

Drenagem e Tratamento de Biogás

7. DRENAGEM E TRATAMENTO DE BIOGÁS

7.1. Sistema de Controlo e Drenagem do Biogás

A célula C, existente, dispõe de um sistema de controlo do biogás constituído por drenos de biogás, em brita, percorridos, no seu interior por um tubo perfurado em PEAD, a cuja parte superior será acoplada, na fase de selagem do aterro, uma cabeça e, a esta, um dispositivo de ventilação.

A decomposição da matéria orgânica em meio anaeróbio é responsável pela formação de gases nas deposições de resíduos que contenham um teor de matéria biodegradável significativa. O fluido produzido é constituído por uma mistura de gases, fundamentalmente, anidrido carbónico (CO₂) e metano (CH₄).

No caso específico dos resíduos recebidos no aterro, foi estimada a seguinte biodegradabilidade dos resíduos:

- Rapidamente biodegradáveis..... 4%;
- Lentamente biodegradáveis..... 0%;
- Inertes ou não biodegradáveis..... 96%.

Os cálculos efetuados apontam para uma produção de biogás máxima de 46,0 Nm³/h.

Considerando que cada dreno executado permite a criação de uma depressão para onde o gás terá migração preferencial e que o seu raio de influência eficaz atinge cerca de 30 m, tinha-se considerado, na célula C existente, a instalação de 16 drenos.

Estima-se que, após efetuada a ampliação da célula C, sejam necessários 5 drenos adicionais, como se representa no desenho C-125-C-01.

Quando toda a célula C estiver selada, o sistema de ventilação passivo será substituído por um sistema de drenagem ativo, constituído por tubos drenantes a instalar em maior número, acoplados a cabeças de regulação que, através de uma rede de coletores, ligarão à unidade de valorização de biogás que, atualmente recebe o biogás gerados nas células A e B, já seladas e uma parte dos drenos instalados na célula C. Na unidade de queima, realiza-se a queima controlada do biogás.

Drenagem e Tratamento de Biogás

7.2. Valorização Energética do Biogás

A conversão energética do biogás é o processo de transformação da energia química (metano), por meio de uma combustão controlada, em energia mecânica, que por sua vez é convertida em energia elétrica. As tecnologias convencionais para a transformação energética do biogás são as turbinas a gás e os motores de combustão interna, tendo sido selecionado para a instalação do CITRI um motor de combustão interna de ciclo Otto, em quatro tempos, dado que possui maior eficiência e menor custo neste tipo de aplicação.

O ciclo Otto em quatro tempos consiste em expansão/arrefecimento adiabático, seguido de arrefecimento a volume constante, aquecimento/compressão adiabático e aquecimento a volume constante. A válvula de entrada de ar abre no tempo preciso para permitir a entrada de ar no cilindro (misturado com o combustível). A vela promove a ignição da mistura no interior do cilindro, ocorrendo a explosão. A força da explosão é transferida ao pistão, imprimindo-lhe um movimento periódico, cuja força é transferida através da manivela para o eixo de transmissão.



Figura 2. Unidade de Valorização de Biogás

Drenagem e Tratamento de Biogás

A aspiração do biogás através dos drenos e rede de coletores é realizada pelo conjunto de compressores.

O sistema de purificação está instalado na linha de captação do gás e consiste na remoção do conteúdo em água (através do arrefecimento do biogás), gás sulfídrico e outros compostos sulfurados e clorados. A unidade de arrefecimento e controlo de temperatura do biogás é independente.

Foi instalada uma unidade de pós-combustão para redução de CO e NOx. Os gases de combustão são exauridos através de uma chaminé, cumprindo-se os valores limite de emissão aplicáveis atualmente a este tipo de instalação (Decreto-lei n.º 39/2018, de 11 de junho).

O conjunto moto-gerador utilizado tem interligação com a rede do SEP – Sistema Elétrico de Serviço Público, através do ponto de interligação.

A instalação dispõe, igualmente, de uma tocha de emergência, para situações de avaria da unidade.

Após a selagem da célula C esta unidade receberá também o biogás para valorizar.

Na fase do projeto de selagem serão enviados os Desenhos com as dimensões e traçado das condutas de ligação à unidade de queima de biogás.

