

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE MÁQUINAS
APMA

A UTILIZAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS PARA SUBSTITUIR O
SEPARADOR DE AGUA E OLEO 15 PPM

Por: Dieinielle Moraes de Souza

Rio de Janeiro

2015

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE MÁQUINAS
APMA

A UTILIZAÇÃO DE NOVOS EQUIPAMENTOS PARA SUBSTITUIR O
SEPARADOR DE AGUA E OLEO 15 PPM

Apresentação de monografia ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como condição prévia para a conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Máquinas.

Orientador: Prof. Ricardo Lima Barreto

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE MÁQUINAS
APMA

AVALIAÇÃO

PROFESSOR ORIENTADOR (trabalho escrito): _____

NOTA - _____

BANCA EXAMINADORA (apresentação oral):

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

Prof. (nome e titulação)

NOTA: _____

DATA: _____

NOTA FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me ajudar a superar todas as intempéries da vida mercante. A minha família que sempre me apoiou e incentivou na busca pelo sucesso profissional. Ao meu noivo Rafael Rezende pela paciência e apoio durante os períodos de embarque. Ao meu orientador Ricardo Lima Barreto pela empolgação com o meu projeto e o apoio durante seu desenvolvimento.

DEDICATÓRIA

Dedico esta monografia ao meu falecido, pai Francisco de Assis de Souza, que sempre me apoiou na vida acadêmica e não teve a oportunidade de vivenciar meu crescimento profissional.

RESUMO

O tratamento de efluentes e a prevenção da poluição do meio marinho é assunto de grande destaque no cenário mundial. Um desses efluentes que deve ter total cuidado na hora do descarte é a água oleosa. A Organização Marítima Internacional, em sua Convenção Marpol 73/78, possui o anexo I voltado para a poluição por óleo no qual essa água oleosa está inserida. Essa convenção foi assinada pelo Brasil, que fiscaliza por meio da Autoridade Marítima, o cumprimento da legislação do descarte desse efluente. Tal convenção proíbe o despejo de água com teor maior que 15 ppm (parte por milhão) de óleo. Para conseguir tal valor é utilizado um analisador que permite a passagem da água abaixo desse valor e retorna para o tanque de armazenamento aquela que não atingiu essa proporção.

Para o tratamento dessa água com óleo atualmente utiliza-se o separador de água e óleo por coalescência, que seria a união das moléculas de óleo a fim de separá-lo da água. Porém tal projeto utiliza filtros de alto custo e com tempo útil de vida reduzido.

Novas tecnologias foram desenvolvidas ou adaptadas de outros sistemas a fim de realizar essa separação de uma maneira mais eficiente e econômica. Elas utilizam processos diferentes para o mesmo fim. Como os hidrociclones, que se baseiam na separação centrífuga, o separador por placas que criam obstáculos para a passagem do óleo, os materiais esponjosos que atraem o óleo e o filtro hidrofóbico, que repele a água.

Esse processo hidrofóbico trata-se do processamento químico de um tecido que passa a repelir as moléculas de água deixando apenas o óleo passar pelo seu corpo. Essa tecnologia mostra-se uma ótima opção para essa separação por se tratar de uma proposta simples, barata e com tempo de vida muito alto.

A partir dessas opções é possível montar uma configuração ideal, isto é, que apresente um melhor custo benefício e atenda perfeitamente as convenções vigentes, utilizando o que as tecnologias podem contribuir e se adaptarem ao sistema do navio mercante.

Palavra-chave: separador de água e óleo, filtro hidrofóbico, coalescência

ABSTRACT

The effluents treatment and the pollution prevention of the marine environment are global subjects in evidence. One of these effluents that needs special precaution on its disposal is The oily water. The International Maritime Organization, on the Marpol 73/78 convention, has the Annex I to deal with Oil Pollution, on which the oily water is inserted. This convention was signed by Brazil, who supervises through the Maritime authority, the observance of the legislation on this effluent disposal. This convention prohibits water disposal over 15 ppm(parts per million) of oil concentration. To reach this value, a water analyzer is used to allow a flow of water only under this value, making the flow back to storage tank, the water that did not reach this proportion.

To treat this polluted water, nowadays, an Oily water Separator by coalescence is used, that is the agglutination of the oil molecules in order to separate it from the water. But, this project uses high-priced filters and has a short service life.

New technologies are developed or adapted from other systems to accomplish this separation in a more efficient and economical way. They use different process to reach the same result. Like the Hydrocyclones, that is based in the centrifuge separation, the Plate separator that creates obstacles for the oil passage, the spongy material that attracts the oil, and the hydrophobic filter, that repels the water.

This hydrophobic process is a chemical process from a tissue that repels water molecules allowing only the oil to pass through them. This technology shows itself as a very good option to this separation because its based in a simple proposal, cheap and with a long service life.

From these options, It is possible to assemble an ideal configuration, that shows a better cost benefit and attends current conventions, using good technologies and adapting them to a Merchant Ship.

