Alternatives to the Conventional Management of Spent Catalyst

Abdullah Al-Duaiji
Environmental Engineer
Saudi Aramco
11/01/2017
Outline

1. Overview
2. Spent Catalyst Current Practice
3. Approach
4. Results
5. Path Forward
Overview

Sources of Spent Catalysts in Saudi Aramco

- Oil & Gas Operations
- Drilling & Workover
Overview

Sources of Spent Catalysts in Saudi Aramco

Refineries
- Hydrocrackers
- Rheniformers

Gas/NGL Plants
- Sulfur Recovery Units (SRUs)
Overview

Types of Catalysts

Refineries

Gas/NGL Plants

Alumina /Titania

Superclaus
In the Company, hazardous waste is tracked using an online manifesting system; which showed that huge quantities of spent catalyst is landfilled.
Spent Catalyst Current Practice

95% of Spent Catalyst is Landfilled
environmental protection policy

Policy Statement

Saudi Aramco considers environmental protection an integral pillar of its social license to operate. Emulating from this firm belief, the Company will ensure that its projects/operations are in compliance with the Kingdom’s environmental regulations and do not create undue risks to the environment, public or workers’ health. Saudi Aramco will strive to conserve natural resources and minimize emissions and the environmental footprint of its activities through continuous optimization of Company operations, and leveraging technology advancements and industry best practices. The Company will work toward promoting the conservation of natural biodiversity within its reservations.

Regulations

- In all its projects/operations, the Company will attain the highest level of compliance with the Kingdom's environmental regulations. Where there are no established national regulations, the Company will develop environmental standards aligned with industry best practices and compatible with the Kingdom’s environmental protection objectives.
- It is the responsibility of each Company organization to ensure that its facilities are designed, constructed and operated in compliance with the corporate Environmental Protection Policy.
- The Company will maintain corporate environmental programs to monitor the compliance of Company organizations with environmental regulations/standards.
- Each Company organization shall strive to continuously enhance its environmental performance to conserve natural resources, reduce the environmental footprint of its activities and conserve biodiversity within areas of its operations.

President & Chief Executive Officer

الأنشطة

ستتخدَم الشركة بفاعلية وجدية لإيجاد حلول للقضايا البيئية وتعزيز حماية البيئة في المجتمعة.

- يُخصص للشركة ميزانية مالية لمحاربة التلوث والحفاظ على البيئة.

- تعزز الشركة رؤيتها المعنية بالصحة العامة والسلامة في البيئة.

- تتعاون الشركة مع الجهات المعنية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تتعاون مع المجتمعات المحلية لتحقيق الأهداف البيئية وتعزيز حماية البيئة.

- تتفعَّل في مجموعة من البرامج البيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تتعاون مع الجهات الأكاديمية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

- تتعاون مع الجهات الحكومية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي والتعاون مع الجهات الحكومية لتحقيق الأهداف البيئية.

السياسيّة

تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تتعاون مع الجهات الحكومية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

- تتعاون مع الجهات الأكاديمية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

الاجتماعيّة

تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تتعاون مع الجهات الحكومية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

- تتعاون مع الجهات الأكاديمية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

الاقتصاديّة

تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تتعاون مع الجهات الحكومية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

- تتعاون مع الجهات الأكاديمية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

ال окружаية

تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تتعاون مع الجهات الحكومية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

- تتعاون مع الجهات الأكاديمية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

السياسيّة

تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تستخدم الشركة استراتيجيات وسياسات بيئية لتحقيق الأهداف البيئية.

- تتعاون مع الجهات الحكومية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.

- تتعاون مع الجهات الأكاديمية لتحقيق الأهداف البيئية وتتيح للمجتمع المشاركة في رفع مستوى الوعي البيئي.
Approach

Most favoured option

Reduce: lowering the amount of waste produced

Reuse: using materials repeatedly

Recycle: using materials to make new products

Recovery: recovering energy from waste

Landfill: safe disposal of waste to landfill

Least favoured option
Approach
The assessment included:

- Survey Company’s Operations & Local Market
- Literature Review
- Collaboration with Company’s R&DC
- Feedback from Operations
Results

- Mitigation of Catalyst Poisoning
- Catalyst Regeneration
- Catalyst Rejuvenation
- Precious Metal Recovery
- Reuse of the Spent Catalyst
- Spent Catalyst Disposal
Results

Sampling and Analyzing Spent Catalyst

1. Mitigation of Catalyst Poisoning
2. Catalyst Regeneration
3. Catalyst Rejuvenation
4. Precious Metal Recovery
5. Reuse of the Spent Catalyst
6. Spent Catalyst Disposal
Results

Sampling and Analyzing Spent Catalyst

- Reactivity Test
- Residual carbon
- Surface area and pore volume
- Mechanical strength
- Average length and particle size distribution
- Catalyst Poisoning Testing
Results

Sampling and Analyzing Spent Catalyst

1. Mitigation of Catalyst Poisoning
2. Catalyst Regeneration
3. Catalyst Rejuvenation
4. Precious Metal Recovery
5. Reuse of the Spent Catalyst
6. Spent Catalyst Disposal
Results

Mitigation of Catalyst Poisoning

Process Parameters
- Temperature
- Pressure

This should be performed in consultation with catalyst’s’ vendor, plants process engineers and R&DC.
Results