7.2.1. Descrição do equipamento

O equipamento de recuperação energética é constituído por:

- um motor a gás acoplado a um gerador de energia elétrica síncrono de 836 kWe de potência;
- um transformador elevador de 400 V a 30 kV;
- um sistema em paralelo com a rede elétrica nacional;
- um sistema de condução e supervisão.

A energia elétrica é entregue à rede elétrica nacional mediante uma cabine de interface em média tensão com o gestor local.

Drenagem e Tratamento de Biogás

7.2.2. Ciclo de Tratamento

No equipamento são identificadas algumas fases distintas do processo de extração forçada de biogás, nomeadamente:

- Rede de captação
- Poços de captação
- Estação de regulação
- Conduatas
- Estação de extração

7.2.2.1. Rede de captação

O sistema de captação do gás combustível que se realiza espontaneamente no corpo do aterro é constituído por:

1. Poços de captação;
2. Estações de regulação;
3. Conduatos;
4. Estação de extração.

7.2.2.2. Poços de captação

Encontram-se instalados 48 poços distribuídos pelas células A e B e acrescentem-se 5 poços na célula C aos existentes, parte já com ligação efetuada à central. Os poços foram previstos em função do raio de influência e da necessidade de otimização do sistema de captação para diminuição da fuga de emissões de biogás e a possibilidade de infiltrações de oxigénio no aterro.

Os poços foram realizados verticalmente mediante perfuração, com tubos de PEAD perfurado. O tubo foi envolto com brita para possibilitar a infiltração e o transporte à superfície do gás a ser coletado. As cabeças dos poços foram realizadas de maneira a assegurar a máxima flexibilidade do equipamento.

7.2.2.3. Estação de regulação

Os poços estão interligados individualmente ou em pares a uma ou mais estações de regulação através de canalização em PEAD, para gás, com Ø 90 mm. Nas estações de regulação é possível manter controladas as características de toda a rede. Cada entrada na estação de regulação é dotada de uma válvula borboleta e de um ponto para amostragem de biogás de maneira a otimizar-se a captação.

Drenagem e Tratamento de Biogás

7.2.2.4. Rede de Drenagem

A rede de drenagem é constituída por tubos de PEAD, para gás, com Ø 200 mm.

A quantidade e o tamanho das condutas dependem da distância das estações e da quantidade de gás que se previu coletar.

Para a escolha do sistema de drenagem e a sua regulação foram tidos em conta os seguintes aspetos:

- a necessidade de realizar uma rede com inclinação apropriada;
- a exigência de possibilitar que os operadores trabalhem com segurança;
- a necessidade, para os operadores, de manter o equipamento sob controlo;
- a exigência de manter o equipamento sempre eficiente, com necessidade apenas de manutenção simples.

7.2.2.5. Estação de Extração

A estação de extração foi dimensionada com base no caudal de gás previsto, na quantidade e distância dos poços e nas perdas de carga da rede de captação. É constituída da seguinte maneira:

- descarregadores de condensação de PEAD;
- um separador ciclónico de condensação para cada entrada;
- filtros para retenção de pó (para salvar o ventilador e os motores);
- dois ventiladores (um a funcionar e o outro de reserva) reguláveis mediante um inversor.

A gestão da aspiração do biogás é realizada por dois ventiladores multi estágio, um a funcionar e o outro de reserva, dotados de dispositivo para registar os tempos de funcionamento e dimensionados para extraírem a quantidade de gás produzida.

A estação assegura a depressão em todos os poços e uma pressão suficiente para alimentação ao motor.

Cada entrada é constituída por:

- separador ciclónico da condensação;
- válvula borboleta para interromper a linha;
- pontos de tomada para as análises manuais e contínuas.

O gás é levado até filtros de poeiras dotados de:

Drenagem e Tratamento de Biogás

- sistemas de válvulas de interrupção para substituir os filtros sem necessidade de parar o equipamento;
- manómetros de indicação da depressão e controlo de entupimento dos filtros.

7.2.3. Sistema de Produção de Energia Eléctrica

O equipamento de recuperação energética é constituído por:

1. analisador;
2. tratamento do biogás;
3. motor endotérmico;
4. cabine eléctrica;
5. transformador de energia eléctrica de baixa tensão a média tensão;

7.2.3.1. Analisador

O equipamento é dotado de sistema de análises para monitorar continuamente o teor (% de volume) em oxigénio e metano no biogás enviado ao motor. Este sistema previu um alarme de paragem do motor, relacionado com o aumento da concentração de oxigénio no biogás, de modo a não se criarem misturas potencialmente explosivas na rede de captação.

