

Committente:



CACIP S.p.A. Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari
Viale Diaz 86, 09125 Cagliari (CA)

Progetto:

Revamping delle linee "A" e "B"
del termovalorizzatore
di Cagliari - Macchiareddu

Progetto definitivo

Progettisti:

tbfpartner
Ingegneri e Consulenti

Strada Regina 70 T +41 91 610 26 26
Postfach F +41 91 610 26 29
6982 Agno E-Mail tbfti@tbf.ch



R.P. Sarda s.r.l.
VIA GIOTTO, 7 SARROCH (CA)
TEL. 070 902036



Via Pitzolo 26 - Cagliari - tel. 070-454146
email: info@servinsrl.it

Committente:

Progettista:

Titolo: **DISCIPLINARE DESCRITTIVO
E PRESTAZIONALE
IMPIANTI ELETTROMECCANICI DI PROCESSO**

Rev.	Data	Modifiche	Disegnato	Controllato
0	28.01.2016	Prima emissione	TOM	AC
1				
2				
3				
4				
5				

Scala:	Formato:	Data:	Documento no. :	Rev.
-	A4	28.01.2016	S.10.1420	0

Revisioni

Revisione	Data	Indicazione della modifica	Redatto	Verificato
0	28.01.2016	Prima emissione	PRL	AC

Indice

1.	Premessa e articolazione dell'elenco delle prestazioni	1
2.	Sistema di combustione rifiuti	2
2.1	Caricamento dei rifiuti e dosaggio	2
2.2	Griglia di combustione	3
2.3	Sistema di raffreddamento griglia	4
2.4	Sistema aria di combustione	5
2.5	Estrattore scorie	7
2.6	Brucciatori di accensione e di sostegno	8
2.7	Caldaia a vapore	9
2.7.1	Parte in pressione	9
2.7.2	Carpenterie metalliche, rivestimento in lamiera e accessori	12
2.7.3	Piping e valvolame	13
2.7.4	Dispositivi di pulizia	15
2.7.5	Rivestimento refrattario, cladding e coibentazione	16
2.7.6	Rimozioni ceneri	17
3.	Sezione dei trattamento fumi	19
3.1	Primo filtro a maniche (FAM1)	19
3.2	Impianto stoccaggio e dosaggio bicarbonato	21
3.3	Silo stoccaggio e dosaggio carbone attivo	24
3.4	Reattore bicarbonato e secondo filtro a maniche (FAM2)	25
3.5	Transporto, stoccaggio e scarico residui e PSR	27
3.6	Impianto azoto	30
3.7	Impianto DeNOx	30
3.7.1	Stoccaggio soluzione ammoniacale	31
3.7.2	Dosaggio soluzione ammoniacale	32
3.7.3	Catalizzatore	33
3.8	Percorso fumi e ventilatore di coda	34
3.8.1	Condotte e serrande	34
3.8.2	Ventilatore di coda	36
3.9	Camino	37
4.	Nuovo turbogruppo	38
4.1	Turbina a vapore	38
4.2	Impianti olio lubrificante e olio di regolazione	41

4.2.1	Impianto olio lubrificante e di regolazione	41
4.3	Trasmissione	42
4.4	Generatore	43
4.5	Sistema di regolazione e protezione della turbina	45
5.	Rigenerazione turbogruppo esistente (Fincantieri)	48
6.	Ciclo termico	49
6.1	Nuovo condensatore principale e nuovo condensatore ausiliario	49
6.2	Pompe di estrazione condensato (linea C)	52
6.3	Nuove pompe di alimento	53

1. Premessa e articolazione dell'elenco delle prestazioni

Le attuali linee "A" e "B" dell'impianto di termovalorizzazione di Macchiareddu gestito da Tecnocasic SpA, della potenzialità nominale di 6.24 t/h ciascuna, sono entrate in esercizio nel 1995 ed allo stato attuale risultano non solo obsolete e tecnologicamente superate (risalgono infatti ad oltre 17 anni fa), ma evidenziano altresì uno stato d'usura particolarmente avanzato, che determina fermi d'impianto sempre più prolungati, oneri manutentivi particolarmente onerosi e difficoltà gestionali sempre crescenti.

Tali condizioni hanno portato ad una riduzione sensibile della capacità complessiva di trattamento cui si deve aggiungere l'effetto che l'aumento del Potere Calorifico Inferiore (conseguenza della variazione del rifiuto avvenuta con la raccolta differenziata) ha sulla capacità termica dei forni di combustione.

Si rende pertanto necessario, per ciascuna delle linee "A" e "B", un revamping delle sezioni forno - caldaia - recupero energetico - sezione fumi:

L'intervento di revamping si svolgerà in momenti diversi sulle due linee al fine di garantire il funzionamento dell'una durante la fermata dell'altra.

Le due linee "A" e "B" di termovalorizzazione sono costituite dalle seguenti sezioni di trattamento:

- Incenerimento
- Recupero energetico
- Trattamento fumi
- Trattamento ceneri.

Sulla base delle sezioni di trattamento presentate, l'elenco delle prestazioni dell'impianto completo si articola quindi nelle seguenti categorie:

- Opere geotecniche e strutturali (fondazioni, travi, colonne e costruzione dell'edificio)
- Opere edili e architettoniche (tamponature, opere murarie di completamento, concetto e finiture architettoniche)
- Impianti elettromeccanici di processo (componenti di processo)
- Impianti elettrici (distribuzione di media e bassa tensione).

Scopo del presente documento è a descrizione delle prestazioni relative alle opere elettromeccaniche previste nell'ambito dell'intervento di revamping.

Gli elaborati grafici a corredo del presente progetto (layout, schemi e diagrammi) sono da considerarsi come parte integrante delle descrizioni delle prestazioni.

2. Sistema di combustione rifiuti

Nel presente capitolo sono descritte le componenti del sistema di combustione rifiuti.

Il sistema di combustione deve presentare un'estrema flessibilità in relazione ai diversi poteri calorifici, alle composizioni dei rifiuti e alle proprietà fisiche del combustibile previsto in sede progettuale. Una miscelazione omogenea delle diverse frazioni di combustibili è possibile soltanto in misura limitata; questo significa che ci si devono dunque attendere grandi variazioni delle caratteristiche del combustibile. La regolazione del processo di combustione deve adeguarsi rapidamente alle diverse condizioni di funzionamento.

2.1 Caricamento dei rifiuti e dosaggio

Descrizione

La tramoggia alimentazione rifiuti è adeguata alla massima apertura della benna del carro-ponte rifiuti e dimensionata e concepita (inclinazione delle pareti laterali) in modo tale da evitare la formazione di ponti. Per il controllo del livello nella tramoggia alimentazione rifiuti è prevista una telecamera e per il condotto di alimentazione un controllo di livello.

La parte superiore della tramoggia alimentazione rifiuti è sospesa in un'apposita apertura dell'edificio ed isolata. In corrispondenza dei punti di sostegno della tramoggia alimentazione rifiuti si deve ridurre al minimo la trasmissione del rumore (caduta dei rifiuti) alla struttura dell'edificio mediante opportuni elementi smorzatori. La parte superiore e inferiore del sistema alimentazione rifiuti sono unite da una struttura di dilatazione ermetica.

La parte inferiore del sistema alimentazione rifiuti forma un tutt'uno con il sistema di dosatura ed è eseguita con raffreddamento ad acqua. Il canale di alimentazione rifiuti si allarga conicamente verso il basso. Le parti del sistema di dosatura esposte all'irraggiamento diretto della camera di combustione sono raffreddati. Anche gli spigoli anteriori delle tavole di dosaggio e alimentazione dei rifiuti sono eseguiti con raffreddamento ad acqua. Onde evitare ritorni di fiamma, l'aria di combustione non viene alimentata nella zona di dosatura.

Principali componenti elettromeccaniche

- Sistema alimentazione e dosatura rifiuti con:
 - tramoggia alimentazione rifiuti in lamiera di acciaio resistente all'usura, saldata, rinforzata con profilati di acciaio, sostegni per il montaggio nella struttura dell'edificio, supporti con elementi antirumore, controllo del livello mediante ultrasuoni
 - condotte di alimentazione rifiuti superiore in lamiera di acciaio resistente all'usura, saldata, rinforzata con profilati, zona soggetta a usura realizzata in Hardox, serranda di chiusura ignifuga con sistema di supporto, blocco e azionamento. Giunto di dilatazione verso il condotto di alimentazione rifiuti inferiore.
 - condotto di alimentazione rifiuti inferiore in lamiera di acciaio, saldata, rinforzata con profilati, con piastre anti usura, raffreddamento forzato con circuito di acqua di raffreddamento e relativi tubi e valvolame, con controllo del livello mediante barriera a microonde.

- sistema di dosatura con spintore, raffreddato ad acqua, sistema di supporto, guida, azionamento idraulico, tratto della parete laterale, rivestimento a tenuta di gas, struttura di sostegno, piano inclinato della tavola di caricamento dotato di raffreddamento forzato.

2.2 Griglia di combustione

Descrizione

Gli azionamenti delle diverse sezioni della griglia sono regolabili singolarmente. I pezzi pesanti, in particolare i cilindri di azionamento della griglia, sono disposti in maniera facilmente accessibile e facilmente smontabile.

Le tramogge ceneri sotto griglia sono eseguite a tenuta di gas e isolate. Ogni tramoggia è dotata di una porta di accesso.

Sono previste cinque zone aria primaria regolabili, a tenuta l'una rispetto all'altra.

Nelle prime 3 zone di combustione sono impiegati barrotti raffreddati ad acqua e integrati in un circuito chiuso di raffreddamento ad acqua. Nelle zone della griglia non raffreddate ad acqua vengono impiegati barrotti "normali", cioè raffreddati soltanto dall'aria primaria. Per garantire un passaggio dell'aria il più uniforme possibile sopra il rivestimento griglia, la perdita di pressione del flusso d'aria attraverso i barrotti deve essere notevolmente maggiore di quella attraverso lo strato di rifiuti sovrastante.

I barrotti sono rettificati a macchina lateralmente e adeguati l'uno all'altro in modo che risulti una superficie di griglia ermetica. Durante il funzionamento, le feritoie di alimentazione dell'aria di combustione vengono tenute pulite attraverso un movimento relativo tra i singoli barrotti, che avviene alla fine della corsa.

La prima zona del rivestimento griglia è accessibile attraverso due portelli per revisioni di min. 1,5 x 1 m.

Test fluidodinamici o simulazioni con comprovati modelli di calcolo fluidodinamici per l'intero percorso fumi saranno da utilizzare per consolidare una conformazione ottimale della camera di combustione e del percorso fumi ottimale in tutti i giri di fumo.

I pozzi di caduta delle scorie, in uscita dalla griglia di combustione sono provvisti di saracinesche manuali.

Principali componenti elettromeccaniche

– Sistema griglia con:

- griglia di combustione con sottostruttura della griglia realizzata con struttura in profilati di acciaio, rivestimento griglia (zone 1-3 raffreddate ad acqua, restanti zone raffreddate ad aria), piastre di chiusura laterali, piastre di griglia terminali, telai di supporto griglia mobili e fissi, alberi motori e sistema di supporto, ugelli aria primaria con portelli d'accesso, raccordi di misura e di funzionamento, ecc.
- condotte di collegamento dell'acqua di raffreddamento interne alla griglia, sollecitabili meccanicamente e termicamente, complete di raccordi a vite, accessori e fissaggi.

- impianto centrale di lubrificazione a grasso per gli spintori di dosaggio, della griglia e dell'estrattore scorie, completo di serbatoio del grasso, pompa per grasso, condotte di distribuzione del grasso con accessori e allacciamento agli azionamenti.
 - sistema raccolta ceneri sotto griglia, composto da tramogge ceneri, serrande raccolta ceneri sotto griglia (intercambiabili fra loro), trasporto pneumatico ceneri sotto griglia verso l'estrattore scorie, azionamenti pneumatici delle serrande
 - distribuzione completa dell'aria strumenti a partire dall'alimentazione principale con condotte di alimentazione e di distribuzione, valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione, sottodistributori e accessori
 - pozzo delle scorie compresa struttura di sostegno in lamiera di acciaio saldata e rinforzata con profilato di ferro, una saracinesca manuale per ciascun pozzo, con piastre anti usura.
- Accessori principali come porte di accesso, manicotti di misura, piastre di sostegno, oblò di ispezione, ecc.
- Stazione di azionamento idraulica completa per:
- spintori di di dosaggio, griglia ed estrattore scorie, in esecuzione silenziosa, completa di serbatoio dell'olio, circuito di raffreddamento ad aria dell'olio con filtro dell'olio ridondante,
 - gruppi pompe idrauliche (per ogni gruppo, 1 pompa come stand-by)
 - unità di comando e di regolazione, tubazioni di collegamento, accessori e cilindri idraulici completi
- Quadro di comando locale per gli azionamenti idraulici con pulsanti, interruttori, indicatori, ecc. per dosatura e griglia (segnali tramite DCS)

2.3 Sistema di raffreddamento griglia

Descrizione

Per la rimozione di calore dai barrotti raffreddati ad acqua è previsto un circuito d'acqua separato e chiuso, che cede il calore risultante all'aria primaria di combustione attraverso uno scambiatore di calore aria-acqua, situato nel preriscaldatore d'aria primaria. Per i casi di funzionamento in cui la griglia è sottoposta a sollecitazione termica estremamente elevata, e nei quali la potenza dello scambiatore di calore aria-acqua non è sufficiente, il circuito di raffreddamento è previsto, come refrigeratore di emergenza, di uno scambiatore di calore acqua-acqua che trasferisce il calore da asportare al circuito di raffreddamento del ciclo termico.

Principali componenti elettromeccaniche

- Pompe di circolazione dell'acqua di raffreddamento (2 x 100 %) con piastra di base, motore, giunto di accoppiamento e protezione del giunto di accoppiamento
- Scambiatore di calore a tubi lisci acqua-aria (disposizione dei tubi allineata) nel canale aria primaria

- Refrigeratore di emergenza come scambiatore di calore a piastre acqua-acqua con allacciamento al circuito di raffreddamento centrale
- Serbatoio di espansione con controllo della pressione e del livello
- Tubazioni di collegamento, accessori, supporti delle tubazioni, strumenti di misura, ecc.

2.4 Sistema aria di combustione

Descrizione

L'aspirazione dell'aria primaria avviene dalla fossa rifiuti. Per ridurre al minimo l'imbrattamento del preriscaldatore aria primaria, l'apertura di aspirazione è prevista in una zona per quanto possibile senza polvere (non nella zona delle tramogge alimentazione rifiuti) e a una velocità di aspirazione inferiore a 3 m/s. Due serrande motorizzate consentono la commutazione automatica dall'aspirazione dell'aria dalla fossa rifiuti all'aspirazione dall'edificio forno-caldaia, p. es. in caso di incendio nella fossa.

L'aria secondaria viene aspirata sotto il soffitto dell'edificio forno-caldaia e miscelata con una corrente parziale, aspirata dalla zona dell'estrattore scorie.

Nei canali di aspirazione dell'aria primaria e secondaria sono installati silenziatori e venturimetri per la misurazione della portata.

Le velocità effettive dell'aria nei canali dell'aria e dei fumi non devono superare i 10 m/s nel punto di carico nominale. I canali sono eseguiti in modo da evitare vibrazioni.

Per il trasporto dell'aria primaria e secondaria si utilizzano ventilatori di robusta costruzione. Le unità dei ventilatori sono eseguiti con isolamento acustico, qualora necessario al fine di rispettare i valori di rumore prescritti. Nelle carcasse dei ventilatori sono previste aperture di controllo e di pulizia (min. 400 x 400 mm).

La regolazione delle portate d'aria avviene sui relativi ventilatori mediante convertitori di frequenza, comandati dal DCS.

Per le portate d'aria si devono prevedere misurazioni di flusso con segnale a DCS (uno per ciascuna zona di griglia) nonché flussi complessivi per l'aria primaria e secondaria, tutti dotati di indicatori di pressione locali e segnalatori di valore limite. Compatibilmente con le condizioni di spazio, si devono prevedere venturimetri.

- Alimentazione aria primaria

L'aria di combustione viene alimentata dal ventilatore aria primaria alle singole zone di distribuzione aria sotto la griglia attraverso un canale dotato di preriscaldatore d'aria. Il preriscaldatore d'aria è composto dallo scambiatore di calore di raffreddamento del circuito di raffreddamento griglia e dagli scambiatori di calore riscaldati a vapore. L'impiego del preriscaldatore d'aria è previsto all'interno dell'area contrassegnata nel diagramma di combustione.

