

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 (2021)

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 – 76132**

<https://doi.org/10.48081/JGNL9363>

---

**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

**\*С. Б. Мұса, Г. С. Айткалиева**

Торайгыров университет,  
Республика Казахстан, г. Павлодар

## **КОРРОЗИЯ НА ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОНТУРАХ УСТАНОВКИ ГИДРООЧИСТКИ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ**

*К характерным особенностям нефтеперерабатывающей промышленности относится разнообразие агрессивных сред, воздействующих на оборудование, рабочих условий (температуры, давления, скорости перемещения потоков, агрегатного состояния и т.д.), а также конструктивных форм и принципов действия аппаратуры. Коррозия на установках гидроочистки является одной из серьезных эксплуатационных проблем, особенно при переработке высокоазотистого и высокосернистого сырья [1, с. 187].*

*Установка гидроочистки вакуумного газойля важным звеном технологической цепи установок производства глубокой переработки нефти, обеспечивая подготовку сырья для установки каталитического крекинга. Проработка причин коррозии и разработка соответствующих рекомендаций является важным шагом к безаварийной работе технологической установки и реализации системы управления коррозией.*

*Современное состояние проблемы коррозии на установках гидроочистки вакуумного газойля напрямую влияет на конкурентность и отказоустойчивость установок гидроочистки вакуумного газойля как на ТОО «ПНХЗ», так и аналогичных производств на территории СНГ [2, с. 11].*

*Ключевые слова: коррозионные разрушения, гидроочистка вакуумного газойля, защита, нефтепродукты.*

### **Введение**

Сущность гидроочистки заключается в процессе удаления из нефтепродуктов гетероатомных, непредельных соединений и частично полициклических аренов в среде водорода на катализаторах. Основное

назначение процесса – гидрообессеривание тяжелых дистиллятов вакуумных газойлей, являющихся в дальнейшем сырьем установки каталитического крекинга и ректификации С-200.

Процесс проводят под давлением  $40 \div 80$  кгс/см<sup>2</sup> при температуре  $350 \div 450$  °С, объемной скорости  $0,8 \div 1,2$  ч-1 и циркуляции водородсодержащего газа  $360\text{--}600$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> сырья в присутствии катализаторов, концентрация водорода в циркуляционном газе не менее 95 % (об.), а содержание в нем сероводорода после метилдиэтаноламиновой очистки не более 0,003 % (об.) [7].

### **Материалы и методы**

Ниже даются типовые рекомендации для оборудования горячей части установки гидроочистки нефтяных дистиллятов со значительным содержанием сернистых соединений (1,6–3,0 %, считая на серу). В качестве свежего водорода используется либо избыточный водород из установки каталитического риформинга, либо технический водород, получаемый на специальных водородных установках [4, с.192].

Сырье в смеси с водородсодержащим газом нагревается сначала в теплообменниках, а затем в печи до  $380\text{--}425$  °С поступает в реакторы под давлением 50 ат. Избыточное тепло из реактора отводится холодным циркулирующим газом. Газопродуктовая смесь после охлаждения в теплообменниках и холодильниках разделяется в сепараторе высокого давления. Отделенный газ после аминовой дополнительной сероочистки возвращается в цикл, при этом к нему добавляется необходимое количество свежего водорода. Гидрогенизат из сепаратора высокого давления дросселируется и через сепаратор низкого давления и теплообменники направляется через особую печь в стабилизационную колонку. Продукты из этой колонны частично идут на рециркуляцию, а частично (после дополнительной очистки) поступают в продуктовые змеевики [5].

Реакторы во время рабочего цикла претерпевают воздействие смеси 76–84 % масс. нефтепродукта, 13–19 % углеводородного газа, 3,2–3.3 % водорода и 0,4–2,0 % сероводорода при температурах до 425 °С и давлениях до 60 ат. Во время цикла регенерации на стенки реактора действуют продукты сгорания кокса с примесью до 0.2 % SO<sub>2</sub> при температуре до 550 °С и давлениях до 39 ат.

