



УДК 665.61.543.32

## ФАКТОРЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ, А ТАКЖЕ СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ

### FACTORS THAT CAUSE COMPLICATIONS IN THE OPERATION OF OIL AND GAS EQUIPMENT AND WAYS TO DEAL WITH THEM

**Царьков Игорь Владимирович**

старший преподаватель  
кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и  
газовых месторождений,  
Самарский государственный технический университет  
tsarkov.igor.samara@gmail.com

**Мозговой Георгий Сергеевич**

старший преподаватель  
кафедры бурение нефтяных и газовых скважин,  
Самарский государственный технический университет  
gsmozgovoi@mail.ru

**Шерер Сергей Александрович**

Студент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных  
И газовых месторождений,  
Самарский государственный технический университет  
serzh.sherer@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные причины, по которым нефтегазовое оборудование, состоящее из металлических деталей, выходит из строя. Описываются процессы старения, износа, а также коррозии вследствие добычи сероводородосодержащих нефтей. Также приводятся основные и распространенные методы борьбы с данными осложнениями.

**Ключевые слова:** старение, материалы, усталость, коррозия, трение, износ, сероводород, нейтрализация, отложения, отдувка, сепарация, профилактика.

**Tsarkov Igor Vladimirovich**

Senior Lecturer,  
Department of Development and  
Operation of Oil and  
Gas Fields Exploitation,  
Samara State Technical University  
tsarkov.igor.samara@gmail.com

**Mozgovoy Georgy Sergeevich**

Senior Lecturer of the Oil and  
Gas Wells Drilling Department,  
Samara State Technical University  
gsmozgovoi@mail.ru

**Sherer Sergey Alexandrovich**

Student,  
Department of Development and  
Operation of Oil and  
Gas Fields Exploitation,  
Samara State Technical University  
serzh.sherer@gmail.com

**Annotation.** The article discusses the main reasons why oil and gas equipment consisting of metal parts fails. The processes of metal wearing and corrosion due to the extraction of hydrogen sulfide-containing oils are described. The main and common methods of dealing with complications are given.

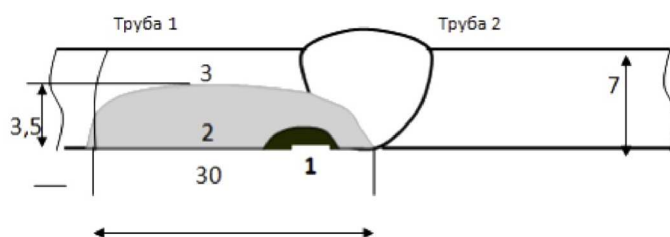
**Keywords:** materials, metal, wear, corrosion, friction, hydrogen sulfide, neutralization, sedimentation, blow-off, separation, prevention.

**С**тарение материала – это постепенное, необратимое изменение его свойств. Вне зависимости от того, с какой точки зрения рассматривать данный процесс, с экономической или технологической, старение – вредный процесс, так как с течением времени заданные необходимые свойства материалов ухудшаются, что приводит к различиям между проектными показателями и фактическими. Из данного суждения следует вывод, что старение материала в конечном счете приводит к тому, что запланированные показатели предприятий не выполняются.

Процесс старения в любом своем проявлении активно развивается при наличии определенных условий действующей на материал внешней среды. В основном старение материала связано с рекристаллизацией, химическими реакциями, хемосорбцией, диффузией, коррозионными процессами и увлажнением. Именно эти процессы в большей степени влияют на изменение первоначальных характеристик материала, из которого сделано оборудование. Это в свою очередь ведет к повреждению элемента оборудования, а также к опасности возникновения критического отказа всей системы.

Исследование всех факторов дало возможность выделить основные причины, приводящие к старению металлических изделий: 1) деформационное старение, 2) водородное старение (снижение структурности, ослабление внутренних сил взаимодействия), 3) повторяющееся воздействие нагрузок (вызывает микропластические деформации). Старение также можно представить комплексным явлением, которое наблюдается при совместном воздействии таких процессов, как коррозия и усталость.

Усталость – процесс разрушения элементов оборудования, возникающий под действием многократных повторяющихся знакопеременных нагрузок. При этом чем больше нагрузки превышают предел выносливости материала, тем интенсивнее идет процесс усталостного разрушения. При этом разрушения связаны с образованием и развитием усталостных трещин (рис. 1).



**Рисунок 1** – Схема развития усталостной трещины: 1 – очаг возникновения трещины; 2 – зона усталостного распространения трещины; 3 – зона ускоренного развития трещины

Усталостные воздействия невозможно избежать простым способом. Для снижения усталостных воздействий необходимо менять технологию работ, либо ослаблять нагрузку на изделие, либо распределять эту нагрузку на другие элементы конструкции.

Коррозия – процесс разрушения материалов вследствие физико- химического взаимодействия с внешней средой. Ввиду коррозии сокращается срок службы нефтегазового оборудования, возникают аварийные разливы нефти, а также к загрязнению окружающей среды.



**Рисунок 2** – Коррозия как следствие воздействия сероводорода

Существующие на данный момент способы борьбы с коррозией делят на 4 группы: 1) удаление сероводорода из продукции скважин, 2) профилактика образования биогенного сероводорода, 3) профилактика сероводородной коррозии нефтепромыслового оборудования, 4) профилактика образования отложений сульфида железа в продуктивном пласте и скважинном оборудовании. Данные методы могут быть использованы как по отдельности, так и в комплексе. Удаление сероводорода из продукции осуществляется 2-я способами: 1) физический, 2) химический.

