

Norme sui condensatori di vapore a superficie

Stralcio del testo sottoposto ad inchiesta

Il presente schema di Norme è l'aggiornamento ed il completamento delle « Norme per la fornitura ed il collaudo dei condensatori di vapore a superficie », compilate nel biennio 1940-42 dal C.T.I., relatore il Prof. Mario Medici e che furono sottoposte ad inchiesta pubblica a tutto il 31 dicembre 1942, e successivamente approvate in sede nazionale. Il presente testo viene sottoposto ad inchiesta pubblica, invitando tutti gli interessati a volere fare pervenire alla Segreteria del Comitato Nazionale {prof. Ezio Iurzolla - Padova, via F. Marzolo 11-13} le eventuali osservazioni, aggiunte e proposte di modifiche, che si ritenessero opportune.

Il materiale inviato sarà coordinato e vagliato prima di procedere alla stampa definitiva del fascicolo delle Norme. In assenza di osservazioni, il presente testo sarà ritenuto approvato, in sede nazionale, alla data 30 luglio 1952 (regola dei sei mesi).

Comitato termotecnico italiano Sottocomitato «Motori a vapore»

Proposta di norme sui condensatori di vapore a superficie - Pubblicazione relativa ai condensatori di vapore a superficie per i motori primi a vapore.

PREMESSA ALLE NORME

Sotto il nome di condensatori di vapore a superficie è da intendersi nelle presenti Norme qualsiasi apparecchio a superficie trasmettente tubolare, la cui funzione precipua è quella di creare a valle di un motore primo a vapore un ambiente a pressione notevolmente inferiore a quella atmosferica al triplice scopo di:

1. Accrescere le differenze di entalpia per il vapore fra l'ingresso e l'uscita del motore primo, rendendo disponibili cadute termodinamiche isentropiche notevolmente più grandi, per l'utilizzazione del vapore nel motore stesso;

Il Comitato Nazionale Motori a Vapore. — Presidente: Prof. dott. ing. Mario Medici - Vicepresidenti: Prof. dott. ing. Mario Mainardis, Dott. ing. Alfonso Saporiti - Membri: Prof. dott. ing. Antonio Capetti, Prof. dott. ing. Cesare Codegone, Prof. dott. ing. Agostino Della Verde, Prof. dott. ing. Francesco Roma, Prof. dott. ing. Renato San Nicolo, Prof. dott. ing. Igino Tessari, Dott. ing. Ettore Buzzi, Dott. ing. Claudio Castellani, Dott. ing. Franco Castelli, Dott. ing. Ugo Croveti, Dott. ing. Piero Vannotti - Segretario: Prof. dott. ing. Ezio Iurzolla.

2. Recuperare nella quasi totalità l'acqua di condensazione del vapore che si eroga dal motore nel condensatore, realizzando un funzionamento a circuito chiuso per l'impianto a vapore;

3. Aumentare il valore del rendimento termico del ciclo funzionale, in dipendenza dell'abbassamento dell'isoterma inferiore del ciclo stesso.

Affinchè ne sia possibile il funzionamento, in questi condensatori di vapore, deve effettuarsi una duplice operazione:

a) Sottrarre al quantitativo di vapore che perviene all'apparecchio la quantità di calore necessaria perchè esso si trasformi in acqua;

b) Far circolare con velocità sufficiente il fluido condensatore ed estrarre, contemporaneamente, dall'interno del condensatore i quantitativi d'aria che vi penetrano o che vi si liberano, in maniera da mantenerli, in esercizio, il regime di pressioni e di temperature prescritto per un funzionamento prestabilito.

Il comportamento funzionale dei condensatori di vapore è, pertanto, legato intimamente a quello dei meccanismi adibiti a compiere le operazioni menzionate. Dal comportamento di questi ultimi non si può, quindi, prescindere nell'esaminare il comportamento funzionale di un condensatore di vapore. Inoltre, poichè il computo dei valori dell'entalpia del vapore all'ingresso del condensatore, viene effettuato sulla base della conoscenza di alcune caratteristiche funzionali del motore a vapore, è necessario altresì il riferimento a queste caratteristiche.

