

Instituto Politécnico de Setúbal lidera projeto europeu sobre Armazenamento de Energia Térmica



O Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) tem vindo a colaborar em vários projetos europeus de investigação e desenvolvimento há cerca de vinte anos, na área de energia. Alguns dos projetos têm estado relacionados com sistemas de climatização em edifícios. O mais recente projeto europeu, do qual o IPS é a entidade coordenadora, intitula-se “Thermal Energy Storage Systems for Energy Efficient Buildings. An integrated solution for residential building energy storage by solar and geothermal resources - TESSe2b Project”.

O objetivo é projetar, desenvolver, validar e demonstrar um sistema modular e de baixo custo da tecnologia de armazenamento térmico baseado em coletores solares e bombas de calor altamente eficientes para aquecimento, arrefecimento e produção de água quente sanitária (AQS). Pretende-se assim contribuir para aumentar a eficiência energética em edifícios, melhorar o desempenho de fontes renováveis de energia as tecnologias e promover soluções avançadas de armazenamento de energia térmica.

O projeto é financiado pelo programa europeu Horizonte 2020 (H2020). O H2020 é um Programa-Quadro Comunitário de Investigação & Inovação, com um orçamento global superior a 77 mil milhões de euros para o período 2014-2020, é o maior instrumento da Comunidade Europeia especificamente orientado para o apoio à investigação, através do cofinanciamento de projetos de investigação, inovação e demonstração. O projeto TESSe2b foi submetido à chamada de propostas “Call for EeB – Energy-efficient Buildings, EeB 6 – 2015: Integrated solutions of thermal energy storage for building applications”. O projeto teve início em outubro de 2015, tendo um prazo de execução de quatro anos. O orçamento do projeto é de 4,3 milhões de euros, sendo financiado a 100% pela Comissão Europeia. Nesta *call*, foram apenas aprovados apenas dois projetos, tendo o projeto TESSe2b sido um deles.

O consórcio é constituído por dez parceiros de oito países (Portugal, Espanha, Grécia, Chipre, Áustria, Polónia, Alemanha e Reino Unido). Para além do IPS, o consórcio é constituído por mais quatro entidades de ensino superior, três empresas privadas, uma entidade de investigação e uma associação sem fins lucrativos.

COMO ARMAZENAR DE ENERGIA TÉRMICA

O armazenamento de energia térmica pode ser realizado na forma de calor sensível ou calor latente. Na forma de calor sensível, a energia térmica é armazenada num fluido arrefecido ou aquecido a uma determinada temperatura. Normalmente, a capacidade de armazenamento térmico por calor sensível é muito limitada, necessitando de grandes volumes. O armazenamento térmico através de calor latente recorre a fluidos que mudam de fase, normalmente entre a fase sólida e a fase líquida. Tradicionalmente, o fluido mais utilizado é a água. Sabendo que a água muda de fase (sólido-líquido), a zero graus Celsius quando se encontra à pressão atmosférica, esta é usada no armazenamento de frio a esse nível de temperatura. Tem a vantagem de ser um fluido

abundante e inerte.

Na acumulação por gelo, utilizam-se diferentes técnicas: gelo sobre tubos – fusão exterior; gelo sobre tubos – fusão interior; fusão interior em cápsulas; colheita de gelo. A acumulação por gelo tem uma grande limitação à pressão atmosférica, só consegue armazenar energia à temperatura de zero graus Celsius. Este facto limita a sua utilização no armazenamento de calor e reduz a eficiência na produção de arrefecimento através de chillers. O chiller, aquando do fornecimento de carga de frio ao banco de gelo, envia água misturada com glicol (25 % a 30 % de glicol,) arrefecida a -2 ou -1 °C. Utilizando os corolários de Carnot da segunda lei da termodinâmica, para ciclos de refrigeração, facilmente se conclui que, em termos teóricos, a eficiência do ciclo é reduzida em cerca de 25 %, considerando o funcionamento de referência do chiller a fornecer água arrefecida a 7 °C e uma temperatura do ar exterior a 35 °C.