В средах установок гидроочистки скорость коррозии этих материалов (при нагреве выше 400–460 °С) увеличивается при каждом повышении температуры на 55 °С примерно вдвое.

Корпус реакторов изготавливается из углеродистой или хромомолибденовой низколегированной стали с внутренней торкрет-бетонной футеровкой (чтобы предохранить корпус от нагрева выше 200–240 °С и тем самым

обеспечить стойкость металла против водородной коррозии, а также снизить металлоемкость аппарата и уменьшить теплопотери), либо из нержавеющей хромоникелевой стали типа 18–8 или из биметалла с основным слоем из углеродистой или низколегированной стали и плакирующим слоем из нержавеющей стали.

Штуцера изготавливаются из теплостойких сталей 12МХ или 12ХМ с облицовкой из 0Х13. Панцирная сетка, шпильки и шайбы – также из стали с 13 % Сг. Внутренние элементы реактора изготавливаются из стали 0Х18Н10Т.

Змеевики печей во время рабочего цикла подвергаются воздействию газосырьевой смеси, состоящей из 80–84 % нефтепродукта (включающего до 3 % S) и 16–20% газа (из них ~40 % водорода, ~ 60 % углеводородов и ~ 0,4 % H<sub>2</sub>S) при давлении 60 ат и температуре 320–360 °С на входе и 380–425 °С на выходе. Температура стенки трубы при этом составляет 475–500°С.

Во время цикла регенерации на змеевики действует газовая смесь на основе азота, содержащая 12 объемных % CO<sub>2</sub> 0,03–2,00 объемных % O<sub>2</sub>, и 0,017 объемных % H<sub>2</sub>S при давлении до 40 ат и температуре 284–304 °С на входе и 304–313 °С на выходе. Температура стенки печи при выжиге кокса 500 °С, а при прокалке катализатора 600 °С [6, с. 806].

### **Результаты и обсуждения**

Для обеспечения надежной и безаварийной работы оборудования необходимо применение специальных методов защиты. Коррозионный износ оборудования заметно снижается при проведении следующего комплекса технологических мероприятий: длительная водородная прокалка катализатора перед регенерацией; создание в системе вакуума (где это предусмотрено проектом) перед регенерацией катализатора; включение в схему адсорберов-осушителей с цеолитами NaA или NaX; байпасирование водяных холодильников [8, с. 168].

Обработку катализатора водородсодержащим газом проводят при 500 °С а течение 10–12 ч. Эта операция способствует удалению углеводородов и серосодержащих соединений о катализатора и ид системы риформинга, вследствие чего уменьшается время регенерации, влажность системы, количество выделяющихся коррозионно-агрессивных продуктов [9, с. 448].

### **Выводы**

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что внимание многих исследователей было направлено на разработку методов прогнозирования интенсивности высокотемпературной сероводородной коррозии конструкционных сталей в зависимости от параметров процесса гидроочистки.

Для борьбы с коррозией на установках вакуумного газойля предлагается много методов, которые сводятся к следующим:

1 Конструктивное решение искусственное охлаждение печных деталей (опор).

2 Контроль и регулирование состава топлива с целью ограничения образования соединений ванадия с SO<sub>2</sub>, с низкой температурой пламени.

3 Использование присадок (ингибиторов), повышающих температуру плавления зольных соединений (доломит).

4 Применение защитных покрытий.

5 Обработка топлива (мазута), исключая наличие ванадия к натрии и уменьшающая содержание в топливе серы

6. Применение специальных сплавов [10, с. 206].

### Список использованных источников

1 **Федосова, Н. Л.** Антикоррозионная защита металлов. – Иваново, 2009. – 187 с.

2 **Тюсенков, А. С., Черепашкин, С. Е.** Причины коррозии насоснокомпрессорных труб нефтепромыслов и технологическое повышение их долговечности // Научные технологии в машиностроении – 2016. – № 6. – 11–16 с.