Il comportamento funzionale di un impianto di condensazione dipende dal regime delle pressioni e temperature, che si stabiliscono in esercizio all'interno del condensatore e dai seguenti altri indici funzionali:

1. Caduta pneumatica e conseguente salto di temperatura e perdita termica per le resistenze di carattere fluidodinamico, che si oppongono al moto della corrente di vapore lungo il condensatore ed al richiamo dell'aria verso le bocche di estrazione di quest'ultima;

2. Intensità media della trasmissione del calore fra il vapore e l'acqua condensatrice e leggi di variazione per la intensità della trasmissione da zona a zona del condensatore;

3. Il grado di sottoraffreddamento del condensato;

(come sottoraffreddamento del condensato si intende la differenza di temperatura fra la temperatura del vapore saturo, relativo alla pressione media misurata all'ingresso del condensatore e quella media del condensato all'uscita del condensatore);

4. La percentuale di ossigeno disciolto nel condensato;

5. Il grado di raffreddamento dell'aria che si estrae dal condensatore;

6. L'entità della devaporizzazione di detta aria;

7. Il grado di pulizia dei tubi del condensatore.

Il comportamento funzionale di un impianto a condensazione è altresì legato a circostanze esterne ed ambientali, quali la variabilità di temperatura per l'acqua che si può avere a disposizione per la condensazione, al variare delle stagioni e al variare delle latitudini (per i condensatori marini e di autoveicoli).

Vanno definiti, pertanto, come « indici di funzionamento » di un condensatore di vapore a superficie della categoria « ad acqua condensatrice » le seguenti indicazioni:

1. I valori del grado di vuoto percentuale realizzabile e della temperatura ottenibile pel condensato, per determinate condizioni ambientali o di esercizio; impiegando determinati quantitativi di acqua condensatrice a determinate temperature, per condensare determinati quantitativi a determinate condizioni e con determinati assorbimenti di potenza pel funzionamento delle diverse pompe ed eiettori costituenti il macchinario di corredo del condensatore;

2. Le leggi di variabilità del vuoto al variare del carico del motore primo ed al variare delle condizioni di luogo e di tempo (condizioni ambientali di esercizio).

NORME

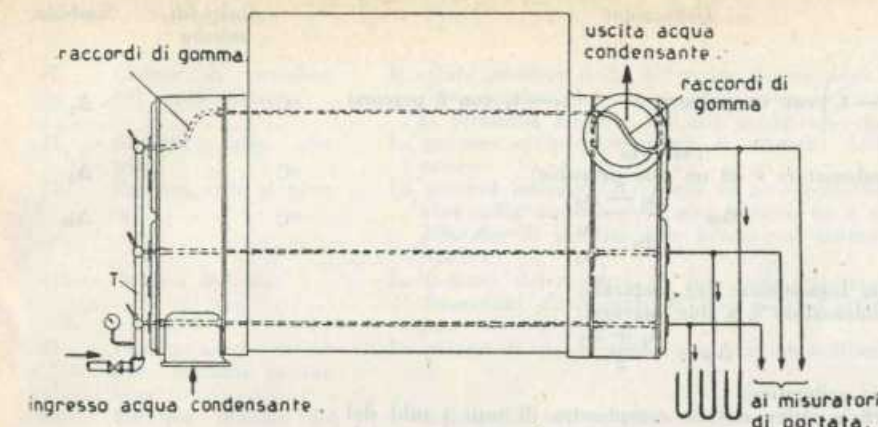
SEZIONE I: Oggetto e scopo.

1. — Queste norme si riferiscono ai condensatori di vapore a superficie per motori primi a vapore e della categoria ad acqua condensatrice. Esse hanno la finalità di stabilire regole e direttive di carattere generale per la fornitura (offerte ed ordinazioni) e pel collaudo (verifica delle garanzie contrattuali) dei condensatori di vapore a superficie della categoria menzionata forniti separatamente dai motori primi.