LISTA DE TABELAS

Figura 1- Separador de água e óleo por coalescência.....	17
Figura 2- Separador de água e óleo por placas.....	22
Figura 3- Matriz.....	23
Figura 4- Fase 1: Tijolinho absorvendo óleo.....	25
Figuras 5 e 6- Desenvolvimento do filtro. A água não passa pelo filtro.....	25
Figuras 7 e 8- Fase 2: desenvolvimento do filtro. O óleo consegue passar pelo filtro.....	26
Figura 9- Fase 3: Desenvolvimento de um protótipo.....	26
Figura 10- Fase 4: Desenvolvimento de um protótipo de bancada.....	26
Figura 11- Funcionamento do protótipo.....	27
Figura 12- Imagem do tubo revestido do filtro e suas janelas.....	27

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
OBJETIVO GERAL.....	12
OBJETIVOS INTERMEDIÁRIOS.....	12
CAPÍTULO I- A IMO E A CONVENÇÃO MARPOL 73/78.....	13
CAPÍTULO II- A ORIGEM DA AGUA OLEOSA.....	15
CAPÍTULO III- O SISTEMA ATUAL DE SEPARAÇÃO.....	16
3.1- DIAGRAMA DE FLUXO.....	16
CAPÍTULO IV- O ANALISADOR 15 PPM.....	18
CAPÍTULO V – AS NOVAS TECNOLOGIAS DE SEPARAÇÃO.....	19
5.1- HIDROCICLONES.....	19
5.2- MATERIAIS ESPONJOSOS.....	20
5.2.1- NANOSPONGES.....	20
5.2.2- ESPONJA QUE ATRAI OLEO E REPELE AGUA.....	21
5.3- SEPARADOR DE AGUA E OLEO POR PLACAS.....	21
5.4- FILTRO HIDROFÓBICO.....	22
CAPITULO VI- O FILTRO HIDROFÓBICO.....	23
CAPÍTULO VII- A CONFIGURAÇÃO IDEAL.....	29
CONCLUSÃO.....	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
ANEXOS.....	34

INTRODUÇÃO

O sistema de separação de água oleosa atual tem por base o uso de filtros esponjosos caros e de pouco tempo de vida útil como os utilizados pelos separadores que utilizam o processo de coalescência. Tal fator encarece a atividade a bordo além de perder o rendimento à medida que tais filtros sujam. Além disso, essa separação ocorre de forma demorada e pouco eficiente, sendo necessário um tanque de grande dimensão a fim de armazenar o efluente ainda não tratado.

Vistos tais empecilhos, este trabalho tem por finalidade apresentar novas tecnologias de separação que são pouco conhecidas ou não aproveitadas devido ao costume da instalação do equipamento tradicional. Como a pesquisa desenvolvida pelo Dr Jadson Belchior do departamento de química da UFMG (2015), que utiliza um filtro hidrofóbico para separar a água do óleo. Essas novas tecnologias apresentadas serão analisadas de forma a se mostrar sua eficiência de separação a fim de reduzir o tempo de separação e dessa forma o espaço necessário para armazenar o efluente.

Para conseguir atingir os objetivos propostos no trabalho será realizada uma pesquisa descritiva explicativa, pois irá expor o princípio de funcionamento do separador de água e óleo atual bem como as tecnologias propostas. É aplicada, pois serão utilizados recursos advindos da observação da pesquisadora cotidianamente em uma praça de máquinas.

Além disso, há o fator observação, por se tratar de um trabalho de comparação com o funcionamento do equipamento existente, de acordo com a experiência operacional, os resultados encontrados nas pesquisas e os expostos pelos fabricantes.

Desse modo o projeto proposto seria de grande valia para a redução de custos para as empresas mercantes e um aliado do meio ambiente, já que a tendência é reduzir a proporção máxima de concentração de óleo na água descartada que atualmente é de 15ppm de acordo com o especificado no anexo 1 da MARPOL 73/78.

Além disso, serão apresentadas novas tecnologias que atendam as exigências da legislação ambiental brasileira, lei 9966 de 28 de abril de 2000, que homologa a partes da Convenção MARPOL 73/78, e que sejam de equipamentos já testados ou de partes estudos de entidades renomadas como as Universidades brasileiras.

OBJETIVO GERAL:

Propor o uso de novas tecnologias para substituir o separador de água e óleo a bordo dos navios mercantes.

OBJETIVOS INTERMEDIÁRIOS:

- Descrever a importância do equipamento de separação e o posicionamento da IMO sobre esse processo.
- Mostrar a formação do resíduo de água oleosa a bordo.
- Descrever o atual sistema de separação de água e óleo
- Descrever as novas tecnologias de separação de água e óleo.
- Mostrar a forma de análise do produto da separação.
- Analisar a eficiência dos novos equipamentos
- Analisar a montagem e espaço necessário para as novas tecnologias
- Comparar o sistema de separação atual e as novas propostas para a utilização pelos navios mercantes.