Existem, no entanto, três principais vantagens na utilização de bancos de gelo nos sistemas de climatização. Uma das vantagens tem a ver com a possibilidade de utilizar tarifas elétricas mais reduzidas, produzindo gelo durante os períodos de menor tarifas para depois utilizar a energia armazenada nos períodos de tarifas mais elevadas. No entanto, esta vantagem nada tem a ver com eficiência energética. A segunda vantagem refere-se à possibilidade de limitação da capacidade máxima instalada de arrefecimento pelos chillers, permitindo a utilização do armazenamento térmico como complemento na satisfação dos picos de carga térmica, o que, na prática, se traduz na redução do consumo de energia e da dimensão dos sistemas de climatização. A terceira vantagem tem a ver com a possibilidade do aumento de eficiência energética do chiller, colocando-o a produzir gelo, em períodos de temperaturas do ar exterior mais amenas, por exemplo, no período noturno. Considerando, por exemplo, em Portugal, um valor típico de amplitude térmica no Verão de 15 °C, o aumento de eficiência poderá chegar ao máximo de 40 %, no entanto, em termos médios, não deverá ultrapassar os 25 %. Portanto, este aumento de eficiência serve apenas para compensar a diminuição provocada pela necessidade de redução do nível de temperatura da água à saída do chillers, restando apenas a vantagem da tarifa elétrica. Claro que esta análise deverá ser refinada para cada caso, podendo chegar-se a conclusões um pouco diferentes para situações particulares.

MATERIAIS DE MUDANÇA DE FASE

Para ultrapassar as limitações da água gelada no armazenamento de energia térmica, têm vindo a desenvolver-se outras substâncias que têm o mesmo objetivo, armazenar energia durante a mudança de fase. A estas substâncias atribui-se nome de materiais de mudança de fase, ou em inglês, *Phase Change Materials (PCM)*. O principal desafio tem sido o desenvolvimento de substâncias que consigam armazenar energia a diferentes níveis de temperatura, permitindo que sejam utilizadas em sistemas de aquecimento, arrefecimento ambiente e produção de água quente sanitária sem colocar em causa a eficiência energética dos equipamentos produtores,



nomeadamente os chillers e as bombas de calor. No sector dos edifícios, as potenciais áreas de aplicação dos PCMs são muito diversas. Nos últimos anos, a aplicação dos PCMs foi estudada em sistemas de ventilação, aquecimento passivo e sistemas de refrigeração. Os PCMs podem ser incorporados em telhados, coberturas, pisos, revestimento de paredes, janelas, caixilharias e até mesmo integrados em materiais de construção como o betão.

Para além das temperaturas de fusão e solidificação, existem outras propriedades e características que condicionam a sua utilização: deverão possuir elevado calor latente por unidade de volume e massa; baixa pressão de vapor para minimizar os riscos de rutura e fugas nos sistemas; estabilidade química, permitindo um número elevado de ciclos de fusão/solidificação; baixo grau de corrosão; os PCMs devem ser amigos do ambiente, em caso de rutura nas instalações, não devendo emitir substâncias tóxicas ou perigosas para o ambiente; apresentar baixo nível de inflamabilidade; pequena variação da densidade entre a fase sólida e líquida; baixo grau de “super-cooling”, ou seja, reduzido intervalo de temperaturas durante o processo de mudança de fase, produzido pelo fenómeno de histerese; condutividade térmica elevada, o que irá permitir uma elevada taxa de troca de calor; abundantes e baratos de produzir.

A forma mais comum de classificar os PCMs é dividi-los em

três grupos: orgânicos, inorgânicos e eutéticos.

Os PCMs orgânicos podem ser subdivididos em parafinas e não-parafinas. Em geral, os PCM orgânicos não apresentam segregação e solidificam sem apresentar *super-cooling* ou este fenómeno é reduzido. As parafinas abrangem uma vasta gama de temperaturas de mudança de fase e, como tal, cobrem uma larga gama de aplicação que vai além do sector dos edifícios. A grande desvantagem da utilização de parafinas é sua baixa condutividade térmica (cerca de 0,2 W/mK) e facto de serem incompatíveis com alguns materiais plásticos. Os PCM orgânicos que não são parafinas são essencialmente ácidos gordos e álcoois e glicóis, e, tal como no caso das parafinas, este material apresenta valores baixos da condutividade térmica (0,15 -0,17 W/mK). Uma outra desvantagem da aplicação de PCM orgânicos, no sector dos edifícios, é o facto de serem inflamáveis, o que aumenta a carga de incêndio nos edifícios.