A causa del pericolo di sporco sul lato aria, per gli scambiatori di calore si utilizzano tubi lisci con disposizione dei tubi allineata e spaziatura ingrandita.

Per la generazione ottimale dell'energia, il preriscaldatore d'aria è diviso in due sul lato vapore e viene alimentato vapore con come segue:

- stadio 1: dal sistema di raffreddamento della griglia
- stadio 2: dallo spillamento a bassa pressione (BP) .

Per la pulizia del preriscaldatore d'aria sono previste aperture di pulizia in numero sufficiente. Lo stadio con vapore a bassa pressione è dotato di sezione di sottoraffreddamento della condensa.

Per l'intero preriscaldatore d'aria è previsto un canale aria di bypass al 100 %, compresa serranda ad azionamento manuale. La differenza di pressione sul lato aria a cavallo dei singoli scambiatori di calore viene misurata e indicata nel DCS e in loco.

La temperatura di uscita dell'aria primaria viene indicata in loco e a DCS.

- **Alimentazione aria secondaria**

L'aria secondaria è insufflata in corrispondenza della camera di combustione attraverso appositi ugelli.

La concezione costruttiva degli ugelli dell'aria secondaria tiene conto, in particolare, di quanto segue:

- della tendenza alla formazione di "baffi" in seguito alla fusione delle ceneri volanti nella zona di postcombustione
- della sollecitazione termica proveniente dalla camera di combustione
- del pericolo di corrosione.

Per ciascun ugello dell'aria e sono previste possibilità di controllo visivo e pulizia durante l'esercizio dell'impianto, di facile accesso.

Principali componenti elettromeccaniche

- Canali dell'aria completi per l'alimentazione dell'aria primaria e secondaria realizzati in lamiera di acciaio rinforzata con profilati, aria primaria con cappa di aspirazione dell'aria e griglia di protezione interna sul tetto della fossa, in ciascun canale un venturimetro per la misurazione della portata totale dell'aria primaria e secondaria, canale di bypass con serrande deviatrici azionate a mano per il preriscaldatore aria primaria, tutti i giunti di dilatazione, rinforzi, flange, supporti e sostegni, deflettori di flusso in lamiera, portelli di pulizia e di controllo, griglie di aspirazione, manicotti di misura, serrande, saracinesche, ecc.
- Serrande deviatrici motorizzate (fossa rifiuti / edificio forno-caldaia) per l'aspirazione dell'aria primaria
- Preriscaldatore aria primaria, composto da carcassa in lamiera di acciaio rinforzata con profilati e scambiatore di calore aria-acqua integrato del circuito di raffreddamento griglia, nonché gli scambiatori di calore riscaldati a vapore a due stadi (vapore a media pressione e a bassa pressione), parte a bassa pressione con sezione di sottoraffreddamento della condensa, tutti gli scambiatori di calore con fasci tubieri lisci e disposizione dei tubi allineata, collettori di ingresso e di uscita per vapore/condensa, tutti gli accessori necessari sul lato vapore e sul lato condensa, i fissaggi e i supporti necessari.

- Ventilatori completi per aria primaria e aria secondaria, in esecuzione a tenuta di gas, ventilatori radiali robusti e supportati alle estremità dell'asse rotante, compresi fondazione e basamento, intelaiatura di fondazione, smorzatore di vibrazioni, motori elettrici di azionamento
- Convertitori di frequenza telecomandati per la regolazione delle portate
- Silenziatori di aspirazione per tutti i ventilatori
- Ugelli di alimentazione per l'aria secondaria, realizzati in materiale resistente alle alte temperature, compresi collettori di distribuzione
- Dispositivi per la pulizia manuale degli ugelli durante il funzionamento.

Distribuzione completa dell'aria strumenti a partire dall'alimentazione principale, con tubazioni di alimentazione e di distribuzione, sottodistributore, accessori, valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione.

2.5 Estrattore scorie

Descrizione

Le scorie e il materiale caduto attraverso la griglia sono trasportati negli estrattori scorie a bagno d'acqua.

L'azionamento idraulico del sistema di estrazione scorie è collegato alla stazione idraulica centrale (azionamento griglia) della singola linea d'incenerimento.

Gli estrattori scorie sono riempiti con acqua di processo, cosicché, da una parte, la camera di combustione è isolata contro l'ingresso di aria falsa e, dall'altra, le scorie vengono spente con rapido raffreddamento. Un sistema di reintegro dell'acqua con misurazione del livello provvede al mantenimento del livello minimo di acqua negli estrattori scorie.

La geometria ottimizzata dell'estrattore scorie consente di evitare intasamenti e depositi all'interno dell'estrattore. È da garantirsi inoltre una buona accessibilità per la manutenzione, la riparazione o la sostituzione di componenti in situazione di piena sicurezza.

Principali componenti elettromeccaniche

- estrattori scorie completi composti da:
 - carcassa dell'estrattore scorie in esecuzione in lamiera di acciaio massiccia con rinforzi, appoggi, coperture e scivolo di scarico (parete laterale con portello di pulizia di grandi dimensioni)
 - spintore in acciaio legato resistente all'usura con fissaggio, azionamento idraulico esterno e sistema di supporto, ecc.
 - rivestimento con piastre anti usura sostituibili o basalto fuso
 - aspirazione dei vapori nell'aria secondaria, bocchettone di aspirazione con relativa copertura e condotta di collegamento al canale dell'aria secondaria
 - regolazione completa dell'adduzione di acqua (reflui di processo e acqua di processo) con misurazione del livello, valvolame e tubazioni

2.6 Bruciatori di accensione e di sostegno

Descrizione

Conformemente alle prescrizioni legislative in essere, l'impianto deve essere avviato da freddo mediante i bruciatori di accensione e di sostegno finché i fumi presentano un tempo di permanenza minimo di 2 secondi a una temperatura minima di 850 °C. A tale scopo si determina per mezzo di calcoli e opportune misure un punto di rilevazione per la temperatura di riferimento da rispettare. Se si scende al di sotto della temperatura di riferimento minima, la combustione dei rifiuti viene sostenuta, conformemente a quanto prescritto, attraverso l'avviamento automatico dei bruciatori. Si deve dimostrare all'autorità, per mezzo di calcoli e misure in campo, quale temperatura di riferimento corrisponde alla temperatura minima della camera di combustione.

Il comando dell'impianto bruciatori avviene attraverso una misura della temperatura dei gas del tipo 2 su 3.

Come bruciatore di accensione e di sostegno è previsto un bruciatore a gasolio su ciascuno dei due lati della caldaia. I bruciatori sono resistenti alle alte temperature, e sono in permanenza inseriti nella camera di post-combustione. Un sistema ad aria alimentato da un ventilatore dedicato per ciascuno dei bruciatori, garantisce il necessario raffreddamento alla testa del bruciatore.

La temperatura di combustione deve essere regolata in funzione dell'eccesso d'aria dei bruciatori, in modo tale da evitare adesioni e deposito delle ceneri nella zona dei bruciatori durante il funzionamento dei bruciatori di sostegno.

I bruciatori devono essere provvisti degli apparecchi di controllo e dei circuiti di sicurezza necessari. Le fiamme dei bruciatori devono poter essere controllate durante il funzionamento attraverso aperture di ispezione opportunamente disposte. Gli strumenti di controllo della dei bruciatori devono essere eseguiti in modo da non subire influenze da parte delle fiamme dei rifiuti.

Il gasolio è convogliato alla zona del forno attraverso una condotta di alimentazione e una stazione di pompaggio a partire da un serbatoio di stoccaggio comune alle due linee di combustione.

Il comando e la regolazione dei bruciatori è completamente integrato nel DCS.

Principali componenti elettromeccaniche

- Alimentazione gasolio con valvola di intercettazione manuale, valvola di intercettazione di sicurezza pneumatica
- bruciatori a gasolio completi, omologati conformemente alle prescrizioni delle autorità, composti da:
 - telaio del bruciatore, distribuzione gasolio, manicotto annesso per cellula UV, dispositivo di accensione, indicatori di fine corsa

- saracinesche ad azionamento pneumatico, comprensive di guide, rivestimento con mattoni refrattari e raffreddamento, indicatori di fine corsa
 - portelli di chiusura con cerniera e rivestimento con mattoni refrattari
 - collettore dell'aria, canale dell'aria per la combustione e serranda di regolazione dell'aria
 - ventilatore per l'aria di combustione e di raffreddamento, completa di telaio di base in acciaio, soffiante, motore elettrico, giunto di accoppiamento con protezione, silenziatore di aspirazione
 - canali dell'aria di sbarramento con le necessarie valvole di chiusura automatiche
 - controlli del combustibile e dei bruciatori sul lato aria quali regolatori di pressione, pressostati, termostati, sensori di fiamma UV, bruciatori di accensione (fiamma pilota), emettitori di scintille di accensione, ecc.
 - fissaggi e supporti necessari per condotte gasolio e aria di combustione
- Alimentazione aria strumenti con tubazioni di alimentazione e di distribuzione, valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione, sottodistributore, accessori, fissaggi/supporti delle tubazioni necessarie.

2.7 Caldaia a vapore

2.7.1 Parte in pressione

Descrizione

La concezione della caldaia è sviluppata in stretta relazione con la combustione. Combustione e caldaia, nella loro funzione strettamente interdipendente, devono avere i seguenti requisiti principali:

- assicurare una distribuzione uniforme dei fumi attraverso una progettazione ottimizzata dal profilo fluidodinamico
- evitare impaccamenti e incrostazioni nelle zone della combustione e dell'aria secondaria
- ridurre al minimo le corrosioni sul lato fumi
- ridurre al minimo gli sporcamenti sul lato fumi
- assicurare una combustione completa dei fumi e la distruzione delle diossine e dei furani (2 s, 850 °C)
- garantire l'assenza di correnti di fumi preferenziali

Le parti in pressione dell'impianto caldaia sono costruite secondo le regole della norma UNI EN 12952, nella categoria di classificazione IV e almeno conforme al modulo di fabbricazione G.

Le pareti della caldaia a vapore sono costituite da pareti membranate saldate a tenuta e raffreddate. Per ridurre al minimo il tempo di avviamento da freddo, è previsto un volume di muratura refrattaria il più ridotto possibile. La sezione convettiva a valle della sezione ad irraggiamento è a flusso dei fumi orizzontale con tubi di scambio verticali percossi meccanicamente per assicurarne la pulizia. A monte del surriscaldatore lato fumi, per motivi di prote-

zione contro la corrosione, sono inseriti tubi evaporatori. Onde evitare erosioni/corrosioni sui tubi della caldaia, si prevedono velocità dei fumi ridotte. I punti esposti (p.es. tubi della griglia, collettori deflettori) sono provvisti di pigiata oppure di coppelle di protezione.

Il cielo del tratto orizzontale è concepito in modo tale che, in caso di riparazioni rilevanti, le superfici scambianti a contatto possano essere estratte agevolmente verso il basso.

La temperatura dei fumi a monte della sezione convettiva non deve superare i 700°C a carico nominale continuo (100 %) e con superfici di scambio ad irraggiamento sporche.

Le sezioni ad irraggiamento 2 e 3 vengono pulite mediante “shower cleaning”, mentre la sezione convettiva orizzontale viene pulita con un sistema di martelli azionati pneumaticamente.

Per garantire il funzionamento corretto della linea di trattamento fumi, all’uscita della caldaia si deve mantenere una temperatura dei fumi di 200 °C in ogni caso di carico e per tutto il periodo di esercizio dell’impianto.

Per mantenere costante la temperatura dei fumi all’uscita della caldaia, è previsto uno scambiatore di calore inserito nel corpo cilindrico della caldaia a monte dell’economizzatore. Tramite una valvola a 3 vie a doppia sede, il flusso d’acqua d’alimento che percorre detto scambiatore può essere regolato in funzione della temperatura dei fumi a valle dell’economizzatore.

La spaziatura trasversale nei fasci tubieri è di 4-5 volte il diametro dei tubi nel caso del banco evaporativo a protezione del surriscaldatore, e maggiore di 2.5 volte il diametro dei tubi nel primo banco del surriscaldatore (primo banco lato fumi).

Nella concezione della caldaia deve essere assicurata una distribuzione uniforme del flusso dei fumi sull’intera sezione di passaggio, sia nella sezione ad irraggiamento che in quella convettiva (p.es. nessuna corrente preferenziale). Questo deve avvenire attraverso prove e calcoli fluidodinamici, come descritto al precedente capitolo.

Lo spessore dei tubi non deve essere inferiore a 5 mm. Nei punti esposti, lo spessore deve essere adeguatamente maggiorato.

Nella prima sezione ad irraggiamento, come protezione contro la corrosione è previsto il rivestimento in inconel 625 (cladding) delle parti membranate, sulle quattro pareti della prima sezione di irraggiamento a partire dalla quota in cui termina il rivestimento refrattario compreso il cielo della caldaia fra la prima e la seconda sezione ad irraggiamento.

Per una agevolare le operazioni di manutenzione, la caldaia a vapore è provvista di portelli di ispezione rettangolari (almeno 600 x 600 mm) in numero sufficiente.

La caldaia a vapore viene avviata con una condotta di avviamento che scarica in atmosfera, progettata per un carico nominale min. del 60 %.

La caldaia e i suoi organi di estrazione delle ceneri devono essere adatti per una eventuale una pulizia a esplosioni.

Principali componenti elettromeccaniche

- Caldaia a circolazione naturale per il recupero del calore dai fumi, disposta a valle del forno e composta da
 - 3 sezioni ad irraggiamento (a sezione vuota)
 - sezione convettiva orizzontale ("Tail End")
- Tutti i tubi in materiale senza saldatura (seamless piping). I giunti saldati fra i tubi verticali dei fasci convettivi, non devono presentare riduzioni di sezione di alcuna sorta. In particolare, non si devono prevedere saldature d'angolo.
- Tutte le parti in pressione completamente drenabili.
- **Corpo cilindrico della caldaia** composto da:
 - Mantello cilindrico con fondi profondamente convessi applicati mediante saldatura, entrambi dotati di passo d'uomo con portello del passo d'uomo incernierato
 - tutti i manicotti, le lamiere di rinforzo, i diaframmi d'angolo, le costruzioni, i tubi di distribuzione, le lamiere di smorzamento, i tubi forati, ecc. necessari
 - scambiatore di calore vapore saturo-acqua di alimentazione, integrato, per il riscaldamento dell'acqua di alimentazione.
- **Sezione ad irraggiamento** (evaporatore) composta da:
 - pareti di tubi membranati a tenuta di gas, con supporti e sostegni necessari
 - supporti e ancoraggi saldati necessari per il fissaggio del rivestimento refrattario, in forma di tavole o di pigiata, a protezione delle superfici di caldaia.
 - geometria dei tubi adattata in corrispondenza di aperture per i bruciatori, passi d'uomo, manicotti di misura, ugelli diversi, ecc.
- **Sezione convettiva orizzontale** (tubi in disposizione allineata) composto da:
 - **evaporatore**
con tubi verticali saldati nei tubi di distribuzione inferiori e nei tubi collettori superiori
 - **pareti di deviazione dei fumi**
in tutta la zona delle tramogge (evaporatore) onde evitare correnti di bypass dei fumi che potrebbero pregiudicare l'efficienza dello scambio con i banchi dei fasci tubieri
 - **surriscaldatore**
con tubi verticali saldati nei collettori superiori e nei collettori inferiori. Il numero di tubi inseriti in parallelo è calcolato in modo da garantire un raffreddamento perfetto dei tubi da parte del vapore anche in caso di carico parziale.
 - **economizzatore**
composto dai tubi verticali saldati collettori inferiori e nei tubi collettori superiori
- **Tubi di caduta**
per l'alimentazione dell'acqua della caldaia dal corpo cilindrico all'evaporatore (sia la parte ad irraggiamento che quella convettiva)

– **Tubi di compensazione del vapore**

per il convogliamento nel corpo cilindrico della miscela di vapore-acqua proveniente dall'evaporatore (parte ad irraggiamento e convettiva)

2.7.2 Carpenterie metalliche, rivestimento in lamiera e accessori

Descrizione

A seconda della costruzione della caldaia, la parte in pressione è sospesa o poggiata sulla struttura portante in carpenteria metallica. La struttura portante della caldaia comprende, sui due lati della caldaia, le piattaforme di accesso e le scale necessarie.

Nella sezione convettiva della caldaia, il cielo della caldaia stessa e le pareti laterali non raffreddate sono dotati di rivestimenti in lamiera saldata a tenuta. Tutta la parte superiore della caldaia è pedonabile ed è dotata di una copertura in lamiera striata.