CAPÍTULO I

A IMO e a Convenção MARPOL 73/78

De acordo com o site oficial da IMO (*International Maritime Organization*)(2015), a Organização das Nações Unidas é uma agência especializada das Nações Unidas.

IMO é a autoridade de fixação de normas globais para a segurança e o desempenho ambiental do transporte marítimo internacional. Seu papel principal é o de criar um quadro regulamentar para o setor marítimo que seja justo e eficaz, adotado e implementado universalmente.

Em outras palavras, o seu papel é criar uma igualdade de condições para que os operadores de navios não possam resolver os seus problemas financeiros simplesmente cortando gastos e comprometendo a segurança e o desempenho ambiental. Essa abordagem também incentiva a inovação e eficiência.

Após o estudo de casos de acidentes, e os fatores que colaboraram para os sinistros, a IMO em suas reuniões criou várias convenções com regras a fim de normatizar as atividades marítimas e diminuir os acidentes.

Uma dessas convenções foi a MARPOL (Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios). Essa convenção foi assinada no dia 17 de Fevereiro 1973 e modificada pelo Protocolo de 1978, por isso o nome MARPOL73/78. Foi modificada por uma série de emendas a partir de 1984, visando introduzir regras específicas para estender a prevenção da poluição do mar às cargas perigosas ou equivalentes às dos hidrocarbonetos.

MARPOL 73/78 é a mais importante convenção ambiental marítima. Foi projetada para minimizar a poluição dos mares e tem como objetivo: preservar o ambiente marinho pela eliminação completa de poluição por óleo e outras substâncias prejudiciais, bem como, minimizar as conseqüências nefastas de descargas acidentais de tais substâncias. As regras da MARPOL 73/78 passam por um processo dinâmico de aperfeiçoamento em função das inovações tecnológicas, científicas e políticas.

Ela se dividiu em seis anexos. Cada anexo trata especificamente de um tipo de poluição. São eles:

Anexo I – Óleo

Anexo II – Substâncias Líquidas Nocivas Transportadas a granel

Anexo III – Substâncias Prejudiciais Transportadas em forma Empacotada

Anexo IV – Esgoto

Anexo V – Lixo

Anexo VI – Poluição de Ar

De acordo com a **MARPOL 73/78**, entende-se por substâncias nocivas: "qualquer substância que, se despejada no mar, é capaz de gerar riscos para a saúde humana, danificar os recursos biológicos e a vida marinha, prejudicar as atividades recreativas ou interferir com outras utilizações legítimas do mar e inclui toda substância sujeita a controle pela presente convenção."

Para o trabalho em questão trataremos apenas do anexo I, especificamente se tratando de água oleosa, que é a mistura água e óleo que é um efluente do navio, e possui uma composição água em sua maioria.

CAPÍTULO II

A ORIGEM DA AGUA OLEOSA

Entende-se por água oleosa a mistura de água e óleo que possui em maior proporção o primeiro elemento. A bordo dos navios essa mistura é um resíduo produzido na Praça de Máquinas durante o funcionamento dos equipamentos e de pequenos vazamentos que escorrem para a dala, parte inferior do compartimento de máquinas, e se misturam a água utilizada para fazer a limpeza do local. Esse resíduo é recolhido e bombeado para um tanque de armazenamento segregado dos demais tanques da embarcação.

Apesar dessa mistura ser em sua maioria formada por água para a IMO, de acordo com a convenção MARPOL 73,78, define esse efluente como uma substância nociva que tem que ser tratada a bordo com a mesma atenção e atender aos mesmos itens preventivos que o óleo cru.

Por esse motivo, o descarte desse efluente deve atender alguns requisitos e requer muita atenção e cuidado. Tal descarte pode ser efetuado por bombeamento diretamente para o porto ou para uma embarcação destinada a esse fim, ou então por equipamento de filtragem, que atenda os requisitos previstos na MARPOL. O produto de filtragem, quando o navio não estiver navegando em águas especiais, deve ser descartado com uma proporção máxima de óleo de 15 partes por milhão.

Para que tal proporção seja respeitada a convenção obrigou a instalação de um analisador do produto gerado da separação que tenha um dispositivo de retenção do fluxo caso o valor analisado esteja acima dos 15 ppm (parte por milhão).

Todos esses cuidados visam a não poluição do ambiente marinho e darão segurança a quem utiliza o mar como fonte de renda.

CAPÍTULO III

O SISTEMA ATUAL DE SEPARAÇÃO

O sistema separador de água e óleo, como o próprio nome diz, tem como principal objetivo separar a mistura de água oleosa afim de diminuir o efluente armazenado a bordo e retornando a água para o meio ambiente.

O separador de torres, também conhecidos como separadores de tubos, trabalham em cima do princípio de gravidade coalescente. Ou seja, usando a diferença na densidade e a tensão superficial entre o óleo e a água, bem como os processos de coalescência, que seria a junção das partes de mesma natureza, isto é, unir as moléculas de água separando-as das de óleo.