Os PCMs inorgânicos com interesse são os sais hidratados e metálicos, no entanto os metálicos apresentam temperatura de mudança de fase sem interesse prático para a aplicação no sector dos edifícios. Os sais hidratados são constituídos por sais inorgânicos e água. A mudança de fase destes materiais

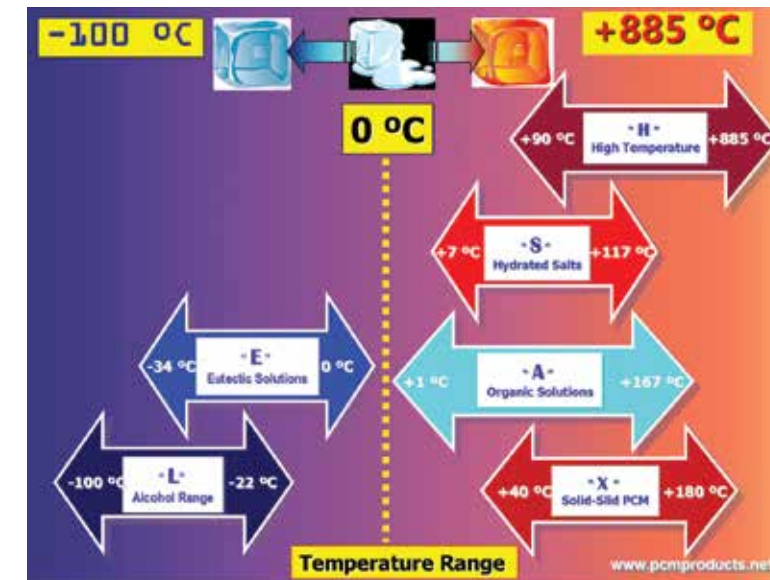


Fig. 1 Gama de aplicação (temperatura) de diferentes tipos de PCMs (fonte: www.pcmproducts.net).

O sistema a desenvolver será constituído por um tanque de armazenamento de frio para arrefecimento ambiente, um tanque de armazenamento de calor para aquecimento ambiente e um tanque de armazenamento de calor para preparação de AQS.

envolve processos de hidratação e desidratação que, de certa forma, se assemelham aos processos de fusão e solidificação. Comparativamente ao PCMs orgânicos estes materiais são mais baratos de produzir, têm maior calor latente por unidade de massa e volume, apresentam uma condutividade térmica superior, não são inflamáveis e têm uma variação de densidade inferior entre o estado sólido e líquido. Como desvantagem, estes materiais apresentam segregação na mudança de fase em geral *super-cooling* e são corrosivos para os metais. Os materiais de mudança de fase designados eutéticos

são compostos por duas ou mais substâncias que, durante a fase de cristalização, formam uma mistura que se comporta como uma substância única. Os PCMs eutéticos podem ser constituídos por uma grande variedade de combinação que inclui misturas de compostos orgânicos, misturas de compostos inorgânicos e materiais constituídos por compostos orgânicos e inorgânicos. Os PCM eutéticos apresentam, como vantagens, o facto de se poder desenvolver compostos para temperatura específicas de aplicação e, em geral, de apresentarem valores superiores do calor latente.

A figura 1 (fonte: www.pcmproducts.net) mostra as gamas

TRIAL 2

Especialmente indicado para "kits de autoconsumo" e com as habituais garantias de qualidade e resistência. Este novo triângulo, TRIAL 2, permite a instalação dos módulos fotovoltaicos em solo plano com ângulos de exposição solar fixos de 25, 30 ou 35 graus.

Montagem rápida

Baixo custo

Vários ângulos

Apodicação 20 metros

sistema de alumínio para o instalação solar

Opexil - Exportação e Importação., Lda.
R. da Valada, 44 3860-125 Avanca - Estarreja
T: +351 234 884 494 | F: +351 234 880 122
eps@opexil.pt

de utilização em termos de temperatura para diferentes tipos de PCMs.

Em geral, a aplicação de PCMs nos edifícios envolve uma fase líquida, o que requer, na maioria das aplicações, a utilização de materiais encapsulados. Os PCMs encapsulados podem ser apresentados na forma de pó com dimensões que vão desde microns a alguns milímetros (micro-encapsulamento) ou inseridos em recipientes com dimensões na ordem dos centímetros (macro-encapsulamento). Os materiais de encapsulamento não devem reagir com os PCMs de forma a não se deteriorarem ao longo do tempo. O tipo de encapsulamento está intimamente ligado à aplicação e à forma como os PCM são integrados nos edifícios.



Fig. 2 Esquema do sistema TESSE2b.