Per l'accesso alle pareti delle sezioni ad irraggiamento viene fornita una pedana mobile in metallo leggero scomponibile, facilmente montabile e smontabile, appesa a cavi d'acciaio e azionata da verricelli elettrici montati sul ponteggio stesso. Con l'ausilio della pedana mobile, deve essere possibile muoversi verticalmente per accedere a tutte le pareti e superfici di scambio delle sezioni ad irraggiamento. I cieli delle sezioni ad irraggiamento sono provvisti dei bocchelli necessari per far passare i cavi a cui viene appesa la pedana. In corrispondenza delle sezioni ad irraggiamento sono previste le aperture necessarie per introdurre la pedana all'interno della caldaia.

Principali componenti elettromeccaniche

– **Struttura portante della caldaia e delle piattaforme di accesso**

per sostenere l'intera fornitura quali la sezione ad irraggiamento e convettiva (evaporatore, economizzatore e surriscaldatore) con muratura, tramogge ceneri volanti, cappa per fumi, ecc., nonché le piattaforme e le scale. La struttura portante è appoggiata a quota ± 00.0 e $+14.00$.

– **Piattaforme di accesso e scale** sui due lati della caldaia

– **Rivestimento esterno in lamiera**

Il tetto della caldaia della sezione convettiva (evaporatore, economizzatore e surriscaldatore) è saldato a tenuta di gas. Per il contenimento dei collettori esterni (per evaporatori, economizzatori e surriscaldatori) sono previste cassette ermetiche. Tutto il tetto della caldaia è pedonabile (copertura con lamiera striata).

– **Accessori grossi**, comprendenti:

- le fasce di irrigidimento necessarie nella zona della caldaia
- le aperture e i portelli di controllo necessari per l'esercizio e la manutenzione senza problemi della caldaia (da prevedere su entrambi i lati)
- le tramogge ceneri volanti complete in lamiera di acciaio sottostanti la sezione convettiva (evaporatore, surriscaldatore ed economizzatore) con flange, fissaggi, rinforzi, ecc.

Nella zona con temperature dei fumi >400°C si utilizza lamiera resistente ad alte temperature.

- la cappa per fumi all'uscita della caldaia, a tenuta di fumi, con tubi di raccordo per la condotta di bypass del reattore di assorbimento e del filtro a maniche.
- le necessarie tramogge amovibili di raccolta ceneri in lamiera sotto tutte le aperture e i portelli di controllo (lato esterno della caldaia), per evitare la fuoriuscita di cenere
- un ponteggio scomponibile in metallo leggero per tutte le sezioni ad irraggiamento, con cavi d'acciaio di sostegno e verricelli elettrici
- giunti di dilatazione in materiale morbido (ad esempio: tra le pareti membranate e la griglia di combustione).

2.7.3 Piping e valvolame

Descrizione

L'intero impianto caldaie è provvisto delle condotte e degli accessori necessari per il perfetto sfiato, drenaggio e svuotamento. I drenaggi (DN min. 25) e gli sfiati (DN min. 15) per il corpo in pressione completo sono eseguiti con doppia rubinetteria (doppia valvola). Gli sfiati sono allacciati alla condotta di scarico del serbatoio di blow down.

Le condotte di scarico e i silenziatori devono essere costruiti o protetti in modo che non possano gelare (installazione idonea, presenza di tracciatura).

Principali componenti elettromeccaniche

– **Rubinetteria fine**, fra cui:

- valvole di intercettazione acqua di alimentazione con/senza cono di regolazione
- valvola di non ritorno acqua di alimentazione
- valvola di regolazione acqua di alimentazione
- valvola di regolazione acqua di alimentazione a 3 vie per preriscaldatore corpo cilindrico con doppia sede
- filtri a monte delle valvole regolatrici acqua di alimentazione
- pozzetti protettivi saldati necessari per l'installazione di sonde per la misurazione della temperatura
- bocchelli nella zona della caldaia necessari per misurare pressione, temperatura e analisi dei fumi, compresi bocchelli di riserva necessari per le misurazioni su intere sezioni della velocità dei fumi, nonché per le misurazioni di collaudo
- termometri
- manometri con valvola di controllo a tre vie, valvola di intercettazione e tubo manometrico
- indicatori del livello dell'acqua nel corpo cilindrico
- indicatore a distanza del livello dell'acqua nel corpo cilindrico, con illuminazione, disposto nella zona della sala quadri
- manometro, disposto nella zona della sala quadri

- allarmi di livello con contatti a due vie oppure con trasmettitori elettrici di livello (dispositivo di protezione contro la mancanza d'acqua)
- valvole di sicurezza a corsa completa necessarie, compreso drenaggio, condotte di scarico della pressione e silenziatori
- valvola di regolazione portata di spurgo, combinata con valvola di raccordo di campionatura
- misurazioni della portata di vapore con compensazione della pressione e della temperatura
- misurazione del flusso di acqua di alimentazione con compensazione della temperatura
- tutti i dispositivi di allarme quali apparecchi di controllo automatico della portata, allarmi di livello, limitatori di temperatura, ecc. rientrano nella fornitura
- scarico di emergenza del corpo cilindrico con doppia valvola (una valvola provvista di azionamento elettrico), con tubo di presa introdotto nel corpo cilindrico fino al livello di allarme più basso
- manicotti diversi
- saracinesca vapore surriscaldato con azionamento elettrico con valvola di bypass integrata o separata (quest'ultima azionata a mano)
- condotta di avviamento della caldaia con valvola regolatrice e di intercettazione fino al silenziatore sul tetto dell'edificio forno-caldaia
- disco a innesto o anello flangiato nella condotta del vapore saturo fra il corpo cilindrico e il surriscaldatore (per prove a pressione parziale)
- targhettatura di tutte le valvole e gli strumenti di misura, ecc.
- attemperatori a iniezione, completi di relativi tubi e valvolame
- valvole di intercettazione a monte e a valle di tutte le valvole regolatrici, compresa valvola di bypass regolata a mano
- valvola regolatrice vapore surriscaldato con azionamento elettrico per la condotta di avviamento
- tutte le altre tubazioni e il valvolame indicati negli schemi P&ID o comunque necessari al corretto funzionamento del sistema caldaia.

– **Drenaggi e sfiati**

- drenaggi necessari (DN min. 25) per tutte le parti in pressione, con doppia valvola e tubazioni collegate al collettore di drenaggio
- collettore di drenaggio separato per il surriscaldatore
- bocchettoni di scarico per ciascun collettore di drenaggio
- sfiati necessari (DN min. 15) per tutte le parti in pressione, con doppia valvolatura, scarichi collettati su un unico collettore di sfiato
- condotte di scarico e valvole di intercettazione per tutti gli accessori quali livelli dell'acqua, allarmi, valvole di sicurezza, ecc.
- condotte di collegamento fino al serbatoio di blow down

2.7.4 Dispositivi di pulizia

Descrizione

Per la pulizia durante l'esercizio della seconda e terza sezione ad irraggiamento lato fumi, sul cielo della caldaia è montato un impianto di shower cleaning completamente automatico. Per ciascuna sezione ad irraggiamento sono previste 2 unità di pulizia. L'acqua di processo necessaria viene pompata e quindi alimentata alle unità di shower cleaning mediante pompe e condotte di distribuzione. La frequenza della pulizia e i cicli temporali sono liberamente configurabili tramite il DCS.

La pulizia delle superfici di scambio convettive (evaporatore, surriscaldatore, economizzatore) avviene sui due lati della caldaia tramite un dispositivo di martellamento scorrevole a funzionamento completamente automatico, dotato di pistoni di martellamento ad azionamento pneumatico. Il programma di percussione è liberamente configurabile sul DCS per quanto riguarda la frequenza e l'intensità della percussione, per ciascun lato del fascio tubiero.

Principali componenti elettromeccaniche

– Sezione ad irraggiamento

• Shower cleaning

per la pulizia completamente automatica delle superfici di scambio delle pareti della seconda e della terza sezione ad irraggiamento, con comando e configurazione dei parametri attraverso il DCS, ciascuna delle unità di pulizia composta da:

- manicotto saldato con flangia per il passaggio del tubo flessibile
- unità di pulizia alloggiata in apposito armadio, con bobina per l'avvolgimento del tubo flessibile dotata di azionamento elettrico, guida del tubo flessibile con rulli, tubo flessibile resistente ad alte temperature con rivestimento in rete di acciaio, ugello per la diffusione dell'acqua a cono cavo, saracinesca di chiusura sul manicotto di passaggio del tubo flessibile, tubazioni dell'acqua con valvolame, trasduttore per controllo di fine corsa e di pressione.
- pompa di pressurizzazione con piastra di fondazione, pompa e motore elettrico nonché giunto di accoppiamento con protezione, a valle della pompa controllo di pressione (DCS) e indicatore di pressione locale
- condotte dell'acqua complete dal collettore di distribuzione dell'acqua di processo attraverso la pompa di pressurizzazione fino alla distribuzione dell'acqua a monte degli armadi di pulizia e all'alimentazione agli armadi di pulizia, valvolame e sostegni/fissaggi delle condotte necessari
- quadro di comando locale con PLC e collegamento al DCS.

– Superfici scambianti convettive

• Martelli percussori

per la pulizia completamente automatica delle superfici scambianti convettive, con comando e possibilità di configurazione dei parametri attraverso il DCS.

Sistema di percussione su entrambi i lati della caldaia, ciascuno composto da:

- vie di corsa per i carrelli del sistema di percussione
- carrelli scorrevoli longitudinalmente automaticamente con azionamento mediante motoriduttore, con spintori ad azionamento pneumatico e ritorno a molla
- approvvigionamento aria di sbarramento/di raffreddamento con ventilatore elettrico, condotte dell'aria, valvolame, fissaggi delle condotte
- condotte/tubi flessibili dell'aria compressa e valvolame, fissaggi e sostegni necessari
- quadro di comando locale con PLC e collegamento al DCS.

2.7.5 Rivestimento refrattario, cladding e coibentazione

Descrizione

La camera di combustione e parte della camera di postcombustione sono protette dagli agenti corrosivi mediante un rivestimento in materiale refrattario (tavole in SiC, pigiata), mentre nella zona successiva è previsto un cladding. Il cladding inizia sotto la fine del rivestimento refrattario (sovrapposizione: 400 mm) e termina 2.6 m sopra il rivestimento refrattario.

Il rivestimento della camera di combustione, cioè zona di dosatura rifiuti, parete frontale, pareti laterali, parete posteriore, nonché parte della camera di postcombustione, è realizzato prevalentemente con tavole in SiC. In aree in cui non è possibile l'impiego di tavole, viene applicata una coltre spruzzata di SiC o una pigiata in Al_2O_3 . Lo spazio fra parete membranata della caldaia e le tavole viene colmata interamente da una massa cementizia refrattaria autolivellante. Deve essere esclusa ogni infiltrazione di fumi fino alle superfici metalliche della caldaia per evitare azioni corrosive.

La scelta della qualità del materiale, dello spessore e dell'esecuzione del rivestimento refrattario (materiale refrattario e isolante) nonché del cladding, è effettuata in funzione della sollecitazione termica e chimica.

Tutti gli ancoraggi e le mensole di supporto dei materiali refrattari sono realizzati in Inconel 625 (o equivalente).

Nella zona della pigiata in SiC, i ganci di ancoraggio sono dotati di cappellini protettivi in SiC (con foro).

Principali componenti elettromeccaniche

– **Rivestimento refrattario** comprendente:

- tavole in SiC per il rivestimento della camera di combustione, cioè zona di alimentazione rifiuti nel forno, parete frontale, pareti laterali, parete posteriore, nonché parte della camera di postcombustione; riempimento di massa refrattaria autolivellante fra tavole e superficie della caldaia
- il rivestimento di tutti i collettori riscaldati, con pigiata refrattaria
- il rivestimento delle tramogge ceneri volanti nella zona con temperature dei fumi elevate, con mattoni refrattari e coibentazione

- il rivestimento con mattoni refrattari o pigiata refrattaria per tutti i portelli delle aperture di ispezione e di accesso, i collettori, i manicotti, i diversi ugelli, ecc.
 - le componenti di fissaggio e ancoraggio di mattoni, tavelle e pigiate refrattari, quali ganci, mensole, ecc. in materiale resistente alle alte temperature
- **Cladding nella prima sezione ad irraggiamento**
sulle 4 pareti, cladding con Inconel 625, spessore $2\pm 0,2$ mm, altezza del cladding 3 m, di cui 0.4 m sovrapposti al rivestimento refrattario
- **Coibentazione esterna**
Coibentazione esterna della caldaia, comprensiva delle zone pedonabili precedentemente descritte.

2.7.6 Rimozioni ceneri

Descrizione

Le ceneri volanti estratte nella seconda e nella terza sezione ad irraggiamento della caldaia vengono raccolte al centro sotto la tramoggia trasversale da una coclea di scarico con eliche controrotanti e scaricate in un trasportatore a catena a trogoli tramite una serranda oscillante doppia con successivo pozzo di caduta. Nello stesso trasportatore a catena a trogoli vengono scaricate le ceneri provenienti dalle tramogge ceneri della sezione convettiva della caldaia, attraverso pozzi di caduta con paratoie piane e serrande oscillanti doppie. L'intero flusso di ceneri viene convogliato attraverso un frantumatore di grumi con successiva separazione dei pezzi grossi e quindi trasferita al sistema di trasporto residui dell'impianto filtro a maniche.

Nei pozzi di caduta ceneri, a monte delle paratoie piane, sono disposte aperture chiudibili per interventi di sbloccaggio (\varnothing 150 mm).

Onde evitare intasamenti, i dispositivi di scarico e di trasporto sono dimensionati in maniera generosa. In corrispondenza delle uscite delle tramogge, sopra alle serrande oscillanti doppie, sono previste saracinesche manuali che consentono la revisione o la sostituzione dei gruppi sottostanti durante l'esercizio dell'impianto.

Il sistema di estrazione delle ceneri è dimensionato in modo tale da consentire il trasporto e il trattamento delle ceneri (quantità, dimensioni dei blocchi) risultanti anche da una pulizia della caldaia per esplosioni.

L'intera rimozione delle ceneri dalla caldaia è eseguita a tenuta di polvere e progettata per essere resistente all'usura e di facile manutenzione e riparazione. Per evitare che si scenda al di sotto del punto di rugiada, il sistema di rimozione delle ceneri è coibentato e il trasportatore a catena a trogoli è dotato di riscaldamento complementare autoregolante (tracciatura elettrica).

Vengono impiegati soltanto dispositivi di trasporto meccanici (serrande oscillanti doppie, coclee da trasporto o trasportatori a catena a trogoli).

Il comando, la regolazione e il controllo del trasporto ceneri avvengono tramite il DCS.

Principali componenti elettromeccaniche

- condotti di caduta (apertura min. 400 x 400 mm) per le sezioni ad irraggiamento e convettiva, nonché per il frantumatore di grumi; aperture chiudibili con portelli incernierati per lo sbloccaggio
- saracinesca manuale
- serrande oscillanti doppie (apertura min. 400 x 400 mm), con portelli di ispezione, azionamento elettrico e dispositivo di protezione contro il sovraccarico, controllo di marcia, ecc.
- dispositivi di trasporto necessari (trasportatore a catena a trogoli, coclea a trogoli) completi, provvisti di portelli a chiusura rapida con ganci a molla (comprensivi di griglia di protezione), azionamento con motoriduttore, controllo di marcia, ecc.
- frantumatore di grumi completo con trasmissione e motore elettrico, controllo di marcia e sostegno
- vaglio a tamburo con espulsione del residuo di vagliatura, compreso sostegno e recipiente di raccolta del sopravvaglio
- coibentazione dell'intero sistema di trasporto
- riscaldamento complementare elettrico (i riscaldamenti complementari che impediscono lo smontaggio di un gruppo vengono resi separabili mediante muffole a innesto in corrispondenza delle flange del gruppo). E' prevista la regolazione delle temperature tramite termostati.

3. Sezione dei trattamento fumi

3.1 Primo filtro a maniche (FAM1)

Descrizione

Nel primo filtro a maniche, più maniche filtranti provvedono a separare dai fumi le ceneri e le polveri liberate dalla combustione nel forno a griglia. Le maniche sono collocate in 3 celle di filtraggio segregabili singolarmente e sostenute da cestelli di supporto. Durante il flusso, sul lato esterno delle maniche si depositano le ceneri e le polveri. Le maniche filtranti vengono pulite a intervalli regolabili (in funzione di tempo e differenza di pressione fra le maniche stesse) mediante insufflamento di aria compressa. Ciò determina il distacco delle polveri depositate sul lato esterno delle maniche, che cadono nelle tramogge di raccolta disposte sotto le celle di filtraggio e vengono scaricati attraverso un sistema di scarico meccanico. Le pareti delle tramogge di raccolta risultano inclinate esternamente di oltre 60° rispetto all'asse orizzontale e riscaldate in maniera uniforme, nonché controllate per quanto riguarda la temperatura e il livello. Esse sono inoltre dotate di percussori pneumatici.