A mistura óleo-água é bombeada para a fase de pré-separação, onde praticamente todo do óleo é retido. A separação, isto é, a remoção de pequenas e finas gotículas de óleo, ocorre no chamado Coalescedor de Alta Eficiência. O óleo é atraído para a superfície, formando gotas que crescem até que flutuem. O coalescedor é caracterizado por uma estrutura de poros, como uma esponja, aberto com uma área superficial grande com uma baixa perda de pressão. O coalescedor é adequadamente estável contra a matéria que se encontra na água de esgoto. A sujeira nas águas não é prejudicial para esse filtro.

3.1- Diagrama de Fluxo

Após a separação no coalescedor, a água, com muito baixo teor de óleo, passa para o segundo alojamento. As gotículas de óleo com diâmetros maiores serão separadas dos elementos por meio de filtros superiores e inferiores. Esses filtros de elementos trabalham no princípio de coalescência.

Após esse procedimento, a água já separada passa pelo analisador onde o percentual padrão de 15 ppm será verificado. Caso o valor encontrado na amostra seja maior que esse a água retorna para o tanque de mistura oleosa. Caso não, a água é descartada para o mar.



Figura 1- separador de água e óleo por coalescência

CAPITULO IV

O ANALISADOR 15 ppm

O analisador de 15 ppm é um equipamento de segurança que garante o cumprimento do anexo 1 da convenção MARPOL 73/78, homologada pelo Brasil na forma da lei Federal no 9.966, de 28 de abril de 2000. Lei essa que enuncia:

Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

O analisador consiste em uma fotocélula, que a partir de uma amostragem, averigua o percentual de óleo concentrado na água. Ele é lacrado e calibrado por empresa especializada, ou em algum caso, quando certificado, pelo próprio fabricante. A alteração da calibração original consiste em crime ambiental inserido em derramamento de óleo sendo passível de multas pesadas para a empresa responsável pelo navio além de os responsáveis civis, em caso de ação ou omissão, serem julgados perante o Tribunal Marítimo Brasileiro.

Antes da operação do separador a câmara de amostra deve ser lavada com água corrente, não sendo indicado o uso de produtos químicos, que geralmente já possui um dispositivo atrelado ao separador para que a água dessa lavagem retorne ao tanque de mistura oleosa. Caso durante a análise o valor de concentração não se modifique, isto é, continue alto mesmo após a lavagem, uma limpeza mecânica deve ser realizada.

Por ser um equipamento extremamente sensível, já que mede valores da ordem de 1 por milhão, o analisador 15 ppm deve ser utilizado mediante condições pré-determinadas de umidade e temperatura.

Além disso, esse sistema deve atuar em uma válvula de três vias que impeça a passagem de qualquer quantidade de água com valores acima de 15 ppm, fazendo-a retornar para o tanque de origem.

Dessa forma garante-se o cumprimento das leis ambientais e acima de tudo evita-se qualquer poluição gerada por óleo.

CAPITULO V

AS NOVAS TECNOLOGIAS DE SEPARAÇÃO

5.1- Hidrociclones:

O uso de hidrociclones para separação líquido/líquido, embora objeto de pesquisas há muitas décadas, somente recentemente (nas últimas duas décadas) tem sido objeto de aplicação industrial. Uma das principais aplicações de hidrociclones líquido/líquido é na indústria do petróleo. A remoção de pequenas gotículas de óleo dispersas na água salgada, que é produzida juntamente com os hidrocarbonetos provenientes de um poço petrolífero, é tradicionalmente uma empreitada difícil. Esta dificuldade é devida ao pequeno diâmetro dessas gotículas e, muitas vezes, à reduzida diferença de densidade entre o óleo e a água. Ambos os fatores implicam numa velocidade terminal, sob ação do campo gravitacional, muito reduzida; o que inviabiliza a utilização de separadores gravitacionais convencionais, uma vez que o tempo de residência necessário para promover a separação seria impraticável.

A corrente de água oleosa normalmente dispõe de pressão suficiente para tornar atrativa a utilização de hidrociclones. Assim, vários desses equipamentos têm sido instalados em plataformas de produção de petróleo ao redor do mundo, nos últimos 20 anos. A grande vantagem da utilização de hidrociclones está nas pequenas dimensões do equipamento, ocupando uma menor área de convés e sem o peso de um grande tanque de separação. Além disso, esse tipo de equipamento apresenta, em geral, uma maior eficiência e um baixo custo de instalação e de manutenção.

A proposta seria adaptar tal tecnologia que hoje é utilizada para a produção petrolífera para a instalação em um navio. Como a produção de água oleosa nos navios é pequena em comparação ao resíduo de petróleo, tal adaptação teoricamente apresenta-se viável.

