Sequência das operações de enchimento, aquecimento e mistura de líquido em Tanques de Armazenamento de teto flutuante

1. Introdução

As operações, de enchimento, aquecimento e mistura de fluido, em tanques de armazenamento, particularmente, de teto flutuante, devem ser executados obedecendo a rígidos critérios, que reduzam o máximo possível os riscos de:

- ✓ Liberação ou formação de vapor inflamável; e
- ✓ Geração de eletricidade estática, no interior do tanque.

2. Referências

- ✓ API RECOMMENDED PRACTICE 2003-Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents
- ✓ NFPA 77 - Recommended Practice on Static Electricity

3. Cuidados na operação de mistura

Os misturadores utilizados em tanques são dos tipos:

- ✓ Misturadores de hélice ("Impeller or propeller mixers") de baixa ou alta velocidade; e
- ✓ Misturadores de jato ("Jet mixers").

3.1. Funções

- ✓ Homogeneizar o fluido armazenado;
- ✓ Manter os sólidos em suspensão;
- ✓ Manter o fluido bombeável;
- ✓ Não permitir produto estagnado no fundo;
- ✓ Auxiliar na limpeza do tanque.

3.2. Aplicações

a- Controle ou prevenção de acumulação de borra e poças de água.
b. Manter a homogeneidade dos produtos intermediários ou finais e no petróleo cru.
c. Mistura de dois ou mais produtos, que entram no tanque, para conseguir uma mistura homogênea em um determinado tempo.
d. Aumento da troca térmica no aquecimento e se conseguir uma temperatura uniforme.

3.3. Riscos operacionais

3.3.1. Vibração
Os misturadores de hélice podem causar severa vibração no teto flutuante.
Por isso, uma regra geral é evitar o uso dos misturadores até o teto flutuar acima de 4 metros a partir do fundo.
Fonte: Guide to storage tanks & equipment - Bob Long and Bob Garner

3.3.2. Liberação de vapores inflamáveis pelos misturadores
O uso de misturador em operação de rápida mistura, pode causar o intenso desprendimento de vapor inflamável ou formação de espuma no interior do tanque.
Isso, principalmente, acontece quando:
a- Há níveis estratificados de produtos, próximo às serpentinas de aquecimento.

- ✓ Para se evitar estas condições, manter o conteúdo do tanque em constante agitação e mistura.

b- Por agitação da borra depositada no fundo.

- ✓ Requer rotina operacional de modo a se evitar o acúmulo de depósito de borra no fundo.

Outras situações de formação e/ou liberação de vapor inflamável são:
a- Produto mais quente entra no tanque.

- ✓ Requer confiabilidade no controle da operação.

b- Produto mais volátil, ou seja, de pressão de vapor mais alta que a do projeto original, é

admitido no tanque.

- ✓ Requer confiabilidade no controle da operação.

c- Temperatura da superfície do líquido armazenado, em um tanque parado, isto é, sem movimentação, excede a temperatura do volume restante, devido à transferência de calor das paredes secas (não molhadas pelo líquido), por radiação solar, podendo chegar acima de 60ºC.

- ✓ Requer instrução operacional.

d- Tendência do fluido armazenado:

- ✓ Se líquido inflamável (Ponto de Fulgor < 38ºC}: tendência natural de liberar vapor e formar mistura inflamável de vapor e ar.
- ✓ Se líquido combustível (Ponto de fulgor ≥ 38ºC): requer certo grau de aquecimento para evoluir vapor suficiente para formar mistura inflamável com ar.

3.3.3. Geração de eletricidade estática

- ✓ A mistura convencional com misturadores de hélices de baixa velocidade está em uso há muitos anos sem evidência de problemas de geração estática.
- ✓ Já a mistura de jato de tanque ou mistura de hélice de alta velocidade pode agitar água e detritos e causar salpicos na superfície, gerando uma carga eletrostática durante a mistura.
  Se houver uma mistura inflamável na superfície, a ignição pode ser possível.
  O alcance dos jatos não deve atingir e quebrar a superfície líquida.