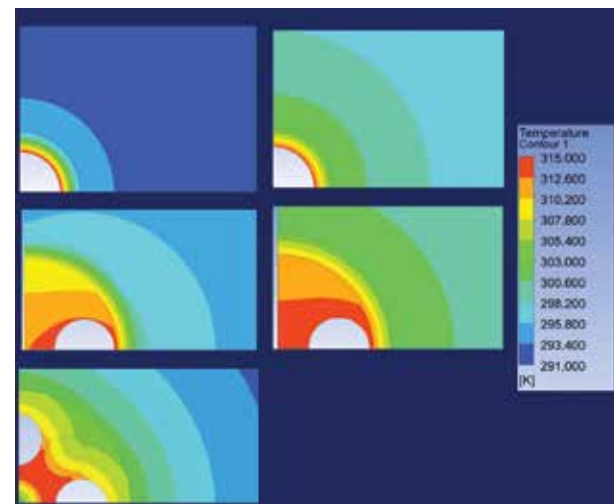


Fig. 3 Simulação numérica CFD, de um corte de um furo geotérmico várias geometrias de encapsulamento de PCM.

A SOLUÇÃO TESSE2B

O sistema a desenvolver no âmbito do projeto TESSE2b será constituído por um tanque de armazenamento de frio para arrefecimento ambiente, um tanque de armazenamento de calor para aquecimento ambiente e um tanque de armazena-

mento de calor para preparação de águas quentes sanitárias. A energia fornecida aos tanques de armazenamento de calor virá de painéis solares térmicos e terá o apoio de uma bomba de calor geotérmica. A mesma bomba de calor geotérmica fornecerá energia para o tanque de armazenamento de frio. De forma a aumentar a eficiência da bomba de calor, serão introduzidos PCMs, de forma encapsulada, nos furos geotérmicos, permitindo uma maior estabilização da temperatura na troca de calor, promovendo um aumento da eficiência energética da bomba de calor. Na figura 2, apresenta-se um esquema do sistema proposto.

Existem vários objetivos específicos a atingir durante o desenvolvimento do projeto: seleção e caracterização dos possíveis PCMs a utilizar, para garantir a conceção e desempenho de alta eficiência dos tanques de armazenamento e dos furos geotérmicos; utilização de nanotecnologia para desenvolver um novo PCM baseado em parafina reforçada com nano-partículas de forma a aumentar a condutividade térmica, sem afetar as restantes propriedades termofísicas (*nano-composite enhanced paraffin PCM - NEPCM*); desenvolvimento de um revestimento de película fina de proteção contra a corrosão de sais hidratados para os permutadores de calor instalados no interior dos tanques de armazenamento; otimização e desenvolvimento de tanques compactos e modulares, incluindo permutadores de calor de alto desempenho; desenvolvimento de um sistema de controlo inteligente do tipo *self-learning*; demonstração, monitorização e validação de tecnologia através de protótipos a instalar em três edifícios residenciais (Áustria, Barcelona e Chipre) cobrindo diferentes climas; análise de custo-eficácia da solução TESSE2b para avaliar o período de retorno do investimento; desenvolvimento de uma estratégia de exploração e de um plano de negócios eficazes, para demonstrar os benefícios globais nos vários níveis da adoção da solução TESSE2b.

O projeto passa por várias fases de desenvolvimento, nomeadamente através de utilização de simulação numérica utilizando diferentes ferramentas. A figura 3 mostra o exemplo de simulação de trocas de calor um furo geotérmico, com PCM encapsulado, utilizando o Cálculo Computacional de Mecânica de Fluidos (CFD - *Computational Fluid Dynamics*) através do software de cálculo Fluent da Ansys. Realização de vários trabalhos experimentais em laboratórios de vários parceiros do consórcio. Demonstração e validação da tecnologia em três habitações como já foi referido.

A solução TESSE2b pretende reduzir o consumo de energia do edifício em, pelo menos, 15%, podendo vir a ser alcançadas reduções na ordem dos 25-30%, com a correspondente redução nos custos operacionais. O período de retorno estimado é de oito a nove anos. O projeto TESSE2b e seus produtos exploráveis têm o potencial não só para aproveitarem a oportunidade de mercado na eficiência energética, mas também para reforçar o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia térmica no mercado da União Europeia.

Para mais informação, poderá ser consultado o sítio do projeto: www.tesse2b.eu. ■



* AIR CONDITIONING SOLUTIONS FOR YOUR FUTURE

Diariamente, construímos convosco uma forte parceria baseada na confiança, continuidade e partilha de informações. É nossa ambição contribuir para o vosso bem-estar e dos vossos clientes, enquanto pensamos no futuro.

Com base na nossa experiência e na capacidade da nossa equipa, desenvolvemos soluções seguras e sustentáveis para integração nos segmentos de mercado comercial e industrial.



Vamos pensar juntos o futuro! – Think Far*

lennoxemeia.com