



Il sistema ORC Steam & Power

Un approfondimento tecnologico sui turbogeneratori Organic Rankine Cycle (ORC) per la generazione elettrica e termica da fonti rinnovabili o da recupero del calore di processi industriali

Emma Spagnoli*

*Emma Spagnoli è Sales & Business Development Manager Steam & Power di Turboden

Le unità ORC (Organic Rankine Cycle) sfruttano il calore per la generazione elettrica e termica da fonti rinnovabili quali biomassa, geotermia, solare termodinamico e da recupero di calore di scarto da cascami termici in processi industriali ad alte temperature, inceneritori e piccoli cicli combinati abbinati a motori o turbine a gas. Con oltre 345 impianti in 38 Paesi, Turboden, società del gruppo Mitsubishi Heavy Industries con sede a Brescia, offre turbogeneratori fino a 20 MW elettrici.

Alle applicazioni sopra citate, nel 2016 si è aggiunta la famiglia Steam & Power ORC, identificata dall'acronimo ST&P, sempre basata sulla provata tecnologia Turboden dell'ORC, il cui principio innovativo è il livello di temperatura al quale il ciclo termodinamico viene operato. Sfruttando le proprietà termodinamiche di un fluido di lavoro termicamente stabile fino a 400 °C, il sistema Steam & Power ORC consente la produzione combinata di energia elettrica e calore pregiato - vapore saturo, ovvero acqua surriscaldata e olio diatermico - utile per i più svariati processi manifatturieri. Gli ambiti applicativi interessati da questa nuova tecnologia sono molteplici. In particolare, questa soluzione nasce per soddisfare i fabbisogni di quei processi fortemente energivori di vapore a medie pressioni, come nei settori food & beverage, cartario, tessile, chimico e petrolchimico, gomma, plastica, olii e grassi e altri.



Sistemi di cogenerazione completi

I prodotti della famiglia Steam & Power ORC sono sistemi di cogenerazione completi, nati dall'incontro della tecnologia Turboden con l'esperienza nella costruzione di caldaie a olio diatermico di Bono Sistemi, partner per questa applicazione. Il processo ha inizio nella caldaia a olio diatermico, dove il combustibile (es. gas naturale, olio combustibile, syngas, biomassa, ecc.) viene bruciato, e il calore di combustione è trasferito all'olio diatermico. Il fluido termovettore, a sua volta, cede calore al fluido motore del

TAGLIE STANDARD MODULI ORC STEAM & POWER

ST&P taglie	TD 4 ST&P	TD 6 ST&P	TD 10 ST&P	TD 15 ST&P	TD 25 ST&P
Potenzialità di vapore [ton/h]	4	6	10	15	25
Output elettrico lordo [kW]	550	835	1,410	2,110	3,570
Consumi di gas naturale [Sm³/h]	370	555	930	1,390	2,325
Consumi di biomassa [ton/h, PCI 2,56 kWh/kg]	1,6	2,4	4,1	6,1	10,3

DA COGENERAZIONE A TRIGENERAZIONE

I sistemi ORC Steam & Power di Turboden possono essere impiegati in assetto trigenerativo, accoppiati a chiller ad assorbimento. In particolare, l'integrazione con assorbitori ad ammoniaca consente la produzione di energia frigorifera a bassa temperatura (fino a -40°C), utile a scopi di processo (celle frigorifere, refrigerazione, produzione di acqua gelida, ecc.), ideale nell'industria del food & beverage e nel farmaceutico, grazie al vapore ad alta temperatura generato dal sistema. Inoltre, in questa configurazione, il sistema di cogenerazione è in grado di garantire l'alimentazione di carichi privilegiati e la produzione di energia frigorifera anche in caso di blackout della rete, grazie alla generazione elettrica e di vapore del sistema ORC che può essere configurata per il funzionamento in isola.

ciclo ORC permettendone l'evaporazione. Quindi il fluido di lavoro del ciclo ORC espande nella turbina, accoppiata a un generatore che produce l'output elettrico del sistema cogenerativo. Il vapore organico scaricato dalla turbina, dopo un primo recupero rigenerativo di calore interno al ciclo, viene quindi condensato ad alta temperatura (circa 200°C a seconda del livello di pressione del vapore richiesto) in uno scambiatore Shell & Tube dove, a circuito secondario, ha luogo la generazione del vapore necessario al processo. La capacità dei sistemi ORC Steam & Power è compresa tra i 500 kW e i 3 MW per singola unità completa, corrispondenti a un output da circa 4 t/h a circa 30 t/h di vapore saturo producibile. Il vapore può essere prodotto a una pressione variabile tra 5 e 30 bar a seconda della richiesta del processo. I moduli dalla gam-

ma sono compatti, modulari e disponibili per installazione outdoor.

Un passo avanti nell'economia circolare

Uno dei vantaggi della tecnologia Steam & Power è la flessibilità alla tipologia di combustibile, ovvero la possibilità di sfruttare combustibili liquidi, gassosi e solidi anche con basso potere calorifico. Per esempio, nel caso in cui vi siano by-products provenienti dal processo industriale (es. scarti di produzione industria del pannello, dei cereali, degli oli), questi possono essere utilizzati per alimentare il sistema ST&P ORC, dando origine a un processo di "economia circolare". Inoltre, nel caso di disponibilità di combustibili rinnovabili, Steam & Power ORC può essere impiegato per sostituire in modo sostenibile un vecchio generatore di vapore a combustibile convenzionale o essere inserito in parallelo a un sistema esistente di generazione vapore, garantendo un'efficace riduzione delle emissioni di CO₂.

Le caratteristiche dei sistemi li rendono preferibili alle attuali tecnologie nel campo della cogenerazione qualora l'utenza termica da soddisfare sia vapore saturo. In particolare, presentano un'efficienza energetica globale molto elevata (oltre 90% se alimentati a gas naturale) e il calore è ceduto in cogenerazione esclusivamente sotto forma di vapore, non è presente calore a bassa temperatura, come per esempio acqua calda. Il calore è quindi prodotto sempre in forma utile ai processi, caratteristica che rende il Primary Energy Saving (PES) tale da consentire il raggiungimento della qualifica CAR (Cogenerazione Alto Rendimento). Da queste caratteristiche discendono performance economiche attraenti, come i rapidi tempi di ritorno dell'investimento e soprattutto, grazie all'efficienza intrinseca della soluzione, e i consistenti profitti sul lungo termine, considerati i bassi costi operativi e la lunga vita di questi impianti (maggiore di 20 anni e senza major overhaul).

Ulteriori vantaggi del sistema Steam & Power sono la flessibilità all'esercizio ai carichi parziali, fino al 20% del carico nominale, mantenendo basse emissioni di inquinanti, bassi costi operativi e di manutenzione grazie alla supervisione automatica.