Sampling and Analyzing Spent Catalyst

1. Mitigation of Catalyst Poisoning
2. Catalyst Regeneration
3. Catalyst Rejuvenation
4. Precious Metal Recovery
5. Reuse of the Spent Catalyst
6. Spent Catalyst Disposal
Results

Catalyst Regeneration

Regeneration

On-Site

Off-Site
Results

Catalyst Regeneration

ROTO-LOUVRE Oven Technology
Results

1. Sampling and Analyzing Spent Catalyst
2. Mitigation of Catalyst Poisoning
3. Catalyst Rejuvenation
4. Catalyst Regeneration
5. Precious Metal Recovery
6. Spent Catalyst Disposal

Reuse of the Spent Catalyst
Results

Catalyst Rejuvenation

- Further step to regeneration

Rejuvenation:

The process of restoring catalyst’s activity by removing both contaminant metals and coke deposit through certain processes.
Results

Sampling and Analyzing Spent Catalyst

1. Mitigation of Catalyst Poisoning
2. Catalyst Regeneration
3. Catalyst Rejuvenation
4. Precious Metal Recovery
5. Reuse of the Spent Catalyst
6. Spent Catalyst Disposal
Results

Precious Metal Recovery

Some Types of spent catalysts useful & valuable metals

- Alumina
- Molybdenum
- Nickel
- Cobalt
- Vanadium
- Platinum
Results

1. Mitigation of Catalyst Poisoning
2. Catalyst Regeneration
3. Catalyst Rejuvenation
4. Precious Metal Recovery
5. Reuse of the Spent Catalyst
6. Spent Catalyst Disposal
Results

Reuse of the Spent Catalyst

Once physical and chemical properties as well as the catalytic activity are completely lost, the spent catalyst can’t be used back in its original process. However, it might be used in another processes:

- Reuse of Spent Catalyst to form new catalyst compositions
- Reuse of Spent Catalyst in Cement Process
Results

Reuse of the Spent Catalyst

Reuse of Spent Catalyst to form new catalyst compositions

Fluid catalytic cracking (FCC) & Superclaus spent catalysts

New Catalyst
Results

Reuse of the Spent Catalyst

Reuse of Spent Catalyst in Cement Process

Manufacture of Portland cement using spent superclaus catalyst

“AlShafei, M.A., US patent no. 8,029,618”
Results

Sampling and Analyzing Spent Catalyst

1. Mitigation of Catalyst Contamination
2. Catalyst Regeneration
3. Catalyst Rejuvenation
4. Precious Metal Recovery
5. Reuse of the Spent Catalyst
6. Spent Catalyst Disposal
Ultimately the spent catalyst could be disposed of at Class I or Class II landfills.”

Prior disposal the following should be taken into account and performed:

• Toxicity characteristic leaching procedure (TCLP)
• Total petroleum hydrocarbons (TPH)
Results

- Sampling and Analyzing Spent Catalyst
  - Mitigation of Catalyst Contamination
  - Catalyst Regeneration
  - Catalyst Rejuvenation
  - Precious Metal Recovery
  - Reuse of the Spent Catalyst
  - Spent Catalyst Disposal
Results

- **Fresh Catalyst**: Yes
  - **Mitigation of Catalyst Poisoning**: Yes
    - **Catalyst Regeneration**: Yes
      - **Catalyst Rejuvenation**: Yes
        - **Precious Metal Recovery**: Yes
          - **Reuse of the Spent Catalyst**: Yes
            - **Spent Catalyst Disposal**: No
          - **Form New Catalyst**: Yes
            - **Catalyst Vendor/Market**: Yes
        - **Precious Metal Recovery**: No
          - **Reuse of the Spent Catalyst**: No
            - **Spent Catalyst Disposal**: Yes
    - **Catalyst Regeneration**: No
      - **Catalyst Rejuvenation**: No
        - **Sampling and Analyzing**: No
          - **Mitigation of Catalyst Poisoning**: Yes
            - **Catalyst Regeneration**: Yes
              - **Catalyst Rejuvenation**: Yes
                - **Precious Metal Recovery**: Yes
                  - **Reuse of the Spent Catalyst**: Yes
                    - **Spent Catalyst Disposal**: No
                - **Precious Metal Recovery**: No
                  - **Reuse of the Spent Catalyst**: No
                    - **Spent Catalyst Disposal**: Yes
            - **Catalyst Regeneration**: No
              - **Catalyst Rejuvenation**: No
                - **Sampling and Analyzing**: No
Best Practice

SABP.S-003
Spent Catalyst Management Methods

Document Responsibility: Environmental Standards Committee

Table of Contents

1 Introduction 2
2 Conflict with Mandatory Standards 3
3 References 3
4 Definitions 5
5 Sampling and Analyzing Spent Catalyst 6
6 Spent Catalyst Storage and Transportation Procedures 7
7 Spent Catalyst Waste Management Methods 7
8 Current Programs for Catalyst within Saudi Aramco 10
9 Safety Precautionary Measures 11
Path forward

• Monitor Best Practice Implementation by Saudi Aramco Facilities,

• Keep abreast of new technologies and practices,

• Partner with industries to explore opportunity for reuse or recycle spent catalysts.
Thank you