5.2- Absorção por materiais esponjosos

5.2.1- Nanosponges

Pesquisadores da Universidade Rice e Penn, nos Estados Unidos, desenvolveram um material esponjoso que tem uma capacidade impressionante para absorver o óleo derramado na água.

O material, intitulado "nanosponges de carbono" é um nanotubo de carbono produzido pela adição de uma pitada de boro, o que torna o material uma esponja ultra-resistente. Ele também é constituído com mais de 99% de ar, conduz eletricidade e pode ser facilmente manipulado com ímãs.

O estudante Daniel Hashim, um dos autores da pesquisa, explicou ao portal da Universidade Rice que os blocos possuem uma combinação perfeita. Eles são hidrofóbicos, ou seja, odeiam água, o que faz com que eles flutuem muito bem, além de oleófilos, eles adoram o óleo. Em termos mais simples, eles são atraídos pelo petróleo e repelem a água.

Os nanosponges são altamente duráveis, podem ser usados várias vezes e armazenam o óleo para posterior recuperação. Eles também são capazes de absorver mais de cem vezes o seu peso em óleo.

Segundo os pesquisadores, o objetivo do estudo é encontrar uma maneira de fazer redes tridimensionais destes nanotubos de carbono, que seriam grandes e grossos o suficiente para serem usados na limpeza de vazamentos de petróleo e para realizar outras tarefas. Eles têm grandes esperanças das aplicações ambientais do material.

Limpeza dos oceanos é apenas o começo do quão útil estes novos materiais de nanotubos podem ser. Por exemplo, os especialistas afirmam que eles poderiam ser usados para fazer baterias mais eficientes e mais leves, como também suportes para regeneração de tecido ósseo. Eles ainda sugerem que os nanosponges podem funcionar como membranas de filtração.

Mais uma vez essa tecnologia teria de ser adaptada ao espaço e condições do navio, o que até o presente momento não se apresenta como algo difícil, já que a pesquisa citada não apresenta

especificação de local para ser instalada.

5.2.2- Esponja que atrai óleo e repele água

Seguindo a linha de raciocínio do nanosponges, um trabalho que trata de uma mistura oleosa que deixou o Brasil em destaque no cenário mundial foi a esponja que repele água e atrai óleo apresentada pela estudante do ensino técnico em química Raíssa Müller ao programa *Village to raise a child* da universidade de Havard que recebeu o primeiro prêmio.

Raíssa criou uma espécie de esponja que repele água e absorve óleo. A descrição dado por ela ao seu projeto é: “É um filtro que funciona com criptomelano, que é um mineral pouco conhecido e tem com propriedade ser poroso. No primeiro processo aumentei o tamanho dos poros e no segundo fiz uma cobertura de silicone para repelir água e absorver óleo.”

Nenhuma substância química tem esse poder, segundo Raíssa, que lembra que a palha de milho também é usada para este fim, mas depois precisa ser queimada. “Ao utilizar o filtro, o óleo pode ser absorvido e recuperado depois para que seja revendido, e o filtro pode ser reutilizado.”

Agora a estudante pretende fazer testes do produto em grande escala para verificar a aplicabilidade. “Ser selecionada no prêmio foi muito bom, é um reconhecimento para mim, para minha região. Quero expor minha idéia e minha pesquisa.”

Diferentemente das anteriores, esse processo foi produzido em uma escala muito pequena e sua aplicação em larga escala dependeria de uma pesquisa mais aprofundada e com uma escala mais comercial. Porém há de se concordar que o avanço que o projeto propõem é de extrema importância.

5.3- Separador de água e óleo por placas

Uma versão melhorada da atual e que não utiliza os filtros descartáveis seria o separador por placas.

O funcionamento é simples, consiste de um conjunto de placas metálicas sucessivas que servem de obstáculo para a passagem de óleo. O princípio gravitacional e de diferença de densidade garante que o óleo se acumulará em cima e será sugado pela bomba de descarga de óleo.

Abaixo o esquema de um separador de placas da Vision Marine:

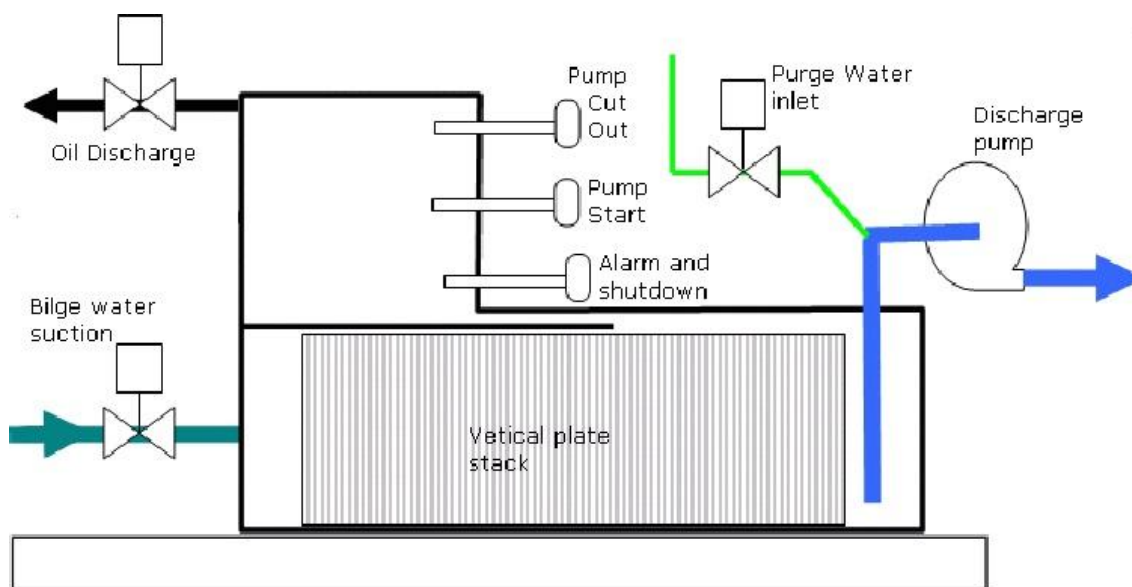


Figura 2- separador água e óleo por placas

Facilmente adaptável a planta de bordo esse separador permite uma separação com índices idênticos aos do tradicional de torres se destacando por não utilizar os filtros descartáveis que aumentam o custo da manutenção. Porém, a limpeza das placas torna-se uma rotina no trabalho de bordo, já que a medida que as placas sujam a eficiência do sistema cai consideravelmente, permitindo o arraste de gotículas de óleo que serão barradas no analisador.

5.4- Filtro hidrofóbico

Desenvolver um filtro capaz de separar água e petróleo é tarefa complexa, uma vez que a água não se mistura aos óleos. O filtro desenvolvido pelos pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), coordenado pelo professor do departamento de Química Dr Jadson Belchior, é um dispositivo hidrofóbico de 40 centímetros (escala de bancada), ou seja, repele a água.

O projeto inicial está focado na limpeza de derramamentos de óleo no mar. De acordo com Belchior: “A intenção era despejar a água misturada com petróleo no filtro e fazer com que cada uma das substâncias fosse para um lugar diferente depois do procedimento. Como o filtro é hidrofóbico, ele não deixa a água passar. Somente o óleo passa, sendo armazenado em um compartimento, enquanto a água é automaticamente lançada de volta ao mar”, explica Belchior.

A tecnologia do filtro consiste no tratamento químico do tecido utilizado na sua construção. O pesquisador afirma que o filtro é tratado quimicamente em laboratório para se tornar hidrofóbico. “As moléculas do óleo não interagem com a água. A substância química usada, que já foi patenteada pela instituição, trata o tecido e faz com que ele tenha afinidade com as moléculas apolares do óleo. Dessa forma, ocorre a separação química das substâncias.”

Para os fins desse trabalho, essa tecnologia apresenta-se como a mais promissora, visto que nos primeiros testes ela apresentou a maior quantidade e qualidade na separação da água e óleo do que o modelo atual. Por isso ela será explicada posteriormente com maiores detalhes.

CAPÍTULO VI

O FILTRO HIDROFÓBICO

A pesquisa ministrada pela Universidade Federal de Minas Gerais foi financiada pela AS Engenharia Ltda e o dispositivo já foi patenteado.

A pesquisa foi dividida em fases. A primeira fase foi o desenvolvimento tablets (tijolinhos) que absorvem o petróleo e não absorve água. Essa transformação ocorreu a partir de uma matriz que passou por um processo químico passando a ser altamente absorvente. Esse processo não altera propriedades físicas do material (cor e textura).

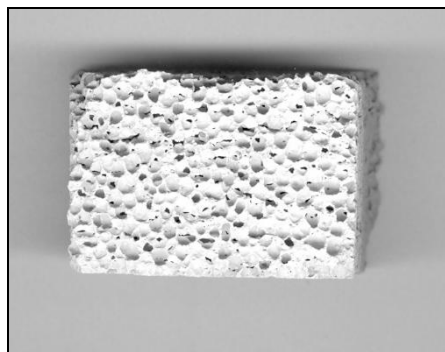


Figura 3: matriz

Para o tratamento da matriz utilizou-se polímeros que são usados na etapa química do processo de deposição sobre o tecido. Portanto, são duas etapas de tratamento: tratamento químico e tratamento térmico. O tratamento químico consiste em deixar o tecido em solução por certo período de tempo. Após esse tempo ocorre o tratamento térmico.

A 2ª fase foi o desenvolvimento do filtro de um tecido (TNT) que fosse hidrofóbico. A 3ª fase foi construir um pré-protótipo que permitisse analisar o filtro. A 4ª fase (atual) foi o desenvolvimento de um protótipo de bancada.