3 **Клыков, В. Ю.** Методы борьбы с коррозией ГНО в НГДУ «Воткинск» ОАО «Удмуртнефть» // Инженерная практика. – 2010. – 88–93 с.

4 **Гоник, А. А.** Коррозия нефтепромыслового оборудования и меры ее предупреждения. – М. : Недра, 1976. – 192 с.

5 **Жук, Н. П.** Курс теории коррозии и защиты металлов. – М., 1976.

6 **Мустафин, Ф. М., Кузнецов, М. В., Быков, Л. И.** Защита от коррозии. Т. 1. Уфа : ДизайнПолиграфСервис, 2004. – 806 с.

7 <https://ru.wikipedia.org/wiki/> [Электронный ресурс].

8 **Мхитарова, Д. А.** Новейшие достижения в технологии гидроочистки дизельных топлив /Д. А. Мхитарова, Н. Р. Саровойтова, Т. Г. Хаимова // Информационно–аналитический обзор. – М., 2009. – 168 с.

9 **Проскуряков, В. А., Драбкин, А. Е.** Химия нефти и газа. – СПб. : Химия, 1995. – С. 370–380. – 448 с. – ISBN 5-7245-1023-5.

10 **Старцев, А. Н.** Сульфидные катализаторы гидроочистки: синтез, структура, свойства. – Новосибирск : Гео, 2007. – 206 с. – ISBN 5-9747-0050-3.

## References

1 **Fedosova N. L.** Anticorrosionnaya zashita metallov [Anticorrosive protection of metals]. – Ivanovo, 2009. – 187 p.

2 **Tyusenkov, A. S., Cherepashkin, S. E.** Prichiny korrosii nasosno kompressornuh trub neftepromislov I tehnologicheskoe povishenie ih dolgovechnosti [Causes of corrosion of oilfield tubing and technological improvement of their durability]. – 2016. – No. 6. 11–16 p.

3 **Klykov, V. Yu.** Metody borby s s korrosiei NGDU «Votkinsk» OAO «Udmurtneft» [Methods of corrosion control of GNR in NGDU «Votkinsk» of JSC «Udmurtneft»] // *Enginernaya practica*. – 2010. – 88–93 p.

4 **Gonik, A. A.** Corrosiya neftepromislovogo oborudovaniya I mery ee preduprezhdeniya [Corrosion of oilfield equipment and its prevention measures]. – M. : Nedra. 1976. – 192 p.

5 **Zhuk, N. P.** Kurs teorii korrosii I zashity metallov [Course of the theory of corrosion and protection of metals]. – M., 1976.

6 **Mustafin, F. M., Kuznetsov, M. V., Bykov, L. I.** Zashita ot korrosii [Corrosion protection]. T. 1. – Ufa : Design Poligraf Service, 2004. – 806 p.

7 <https://ru.wikipedia.org/wiki/> [Electronic resource].

8 **Mkhitarova, D. A.** Noveishie dostizheniya v tehnologii gidroochistki dizelnih topliv [The latest achievements in the technology of hydrotreating diesel fuels] / D. A. Mkhitarova, N. R. Sarovoitova, T. G. Khaimova // *Informacionno-analyticheski obzor*. – M., 2009. – 168 p.

9 **Proskuryakov, V. A., Drabkin, A. E.** Himiya nefi I gasa [Oil and Gas Chemistry]. – SPb. : Himiya, 1995. – 370–380. – 448 p. – ISBN 5-7245-1023-5.

10 **Startsev, A. N.** Sulfidnye catalysatory gidroochistki: sintez, structura, structura [Sulfide hydrotreating catalysts: synthesis, structure, properties]. – Novosibirsk : Geo, 2007. – 206 p. – ISBN 5-9747-0050-3.

Материал поступил в редакцию 15.03.21.

\*С. Б. Мұса, Г. С. Айткалиева  
Торайғыров университеті,  
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.  
Материал 15.03.21 баспаға түсті.

