений		
		Cl, мг/дм ³	S _{общ.} , % масс.	H ₂ O, об.
Нефть сырая	До 5,8	До 56	До 2	До 2
Нефть обессоленная	До 5,6	До 6	До 2	До 0,2
Нефть <u>отбензиненная</u>	До 6,8	До 25	До 1,4	<u>Отс.</u>
Мазут	До 6,9	До 28,6	До 1,96	<u>Отс.</u>
Гудрон	До 6,4	До 33,6	До 2,5	<u>Отс.</u>
Фр. 220-280°С	До 6,2	До 0,3	До 0,53	<u>Отс.</u>
Фр. 280-350°С	До 6,0	До 0,15	До 1,1	<u>Отс.</u>

Таблица 3 – Количество агрессивных веществ в рабочих средах емкостного оборудования установок АТ [2]

Тип оборудования	Газ		Бензин, мг/дм ³		рН водной фазы	Водная фаза, мг/дм ³			
	H ₂ S, г/м ³	HCl, мг/м ³	Cl ⁻	Cl ²⁻		Fe ²⁺	Cl ⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻
Орошение <u>эвапорационной</u> колонны	9-30	0,5-30	0,2-5	12-350	4,3-6,3	0,7-3	0,5-5	100-300	4-6
Орошение атмосферной колонны	9-45	0,5-30	0,1-15	40-550	5,5-6,8	0,75-2	15-120	200-550	15-25

Трубопроводы и оборудования технологических установок предприятий нефтепереработки работают в условиях воздействия на металл влаги, сероводорода, водорода, свободной серы, хлоридов и сульфидов аммония, тиолов, полиотионовых и карбоновых кислот. В процессе конденсации и охлаждения продуктов, в технологическом оборудовании (трубопроводах, воздушных и водяных холодильниках, теплообменниках, компрессорах) образуются отложения.

Данные отложения, образующиеся в оборудовании можно разделить на две группы:

- отложения, состоящие из отдельных компонентов технологических сред и примесей, образующиеся в процессе эксплуатации установок;
- отложения, образующиеся вследствие коррозионных процессов металла оборудования [3].

Результаты и обсуждение

К традиционным химико - технологическим методам защиты от коррозии, на установках первичной переработки нефти относятся:

- процесс обессоливания нефти;
- процесс защелачивания нефти;
- ввод нейтрализаторов в верхние погоны атмосферных колонн;
- ввод ингибиторов коррозии в технологические потоки.

Процесс обессоливания нефти

Первым этапом химико – технологической защиты установок первичной переработки нефти от коррозионных процессов является обессоливание нефти на установках электрообессоливания. Процесс предназначен для удаления солей, пластовой воды, механических примесей, а также таких вредных компонентов, как мышьяк и ванадий, которые пагубно влияют на катализаторы процессов вторичной переработки. Снижение соледержания

в нефти является одним из факторов уменьшения коррозионного износа материалов трубопроводов и оборудования атмосферных установок.

Процесс защелачивания нефти

С целью уменьшения количества, образующегося агрессивного хлористого водорода и снижения интенсивности коррозионного разрушения оборудования блока атмосферной перегонки, применяется защелачивание обессоленной нефти 0,9–1,5 %-ным водным раствором едкого натра, и нейтрализация верхних погонов атмосферных колонн 0,3–0,7 %-ным водным раствором аммиака либо органическим нейтрализаторами. В процессе нейтрализации верхних погонов одновременно протекает взаимодействие гидроксида аммония с сероводородом, который образуется в процессе термического разложения соединений содержащих серу [3–6].

Обработка верхних погонов атмосферных колонн нейтрализаторами

Углеводороды, содержащие пары воды, хлористый водород и сероводород, покидают ректификационную колонну при температуре 130 °С. Эта смесь становится очень агрессивной при охлаждении ниже температуры точки росы 100 °С (см. рисунок 2). Чтобы предотвратить сильную кислотную коррозию в воздухоохладители и конденсаторах, в верхнюю часть ректификационной колонны вводятся нейтрализаторы и ингибиторы коррозии. На рисунке 3 показана атмосферная ректификационная колонна с аппаратами воздушного охлаждения и конденсации верхних погонов [3–6].