L'eventuale lacerazione di una manica aumenta il carico di polvere nei fumi depurati e viene rilevata dalla misurazione di polvere a valle del filtro che genera un allarme. Chiudendo singolarmente una dopo l'altra le celle di filtraggio si può appurare quale cella sia interessata. E' possibile effettuare la sostituzione della maniche nella cella interessata durante il funzionamento delle restanti camere. A tale scopo, si chiude la camera sul lato fumi sporchi e fumi puliti. Attraverso un apposito accesso si sostituisce la manica difettosa oppure la si chiude con un coperchio cieco. Anche con una cella chiusa i valori di garanzia a carico nominale (100%) delle emissioni al camino vengono rispettati. Il filtro a maniche è inoltre dotato di bypass.

La chiusura delle singole celle di filtraggio e tutta la gestione delle maniche, cicli di pulizia ecc. avviene tramite il DCS.

Per l'avviamento e il mantenimento della temperatura in caso di brevi periodi di inattività, il filtro a maniche possiede un apposito riscaldamento a circolazione di aria calda.

Le polveri separate nel filtro a maniche vengono raccolti in tramogge riscaldate e dotate di controllo di temperatura e di livello e scaricate in un trasportatore a catena. Il redler trasferisce le polveri raccolte ad un propulsore pneumatico dal quale sono inviate nel silo di stoccaggio.

Il trasportatore a catena a trogoli posizionato sotto il filtro a maniche 1 è dotato di uno scarico a big-bag tramite rotocella. L'insaccatura in big-bag funge come scarico di emergenza in caso di problemi dei successivi trasportatori a catena.

Il comando e il controllo del intero sistema avviene tramite il DCS.

Principali componenti elettromeccaniche

Filtro a maniche completo di 3 celle sezionabili singolarmente, composto da:

- struttura di sostegno in profilati di acciaio
- carcassa del filtro e tramogge residui in lamiera di acciaio rinforzate con profilati
- serrande di chiusura ad azionamento pneumatico per gli ingressi e l'uscita dei fumi e dell'aria del riscaldamento da utilizzare in caso di inattività
- un sistema di pulizia automatico mediante aria compressa per ciascuna cella, con accumulatore a pressione, le tubazioni e gli accessori necessari e gli strumenti di misura necessari per il controllo della pressione differenziale
- riscaldamenti complementari termoregolati (tracciature) per tutte le tramogge di raccolta delle polveri
- misurazioni di livello nelle tramogge di raccolta delle polveri con allarmi a DCS; aperture di accesso, rinforzi
- controllo di sicurezza della temperatura dei singoli compartimenti e delle tramogge, e della pressione differenziale tra ingresso e uscita filtro, con relativa visualizzazione e segnalazione sul DCS
- by-pass completo di condotte e serrande
- percussori pneumatici sulle tramogge

Riscaldamento da utilizzare in caso di inattività:

- soffiante di mandata, aeroterma elettrico, condotte di circolazione dell'aria con serrande di ingresso e di uscita sul filtro a maniche, controllo della temperatura e della pressione, condotta di alimentazione aria di sbarramento con serrande e azionamenti, visualizzazione e segnalazione sul DCS.

Distribuzione aria compressa:

- distribuzione completa aria compressa per azionamenti e strumenti a partire dall'alimentazione principale, completa di tubazioni di alimentazione e di distribuzione, collettori di distribuzione, accessori e valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione.

Scarico residui filtro a maniche composto da:

- una valvola a ghigliottina ad azionamento manuale per ciascuna tramoggia di raccolta delle polveri del filtro a maniche
- un trasportatore a catena sotto le tramogge residui
- valvola rotativa a celle a valle del trasportatore
- motoriduttore e controllo di marcia per il trasportatore a catena
- riscaldamento complementare autoregolante per il trasportatore a catena a trogoli
- supporti e strutture portanti necessari
- dispositivo di emergenza per carico a big-bag con serranda d'intercettazione, valvola

rotativa a cella, bocca di fissaggio sacco, carrello di sostegno big-bag, condotta di aspirazione dell'aria al redler, per evitare la fuoriuscita di polveri dal big bag.

3.2 Impianto stoccaggio e dosaggio bicarbonato

Descrizione

Il bicarbonato di sodio rappresenta il reagente principale utilizzato per abbattere gli inquinanti acidi contenuti nei fumi. Il bicarbonato viene consegnato con camion cisterna attraverso un sistema pneumatico. Il compressore a bordo del camion trasporta pneumaticamente il bicarbonato nel silo di stoccaggio. Il silo è protetto da sovrappressione / depressione mediante una valvola di sicurezza ed è provvisto di un filtro aria con pulizia automatica per la depolverazione dello sfiato. Un sistema di sicurezza controlla e gestisce tutti gli organi predisposti a questa fase.

Per garantire uno scarico sicuro dal silo verso il sistema di dosaggio, nel cono del silo è previsto un fondo vibrante. Il fondo vibrante è dotato di due bocche di scarico. Mediante organi di scarico distinti, il bicarbonato viene scaricato dal silo di stoccaggio. Ogni bocca di scarico è dotata di una serranda a ghigliottina, installata allo scopo di permettere la manutenzione del sistema di dosaggio.

Dalle valvole manuali a ghigliottina, il bicarbonato alimenta due linee di dosaggio di bicarbonato, attraverso due coclee di trasporto che scaricano il bicarbonato nelle tramogge di carico dei mulini di macinazione.

Il sistema di macinazione è ridondato, perciò normalmente risultano in funzione 2 mulini di macinazione (ciascuna a servizio di una linea di combustione), mentre la terza unità è in stand-by. Il principio di funzionamento si basa sulla macinazione per urto ad alta velocità e controllo della granulometria con selettore dinamico. Il prodotto micronizzato sale dalla camera di macinazione alla parte superiore del classificatore dove c'è il selettore dinamico. La porzione di materiale che non ha raggiunto la finezza richiesta viene espulsa dal selettore e ridiscende in camera di macinazione. La regolazione della granulometria si realizza variando il numero di giri del settore.

La macinazione del bicarbonato di sodio provoca un riscaldamento e la formazione di cariche elettrostatiche di segno opposto nei granelli di macinato, questo fenomeno causa la formazione di croste molto dure e aderenti sulle superfici metalliche della camera di macinazione del selettore e del ventilatore. Per mantenere sempre efficiente il mulino è previsto un impianto di pulizia mediante un additivo (glicole) che impedisce la formazione delle croste.

A valle della macinazione il bicarbonato alimenta il trasporto pneumatico. Il sistema di trasporto pneumatico è dimensionato per garantire la portata di bicarbonato necessario al processo di depurazione fumi attraverso un'apposita soffiante.

Tutti i componenti rumorosi sono collocati in una cabina insonorizzante con porte a due ante dotate di vetri di sicurezza e ventilazione forzata. Ogni cabina contiene al suo interno un mulino completo di dosatore e ventilatore e quadro elettrico.

Da ogni mulino parte una tubazione di trasporto pneumatico in AISI che termina nel reattore installato a monte del secondo filtro a maniche. La linea di trasporto pneumatico del bicarbonato è dotata di un ulteriore eiettore per il dosaggio del carbone attivo. Ognuno dei gruppi mulino ha un proprio quadro elettrico con relativo PLC e pannello operatore a fronte quadro.

Le parti comuni, saranno gestite con un unico quadro in modo da raggruppare le utenze comuni del bicarbonato. Il comando ed il controllo del sistema avviene tramite DCS.

Non viene previsto un sistema di ricircolo dei prodotti di reazione in quanto le caratteristiche chimiche del bicarbonato di sodio, alle condizioni di esercizio previste, comportano che esso si presenti in forma quasi completamente reagita allo scarico dal filtro a maniche e quindi un ricircolo di tali prodotti di reazione non è giustificato.

Ogni linea completa ed autonoma di estrazione e dosaggio bicarbonato è in grado di fornire la portata di bicarbonato richiesta dal processo di depurazione fumi.

Per quanto attiene il principio di regolazione, il dosaggio del bicarbonato si effettuerà sulla base dei valori registrati dagli analizzatori fumi installati a livello del camino. Tuttavia, per ridurre i tempi di reazione in caso di picchi di carico inquinanti nei fumi, la seconda serie di analizzatori installati fra il primo e il secondo filtro a maniche interverrà nei loop di regolazione che comandano il dosaggio del bicarbonato, in modo da reagire prontamente sul processo e non attendere quindi un aumento delle concentrazioni degli inquinanti al camino per modificare i parametri di dosaggio del reagente.

Principali componenti elettromeccaniche

Impianto silo di stoccaggio bicarbonato:

- 1 silo con filtro aria esausta pulibile pneumaticamente, tramoggia silo con 3 scarichi, dispositivi di protezione contro la sovrappressione e la depressione, passo d'uomo, struttura di sostegno, provvisto di misurazione di livello compresa l'indicazione a distanza (DCS)
- condotta pneumatica di riempimento dal camion cisterna al silo di stoccaggio, dotata di accoppiamento, saracinesca e condotta di mandata, dispositivo di protezione contro il riempimento eccessivo (troppo pieno)
- 3 dispositivi di scarico e di dosatura con saracinesca d'intercettazione, coclea di scarico con apertura di ispezione, dispositivo per il controllo dell'aspirazione di aria falsa e per l'intercettazione della stessa

Impianto mulini di macinazione bicarbonato:

- 3 mulini selettori
- 3 sistemi di pulizia automatica
- 1 pompa dosatrice volumetrica
- 1 tubazione di collegamento tra mulino e pompa
- 1 lancia di aspirazione prodotto
- 1 serbatoio da 250 litri in PED
- 3 armadi elettrici:

- un quadro elettrico per il controllo e comando del mulino, fornito in un' unica carpenteria di dimensioni approssimative 2000*1600*500mm (con porta semplice e zoccolo h 100 mm). Il quadro sarà dotato di un unico interruttore generale magneto-termico, e verrà cablato per comandare tutti i motori dell' impianto molino con trasporto pneumatico.
- tensione alimentazione quadro elettrico 400 Vac 50 Hz senza neutro.
- la macchina sarà gestita da un PLC, dotato di ingressi e uscite. Sul quadro sarà presente un pannello operatore ESA 8 pollici touch screen in bianco e nero
- il comando ed il controllo del sistema avviene tramite DCS.

Trasporto pneumatico bicarbonato e carbone attivo:

- 3 soffianti complete di motore, slitte tendi cinghie, trasmissione cinghie e pulegge, carter di protezione, contro telaio per il fissaggio allo skid o direttamente sul cemento, zoccoli antivibranti
 - girante aperta adatta al trasporto polverulenti,
 - chiocciola con sportello di visita e pulizia

La portata di aria e la prevalenza totale sono dimensionate per:

- il raffreddamento del mulino durante la macinazione
- l'estrazione ventilata del bicarbonato macinato dal mulino
- il trasporto pneumatico bicarbonato mediante i tubi di collegamento del mulino al punto di dosaggio
- il trasporto pneumatico del carbone attivo al punto di dosaggio
- 3 iniettori carbone attivo
- 2 condotte di mandata realizzate con tubo in AISI fino al punto di dosaggio, compresi le guide/i sostegni del tubo necessari
- cabina di insonorizzazione per le soffianti dotata di:
 - una porta di accesso ad un anta
 - una porta di accesso a due ante, serrature, vetri di sicurezza
 - illuminazione interna con due interruttori, luce di sicurezza
 - ventola di estrazione aria calda comandata da una sonda di temperatura.

La portata di aria e la prevalenza totale dell'impianto sono dimensionate per il trasporto pneumatico del bicarbonato e del carbone attivo fino al punto di dosaggio.

3.3 Silo stoccaggio e dosaggio carbone attivo

Descrizione

Il carbone attivo serve per l'assorbimento delle frazioni di metalli pesanti presenti nei fumi, nonché delle diossine/dei furani, e viene stoccato in un apposito silo di stoccaggio. Il carbone attivo viene consegnato tramite un autocisterna il cui compressore di bordo trasporta il carbone attivo nel silo carbone attivo. L'allacciamento del veicolo di consegna alla condotta pneumatica di riempimento avviene a quota 0, attraverso un tubo flessibile dotato di giunto di chiusura rapido. L'aria di mandata fuoriesce dal silo attraverso un filtro a maniche con pulizia automatica e ventilatore aria esausta. L'aria esausta viene quindi scaricata nell'atmosfera.

Il carbone attivo viene immesso meccanicamente, attraverso la valvola rotativa a celle e la coclea dosatrice, dalla tramoggia silo con fondo oscillante nel reattore con un percorso il più breve possibile.

Per individuare possibili hotspot nel carbone attivo, si misurano la percentuale di CO e la temperatura dell'aria interna nella parte superiore del silo e la temperatura del carbone attivo nella tramoggia silo. Al raggiungimento del valore di allarme, il silo viene inondato di gas azoto, proveniente da un impianto di inertizzazione centrale e che affluisce attraverso la tramoggia del silo.

Il comando e il controllo del riempimento silo avvengono localmente nel punto di consegna per mezzo di un quadro di controllo locale. Tale comando è eseguito in maniera analoga a quello del silo bicarbonato ed è integrato nel sistema di comando di processo. L'intero impianto silo è comandato e controllato tramite il DCS.

Principali componenti elettromeccaniche

Impianto completo per lo stoccaggio e la dosatura di carbone attivo, composto da:

– impianto silo carbone attivo

- involucro silo in lamiera di acciaio con profilati di rinforzo, flangia di supporto sul rivestimento, passo d'uomo, fondo oscillante nella tramoggia silo, comprensivo di azionamento elettrico
- condotta pneumatica di riempimento dall'autocisterna al silo carbone attivo, con giunto di accoppiamento, saracinesca ad azionamento pneumatico, dispositivo di protezione contro il riempimento eccessivo
- filtro aria esausta con pulizia automatica, ventilatore aria esausta, condotta aria esausta fin sopra il tetto
- dispositivi di protezione contro la sovrappressione/depressione a contrappeso e a molla
- misurazione di livello mediante rilevazione del peso con indicazione a distanza (DCS)
- controllo del CO e della temperatura con segnalazione di allarme sul DCS e avvio del processo di inertizzazione
- alimentazione gas inerte con tubazioni, valvolame e bocchelli di ingresso sulla tramoggia silo, controllo della pressione

- dispositivi di scarico e di dosatura con tubo di caduta, saracinesca manuale, valvola rotativa a celle a regolazione di frequenza, coclea di scarico con apertura di ispezione, saracinesca ad azionamento pneumatico, giunto di dilatazione
- distribuzione completa aria per gli azionamenti e gli strumenti a partire dall'alimentazione principale, completa di condotte di alimentazione e di distribuzione, collettore di distribuzione, accessori e valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione
- quadro comando in loco per la movimentazione del carbone attivo, interruttore locale e di sicurezza

3.4 Reattore bicarbonato e secondo filtro a maniche (FAM2)

Descrizione

Nel reattore bicarbonato della linea di trattamento fumi inserito a valle del primo stadio di depolverazione (FAM1) avviene il dosaggio dei reagenti. Come reattivo basico viene dosato il bicarbonato di sodio per l'assorbimento delle componenti acide presenti nei fumi e come reattivo adsorbente il carbone attivo per l'assorbimento dei composti organici alogenati (diossine, furani) e dei metalli pesanti. L'adduzione del bicarbonato e del carbone attivo avviene attraverso una linea pneumatica comune.

Analogamente al primo filtro a maniche, nel secondo filtro a maniche più maniche filtranti provvedono a separare dai fumi i prodotti di reazione. Le maniche sono collocate in 6 celle di filtraggio segregabili singolarmente e sostenute da cestelli di supporto. Durante il flusso, sul lato esterno delle maniche si depositano i prodotti di reazione. Le maniche filtranti vengono pulite a intervalli regolabili (in funzione di tempo e differenza di pressione) mediante insufflamento di aria compressa ad alta pressione. Ciò determina il distacco dei prodotti di reazione (residui) depositati sul lato esterno delle maniche, che cadono nelle tramogge di raccolta disposte sotto le celle di filtraggio e vengono scaricati attraverso un sistema di scarico meccanico. Le pareti delle tramogge di raccolta sono inclinate esternamente di oltre 60° rispetto all'asse orizzontale e riscaldate in maniera uniforme, nonché controllate per quanto riguarda la temperatura e il livello. Esse sono inoltre dotate di percussori pneumatici.