4. Cuidados com o uso de Serpentinas e Aquecedores compactos a vapor

4.1. Funções

Manter o produto em viscosidade adequada ao bombeamento.

4.2. Aplicações

- ✓ Aquecer o produto armazenado até determinada temperatura de projeto;
- ✓ Manter a temperatura durante o armazenamento.

4.3. Riscos operacionais

4.3.1. Superaquecimento localizado

Em tanques com aquecimento interno, deve ser mantido um nível adequado de produto acima da superfície dos aquecedores ou serpentinas, de modo a não superaquecer, localizadamente, o fluido contido no tanque, o que provocaria a geração de vapor ou alcançar a temperatura de auto-ignição.

As serpentinas de aquecimento e os aquecedores devem, portanto, estar e permanecer completamente encobertas, durante toda a operação do tanque.

A perda de controle da temperatura pode promover a liberação excessiva de vapor inflamável, contido no produto.

4.3.2. Sobrepressão por formação e deslocamento de bolha de água vaporizada

Isto pode acontecer por entrada de água ou vazamento de condensado do vapor de aquecimento na massa do líquido armazenado, por:

- ✓ Furo no sistema de aquecimento, com vazamento de condensado para o interior do tanque;
- ✓ Carga com excesso de água.

4.3.3. Ebulição turbilhonar

Um problema em potencial devido à presença de água, em tanques que armazenam produtos pesados, muito viscosos, é o risco da ebulição turbilhonar.

A ebulição turbilhonar ocorre quando a temperatura do tanque cresce ao ponto em que a água no interior entra em ebulição, criando uma súbita expansão do vapor e formando uma mistura de espuma de materiais orgânicos e vapores voláteis.

A presença de água no interior do tanque, contendo óleo quente, pode ter as seguintes origens:
a- água de formação arrastada com o petróleo cru;
b- admissão por erro operacional de água no tanque;
c- falha de algum equipamento, que provoca vazamento de água para o produto, sendo enviado para tanque;
d- envio de hidrocarboneto leve e frio para tanque aquecido ou hidrocarboneto pesado e quente para tanque frio;
e- presença de água no fundo do tanque, vaporizando subitamente durante aquecimento.

Se esta formação de espuma é muito rápida e violenta, pode resultar em material inflamável e risco de fogo.
A capacidade do sistema de alívio do tanque deve prever a liberação desse excesso de vapor.
Por outro lado, o produto pesado propicia a polimerização na sede da válvula de alívio, que pelo entupimento pode levar à súbita sobrepressão.
Nestas situações a vazão pela válvula de alívio de pressão pode não ser suficiente, pela presença de fluxo bifásico e/ou porque pode estar obstruída pelo material polimerizado, e o tanque pode vir a ser pressurizado e colapsar.

5. Cuidados no enchimento de tanque

5.1. Velocidade de enchimento

A velocidade de enchimento de tanque deve ser limitada para minimizar a geração de cargas elétricas estáticas no produto.
O enchimento que produz respingos de hidrocarbonetos, sobre a superfície do líquido, pode resultar na criação de uma atmosfera ou neblina de vapor, eletricamente carregada, dentro do tanque,
Para reduzir o risco de descarga elétrica, por centelhamento no interior do tanque, a velocidade de escoamento na tubulação de entrada deve ser restrita a 1m/s até que o bocal de entrada esteja coberto com um mínimo de 0,5 m de produto, para tanque de teto fixo, ou até que o teto flutuante esteja flutuando.
A partir daí, a velocidade na tubulação pode ser aumentada até o máximo de 7 a 10 m/s.

5.2. Efeitos da água no fundo do tanque

A presença de gotículas de água ou de condensado tem o efeito de carregar eletricamente o produto.
A água pode ser introduzida com o próprio produto armazenado e chegar ao nível dos aquecedores, por distúrbio operacional, ao se revirar o fundo do tanque, e se vaporizar durante o enchimento.
Assim é importante que a água acumulada no fundo seja constantemente drenada.