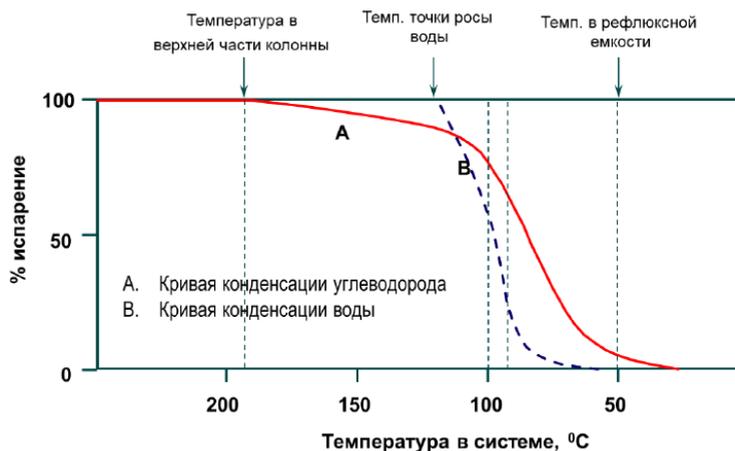


Рисунок 2 – Кривые конденсации углеводорода и воды

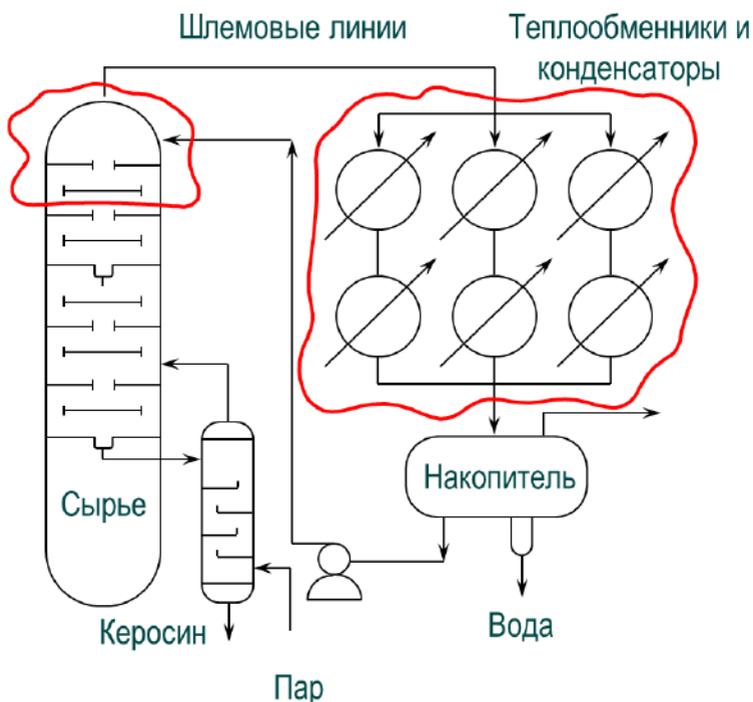


Рисунок 3 – Участки наиболее подверженные коррозии

Методы коррозионного мониторинга на нефтеперерабатывающих заводах.

Одним из современных методов борьбы с коррозией является ее мониторинг и управление. Управление коррозией включает планирование действий для определения риска коррозии, требований стандартов, рекомендуемых практик и спецификаций для правильного выбора материалов, защиты от коррозии и методов мониторинга. Это должно осуществляться на стадии проектирования, а затем их реализации на практике под контролем, контролем и мониторингом. Изучение каждой аварии с анализом отказов, координация, обучение и передача знаний также являются необходимыми компонентами методологии управления коррозией [7, 8].

Одним из эффективных способов коррозионного состояния трубопроводов и оборудования является коррозионный контроль. Система коррозионного контроля предназначена как для контроля, так

и для прогнозирования коррозионного состояния оборудования, а также получения своевременной информации о возможных дефектах, вызванных коррозионными процессами.

Программа управления коррозией не обязательно требует создания системы «нулевой скорости коррозии», а скорее устанавливает рабочие пределы, планы мониторинга и проверок, чтобы гарантировать приемлемые скорости коррозии, которые позволяют системе работать надежно и безопасно.

Принцип работы таких систем основан на получении показаний в режиме реального времени непосредственно от контрольных датчиков, определяющих динамику процессов коррозии и последующей оптимизации химических веществ, вводимых в рабочую среду.

Непосредственно система коррозионного мониторинга (далее – СКМ) с помощью средств автоматизированной системы управления осуществляет сбор, обработку и визуализацию информации о ходе коррозионных процессов на технологическом оборудовании установки во время эксплуатации. Все данные в режиме реального времени отображаются на мониторе операционного персонала.