L'eventuale lacerazione di una manica aumenta il carico di polvere nei fumi depurati e viene rilevata dalla misurazione di polveri a valle che genera un allarme. Chiudendo singolarmente una dopo l'altra le celle di filtraggio si può appurare quale cella sia interessata. E' possibile effettuare la sostituzione della manica nella cella interessata durante il funzionamento delle restanti camere. A tale scopo, si chiude la camera sul lato fumi sporchi e fumi puliti. Attraverso un apposito accesso si sostituisce la manica difettosa oppure la si chiude con un coperchio cieco. Anche con una cella chiusa i valori di garanzia a carico nominale (100%) delle emissioni al camino vengono rispettati.

La chiusura delle singole celle di filtraggio e tutta la gestione delle maniche, cicli di pulizia ecc. avviene tramite il DCS.

Per l'avviamento e il mantenimento della temperatura in caso di brevi periodi di inattività, il filtro a maniche possiede un apposito riscaldamento a circolazione di aria calda.

Dato l'utilizzo di carbone attivo, sono previsti i seguenti dispositivi di sicurezza:

- un controllo di temperatura per ciascuna camera
- una misurazione di livello ridondante nelle tramogge di raccolta dei residui

I residui separati nel filtro a maniche vengono raccolti in tramogge riscaldate e dotate di controllo di temperatura e di livello e scaricati in un trasportatore a catena. Il trasportatore trasferisce i residui raccolti ad un elevatore a tazze e alla fine essi vengono convogliati nel silo di stoccaggio residui.

Il trasportatore a catena a trolleyi posizionato sotto il filtro a maniche 2 è predisposto con uno scarico a big-bag tramite rotocella. L'insaccatura in big-bag funge da scarico di emergenza in caso di problemi ai successivi trasportatori a catena.

Principali componenti elettromeccaniche

Reattore Bicarbonato fra primo stadio di filtrazione e filtro a maniche 2, composto da:

- struttura portante in profilati di acciaio
- corpo del reattore con curve deviatrici, in lamiera di acciaio rinforzata con profilati, portelli di ispezione
- bocchelli di collegamento per l'adduzione di carbone attivo e bicarbonato
- scale e passerelle di servizio.

Filtro a maniche completo con 3 celle sezionabili singolarmente, composto da:

- struttura di sostegno in profilati di acciaio
- carcassa del filtro e tramogge residui in lamiera di acciaio rinforzate con profilati
- serrande di chiusura ad azionamento manuale per gli ingressi/le uscite dei fumi e serrande pneumatiche dell'aria del riscaldamento da utilizzare in caso di inattività
- un sistema di pulizia automatico mediante aria compressa per ciascuna cella, con accumulatore a pressione, le tubazioni e gli accessori necessari e gli strumenti di misura necessari per il controllo della pressione differenziale
- riscaldamenti complementari termoregolati per tutte le tramogge di raccolta dei residui
- misurazioni di livello ridondanti nelle tramogge di raccolta dei residui con allarmi a DCS; aperture di accesso, rinforzi
- controllo di sicurezza della temperatura dei singoli compartimenti e delle tramogge, e della pressione differenziale tra ingresso e uscita filtro, con relativa visualizzazione e segnalazione sul DCS
- percussori pneumatici sulle tramogge
- gli allacciamenti per l'inertizzazione automatica mediante azoto per ciascuna cella di filtraggio, con tutti gli accessori, tubazioni di alimentazione e bocchelli di allacciamento necessari.

Riscaldamento da utilizzare in caso di inattività:

- soffiante di mandata, aerotermostato elettrico, condotte di circolazione dell'aria con serrande di ingresso e di uscita sul filtro a maniche, controllo della temperatura e della pressione, condotta di alimentazione aria di sbarramento con serrande e azionamenti, visualizzazioni e segnalazione sul DCS.

Distribuzione aria compressa:

- distribuzione completa aria compressa per azionamenti e strumenti a partire dall'alimentazione principale, completa di tubazioni di alimentazione e di distribuzione, collettori di distribuzione, accessori e valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione.

Scarico residui filtro a maniche composto da:

- una valvola a ghigliottina ad azionamento manuale per ciascuna tramoggia di raccolta dei residui del filtro a maniche
- un trasportatore a catena comune sotto le tramogge residui
- valvola rotativa a celle a valle del trasportatore
- motoriduttore e controllo di marcia necessario per il trasportatore a catena
- riscaldamento complementare autoregolante per il trasportatore a catena a trogoli
- -supporti e strutture portanti necessari.
- dispositivo di emergenza per carico a big bag con serranda d'intercettazione, valvola rotativa a cella, bocca di fissaggio sacco, carrello di sostegno big bag, condotta di aspirazione dell'aria al redler, per evitare fuoriuscita di polvere dal big bag.

3.5 Trasporto, stoccaggio e scarico residui e PSR

Descrizione

I residui prodotti nel primo stadio di filtrazione, vengono raccolti da un propulsore pneumatico a trogoli posizionato sotto il filtro a maniche e trasportati in direzione dei sili di stoccaggio. Alla fine di questo trasportatore, i residui transitano dal trasportatore verticale a tazze per poi raggiungere mediante il trasportatore a catena a trogoli i due sili di stoccaggio dei residui. Dal punto di vista delle modalità di stoccaggio, si prevede di utilizzare un silo per il deposito delle ceneri e dei residui estratti dalla caldaia e dal primo filtro a maniche, mentre è previsto un secondo silo per lo stoccaggio dei PSR. Tuttavia esiste una ridondanza a livello dei trasportatori che permette di scaricare i due tipi di residui in ognuno dei due sili di stoccaggio.

Le ceneri volanti provenienti dall'impianto caldaie possono essere avviate, attraverso un deviatore di flusso commutabile pneumaticamente nel sistema di propulsore pneumatico che porta ai sili di stoccaggio residui o scaricato in big bag eventuali residui umidi risultanti durante i processi di avviamento e di arresto, onde evitare la formazione di ammassi di residui umidi nei sili di stoccaggio residui. L'insaccatura in bigbag funge inoltre da ridondanza in caso di problemi all'impianto silo residui.

Analogamente, i residui prodotti nel secondo stadio di filtrazione, comunemente definiti Prodotti Sodici Residui (PSR), vengono convogliati tramite un trasportatore a catena, un elevatore a tazze e una redler il relativo silo di stoccaggio.

Entrambi i trasportatori a catena a trogoli posizionati sotto i filtri a maniche sono dotati di uno scarico a big bag tramite rotocella. L'insaccatura in big bag funge come scarico di emergenza in caso di problemi dei successivi trasportatori a catena.

Ciascuno dei due silos residui poggia su una struttura di sostegno. Nelle parti superiori dei due silos sono collocati il redler ed i filtri aria con pulizia automatica. Le tramogge dei silos di stoccaggio sono provviste di riscaldamento elettrico a temperatura controllata. Per la rimozione, i residui di ciascun silo vengono scaricati, attraverso fondi vibranti e una serranda pneumatica, su un trasportatore a catena e, alla fine, caricati su autocisterne silo mediante uno scaricatore telescopico.

L'intero sistema di trasporto per le ceneri volanti ed i residui è provvisto di riscaldamento elettrico autoregolante.

Il processo di caricamento nei camion cisterna è comandato e controllato da una postazione di comando locale. Il comando e il controllo dell'intero trasporto residui, dell'impianto silo e dei dispositivi di caricamento avvengono tramite il DCS.

Principali componenti elettromeccaniche

Sistema di trasporto fino al silo stoccaggio polveri composto da:

- trasportatore a catena come trasportatore comune per i residui provenienti dal FAM 1
- trasportatore a catena come trasportatore comune per i residui provenienti dal FAM 1 e dalla caldaia
- trasportatore a catena trasferimento polveri FAM 1 e ceneri caldaia su elevatore a tazze
- elevatore a tazze come salita al silo stoccaggio polveri
- trasportatore a catena caricamento silos di stoccaggio
- un riscaldamento a tracciatura elettrica autoregolante per ciascun trasportatore a catena a trogoli
- motoriduttori e controlli di marcia per i trasportatori a catena a trogoli e la valvola rotativa a celle
- pozzi di caduta del materiale con giunti di dilatazione
- sostegni e strutture portanti necessari per gli elementi trasportatori

Sistema dispositivo di emergenza per carico a big bag dalle polveri provenienti dalla caldaia con:

- serranda d'intercettazione, valvola rotativa, bocca di fissaggio sacco, carrello di sostegno big bag, condotta di aspirazione dell'aria al redler

Sistema di trasporto fino al silo stoccaggio PSR, composto da:

- elevatore a tazze come salita al silo PSR
- trasportatore a catena caricamento sili di stoccaggio
- un riscaldamento a tracciatura elettrica autoregolante per ciascun trasportatore a catena a trogoli
- motoriduttori e controlli di marcia necessari per i trasportatori a catena a trogoli e la valvola rotativa a celle
- pozzi di caduta del materiale con giunti di dilatazione
- sostegni e strutture portanti necessari per gli elementi trasportatori

Sistema di scarico sili ceneri volanti e PSR:

- tramoggia di scarico con fondo vibrante
- ghigliottine pneumatiche
- trasportatore a catena come trasportatore scarico sili al camion cisterna
- dispositivo di caricamento telescopico camion cisterna con soffietto di caricamento carrellato verticalmente, azionamento via cavo per soffietto di caricamento, aspirazione dell'aria di spostamento mediante ventilatore, condotta dell'aria esausta con accessori fino al trasportatore a catena, sensore di livello di riempimento all'uscita del soffietto per interrompere il processo di caricamento.
- un riscaldamento a tracciatura elettrica autoregolante per il trasportatore a catena a trogoli
- motoriduttori e controlli di marcia necessari per i trasportatori a catena a trogoli
- sostegni e strutture portanti necessari per gli elementi trasportatori

2 sili residui (1 silo ceneri e 1 silo PSR), ciascuno composto da:

- struttura portante silo in acciaio
- carcassa silo in lamiera di acciaio, con profilati di rinforzo, passo d'uomo sul tetto del silo
- passerella con ringhiera sulla sommità dei due sili, con struttura portante in acciaio, pavimento in grigliato
- ingresso residui con, giunto di dilatazione e valvole ad azionamento pneumatico
- filtro aria con pulizia automatica e segnalazione di allarme di pressione differenziale, condotta di sfiato del filtro fin sul tetto
- dispositivo di protezione contro la sovrappressione/depressione
- indicatore/controllo del livello di riempimento e controllo della temperatura
- dispositivo di pesatura a celle di carico per la rilevazione del contenuto del silo
- tramoggia silo con riscaldamento elettrico termoregolato
- parte cilindrica verticale del silo coibentata.

3.6 Impianto azoto

Descrizione

Al fine di contrastare eventuali hotspot nelle tramogge delle camere di filtraggio a maniche (FAM2) e del silo carbone attivo, per l'inertizzazione si insuffla azoto in corrispondenza delle parti inferiori delle relative tramogge.

L'azoto viene messo a disposizione in 2 pacchi bombole commerciali (di cui 1 ridondante) allacciate ai 2 collettori di allacciamento con le successive stazioni di riduzione della pressione e di distribuzione mediante tubazioni flessibili.

La pressione minima a monte e a valle delle stazioni di riduzione è controllata dal DCS.

Come protezione, il pacco bombole e le stazioni di riduzione sono dotate di una recinzione.

Principali componenti elettromeccaniche

- collettori per l'allacciamento dei pacchi bombole (1 collettore per ciascun pacco bombole) con manicotto di allacciamento e condotta di alimentazione principale alla stazione di riduzione della pressione
- stazioni di riduzione della pressione (di cui una ridondante)
- controllo della pressione a monte e a valle delle stazioni di riduzione con segnale di allarme a DCS
- indicatori di pressione per ciascun collettore di allacciamento, nonché a monte e a valle delle stazioni di riduzione
- valvole di intercettazione e di sicurezza necessarie con collettori di scarico
- tubazioni per la distribuzione dell'azoto con fissaggi e sostegni
- recinzione di sicurezza intorno ai pacchi bombole.

3.7 Impianto DeNOx

Per ridurre gli ossidi di azoto, a valle del filtro a maniche 2 è inserito un impianto catalitico di denitrificazione (impianto DeNOx).

L'impianto DeNOx è composto essenzialmente dalle seguenti componenti principali:

- serbatoio di stoccaggio soluzione ammoniacale
- immissione e vaporizzazione soluzione ammoniacale
- miscelatore statico
- catalizzatore.

A valle del FAM2 viene dosata nel flusso fumi una soluzione ammoniacale al 25% finemente polverizzata e quindi vaporizzata. Un miscelatore statico inserito a valle dell'iniezione dei reagenti omogeneizza i fumi prima che attraversino i moduli del catalizzatore. Una volta attraversato il catalizzatore, i fumi sono raffreddati da una temperatura di circa 180°C a 140°C nello scambiatore di calore installato a monte del ventilatore di coda per il recupero di parte dell'energia termica contenuta nei fumi di combustione. Questa energia è valorizzata all'interno del ciclo termico dell'impianto per il preriscaldamento delle condense. A valle dello

scambiatore, a una temperatura di circa 140°C i fumi vengono immessi in atmosfera attraverso il camino grazie al ventilatore di coda.

3.7.1 Stoccaggio soluzione ammoniacale

Descrizione

Il serbatoio di stoccaggio della soluzione ammoniacale è installato in un locale compartimentato, dotato di bacino di raccolta.

La consegna della soluzione ammoniacale avviene mediante camion e relativa pompa/compressore di scaricamento. Durante il trasferimento, il camion si trova all'aperto su una vasca di sicurezza dotata di scarico. Tale condotta di scarico contiene una valvola a tre vie controllata mediante la quale lo scarico viene convogliato nel serbatoio di emergenza dell'impianto durante la consegna oppure nel sistema acque meteoriche quando non sono in atto consegne.

Il comando della consegna avviene localmente su un quadro di controllo integrato nel DCS.

Al fine di evitare emissioni di ammoniaca, fra il serbatoio e l'autocisterna viene impiegata una condotta di compensazione. È possibile anche il pompaggio dal serbatoio a un'autocisterna.

Per proteggere il serbatoio dal riscaldamento in caso di incendio e per abbattere i vapori d'ammoniaca fuoriusciti, il serbatoio è dotato di un impianto sprinkler allacciato alla rete dell'acqua antincendio.

L'intero sistema di stoccaggio della soluzione ammoniacale è controllato dal DCS (fornitura, serbatoio, pompa, posizioni delle valvole, livelli, pressioni, temperature).

Principali componenti elettromeccaniche

- Un sistema di scaricamento con comando di scaricamento e accessori di scaricamento, sistema di tubazioni di compensazione per il ricircolo dei vapori all'autobotte, relative tubazioni, valvolame conforme alle prescrizioni di legge;
- Un serbatoio per lo stoccaggio di soluzione ammoniacale (25 %) in lamiera di acciaio resistente alla corrosione, con:
 - sostegno del serbatoio
 - necessari manicotti di allacciamento, manicotti di misura
 - indicatori e controlli di livello, temperatura e pressione
 - dispositivi di protezione contro il riempimento eccessivo, valvolame di sicurezza, dispositivo di protezione contro la sovrappressione/depressione, condotte per aria di sfianto
 - passo d'uomo con chiusura a tenuta di gas per l'ispezione interna
- Un sistema sprinkler per il serbatoio, completo di condotte e valvolame
- Una pompa sommersa azionata ad aria compressa nel bacino di raccolta, tubazioni per l'allacciamento al serbatoio e all'autocisterna, compresi accessori
- Stazione pompe di trasferimento e di dosaggio per soluzione ammoniacale con:
 - pompe dosatrici (2 x 100 %), con commutazione automatica

- tubazioni e accessori quali filtri a pressione controllata a monte delle pompe, smorzatori di pulsazione, valvole di mantenimento della pressione e di portata eccessiva
- Dispositivi di sicurezza completi prescritti per i sistemi per ammoniacale (in particolare rilevatori di NH_3).
- Distribuzione completa aria strumenti a partire dall'alimentazione principale, completa di condotte di alimentazione e di distribuzione, collettore di distribuzione, accessori e valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione.