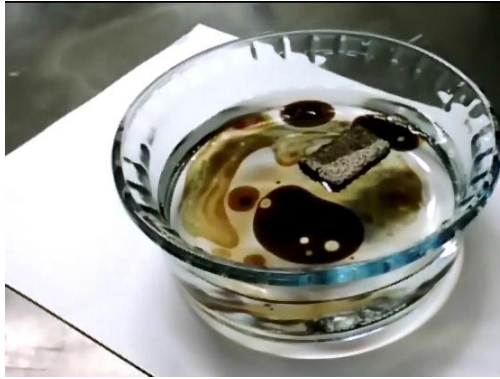


Figura 4: Fase 1: tijolinho absorvendo óleo

Como inicialmente o projeto foi desenvolvido para ser usado em derramamentos de óleo no mar, de acordo com o Dr. Jadson: *“O alto custo do transporte desses tijolos, que precisavam ser levados para terra firme para que o óleo fosse extraído deles, foi o passo inicial para que chegássemos ao filtro, uma alternativa mais eficaz porque elimina essa necessidade”*



Figuras 5 e 6: Fase2: desenvolvimento do filtro. A água não passa pelo filtro



Figuras 7 e 8: Fase2: desenvolvimento do filtro. O óleo consegue passar pelo filtro.



Figura 9: Fase 3: desenvolvimento de um protótipo



Figura 10: Fase 4: desenvolvimento de um protótipo de bancada

O princípio de funcionamento do protótipo desenvolvido é muito simples. Trata-se de tubos revestidos pelo filtro e com pequenos furos, ou janelas, ao longo de seu comprimento, cobertos por esse filtro, que permite a passagem da mistura fazendo com que apenas o óleo atravesse essas janelas sendo a água descartada apenas ao final do comprimento.

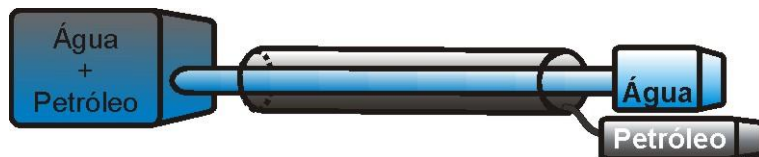


Figura 11: Funcionamento do protótipo



Figura 12: imagem do tubo revestido do filtro e suas janelas.

A equipe liderada pelo professor Dr. Jadson Belchior busca novos financiamentos para a construção de um protótipo maior, visto que a versão preliminar desenvolvida em laboratório tem a capacidade de gerar 80,5 gramas de petróleo em um minuto de filtragem, considerando um metro quadrado de tecido tratado quimicamente. A previsão é ter um filtro que será usado em alto mar. Ainda qualitativamente e em condições ideais da presente análise (considerando apenas petróleo nos testes de filtragem), estima-se a capacidade de filtrar, com base nos estudos preliminares de protótipo atual, 0,5 ton/minuto. Considerando um navio cargueiro com dimensões da ordem de 397m x 56m e usando a metade dele para suportar containers com dimensão de 10m (comprimento) x 5m (altura) x 3m (profundidade) e dentro dele um sistema de

filtros. Assumindo um erro da ordem de 30% nessa análise teórica e qualitativa, teríamos uma eficiência de filtragem da ordem de 70 mil m³/minuto. Acreditamos que ainda seja possível melhorar essa eficiência com a evolução do projeto. Essa é uma estimativa teórica com base nos estudos de bancada efetuados até o momento.

O protótipo ainda irá passar por testes de vazão de água e durabilidade. Belchior destaca a versatilidade da tecnologia empregada na construção do dispositivo, que pode ser construído em várias escalas e usado em diversos ambientes.

Dessa forma, torna-se possível a composição em uma escala menor do que a proposta como meta do projeto para a adequação em uma praça de máquinas.

Se os cálculos iniciais do estudo apontam o uso de 150 contêineres para gerar uma filtragem de 75 toneladas por minuto, um equipamento com dimensões de ¼ de um contêiner teria uma capacidade de filtragem de 0.125 toneladas por minuto. Isto é, 1 tonelada a cada 8 minutos.

Levando-se em consideração que o sistema atual, a partir da operacionalidade, foi observado conseguir filtrar 40 toneladas em 8 horas, o sistema hidrofóbico faria a mesma quantidade em 5 horas e 20 minutos. Baseado em uma planta de ¼ de contêiner. Para se aumentar essa vazão basta aumentar o tamanho inicial.

Alem disso, para um operador experiente, é visível a diferença entre a água produzida a 15 ppm e a água do filtro hidrofóbico. Utilizando a experiência, poder-se-ia concluir que a água do hidrofóbico não passaria de 5 ppm, pois não apresenta nenhum resíduo de óleo em sua aparência, diferentemente da observada a 15ppm.

Sendo assim, conclui-se que esse sistema seria muito mais eficiente do que o atual. Economicamente mais viável, visto que o filtro, por se tratar de um tecido, pode ser produzido a metro e trocado constantemente, apesar de durante a experiência não apresentar absorção elevada do óleo, o que aumentaria o seu tempo de vida útil.