The screenshot shows the 'PNHZ Точки Измерения' (PNHZ Measurement Points) interface. It features a table with columns for 'Получено' (Received), 'Адрес' (Address), 'Имя' (Name), 'МАС-адрес' (MAC address), 'Параметр' (Parameter), 'Среднее 20-7 дней' (20-day average), 'Объединенное значение' (Combined value), 'Последнее измерение' (Last measurement), 'RPI', 'Скорость коррозии' (Corrosion rate), 'Значения классификация' (Classification values), 'Скорость коррозии' (Corrosion rate), and 'Действие' (Action). The table lists several measurement points with their respective parameters and values.

Получено	Адрес	Имя	МАС-адрес	Параметр	Среднее 20-7 дней	Объединенное значение	Последнее измерение	RPI	Скорость коррозии	Значения классификация	Скорость коррозии	Действие
✓	K-104	#00003	K-104-10	OF7H	2.33	4.33	1.33		6.00 ± 0.01	●	0.00	🔔
✓	K-104	#00001	K-104-5	OF7J	25.34	3.34	20.33		0 ± 0.01	●	9	🔔
✓	K-104	#00004	K-104-9	OF7J	19.96	2.95	19.95		0 ± 0.02	●	9	🔔
✓	K-104	#00002	K-104-6	OF7K	19.17	2.17	19.16		6.04 ± 0.01	●	0.04	🔔
✓	XK-303	#00009	XK-303-21	OF7A	11.74	6.14	11.73		6.09 ± 0.01	●	0.09	🔔
✓	XK-303	#00005	XK-303-21	OF7H	4.73	4.73	4.72		0 ± 0.02	●	9	🔔

Рисунок 4 – Показания датчиков ультразвукового мониторинга в режиме реального времени

Для оценки скорости коррозии в системе СКМ предусмотрены функции получения, сопоставления и корректировки данных с датчиков контроля, основанные на методике потери массы купона, методике измерения ER (электрического сопротивления) и непрерывного контроля pH дренажных вод рефлюксных емкостей.

СКМ состоит из 3 основных компонентов:

- измерительной – состоит из купонов, датчиков коррозии и датчиков контроля pH;
- вычислительной – реализуется в оборудовании управления и измерения (АСУ), сервере коррозионного контроля.
- исполнительной – состоит из автоматических регуляторов насосов дозаторов, форсунок для подачи реагентов, клапанов регуляторов [7, 8].

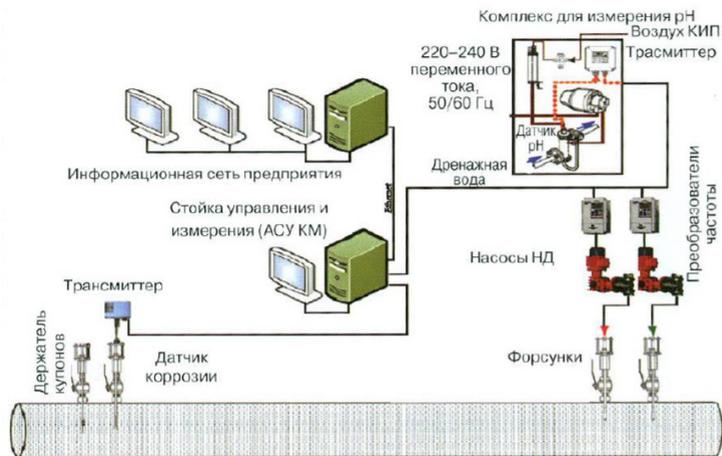


Рисунок 5 – Принципиальная схема системы автоматизированного коррозионного контроля

Выводы

Недостаточное использование, а иногда и отсутствие методов мониторинга коррозии приводит к неконтролируемой коррозионной ситуации. Периодический и оперативный мониторинг коррозии в верхней части колонны перегонки сырой нефти и систем водяного охлаждения доказал высокую эффективность. В этих местах резко сократилось количество коррозионных повреждений. Методы контроля коррозии универсальны, так как могут применяться во всех отраслях промышленности. Основная задача – установить системы мониторинга во всех критических местах, чтобы избежать внезапных отказов и достичь высокой надежности, доступности и рентабельности.