Среди физических способов, основывающихся на десорбции молекул сероводорода в газовую фазу, выделяют три основных: 1) сепарацию (когда сероводород выделяется из продукции скважин вместе с другими нефтяными газами); 2) ректификацию (процесс разделения двойных или многокомпонентных смесей за счёт противоточного массообмена между паром и жидкостью); 3) отдувку (противоточным пропусканием газа, не содержащего молекул сероводорода).

Химические методы удаления сероводорода в продукции нефтяных скважин основаны на его экстракции растворами химических реагентов (поглотителей сероводорода), их делят на три основных: 1) нейтрализация с получением на выходе органических соединений серы (сульфидов, меркаптанов, дисульфидов); 2) нейтрализация с получением на выходе неорганической соли (сульфида, сульфита, сульфата); 3) окислительно-восстановительный метод с получением серы.

Профилактика образования биогенного сероводорода заключается в ослаблении прогрессирующего биоценоза. Используемые на данный момент методы можно разделить на физические и химические. Физические: 1) методы удаления биологических отложений, 2) нанесение на защищаемые поверхности необрастающих покрытий, 3) различные обработки защищаемой среды. Химические: 1) озонирование, 2) обработка бактерицидами (вещества, подавляющие жизнедеятельность бактерий).

Основные методы противокоррозионной защиты делятся на технические и технологические. Технологические направлены на изменение технологии добычи, подготовки, транспортировки продукции скважин. Технические методы подразумевают применение специальных средств и материалов, защищающих оборудование от коррозии.

Следует помнить, что все оборудование, применяемое на промысле, подвергается коррозии, поэтому важно не только использовать антикоррозийные методы, но и реализовывать их с умом, потому что бездумное использование реагентов может только усугубить ситуацию.



Трение – процесс механического взаимодействия соприкасающихся тел при их относительном смещении в плоскости касания. При этом трение и истирание металла не относятся к его старению, но также представляют вред для нефтегазового промысла. Ослабление воздействия трения делается посредством использования различных смазочных материалов, которые создают пленку между двумя соприкасающимися материалами, тем самым продлевают их работоспособность.

Помимо всех перечисленных методов защиты, необходимо производить замены конструкций на новые, если используемая защита от последующих разрушений уже не будет давать должного результата. Более того, необходимо развивать уже имеющиеся способы, чтобы защита от разрушений держалась как можно дольше.

### Литература:

1. Гоник А.А. Коррозия нефтепромыслового оборудования и меры её предупреждения. – М. : Недра, 1976. – 185 с.
2. Эксплуатация залежей и подготовка нефти с повышенным содержанием сероводорода / Г.Н. Позднышев [и др.] // Обзорная информация. Серия: Нефтепромысловое дело. – М. : ВНИИОЭНГ, 1984. – № 16 (88). – 84 с.
3. Внутренняя коррозия шлейфов добывающих скважин / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 4. – С. 19–22.
4. Масланов А.А. Предотвращение осложнений при добыче высокосернистой нефти // Современные наукоёмкие технологии. – 2005. – № 11. – С. 46–47.
5. Микроорганизмы нефтяного пласта как одна из причин внутренней коррозии нефтепромысловых коммуникаций / И.О. Орлова [и др.] // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 2. – С. 136–138.
6. Оборудование для добычи нефти / А.А. Арутюнов [и др.]. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – 182 с.
7. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Булатов [и др.]. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.
8. Булатов А.И., Кусов Г.В., Савенок О.В. Асфальто-смоло-парафиновые отложения и гидратообразования: предупреждение и удаление: в 2 томах: учебное пособие. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2011. – Т. 1–2.
9. Жарский И.М., Иванова Н.П., Куис Д.В. Материаловедение : учебное пособие. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 557 с.

### References:

1. Gonik A.A. Corrosion of oilfield equipment and measures of its prevention. – M. : Nedra, 1976. – 185 p.
2. Exploitation of deposits and preparation of oil with an increased content of hydrogen sulfide / G.N. Pozdnyshv [et al.] // Review information. Series: Oilfield business. – M. : VNIIOENG, 1984. – № 16 (88). – 84 p.
3. Internal corrosion of production well plumes / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – 2017. – Vol. 4. – P. 19–22.
4. Maslanov A.A. Prevention of complications during production of high-sulfur oil // Modern science-intensive technologies. – 2005. – № 11. – P. 46–47.
5. Oil reservoir microorganisms as one of the causes of internal corrosion of oilfield communications / I.O. Orlova [et al.] // Bulatov readings. – 2019. – Vol. 2. – P. 136–138.
6. Equipment for oil extraction / A.A. Arutyunov [et al.]. – Krasnodar : Publishing House – South, 2014. – 182 p.
7. Ecology in the construction of oil and gas wells: textbook for university students / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : LLC «Prosveshchenie-Yug», 2011. – 603 p.
8. Bulatov A.I., Kusov G.V., Savenok O.V. Asphalt-resin-paraffin deposits and hydrate formation: prevention and removal: in 2 volumes: manual. – Krasnodar : Publishing House – South, 2011. – Vol. 1–2.
9. Zharskiy I.M., Ivanova N.P., Kuis D.V. Materialovedenie : tutorial. – Minsk : The Higher School, 2015. – 557 p.