Por outro lado o sistema atual utiliza filtros de baixo tempo de vida útil e, por serem muito diversificados e de materiais de difícil acesso, possuem um valor elevado perante o fabricante.

Considera-se esse sistema hidrofóbico a melhor alternativa de adaptação para os navios mercantes.

CAPÍTULO VII

A CONFIGURAÇÃO IDEAL

Após os estudos das tecnologias mais atuais desenvolvidas por projetos brasileiros, podemos montar uma configuração ideal para ser utilizada em um navio mercante.

Inicialmente, a água oleosa retirada das dalas seria bombeada para um tanque de cascata que faria a separação inicial através de diferença de densidade. Dentro desse tanque a decantação que separa superficialmente a água do óleo. Após vencer as fases a mistura, já bem separada desce para um tanque de armazenamento de mistura oleosa, comumente chamado de tanque de esgoto.

Após esse processo, uma bomba puxaria a mistura do tanque de esgoto para os tubos hidrofóbicos onde a separação mais detalhada ocorreria. Com a separação inicial do tanque de cascata, garantimos uma maior vida útil do tecido do filtro hidrofóbico, visto que grande parte do óleo que seria restrito já é separado e desce para um tanque de segregação, conhecido a bordo como tanque de borra.

A mistura separada passaria por um analisador que apenas permitiria o descarte da água abaixo de 15 ppm. O que seria garantido visto a melhor separação da configuração proposta.

Dessa forma garantimos uma excelente separação, economia de espaço, visto que o sistema permite a operação mais facilmente que o tradicional, o que permitiria a construção de um tanque de esgoto menor. E assegura-se o cumprimento das leis vigentes para esse setor.

CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou novas propostas de separação de água e óleo a fim de se disseminar essas tecnologias que, dependendo da forma como é montada, pode apresentar um maior rendimento que a configuração atual.

Dessa forma, visto que a preservação do meio ambiente é assunto de grande interesse para todas as companhias de navegação, já que esse é o setor que sofre maior inspeção por meio da autoridade marítima, tais propostas tornam-se de grande interesse para o meio mercante.

Alem disso, a divulgação e aplicação dessas tecnologias colocariam em destaque o desenvolvimento de cientistas brasileiros que desenvolveram grandes propostas tecnológicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É grande a quantidade de propostas para substituir o separador por coalescência. Esse trabalho apresentou somente os sistemas mais adaptáveis aos navios mercantes. O trabalho não esgota o assunto, podendo ter deixado de abranger uma tecnologia ainda pouco divulgada.

A configuração ideal foi proposta a partir de conhecimentos práticos e observações divulgadas pela equipe do Dr. Jadson Belchior do Departamento de Química da UFMG, não tendo sido, ainda, desenvolvida fisicamente uma adaptação para os navios.

Dessa forma, a qualidade da configuração foi medida apenas pelos resultados dos testes de bancada, podendo haver diferenças no projeto real.

Porem, ainda que a configuração não obtenha o mesmo resultado na escala macro inicialmente, ela já é uma ótima opção de tecnologia para, depois de aperfeiçoada se for o caso, vir a substituir o modelo atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Notícia: “Alunas brasileiras vencem concurso de idéias inovadoras”:
<http://g1.globo.com/educacao/noticia/2014/10/alunas-brasileiras-vencem-concurso-de-ideias-inovadoras-de-harvard.html>
Acessado dia 12 de Agosto 2015
2. Programa *VILLAGE TO RAISE A CHILD*
www.crowdrise.com/villagetoraisechildprojects/fundraiser/
Acessado dia 12 de agosto de 2015
3. Notícia “Separação amigável”
<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/09/separacao-amigavel/?searchterm=None>
Acessado dia 15 de agosto de 2015
4. Separador de água e óleo da Vision Marine
<http://www.visionmarine.com.br/sistemas-de-tratamento-de-agua#bilge-water-separator>
Acessado dia 15 de agosto de 2015
5. A IMO:
<http://www.imo.org>
Acesso em 22 de agosto de 2015.
6. A Convenção Marpol:
<http://www.ccaimo.mar.mil.br/marpol>
Acessado em 20 de agosto de 2015.
7. Manual separador de água e óleo : Jowa Seaguard, Operation instructions and techical manual.
Rev.12, 100913, JIM

8. Analisador 15 ppm: Jowa Seaguard, Operation instructions and techical manual. Rev.12, 100913, JIM
9. Email enviado pelo Dr. Jadson Belchior, Departamento de Química da UFMG, no dia 14 de Julho de 2015.
10. DE ALMEIDA, Lucilla Coelho, Simulação numérica da separação água-óleo em hidrociclones para baixas frações de óleo.
11. Notícia: “Filtro desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Química separa água e óleo com 99% de eficácia”
<https://www.ufmg.br/online/arquivos/037751.shtml>
Acessado dia 12 de julho de 2015