Список использованных источников

- 1 Багирова, И. Т. Современные установки первичной переработки нефти. – Москва : Химия, – 1974. – С. 7–12.
- 2 Бурлов, В. В., Алцыбева, А. И., Кузинова, Т. М. Защита от коррозии оборудования НПЗ. – СПб. : Химиздат, 2015. – 248 с.
- 3 Бурлов, В. В., Алцыбева, А. И., Кузинова, Т. М. Система защиты от коррозии оборудования переработки нефти. – СПб. : ЦОП «Профессия», 2015. – 336 с.

4 **Серебрянный, В. Б., Шлишков, Ю. И., Сафронов, Ю. К.** Эксплуатация, модернизация и ремонт оборудования в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. НТРС. – М. : ЦНИИТЭНефтехим, 1975. – С. 12–14.

5 **Захарочкин, Л. Д., Волфсон, С. И.** Защита от коррозии при переработке нефти. – М. : Недра, 1964. – 138 с.

6 **Лялин, В. А., Гермаш, В. М., Ахметшин, М. И.** Эксплуатация, модернизация и ремонт оборудования в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. НТРС. – М. : ЦНИИТЭНефтехим, 1975. – С. 8–10.

7 **Максимова, Т. Ф., Юшманова, Г. А.** Эксплуатация, модернизация и ремонт оборудования в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. НТРС. – М. : ЦНИИТЭНефтехим, 1978. – С. 12–14.

8 **Kane, R. D., Eden, D. C., Amidi, S., Delve, D.** Implementation of real-time corrosion monitoring with industrial process & automation. – Honeywell Process Solution 14503 Bammel N. Houston Road, Suite 300 Houston, Texas.

9 **Бурлов, В. В., Алцыбева, А. И., Кузинова, Т. М.** Система защиты от коррозии оборудования переработки нефти. – СПб. : ЦОП «Профессия», – 2015. – 336 с.

10 **Хуторянский, Ф. М., Ергина, Е. В., Краюшкин, А. П.** Современный аналитический и физико-химический мониторинг коррозии на установках первичной переработки нефти // Сборник научных трудов ВНИИ НП, 2008. – С. 57–60.

References

1 **Bagirova, I. T.** Sovremennyye ustanovki pervichnoy pererabotki nefiti [Modern installations of primary oil refining]. – Moscow : Chemistry, 1974 – P. 7–12.

2 **Burlov, V. V., Altsybeeva, A. I., Kuzinova, T. M.** Zashchita ot korrozii oborudovaniya NPZ [Corrosion protection of refinery equipment]. – St. Petersburg : Himizdat, – 2015. – 248 p.

3 **Burlov, V. V., Altsybeeva, A. I., Kuzinova, T. M.** Sistema zashchity ot korrozii oborudovaniya pererabotki nefiti [Corrosion protection system for oil processing equipment]. – St. Petersburg : TsOP “Professiya”, 2015. – 336 p.

4 **Serebryany, V. B., Shlinkov, Yu. I., Safronov, Yu. K.** Ekspluatatsiya, modernizatsiya i remont oborudovaniya v neftepererabatyvayushchey i neftekhimicheskoy promyshlennosti. [Operation, modernization and repair of

equipment in the oil refining and non-chemical industries]. NTRS. Moscow : TsNIITENeftekhim, 1975. – P. 12–14.

5 **Zakharochkin, L. D., Volfson, S. I.** Zashchita ot korrozii pri pererabotke nefti. [Protection against corrosion during oil processing]. – Moscow : Nedra, 1964. – 138 p.

6 **Lyalin, V. A., Germash, V. M., Akhmetshin, M. I.** Ekspluatatsiya, modernizatsiya i remont oborudovaniya v neftepererabatyvayushchey i neftekhimicheskoy promyshlennosti [Operation, modernization and repair of equipment in the oil refining and non-chemical industries] NTRS. Moscow : TsNIITENeftekhim, 1975. – P. 8–10.

7 **Maksimova, T. F., Yushmanova, G. A.** Ekspluatatsiya, modernizatsiya i remont oborudovaniya v neftepererabatyvayushchey i neftekhimicheskoy promyshlennosti [Operation, modernization and repair of equipment in the oil refining and non-chemical industries]. NTRS. – Moscow : TsNIITENeftekhim, 1978. – P. 12–14.

8 **Kane, R. D., Eden, D. C., Amidi, S., Delve, D.** Implementation of real-time corrosion monitoring with industrial process & automation. – Honeywell Process Solution 14503 Bammel N. Houston Road, Suite 300 Houston, Texas.