3.7.2 Dosaggio soluzione ammoniacale

Descrizione

A monte del catalizzatore, nella corrente di fumi si provvede a polverizzare finemente e a vaporizzare la soluzione ammoniacale. La polverizzazione avviene mediante ugelli bifase che funzionano utilizzando come propellente aria compressa. Dopo la vaporizzazione, un miscelatore statico installato nella successiva condotta fumi provvede alla distribuzione omogenea della soluzione ammoniacale. A monte del primo modulo del catalizzatore si deve infatti assicurare una distribuzione uniforme della soluzione ammoniacale attraverso tutta la sezione della condotta.

Tutte le parti a contatto con NH_3 sono fabbricate in acciaio resistente alla corrosione (DIN 1.4571 o equivalente).

Prima di elaborare i disegni costruttivi, si deve comprovare e ottimizzare il flusso dei fumi nel sistema catalizzatore, in particolare la distribuzione omogenea della soluzione ammoniacale e della velocità dei fumi attraverso la sezione di ingresso, mediante prove con modello in scala ridotta oppure con comprovati modelli di calcolo fluidodinamici. I risultati sono da riportare in un rapporto tecnico.

Il sistema di immissione della soluzione ammoniacale deve garantire una dosatura esatta in tutte le condizioni di carico.

La regolazione della dosatura della soluzione ammoniacale si basa su misurazioni continue dei valori di NO_x a monte e a valle del catalizzatore. A tale scopo si devono prevedere strumenti di misura indipendenti dal sistema di misurazione delle emissioni. Per l'affinamento della regolazione si può però impiegare, in aggiunta, anche i segnali del sistema di misurazione delle emissioni.

Il controllo e la regolazione della dosatura della soluzione ammoniacale avvengono tramite il DCS con visualizzazione in sala controllo.

Principali componenti elettromeccaniche

Dosaggio soluzione ammoniacale, composta da:

- tubazioni e valvolame fra la stazione pompe dosatrici nel locale serbatoio ammoniacale e l'impianto di denitrificazione; si utilizzano tubi senza saldatura (seamless pipes) e tutte le saldature sono radiografate
- sistema completo di immissione soluzione ammoniacale, con:

- lance con ugelli bifase
 - tubazioni e valvolame per la condotta di alimentazione soluzione ammoniacale e aria compressa per il nebulizzatore, tubi flessibili di collegamento, valvole regolatrici/di intercettazione pneumatiche
 - indicatori di portata e di pressione, controllo della pressione dell'aria per il nebulizzatore.
 - a seconda del procedimento, eventualmente con impianto evaporatore inserito a monte oppure vaporizzazione nella corrente parziale di fumi
- miscelatore statico di gas
 - dispositivi di sicurezza necessari prescritti per i sistemi per ammoniaca
 - misurazione continua degli NO_x (indipendente dalla misurazione delle emissioni di NO_x) a monte e a valle dell'impianto catalizzatore per la regolazione della dosatura della soluzione ammoniacale
 - distribuzione completa aria compressa e aria strumenti a partire dall'alimentazione principale, completa di condotte di alimentazione e di distribuzione, collettore di distribuzione, accessori e valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione.

3.7.3 Catalizzatore

Descrizione

Il catalizzatore è ripartito in più piani attivi e un piano di riserva. Gli elementi del catalizzatore sono riuniti in moduli unitari facilmente trasportabili.

Il catalizzatore è dimensionato in via primaria in base alla riduzione del contenuto di NO_x prescritta. Contemporaneamente si ottiene anche una parziale ossidazione dei composti organici alogenati (diossine).

Gli strati del catalizzatore devono poter essere puliti facilmente ed essere sostituibili. Devono quindi essere eseguiti in modo tale da poter essere ispezionati su tutti i lati (attraverso porte di accesso) e puliti periodicamente (niente strati doppi). Gli strati devono inoltre essere provvisti di dispositivi per l'estrazione dalla carcassa e per il loro trasferimento a quota ± 0.00 . I singoli strati devono essere accessibili attraverso piattaforme. La perdita di pressione complessiva sul lato fumi di tutti i piani del catalizzatore, compreso il piano di riserva, è di circa 8 mbar in caso di carico nominale (100%).

Nella casing del catalizzatore si devono prevedere le aperture e le predisposizioni necessarie per potere installare e smontare i moduli. A monte del primo e a valle di tutti i piani del catalizzatore sono disposti manicotti di misura in modo tale da potere eseguire misurazioni reticolari della velocità di flusso, degli NO_x e delle temperature su tutta la sezione.

Un riscaldamento da utilizzare in caso di inattività consente il mantenimento della temperatura del catalizzatore ad almeno 100°C oppure il riscaldamento necessario durante le operazioni di avviamento, prima della commutazione dei fumi dal bypass al catalizzatore. La scelta tecnica del sistema di riscaldamento avviene nell'ambito della progettazione esecutiva (ad esempio riscaldatori a immersione collocati sotto gli strati del catalizzatore).

Si deve escludere il pericolo di surriscaldamenti del catalizzatore dovuti alla post-combustione di gas incombusti

Mediante una misurazione affidabile dei valori limite (CO , C_mH_n) e una deviazione dei fumi diretti al catalizzatore pilotata automaticamente, si deve escludere il pericolo di surriscaldamenti del catalizzatore dovuti alla post-combustione di gas incombusti. Inoltre, un ulteriore criterio di regolazione è dato dalla differenza fra la temperatura dei fumi a monte e a valle del catalizzatore. Per il controllo della CO si utilizza la misurazione continua della CO a valle della caldaia, la quale è provvista di due campi di misura (ad esempio da 0 a 100 mg/m³ e da 0 a 1'500 mg/m³).

Principali componenti elettromeccaniche

Catalizzatore composto da:

- struttura di sostegno in profilati di acciaio, piattaforme di accesso e scale necessarie
- casing comprensivo di cappa di ingresso e di uscita in lamiera di acciaio, con rinforzi in profilati di acciaio, dispositivi per la deviazione e la distribuzione ottimale dei fumi, comprese porte di accesso
- costruzioni per l'alloggiamento dei moduli del catalizzatore, aperture di montaggio per l'estrazione dei moduli, ecc.
- elementi del catalizzatore racchiusi in un'intelaiatura metallica e riuniti in moduli, comprensivi di tutti gli elementi di tenuta, ecc.
- prese a campione del catalizzatore per ogni strato installato del catalizzatore, nel numero necessario
- riscaldamento da utilizzare in caso di inattività, composto dal riscaldatore elettrico, con misurazione della temperatura, regolabile, compresi limitatori di temperatura di sicurezza interni
- dispositivo per la sostituzione del catalizzatore compresi apparecchi di sollevamento e sistemi di trasporto
- manicotti di misura necessari per le misurazioni reticolari sulle sezioni di ingresso dei singoli moduli del catalizzatore
- dispositivi per la protezione del catalizzatore
 - misurazioni della temperatura a monte/a valle del catalizzatore
 - misurazione di C_mH_n
 - misurazione della CO (combinata con la misurazione in uscita caldaia).

3.8 Percorso fumi e ventilatore di coda

3.8.1 Condotte e serrande

Descrizione

Nel presente capitolo vengono trattate tutte le condotte fumi comprese le serrande dall'uscita della caldaia all'allacciamento al camino, nonché fra i singoli gruppi e le condotte di bypass.

È previsto un canale di bypass sia sui due filtri a maniche, sia sull'impianto DeNOx. I canali di bypass sono provvisti di valvole di intercettazione e di alimentazione con aria di sbarramento riscaldata. I raccordi della condotta di bypass sono disposti in modo tale (p.es. verticalmente verso l'alto all'uscita della caldaia) da evitare angoli stagnanti con il potenziale accumulo di polveri e residui.

I circuiti di bypass sono azionati manualmente tramite il DCS oppure attraverso i dispositivi di protezione.

Le condotte fumi sono realizzate in modo da avere una limitata perdita di pressione, e i gomiti sono dotati internamente di deflettori per la deviazione del flusso fumi. Per contro, i canali di bypass presentano perdite di pressione più elevate rispetto alle componenti impiantistiche che si intendono escludere, per evitare sbalzi di pressione al momento della commutazione.

Le piattaforme di manutenzione necessarie per i giunti di dilatazione, devono essere realizzate in modo da consentirne l'accesso su tutti i lati.

Si utilizzano serrande con un elevato grado di ermeticità. L'insufflamento di aria di sbarramento riscaldata impedisce la diffusione di fumi nelle zone dei canali fuori esercizio.

Il riscaldamento dell'aria di sbarramento avviene attraverso uno scambiatore di calore vapore-aria con vapore a media pressione.

Principali componenti elettromeccaniche

- Le condotte fumi con deflettori e curve in acciaio fra:
 - uscita della caldaia e FAM1
 - FAM1 e reattore bicarbonato
 - reattore bicarbonato e FAM2
 - FAM2 e impianto DeNOx
 - impianto DeNOx e scambiatore di calore
 - scambiatore di calore e ventilatore di coda
 - ventilatore di coda e camino.
- canali di bypass per FAM1, FAM2 e impianto DeNOx
- miscelatore statico nella condotta fumi dell'impianto DeNOx
- necessari rinforzi delle condotte, giunti di dilatazione, strutture di sostegno
- sufficienti aperture nelle condotte, soprattutto in corrispondenza dei giunti di dilatazione, su entrambi i lati delle serrande fumi, presso i miscelatori statici.
- impianto aria di sbarramento completo di:
 - ventilatore aria di sbarramento con silenziatore di aspirazione
 - scambiatore di calore aria di sbarramento con le condotte e il valvolame sul lato vapore e sul lato condensa
 - condotte aria di sbarramento fino alle serrande fumi, con fissaggi e sostegni delle condotte
- serrande pneumatiche per i fumi e l'aria di sbarramento, comprese valvole pilota e controllo/indicatori di fine corsa

- alimentazione e distribuzione aria di comando con valvola di mantenimento della pressione, linea, accessori, condotte e fissaggi delle condotte
- controllo/indicatori di temperatura e di pressione dei fumi e dell'aria di sbarramento (DCS); a valle dell'impianto DeNOx misuratore di pressione con "logica 2 su 3" come protezione contro il superamento limite depressione dei fumi
- piattaforme e scale per la manutenzione dei giunti di dilatazione, delle serrande fumi, dello scambiatore di calore vapore-fumi e del miscelatore statico
- coibentazione per le condotte fumi, le serrande, lo scambiatore di calore, le condotte del vapore e della condensa, nonché per l'aria di sbarramento e le relative serrande.

3.8.2 Ventilatore di coda

Descrizione

Il convogliamento dei fumi nel camino avviene mediante un ventilatore fumi. L'esecuzione del ventilatore è progettata per una temperatura max. di 250°C. Il dimensionamento del ventilatore deve tener conto di tutte le condizioni di carico in particolare in caso di carico nominale (100%) e di sovraccarico (110%), nonché in tutte le varianti di esercizio attraverso le condotte di bypass.

Per un funzionamento silenzioso, il numero di giri della girante è di ca. 1450 giri/min a 50 Hz. La regolazione del numero di giri avviene mediante inverter (di cui uno ridondante). Per frenare rapidamente il numero di giri del ventilatore, gli inverter sono dotati di un'alimentazione elettrica di ritorno, con la quale il ventilatore viene decelerato dal 100 % al 33% del numero di giri nell'arco di ca. 8 s. In caso di guasto del convertitore statico di frequenza, il motore elettrico viene commutato sull'unità di stand by.

Il ventilatore fumi è inoltre provvisto di un motore di emergenza il cui giunto di accoppiamento si innesta al momento del raggiungimento del numero di giri minimo. Non è previsto di utilizzare il motore d'emergenza per l'avvio del ventilatore.

Ai cuscinetti del ventilatore viene alimentata aria di sbarramento riscaldata. Per riscaldare l'aria (onde evitare la formazione di condense), la condotta di alimentazione dell'aria viene fatta passare sotto la coibentazione, attorno alla condotta fumi.

La depressione massima ammissibile dei fumi a monte del ventilatore fumi è controllata mediante una misurazione di pressione (logica con 2 misurazioni su 3).

Il comando e il controllo del ventilatore fumi e del motore d'emergenza avviene tramite il DCS.

Principali componenti elettromeccaniche

Ventilatore fumi, completo di:

- telaio di base per ventilatore, motore principale e motore d'emergenza in acciaio rinforzato con profilati
- carcassa ventilatore ermetica in lamiera di acciaio con irrigidimenti della carcassa
- girante in acciaio con cuscinetti disposti agli estremi del rotore

- aperture nella carcassa
- condotta di evacuazione con valvolame, per la condensa prodotta nella carcassa
- azionamento diretto con motore elettrico attraverso un giunto di accoppiamento elastico con protezione
- motore d'emergenza con giunto di accoppiamento a innesto
- fondazione (struttura metallica) con basamento, intelaiatura di fondazione, ammortizzatori di vibrazioni
- condotte di alimentazione aria di sbarramento ai cuscinetti del ventilatore con riscaldamento, valvola di mantenimento della pressione e valvola elettromagnetica
- controllo/indicatore di temperatura per i cuscinetti del ventilatore e del motore nonché per ciascun avvolgimento per il motore principale e il motore d'emergenza

1 silenziatore nella condotta fumi depurati a valle del ventilatore con:

- struttura portante in acciaio
- carcassa e irrigidimenti in acciaio
- portelli di ispezione comprese le piattaforme di accesso e le scale necessarie
- elementi silenziatori interni
- dispositivo di smontaggio per la sostituzione degli elementi silenziatori
- coibentazione del ventilatore fumi e dei silenziatori

3.9 Camino

Descrizione

I fumi generati durante il processo e depurati vengono scaricati nell'atmosfera attraverso un camino per il quale non è consentito un ancoraggio mediante funi.

Il camino presenta una struttura in cemento armato che ospitano le canne metalliche per ciascuna delle linee di combustione.

E' previsto il riutilizzo del camino esistente, per il quale non sono quindi previsti interventi nell'ambito del progetto di revamping delle linee di combustione.

4. Nuovo turbogruppo

4.1 Turbina a vapore

Descrizione

A partire dall'unico collettore comune alle linee A, B, C, R, il vapore surriscaldato prodotto dalle linee di incenerimento andrà in priorità a saturare la vecchia turbina Fincantieri. La produzione eccedente sarà inviata verso un nuovo gruppo turbina-generatore per la produzione di energia elettrica.

È prevista una turbina a condensazione a spillamento dotata di uno spillamento intermedio per vapore a bassa pressione (BP1) e di uno spillamento per vapore a bassa pressione (BP2). Questi scarichi di vapore alimentano le seguenti utenze di vapore:

- spillamento intermedio a BP1
 - riscaldamento serbatoio acqua di alimento
 - preriscaldatore aria per la combustione
 - preriscaldamento aria di sbarramento delle serrande fumi
- spillamento intermedio a BP2
 - eiettori del gruppo vuoto

A seconda delle condizioni di funzionamento e della quantità spillata, lo spillamento intermedio a BP1 garantisce pressione variabile con valori di ca. 3.5 bar(a).

Per quanto riguarda il funzionamento della turbina, sono state considerate le seguenti condizioni:

- Il dimensionamento e la regolazione del gruppo turbina devono assicurare la possibilità di assorbire le brusche variazioni del carico prevedibili, nonché le fluttuazioni delle quantità di vapore.
- In caso di mancanza o di fluttuazioni della tensione della rete elettrica esterna, il turbogeneratore deve provvedere senza interruzioni ad approvvigionare la rete interna dell'impianto di termovalorizzazione. Le fluttuazioni della tensione, del numero di giri e della pressione devono quindi rimanere entro limiti che non provochino disinserimenti della turbina. Il bypass della turbina deve aprirsi in maniera adeguatamente rapida e la relativa regolazione deve funzionare in maniera rapida e precisa.
- Il disinserimento della turbina in seguito a stacco di protezione deve essere assorbito in modo che le fluttuazioni della pressione del vapore ad esso associate non causino la fermata di ulteriori gruppi, né l'intervento delle valvole di sicurezza.
- Per potere assorbire temperature dell'aria esterna elevate, nonché lo sporco del sistema di condensazione, deve essere possibile fare funzionare la turbina a carico nominale (100%), fino a una pressione del vapore di scarico di 0.4 bar(a) senza raggiungere il valore di allarme di fermata.

- A carico nominale (100%), deve essere possibile passare dal funzionamento bypass al funzionamento turbina, senza che ciò impedisca di avviare la turbina a causa della pressione troppo elevata del vapore di scarico.

Tutte le componenti di processo e impiantistiche, compresi i relativi comandi per la commutazione completamente automatica al funzionamento in isola, per il funzionamento senza difetti in isola e per il collegamento automatico alla rete, fanno parte della fornitura.