## **ВАКУУМДЫҚ ГАЗОЙЛЬДІ ГИДРОТАЗАРТУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ НЕГІЗГІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КОНТУРЛАРЫНДАҒЫ КОРРОЗИЯ**

*Мұнай өңдеу өнеркәсібінің тән ерекшеліктеріне жабдыққа әсер ететін агрессивті ортаның әртүрлілігі, жұмыс жағдайлары (температура, қысым, ағындардың қозғалу жылдамдығы, агрегаттық күй және т.б.), сондай-ақ жабдықтың құрылымдық формалары мен принциптері жатады. Гидротазарту қондырғыларындағы Коррозия, әсіресе жоғары азотты және жоғары күкіртті шикізатты қайта өңдеу кезіндегі күрделі пайдалану проблемаларының бірі болып табылады.*

*Вакуумдық газойльді гидротазарту қондырғысы каталитикалық крекинг қондырғысы үшін шикізатты дайындауды қамтамасыз ете отырып, мұнайды терең өңдеу өндірісі қондырғыларының технологиялық тізбегінің маңызды буыны болып табылады. Коррозияның себептерін зерттеу және тиісті ұсыныстарды әзірлеу Технологиялық қондырғының апатсыз жұмысына және коррозияны басқару жүйесін іске асыруға маңызды қадам болып табылады.*

*Вакуумдық газойльді гидротазарту қондырғыларындағы коррозия проблемасының қазіргі жай-күйі «ПМХЗ» ЖШС-де, сондай-ақ ТМД аумағындағы ұқсас өндірістерде де вакуумдық газойльді гидротазарту қондырғыларының конкурсына және істен шығу төзімділігіне тікелей әсер етеді*

*Кілтті сөздер: коррозиялық бұзылулар, вакуумдық газойльді гидротазарту, қорғаныс, мұнай өнімдері.*

\*S. B. Musa, G. S. Aitkalieva  
Toraighyrov University,  
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.  
Material received on 15.03.21.



## **CORROSION ON THE MAIN TECHNOLOGICAL CIRCUITS OF THE VACUUM GAS OIL HYDROTREATMENT PLANT**

*The characteristic features of the oil refining industry include a variety of aggressive media affecting the equipment, operating conditions (temperature, pressure, flow velocity, aggregate state, etc.), as well as the design forms and operating principles of the equipment. Corrosion at hydrotreating plants is one of the serious operational problems, especially in the processing of high-nitrogen and high-sulfur raw materials.*

*The vacuum gas oil hydrotreatment plant is an important link in the technological chain of deep oil refining plants, providing the preparation of raw materials for the catalytic cracking plant. The study of the causes of corrosion and the development of appropriate recommendations is an important step towards trouble-free operation of the process plant and the implementation of a corrosion management system.*

*The current state of the problem of corrosion at vacuum gas oil hydrotreatment plants directly affects the competitiveness and fault tolerance of vacuum gas oil hydrotreatment plants both at PNKHZ LLP and similar production facilities in the CIS.*

*Keywords: corrosion cracking, hydrotreatment of vacuum gas oil, protection oil.*

Теруге 15.03.2021 ж. жіберілді. Басуға 26.03.2021 ж. қол қойылды.  
Электронды баспа  
836 КБ RAM  
Шартты баспа табағы 6,4  
Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген: З. С. Исакова  
Корректор: А. Р. Омарова  
Тапсырыс № 3789

Сдано в набор 15.03.2021 г. Подписано в печать 26.03.2021 г.  
Электронное издание  
836 КБ Мб RAM  
Усл.п.л. 6,4. Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка: З. С. Исакова  
Корректор: А. Р. Омарова  
Заказ № 3789

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған  
«Торайғыров университеті» КЕАҚ  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы  
«Торайғыров университеті» КЕАҚ  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
8 (7182) 67-36-69  
e-mail: kereku@tou.edu.kz  
www.vestnik.tou.edu.kz