A monitorização realizada mediante o sistema de análises contínuo do biogás possibilita assegurar a fiabilidade e a eficiência do sistema de extração, uma vez que eventuais avarias são imediatamente assinaladas e, portanto, prontamente reparados os danos que houver.

7.2.3.2. Tratamento do Biogás

O biogás, antes de ser levado ao grupo de geração, é submetido a mais um sistema de depuração constituído por um grupo de refrigeração acoplado a um permutador de calor. O sistema tem a capacidade de eliminar a humidade contida no fluxo gasoso.

O biogás é enviado pressurizado ao grupo de geração. A pressão é indicada diretamente na canalização de adução, sendo o caudal gerido por meio informático.

7.2.3.3. Motor Endotérmico

O equipamento é constituído por um gerador de potência de 836 kWe; o motor endotérmico de ciclo Otto acoplado a um alternador, dotado de turbina e de sistema de arrefecimento por mistura *Intercooler* realizado apropriadamente para funcionar com biogás de aterro e gerido por dois controladores lógicos programáveis (PLCs).

Drenagem e Tratamento de Biogás

O grupo de geração é instalado num apropriado contentor de metal, com suporte autónomo e dotado de isolamento acústico e térmico, no qual se encontra alojado o quadro elétrico e o quadro de comandos do grupo.

O gerador é dotado de um sistema de redução de CO pós combustão. O sistema de pós combustão catalítica opera a 750~800 °C e permite manter a concentração de CO ao longo do tempo.

O sistema de pós combustão é constituído por uma câmara de combustão dupla. Os gases são aquecidos, aquando a introdução na câmara, por resistências elétricas e durante a combustão é utilizado uma proporção de biogás para manter a temperatura. Após a oxidação são enviados à segunda câmara de combustão onde arrefecem e são emitidos para a atmosfera a uma temperatura de cerca de 510 °C. A cada 3~5 minutos uma válvula inverte a ordem do fluxo do gás, enquanto o sistema estiver a operar. A alternância da passagem pelas duas câmaras possibilita poupar energia e manter a eficiência do processo.

Em caso de paragem temporária do motor, em que o biogás não possa ser queimado, o mesmo é encaminhado para uma tocha de emergência, que se acende automaticamente.

As emissões do equipamento são encaminhadas à chaminé, constituída por um tubo de metal apropriadamente isolado térmica e acusticamente.

7.2.4. Tocha

Com o propósito de assegurar a queima do biogás durante as manutenções programadas, ou em caso de avaria ou paragem do equipamento, o biogás que não puder ser utilizado no motor é enviada à tocha de emergência, que se acende automaticamente.

A destruição térmica do biogás realiza-se na câmara de combustão com temperaturas superiores a 850° C, uma concentração de oxigénio superior a 3% em volume e tempo de retenção superior a 0,3 segundos.

7.3. Modo de Funcionamento do Equipamento

O equipamento funciona sete dias por semana e 24 horas por dia, cerca de 8.000 horas por ano.

Drenagem e Tratamento de Biogás

Na Tabela IV é apresentado o balanço energético horário e anual e a avaliação da poupança total de energia conseguida:

Tabela IV. Balanço Energético

BALANÇO ENERGÉTICO				
Operação do equipamento	-	-	horas p/ ano	8.000
Consumo de biogás pelo motor	Nm ³ p/ h	337	t. p/ ano	2.696
Produção bruta de energia elétrica	kWe	836	MWh p/ ano	6.688

7.4. Recuperação dos Resíduos

O equipamento utiliza biogás produzido pela fermentação anaeróbica metanogénica dos resíduos orgânicos deitados ao aterro.

Tabela V. Recuperação do Biogás

Lista Europeia de Resíduos	19 06 99 resíduos sem outra especificação: biogás
Características dos resíduos	Gás combustível Metano mín. 30% vol. H ₂ S máx. 1,5% vol. P.C.I. mín. 12.500 kJ/Nm ³
Estado físico	Gasoso
Operação de recuperação	R1 Recuperação energética