Tutto il comando e controllo della turbina e del generatore è integrato nel sistema di comando processo (DCS). La turbina può inoltre essere avviata o arrestata e controllata localmente con un pannello di controllo, collegato al DCS mediante bus dati.

Principali componenti elettromeccaniche

- turbina a condensazione a spillamento, costruzione a reazione a più fasi, con uno spillamento intermedio BP1 nella carcassa della girante, nonché uno spillamento BP2

Attrezzatura della turbina, completa di:

- carcassa di rotazione divisa orizzontalmente in acciaio di fusione legato, tenuta insieme con perni espansibili precaricati, aperture di ispezione per esami endoscopici
- carcassa vapore di scarico con aperture per esami endoscopici della zona interna
- allacciamenti per la protezione della turbina in caso di inattività
- rotore monolitico forgiato, dotato di alettatura, bilanciato nel vuoto ad alta velocità, compreso calcolo completo delle vibrazioni
- supporto dell'alettatura fissa, fissato in maniera termoelastica nella carcassa esterna, nella zona del vapore umido con scanalature/fori di drenaggio per l'evacuazione della condensa centrifugata, in lega di acciaio al cromo
- corpo valvole nella parte di immissione, con valvole di esclusione rapida e regolatrici integrate, installate in maniera termoelastica
- valvole regolatrici vapore surriscaldato, come valvole singole ad azionamento idraulico
- valvola di esclusione rapida vapore surriscaldato (chiusura a molla), ad azionamento idraulico e con filtro vapore integrato
- alettatura completa, nella sezione ad alta pressione con cerchiatura di copertura sulla circonferenza esterna oppure con piastre di copertura, nella sezione a bassa pressione con cerchi in tondino d'acciaio per lo smorzamento delle vibrazioni
- cuscinetti portanti anteriori e posteriori come cuscinetti radiali con segmenti ribaltabili, lubrificati forzatamente
- cuscinetto di spinta come cuscinetto assiale ad azione bilaterale con segmenti a regolazione automatica, lubrificato forzatamente, disposto nel supporto del cuscinetto anteriore
- supporto di cuscinetto anteriore e posteriore, indipendente oppure integrato nella carcassa, eseguito in modo da impedire la penetrazione di vapore e garantire una buona accessibilità ai cuscinetti per le operazioni di manutenzione.
- tenute a labirinto senza contatto per albero, stantuffo compensatore e alettatura

- **Accessori della turbina** quali:
 - valvole regolatrici, serrande di non ritorno e serrande di esclusione rapida dello spillamento con azionamento pneumatico o idraulico
 - valvole di sicurezza per spillamenti intermedi, e scarico turbina
 - necessarie tubazioni e valvolame con azionamenti pneumatici (in particolare in considerazione dell'avviamento e arresto completamente automatico del turboalternatore a vapore), compresa coibentazione completa
 - sistema vapore di sbarramento completo con stazione di riduzione e di raffreddamento vapore e valvola di sicurezza, evacuazione perdite di vapore nella sala turbina oppure attraverso il tetto
 - rete di drenaggi e spurghi completa con valvolame per l'avviamento e l'arresto, nonché per il funzionamento della turbina, il drenaggio e gli spurghi vengono convogliati in una condotta di espansione comune e allacciate all'impianto del vuoto
 - viratore del rotore della turbina di tipo elettrico, con dispositivo automatico di inserimento e disinserimento da DCS e passaggio al numero di giri del viratore senza arresto della turbina, compreso azionamento manuale
 - misurazione delle vibrazioni dei cuscinetti e dell'albero
 - apparecchi induttivi di controllo automatico della posizione dell'albero
 - misurazione della dilatazione assoluta e relativa della turbina
 - giunto di accoppiamento e pannellatura del giunto di accoppiamento fra la turbina e la trasmissione
 - supporti oscillanti in corrispondenza della parte di immissione e di uscita, che impediscano lo spostamento della carcassa in caso di aumento delle reazioni dei tubi.
- **Piastra di fissaggio** della turbina, della trasmissione e del generatore con:
 - piastre di fondazione con bulloni di fondazione
 - tutte le parti da inghisare, le piastre di base, le casseforme a perdere necessarie per la piastra di fissaggio stabilite dal costruttore della turbina, nonché le coperture delle condotte, le squadre di contornitura, ecc.
 - calcoli delle fondazioni e disegni relativi alla piastra di fissaggio della turbina e ai sostegni
 - collaudi della piastra di fissaggio della turbina prima e dopo la gettata di calcestruzzo
 - elementi a molla per la piastra di fissaggio della turbina, compreso l'engineering necessario per il loro calcolo (vibrazioni conformemente alla VDI 2056)
- Coibentazione della turbina e rivestimento con feltri lavorati in maniera accurata e privi di amianto
- Distribuzione completa aria di comando a partire dall'alimentazione principale, completa di condotte di alimentazione e di distribuzione, linee, accessori e valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione.
- Cappottatura antiacustica sopra la turbina, la trasmissione e il generatore, con porte di accesso, ventilatori aria addotta e aria esausta.

4.2 Impianti olio lubrificante e olio di regolazione

L'olio lubrificante e di regolazione della turbina deve essere raffreddato e filtrato in continuazione e reso disponibile ininterrottamente in maniera affidabile.

Il collegamento delle singole componenti avviene tramite condotte dell'olio inossidabili e dotate della rubinetteria necessaria.

4.2.1 Impianto olio lubrificante e di regolazione

Descrizione

Il sistema olio lubrificante approvvigiona di olio tutti i cuscinetti radenti dell'unità turboalternatore, nonché il blocco riduttore.

L'impianto dell'olio lubrificante è progettato conformemente alla DIN 4312. L'impianto contiene una pompa principale ad azionamento meccanico, una pompa dell'olio ausiliaria e una pompa di emergenza entrambe ad azionamento elettrico, nonché una pompa dell'olio per il sollevamento dell'albero. In caso di guasto della pompa dell'olio principale, si avvia automaticamente la pompa dell'olio ausiliaria (nella logica di comando). La pompa dell'olio di emergenza serve, in caso di guasto nell'alimentazione di corrente alternata, per approvvigionare il sistema olio lubrificante e arrestare la turbina in sicurezza.

Un impianto di aspirazione vapori di olio serve a recuperare gli aerosol di olio.

Il raffreddamento dell'olio è assicurato da due radiatori, commutabili durante il funzionamento e dotati di fasci tubieri estraibili, ognuno dimensionato in modo da asportare tutto il calore dell'olio del turboalternatore alla temperatura massima dell'acqua di raffreddamento. Due filtri dell'olio, commutabili durante il funzionamento, per una finezza del filtro di 25 µm provvedono alla filtrazione dell'olio. Il telaio di base del blocco radiatore/filtro è integrato nel serbatoio dell'olio come telaio in profilato.

Dal circuito precedentemente descritto, l'olio viene comanda gli attuatori per:

- la valvola di esclusione rapida vapore
- le valvole regolatrici vapore

Il bordo superiore del serbatoio dell'olio è rialzato e funge da coppa dell'olio per le piccole perdite.

Tutti gli attuatori (valvole regolatrici della turbina) sono eseguiti con pacco di molle integrato ("fail-safe").

Principali componenti elettomeccaniche

Impianto olio lubrificante e di regolazione con accessori:

- Serbatoio dell'olio con sezione di compensazione e di sfiato, aperture di scarico e aperture di pulizia
- Sospensioni o sostegni del serbatoio
- Cappa per vapori/allacciamento tubo per vapori

- Controlli di livello dell'olio
- Allacciamento per filtro a maglia fine/centrifuga dell'olio
- Coppa dell'olio, progettata per l'intera quantità di olio
- Aspirazione vapori di olio composta da soffiante di aspirazione, motore, filtro dell'aria e separatore di aerosol, come apparecchio compatto per installazione separata sul serbatoio dell'olio.
- Radiatori dell'olio 2 x 100 % (di cui 1 come stand by) allacciati al circuito di raffreddamento dell'acqua con valvolame, apparecchi, ecc.
- Regolazione della temperatura dell'olio come valvola regolatrice di miscelazione a 3 vie a comando diretto, disposta nel bypass verso il radiatore dell'olio, per mantenere costante la temperatura dell'olio.
- Doppio filtro dell'olio con commutazione e indicatore della differenza di pressione
- Riduzione della pressione per l'olio per i cuscinetti
- Impianto di trattamento dell'olio con filtro a maglia fine e centrifuga
- Pompa dell'olio principale azionata dall'albero della turbina
- Pompa dell'olio ausiliaria azionata da motore trifase con pressostato
- Pompa dell'olio di emergenza azionata dall'alimentazione di corrente continua (batteria da 110 V), con pressostato
- Pompa dell'olio per il sollevamento dell'albero
- Filtri nelle condotte di aspirazione delle pompe olio
- Collegamento completo mediante tubi, compreso valvolame, sul lato olio
- Collegamento interno mediante tubi sul lato acqua di raffreddamento
- Controllo del livello dell'olio e della temperatura dell'olio (DCS)
- Indicatori di pressione locali

4.3 Trasmissione

Descrizione

La trasmissione è progettata per trasmettere coppie elevate ad alti numeri di giri ed è costruita per un funzionamento silenzioso e un rendimento elevato.

La carcassa intrinsecamente stabile e dotata di forti nervature interne è divisa orizzontalmente. È chiusa a perfetta tenuta d'olio e deve essere protetta contro la penetrazione di polvere e umidità su tutti i lati.

Gli ingranaggi sono dotati di dentatura bieloidale in leghe di acciaio altamente resistenti all'usura. La dentatura ad evolvente è temprata e rettificata.

Tutti gli alberi di trasmissione devono essere fatti passare su cuscinetti radenti. Tutti i cuscinetti girano nella zona di lubrificazione idrodinamica e offrono quindi i presupposti per una lunga durata.

Tutte le superfici di scivolamento dei cuscinetti radenti degli alberi di trasmissione sono lucidate, le sedi degli ingranaggi e dei giunti di accoppiamento sono rettificati.

Principali componenti elettromeccaniche

Riduttore con:

- carcassa della trasmissione divisa orizzontalmente
- alberi di ingresso e di uscita con flange di accoppiamento forgiate sull'albero (1 x fissa, 1 x dentata), ruote dentate cilindriche e cuscinetti radenti
- sistema di lubrificazione allacciato al sistema olio lubrificante della turbina
- viratore albero di tipo elettrico con dispositivo automatico di inserimento e disinserimento e passaggio al numero di giri del viratore senza arresto della turbina
- giunto di accoppiamento e pannellatura del giunto di accoppiamento fra la turbina e la trasmissione, nonché fra la trasmissione e il generatore

4.4 Generatore

Descrizione

Il generatore sincrono trifase quadripolare è eseguito conformemente alle norme IEC in vigore e provvisto di sistema di raffreddamento ad aria/acqua.

L'aria di raffreddamento per lo statore e per il rotore viene convogliata nella macchina mediante ventilatori. L'aria calda viene raffreddata mediante scambiatori di calore aria/acqua.

Il generatore è dotato di cuscinetti radenti montati su piastre di supporto. I cuscinetti sono a regolazione automatica e divisi orizzontalmente e vengono approvvigionati d'olio dal sistema olio lubrificante della turbina.

L'albero del rotore è fabbricato in un solo pezzo in acciaio forgiato pregiato.

Il sistema eccitatore senza spazzole e schermato contro i radiodisturbi è composto da un'eccitatrice principale trifase con diodi rotanti, un'eccitatrice ausiliaria a poli permanenti, nonché il sistema di regolazione della tensione.

Principali componenti elettromeccaniche

- **Generatore**, esecuzione come generatore sincrono trifase con eccitazione rotante mediante raddrizzatori, completo di:
 - carcassa generatore con avvolgimenti statorici
 - piastra di fondazione con bulloni di ancoraggio per il fissaggio
 - un set di viti di livellamento per l'aggiustaggio
 - albero del rotore con gli avvolgimenti rotorici
 - cuscinetti radenti, a regolazione automatica e divisi orizzontalmente
 - messa a terra dell'albero del generatore
 - dispositivo di smontaggio del rotore

- dispositivi di controllo della temperatura (PT 100) per avvolgimento statorico, cuscinetti del generatore, aria fredda e calda
- riscaldamento da utilizzare in caso di inattività
- tutti i trasduttori per eccitazione, misurazione e protezione (esecuzione conformemente alla VDE 0414)
- dispositivo eccitatore senza spazzole
- regolatore di tensione

– **Quadro di controllo del generatore**

Quadro a norma, equipaggiato e cablato con tutti gli apparecchi necessari per la protezione del generatore, la disconnessione dalla rete, la regolazione della tensione, la misurazione e la sincronizzazione, con tutti gli indicatori, i pulsanti, gli interruttori necessari, l'impianto di segnalazione di pericolo e il collegamento al PLC:

- funzioni di comando e di visualizzazione per parametri di uscita del generatore, valori di connessione alla rete, valori del sistema eccitatore, segnalazioni di guasti, dispositivo di sincronizzazione
- regolatore di tensione adatto a un generatore con eccitazione rotante mediante rad-drizzatore, con dispositivo di regolazione del valore di consegna ad azionamento motorizzato
- regolazione del fattore di potenza ($\cos\varphi$): in corrispondenza del punto di trasferimento alla rete pubblica si deve mantenere o regolare un rapporto fisso fra potenza attiva e potenza reattiva; si deve prevedere un disinserimento automatico della regolazione di $\cos\varphi$ durante il funzionamento in isola
- limiti per: tensione del generatore, corrente statorica, corrente di eccitazione
- protezione del generatore. Il generatore è alimentato attraverso un trasformatore ed è dotato dei dispositivi di protezione necessari, p.es. per: tempo di massima corrente, sovraccarico, sovratensione e sottotensione, inversione di corrente, dispersione verso terra dello statore, dispersione verso terra del rotore, aumento di tensione, minimo di frequenza, relè differenziale, relè guasto eccitatore, carico asimmetrico
- attrezzatura di controllo per la verifica di routine dell'intero dispositivo di protezione del generatore
- componenti impiantistiche e comandi necessari per l'inserimento completamente automatica nella rete nonché per la commutazione completamente automatica al funzionamento in isola
- dispositivo di disconnessione dalla rete: conformemente alle condizioni per l'installazione e l'esercizio di dispositivi di regolazione e di protezione in caso di funzionamento in parallelo di impianti di forza motrice dell'azienda con la rete pubblica si devono prevedere perlomeno i seguenti dispositivi di protezione:
 - protezione contro la sovratensione e la sottotensione
 - protezione contro la sovralfrequenza e il minimo di frequenza
 - rilevamento della direzione della corrente
- verifica e armonizzazione delle trasmissioni di segnali e degli asservimenti di protezione con gli allacciamenti murari

- **Punto a stella del generatore e quadro linea di uscita**
Esecuzione con l'attrezzatura necessaria e le uscite verso la rete, il trasformatore, il trasduttore, ecc.
- **Sistema di raffreddamento generatore** con:
 - ventilatore, condotte di conduzione dell'aria, scambiatore di calore, compresi collegamento mediante tubi, telaio d'incasso e condotte di collegamento compresi portelli di controllo.
 - controllo delle perdite del radiatore
- **Ulteriore estensione della fornitura per turbina e generatore**
 - Attrezzatura per collaudo apparecchio di controllo fuorigiri
 - Attrezzatura per collaudo valvola di esclusione rapida
 - Cappottatura antiacustica per turbina, trasmissione e generatore, completamente chiusa, con portelli di accesso, illuminazione interna e ventilazione
 - Coibentazione e rivestimento
 - Piattaforme e scale

4.5 Sistema di regolazione e protezione della turbina

Descrizione

La regolazione della turbina é progettata in modo che:

- non si verificano fenomeni di oscillazione
- in caso di carico e scarico improvviso di ca. il 50 % della potenza nominale, la variazione max. del numero di giri non sia superiore all'1 %
- in caso di scarico improvviso della potenza nominale fino ad arrivare al funzionamento a vuoto, si riprenda il controllo del turboalternatore prima del raggiungimento del numero di giri di arresto rapido
- in caso di commutazione improvvisa dal funzionamento normale al funzionamento in isola, nella rete interna non devono verificarsi condizioni di funzionamento instabili che provochino eventuali disturbi di esercizio.