5.3. Tempo de residência após o enchimento

Quando um produto é bombeado para tanque, que possa ter uma atmosfera inflamável, o tempo de residência deve ser no mínimo de 30 minutos, após a parada do enchimento, e antes de qualquer operação de medição ou de amostragem.

6. Cuidado na medição e coleta de amostra

Eletricidade estática pode ser gerada quando uma fita ou corda de material sintético, que normalmente é usada nas operações de medição ou coleta de amostra, é introduzida por um operador, que a deixa correr rapidamente pela luva.
Em vista disso, somente devem ser utilizadas fita e corda de material de fibra natural.
Por segurança. não fazer medição ou coleta de amostra durante o enchimento e tempo de residência do tanque.

7. Conclusão

O efeito combinado dos misturadores, do sistema de aquecimento e do enchimento em um tanque definem o tempo necessário à partida do tanque.

7.1. Misturadores

Para a proteção do teto flutuante, que é sensível à movimentação do fluido, é necessária uma lâmina de pelo menos 1,5 a 2,0 m de líquido, acima das pás do misturador, antes de se ligar os misturadores.

7.2. Sistema de aquecimento

Para se prevenir contra possível superaquecimento do líquido, se deve alinhar o vapor de aquecimento apenas após as serpentinas ou os aquecedores compactos estarem encobertos com uma lâmina de ao menos 50 cm de líquido.
E a temperatura de armazenamento de produtos viscosos deve ser ao menos 10ºC abaixo do ponto de ebulição da água, para se evitar a ebulição turbilhonar.

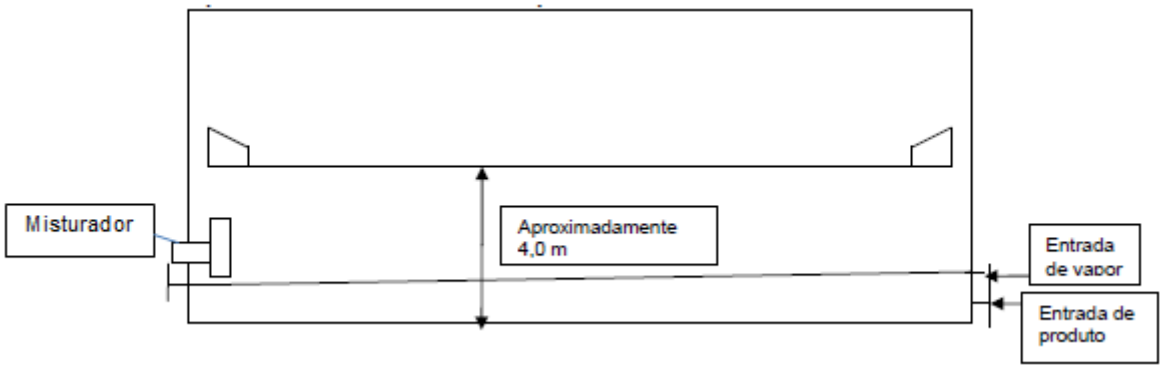
7.3. Enchimento do tanque

Para um teto flutuante, o enchimento deve ser com uma velocidade de escoamento na tubulação ou duto de entrada de 1m/s, até que o teto esteja flutuando. A partir desse nível a velocidade na tubulação ou duto pode ser aumentada entre 7 a 10 m/s, a depender do diâmetro nominal da tubulação ou duto, para não se ter perda de pressão elevada.

7.4. Esquema seguro de enchimento do tanque de teto flutuante

Conforme o esquema a seguir, com o teto atingindo, aproximadamente, 4,0 m acima do fundo, e se mantendo a velocidade adequada de enchimento, já se tem as salvaguardas atendidas:

- ✓ Serpentinas cobertas,
- ✓ Teto flutuante bem acima dos misturadores e
- ✓ Velocidade segura de enchimento.



Com estas considerações, para cada tanque, se deve preparar instruções operacionais que assegurem a correta e segura entrada em operação.