9 **Burlov, V. V., Altsybeeva, A.I., Kuzinova, T. M.** Sistema zashchity ot korrozii oborudovaniya pererabotki nefti [Corrosion protection system for oil processing equipment]. – St. Petersburg : TsOP “Professiya”, 015. – 336 p.

10 **Khutoryansky, F. M., Yergina, E. V., Krayushkin, A. P.** Sovremennyy analiticheskiy i fiziko-khimicheskiy monitoring korrozii na ustanovkakh pervichnoy pererabotki nefti [Modern analytical and physico-chemical monitoring of corrosion at primary oil refining units] // Sbornik nauchnykh trudov VNII NP, – 2008. – P. 57–60.

Материал поступил в редакцию 11.03.22.

*Р. Т. Қабылдинов
«ПМХЗ» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 11.03.22 баспаға түсті.

МҰНАЙДЫ БАСТАПҚЫ ӨНДЕУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ

Бұл мақалада мұнай өңдеу жабдықтарын коррозиядан қорғау әдістері туралы ақпарат берілген. Жабдықтарды химиялық-технологиялық қорғау әдістері, сонымен қатар нақты уақыт режимінде коррозияны бақылаудың заманауи әдістері сипатталған.

Мұнай өңдеу зауыттарының жабдықтарын коррозияға қарсы қорғау мәселелерін шешу, бастапқы және қайта мұнай өңдеу қондырғыларының металының коррозиядан зақымдануының ерекшеліктері мен себептерін жоспарлы режимде, және де әртүрлі режимде жұмыс істегенде егжей-тегжейлі талдаусыз мүмкін емес.

Бақылаудың жаңа әдістері мен құралдарын қолдану коррозиялық белсенділікті тудыратын себептерді кейіннен анықтай отырып, уақыт өте келе коррозия жылдамдығы туралы мәліметтерді алудың уақтылығын арттыруға мүмкіндік береді. Коррозияны нақты уақыт режимінде бақылау тоттану процестерінің параметрлерінің жоғары ақпарат мазмұны мен уақтылығын алуға мүмкіндік беретініне қарамастан.

Коррозияны бақылау жүйелерін енгізу арқылы мамандар коррозия жылдамдығын қосымша айнымалы ретінде пайдалана алды, бұл жабдықтың зақымдануын азайтуға, өндіріс тиімділігін арттыруға және АВТ қондырғыларының жұмыс ортасына коррозиялық әсерді азайту үшін химиялық реагенттерді оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұл мұнай өңдеуді дамытуға елеулі серпін берді.

Кілтті сөздер: коррозиялық белсенділік, мұнайды бастапқы өңдеу, коррозияны бақылау, коррозиядан қорғау, мұнайды сілтілеу.

*R. T. Kabyldinov
«POCR» LLC,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar
Material received on 11.03.22.

METHODS OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL PROTECTION OF INSTALLATIONS OF PRIMARY REFINING OF OIL FROM CORROSION

This article provides information on the methods of corrosion protection of oil refining equipment. The methods of chemical-technological protection of equipment, as well as modern methods of corrosion monitoring in real time are described.

Carrying out a thorough analysis of the features and occurrence of the causes of the occurrence of corrosion detection of the validity and recycling of oil, when used as in a routine mode, is a consequence of solving the problems of anti-corrosion protection of equipment in the oil refining industry.

The use of new methods and means of control makes it possible to increase the timeliness of obtaining data on the corrosion rate over time, with the subsequent determination of the causes that cause corrosion activity. Despite the fact that real-time monitoring of corrosion makes it possible to obtain higher information content and timeliness of the parameters of corrosion processes.

With the introduction of corrosion monitoring systems, specialists have been able to use the corrosion rate as another variable that allows them to optimize the use of chemicals in order to minimize equipment damage, increase production efficiency, and reduce the corrosive effect of working environments in AVT installations. This gave a serious impetus to the development of oil refining.

Keywords: corrosivity, primary processing of oil, corrosion monitoring, corrosion protection, oil alkalization

Теруге 11.03.2022 ж. жіберілді. Басуға 25.03.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,86 МБ RAM

Шартты баспа табағы 8,75.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісібойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Т. К. Оразалинова

Тапсырыс № 3962

Сдано в набор 11.03.2022 г. Подписано в печать 25.03.2022 г.

Электронное издание

2,86 МБ RAM

Усл. п. л. 8,75. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Т. К. Оразалинова

Заказ № 3962

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-pm.tou.edu.kz