Il sistema di regolazione e di protezione, incorporato nel quadro di controllo della turbina, è dotato delle seguenti funzioni importanti, p.es.:

- regolazione del numero di giri durante il funzionamento in isola, impostazione del numero di giri mediante valore di consegna
- regolazione della potenza mediante variazione del numero di giri fino ad arrivare al carico-obiettivo prescritto dopo la sincronizzazione
- regolazione della pressione del vapore vivo e limitazione della pressione vapore vivo
- limitazione della pressione vapore di scarico
- limitazione della pressione camera girante
- stabilizzazione della frequenza, che si inserisce automaticamente in caso di esclusione della rete
- funzione di protezione della turbina con:

- protezione ridondante contro il fuorigiri
 - 2 di 3 rilevatori del numero di giri e della pressione dell'olio
 - controllo del funzionamento con misurazioni relative alla vibrazione dell'albero, alla vibrazione dei cuscinetti, alla dilatometria ecc.
 - temperatura dei cuscinetti troppo elevata
 - blocco idraulico di sicurezza per far scattare l'arresto rapido della turbina
 - possibilità di collaudo del circuito di protezione durante il funzionamento
- comando di bypass della turbina (aggiramento della turbina), che assicura il funzionamento del bypass a ogni guasto della turbina
- altre apparecchiature di comando e di controllo per valvole regolatrici, allarmi, trasduttori elettroidraulici ecc.

Sono inclusi gruppi di comando completi per l'avviamento e l'arresto, azionati e controllati dalla sala comando centrale (DCS), che prevedono fra l'altro le seguenti sequenze automatiche:

- preriscaldamento della condotta vapore vivo
- impianto olio on
- drenaggi aperti
- avvio
- aumento del numero di giri a regime seguendo una rampa
- sincronizzazione
- aumento a regime del carico seguendo una rampa

Le sequenze di arresto avvengono in maniera analoga in successione inversa.

Per l'avviamento e l'arresto locale della turbina, accanto alla turbina, è disposto un quadro locale con pannello di comando. Ad eccezione del quadro di comando locale, tutti i quadri elettrici relativi alla turbina sono collocati nel vano apparecchiature elettriche, accanto alla turbina.

Principali componenti elettromeccaniche

- **Quadro di controllo della turbina** con elettronica incorporata per il gruppo turbina, contenente:
 - unità di automazione a programma memorizzabile (PLC)
 - funzioni di protezione con specifica tecnica di sicurezza
 - controllo delle vibrazioni, inclusi monitor
 - collegamento tramite interfaccia al sistema centrale di controllo (DCS) per il comando e il controllo del gruppo turbina a distanza
 - alimentazione di tensione (ridondante)
 - analisi dei dati di misura
 - strumenti indicatori, interruttori, arresto di emergenza

- **Dispositivo automatico di avviamento e arresto** per avviamento e arresto automatico sequenziale
- **Pannello di controllo** collocato nel quadro locale per il comando manuale dell'avviamento e arresto del gruppo turbina, con accoppiamento mediante bus al DCS.

5. Rigenerazione turbogruppo esistente (Fincantieri)

Il turbogruppo esistente (Fincantieri) sarà integrato nella nuova configurazione dell'impianto, sebbene alle nuove condizioni di funzionamento che ne prevedono la saturazione termica (funzionamento al massimo delle potenzialità termiche).

Per questo motivo nell'ambito dell'intervento di revamping delle linee di termovalorizzazione è prevista la rigenerazione del turbogruppo, sulla base degli interventi seguenti:

- Smontaggio turbo gruppo
- Ispezione e revisione carcassa turbina
- Rigenerazione con revisione del rotore turbina comprensiva di interventi sulla palettatura e riequilibratura del sistema abero/rotore
- Revisione delle valvole di immissione, di intercettazione e di regolazione (spillamento MP e spillamento BP1)
- Revisione cuscinetti
- Revisione tenute a labirinto.

6. Ciclo termico

Il ciclo termico e i due turbogruppi (turbogruppo Fincantieri e nuovo turbo gruppo) costituiscono un'unità funzionale intimamente connessa. Le parti in pressione saranno soggette ad applicazione della Direttiva europea apparecchiature sotto pressione PED 97/23/CE,

Il ciclo termico presenta rispetto alla configurazione esistente le seguenti particolarità:

- un unico collettore di distribuzione del vapore surriscaldato prodotto dalla linee A, B, C, R
- stazioni di riduzione e attemperamento per l'alimentazione dei collettori MP e BP a partire dal collettore AP (vapore surriscaldato)
- due turbogruppi allacciati ciascuno a un condensatore principale e un condensatore ausiliario
- due bypass turbina con stazioni di attemperamento
- due sistemi di condensazione (principale e ausiliario) a servizio dei due turbogruppi
- due sistemi di estrazione condensato (condensato principale e ausiliario) con eiettori (gruppo vuoto)
- due scambiatori di calore per il preriscaldamento delle condense attraverso l'energia termica recuperata sulla linea di trattamento fumi
- una condotta di compensazione per il pompaggio del condensato (sezione nuovo turbogruppo) verso il serbatoio acqua di alimento che raccoglie i condensati provenienti dal sistema di condensazione a servizio del turbogruppo esistente
- due serbatoi acqua di alimento
- due stazioni di alimentazione acqua in caldaia (una stazione per le linee A, B, C) e una stazione per la linea C
- piping e valvolame.

6.1 Nuovo condensatore principale e nuovo condensatore ausiliario

Un nuovo sistema a condensatore principale sarà a servizio del nuovo turbogruppo. Le portate vapore in gioco per la nuova turbina risultano nettamente superiori rispetto a quelle destinate all'attuale turbina "Nuovo Pignone". Da questo ne consegue la necessità di sostituire integralmente il condensatore principale, installandone uno che avrà un dimensionamento sostanzialmente identico a quello installato sull'attuale turbina "Fincantieri".

La condensazione si baserà su in sistema raffreddato ad acqua, composto da torri di raffreddamento e circuito ad acqua con relative vasche di accumulo.

Le nuove torri saranno di tipo preassemblato e per limitare l'impatto ambientale dovranno essere installate a lato ed alla stessa quota delle torri esistenti. Il ventilatore delle torri sarà ubicato sopra i corpi di riempimento.

Per quanto sopra nel dimensionamento delle nuove si dovrà tenere in considerazione possibili interferenze con le torri esistenti che stante la loro dimensione movimentano flussi d'aria ingenti.

Inoltre le torri saranno dotati di tutti gli accorgimenti adottati ai fini della riduzione degli impatti sonori (silenziatore in aspirazione e mandata, silenziatore in vasca, ventilatore a basso livello di emissioni).

Per quanto sopra i ventilatori delle torri saranno regolati mediante inverter.

Le nuove torri saranno dotate di un proprio circuito di circolazione alimentato dalla pompe esistenti (4 pompe di cui 3 in esercizio e 1 quale riserva).

Le nuove torri saranno alimentate dai sistemi di condizionamento delle acque di reintegro già disponibili presso l'impianto cui dovranno essere collegate.

Quanto sopra vale anche per il dosaggio dei chemical che dovrà essere allacciato allo stoccaggio chemical esistente. Segue che il trattamento dell'acqua delle nuove torri dovrà essere analogo a quello già in uso.

Linee A, B e R

In occasione della rigenerazione integrale della turbina "Fincantieri", aumenterà il vapore destinato alla condensazione e pertanto sarà necessaria la sostituzione delle torri di raffreddamento a servizio delle linee A, B ed R.

Per il dimensionamento delle torri di raffreddamento deve essere pari alla potenza termica considerata per le torri attuali (ca. 36 MW) alla quale aggiungere la potenza necessaria al raffreddamento degli ausiliari. Per tenere conto delle ulteriori esigenze di raffreddamento, si ipotizza di aggiungere 2MWth alla potenza termica necessaria per le condizioni di esercizio più critiche.

Le nuove torri di raffreddamento verranno installate nel bacino esistente, andando ad occupare tutta l'area del bacino di raccolta acque disponibile, che risulta già dimensionato per ospitare torri di raffreddamento di dimensioni maggiori rispetto alle attuali.

Linea C

Al fine di condensare il vapore attualmente prodotto dalla linea C ed inviato con la configurazione attuale alla turbina "Nuovo Pignone", le torri di raffreddamento dovranno essere in grado di dissipare la potenza termica di circa 31,5 MWth che contempla anche le necessità di raffreddamento degli ausiliari della Linea C.

Visto che il bacino di raccolta dell'acque di torre, che attualmente ospita le torri a servizio delle linee A, B ed R, è molto grande (larghezza: 16 m e lunghezza: 27 m), si prevede di installare tutte le nuove torri in corrispondenza di suddetto bacino.

Principali componenti elettromeccaniche

- Fornitura e posa in opera di nuove torri di raffreddamento di tipo preassemblato e modulare complete di tutti i relativi accessori. La vasca delle nuove torri sarà equipaggiata con trasmettitore di livello livellostati di basso e bassissimo, alto e altissimo livello. I ventilatori delle torri saranno dotati di sistema di rilievo delle vibrazioni con soglia di allarme.

Di seguito alcune caratteristiche minime richieste per i componenti delle torri:

ugelli: in PP, antimpaccamento e autopulenti mediante movimento dell'ugello stesso, disposti e distanziati uno dall'altro in modo tale da garantire la distribuzione dell'acqua su tutta la superficie della torre;

materiale di riempimento: PVC, antimpaccamento (adatto per acqua con qualità non ottimale);

separatore di gocce : PVC+PP, caratterizzato da bassa ΔP ed elevata riduzione dei trascinamenti;

ventilatori: pale ≥ 6 , pale in alluminio o PRF, albero in acciaio (ad esempio HDGS), possibilità di modificare l'inclinazione delle palette, ventilatore bilanciato dinamicamente in tutte le posizioni delle palette, dotato di sistema di rilevazione vibrazione con allarme al DCS e cut out switch, trasmissione tipo flottante.

riduttore: Bevel, AGMA Factor ≥ 2 , tenute a labirinto, a perfetta tenuta d'acqua, si richiede la tracciatura elettrica del riduttore per evitare problemi nella partenze da freddo nella stagione invernale; più in generale è prevista una tracciatura elettrica delle parti critiche sulla base della propria esperienza .

motore elettrico: 400 V, 4 poli, 3 fasi, 50 Hz, classe di isolamento IP55; azionato da convertitore di frequenza e classe di efficienza energetica almeno IE3 equivalente o superiore; si richiede un sovradimensionamento del motore pari ad almeno il 10%. Classe di isolamento/sovratemperatura F/B;

- strutture in carpenteria metallica di supporto e di accesso: scala a gradini autoportante per l'accesso dal piano campagna al piano della vasca ed alla parte superiore delle torri per accesso parti soggette a manutenzione (come ventilatori, ugelli valvole di distribuzione acqua alle celle) completa di balconcini rompitratta e parapetti, passerelle complete di grigliato e di parapetti. Tutta la carpenteria sarà in acciaio zincato a caldo;
- tubazioni del circuito acqua di torre complete di tutti i necessari accessori, supporti e staffaggi. I collettori di mandata e ritorno saranno provvisti di trasmettitori di temperatura e di prese campione valvolati;
- collegamento delle nuove torri di raffreddamento al sistema di alimentazione e trattamento dell'acqua di reintegro (make-up) già disponibile in impianto ed attualmente utilizzato per le torri di raffreddamento esistenti; il sistema di reintegro sarà dotato di valvola di regola-

zione automatica intercettata monte e valle e dotata di relativo by pass valvolato, e trasmettitore di portata;

- collegamento al circuito esistente per la raccolta dell'acqua di spurgo delle torri esistenti. Il sistema di spurgo sarà dotato di valvola di regolazione automatica intercettata monte e valle e dotata di relativo by pass valvolato, e trasmettitore di portata;
- trasmettitore di conducibilità dell'acqua e prese campione per analisi acqua;
- collegamento allo stoccaggio chemicals già disponibile in impianto ed attualmente utilizzato per le torri di raffreddamento esistenti;
- tracciature elettriche ove necessarie;
- idoneo sistema di illuminazione;
- collegamenti di messa a terra.

6.2 Pompe di estrazione condensato (linea C)

Descrizione

Le attuali pompe non risultano in grado di assicurare le portate richieste nelle nuove condizioni di funzionamento dell'impianto.

Per quanto sopra le pompe estrazione condensato attuali installate a valle del sistema di condensazione a servizio della linea C dovranno essere sostituite.

In particolare si prevede l'installazione di nuove pompe (di cui 1 quale ridondanza) a velocità regolabile con inverter, ognuna delle quali sarà in grado di assicurare la portata necessaria al carico massimo dell'impianto.

La tipologia delle nuove pompe e la loro quota di aspirazione assicureranno l'assenza di cavitazione per ogni condizione di carico (NPSH adeguato).

Principali componenti elettromeccaniche

- 2 nuove pompe di estrazione del condensato;
- collettori di aspirazione delle nuove pompe, comprensivi delle relative valvole motorizzate di intercettazione; sulla aspirazione di ciascuna pompa estrazione condensato sarà previsto un filtro a Y intercettabile mediante due valvole poste immediatamente a valle e a monte dello stesso. Il filtro a Y dovrà essere montato in un tratto di linea orizzontale in modo tale che eventuali solidi non finiscano in linea nel corso delle operazioni di manutenzione al filtro; la misura differenziale di pressione dovrà essere trasmessa in sala controllo. Sulla mandata di ciascuna pompa sarà prevista l'installazione di una valvola di ritegno e di una valvola di intercetto. Sulla aspirazione e mandata delle pompe estrazione condensato saranno previsti, in modo analogo all'esistente, gli strumenti necessari (PI, PT, TE oltre che TW, PP);
- Collegamenti al condensatore principale;
- Collegamenti delle nuove pompe estrazione condensato al collettore di aspirazione dal condensatore ausiliario

- Condotta di compensazione fra l'estrazione del condensato linea C e ti degasatore delle linee A, B e R.

6.3 Nuove pompe di alimento

Descrizione

Il nuovo turbogrupo richiede in ragione dell'aumento della portata vapore una nuova stazione di pompaggio acqua di alimentazione.

La stazione di pompaggio acqua di alimentazione è composta da 3 pompe con azionamento elettrico e 1 turbopompa azionata da una turbina a vapore.

Le pompe sono dimensionate conformemente alle prescrizioni delle autorità (ISPESL).

Il raffreddamento dei premistoppa è allacciato al circuito di raffreddamento dell'impianto termico.

La turbopompa è alimentata con vapore vivo proveniente dalla linea ad AP e, a valle della turbina, il vapore fluisce verso il sistema vapore a bassa pressione (BP1). La turbopompa è provvista di un dispositivo automatico di avvio rapido e di avviamento automatico. La condotta del vapore fino alla valvola di immissione in turbina è mantenuta pronta per l'uso e spurgata di conseguenza.

Principali componenti elettromeccaniche

- Pompe centrifughe quali pompe di alimentazione della caldaia, dimensionate conformemente all'ISPESL, ciascuna con:
 - piastra di fondazione per pompa e motore, comprese viti di fissaggio
 - pompa con carcassa della pompa, girante a più stadi, raffreddamento premistoppa, giunto di accoppiamento elastico con protezione del giunto di accoppiamento e motore elettrico
 - valvole di non ritorno unidirezionali, valvole di flusso minimo e di compensazione presso la pompa
 - filtri a monte delle pompe, valvola regolatrice per acqua di raffreddamento
 - manometro completo per lato di aspirazione e di mandata
- Pompa centrifuga come pompa di alimentazione della caldaia con azionamento da parte della turbina a vapore, progettata conformemente all'ISPESL, struttura della pompa analoga alle pompe con azionamento elettrico, ma con piastra di fondazione adeguata alla turbina di azionamento.
- Turbina a vapore come azionamento della turbopompa completa di:
 - carcassa della turbina, girante della turbina, giunto di accoppiamento con protezione del giunto di accoppiamento
 - circuito oleoidraulico per la valvola di avvio rapido, pompa dell'olio con azionamento (elettrico oppure mediante turbina ausiliaria), radiatore per raffreddamento dell'olio/dell'acqua, indicatore/controllo della temperatura e della pressione (DCS),

condotte dell'olio necessarie, integrazione del radiatore per raffreddamento dell'olio/dell'acqua nel circuito di raffreddamento dell'acqua

- dispositivo automatico di avvio rapido e avviamento automatico
- spurghi per condotte del vapore e turbina con accessori, separatore di condensa, filtro, bypass nelle stazioni di spurgo
- per la condotta vapore di scarico della turbina, valvola di sicurezza e valvola limitatrice a comando pneumatico
- condotte del vapore necessarie dalla linea ad AP alla linea a BP (BP1), compreso valvolame
- fissaggi, sostegni e sospensioni delle condotte del vapore e degli scarichi condensa
- distribuzione completa aria di comando a partire dall'alimentazione principale, completa di condotte di alimentazione e di distribuzione, linea, accessori e valvola di mantenimento della pressione con indicatore di pressione