Quando, invece, le modalità relative al funzionamento dell'impianto di condensazione fanno parte del contratto di fornitura e di garanzie tecniche del motore primo, ad esso impianto collegato, i rilievi e le misure da effettuare, in sede di collaudo, secondo le prescrizioni delle presenti Norme, potranno venire limitati a quei rilievi e misure, i cui dati sono necessari per eseguire la verifica delle condizioni di garanzia previste nel contratto globale della fornitura.

È esclusa dalle presenti Norme la considerazione dei condensatori in cui il fluido condensatore è l'aria e dei condensatori di vapore alle altre categorie.

2. — In particolare le presenti Norme definiscono le modalità per accertare la rispondenza del funzionamento di un condensatore di vapore a superficie, ad acqua condensatrice alle garanzie contrattuali con riferimento ad una o più delle seguenti determinazioni:



a) La pressione assoluta che il condensatore è in grado di mantenere in corrispondenza alla bocca d'ingresso dell'apparecchio ad un determinato regime funzionale del motore primo (quantità di calore introdotto col vapore nel condensatore in kcal/h.), con una determinata portata e temperatura per l'acqua condensatrice e per un determinato grado di pulizia dei tubi.

b) L'entità della trasmissione del calore per date condizioni funzionali, secondo quanto indicato in a).

c) La temperatura e l'eventuale sottoraffreddamento del condensato.

d) La percentuale di ossigeno disciolto nel condensato.

e) La caduta pneumatica e la variazione della temperatura corrispondente lungo il sistema tubolare del condensatore.

f) Il consumo in calore degli eiettori a vapore ovvero l'assorbimento di energia della pompa e del suo motore di

azionamento se gli eiettori sono ad acqua.

g) il consumo di energia della pompa del condensato e relativo motore di azionamento.

h) Il consumo di energia delle pompe per l'acqua condensatrice o di circolazione e relativi motori di azionamento.

3. — La determinazione del grado di pulizia dei tubi non è esplicitamente richiesta dalle presenti Norme; però è opportuno che le due parti, prima che si dia inizio alle prove prendano accordi preliminari coi quali dichiarino di ritenere che il grado di pulizia esistente nel condensatore sia sufficiente, oppure lo divenga, dopo effettuata un'ispezione preliminare di pulizia dei tubi con un procedimento concordato all'uopo tra le due parti. Se non si riesce a raggiungere un accordo in merito il grado di pulizia va determinato in base alle modalità specificate di seguito, ma soltanto per condensatori aventi una superficie trasmettente superiore a 2000 m².

4. — La determinazione di ulteriori dati funzionali o la verifica di particolari garanzie debbono formare oggetto di particolare accordo fra le parti prima dell'inizio delle prove, descrivendone completamente le modalità d'esecuzione nel verbale di collaudo.

Par. TI.	Nomenclatura	Definizione	Unità di misura	Simbolo
5	Potenzialità termica del condensatore	Il numero di calorie che vengono cedute dal vapore all'acqua condensatrice nell'unità di tempo (variabile indipendente)	kcal/h	q
6	Portata oraria di vapore entrante nel condensatore	La quantità di vapore, proveniente dal motore primo, che entra nel condensatore nell'unità di tempo	kg/h	Ms
7	Pressione di introduzione	La pressione assoluta del vapore (valore medio aritmetico nella sezione di deflusso) all'ingresso del condensatore, corretta per la temperatura del mercurio rispetto allo 0° C	ata o mm Hg a 0° C	P _e
8	Vuoto del condensatore	La differenza fra la pressione atmosferica e la pressione di introduzione corretta per la temperatura del Hg rispetto allo 0° C	mm Hg a 0° C	P*
9	Temperatura di introduzione	La temperatura di saturazione corrispondente alla pressione di introduzione (valore medio aritmetico delle varie letture nella sezione di misura)	°C	t _g
10	Temperatura del condensato	La temperatura del condensato all'uscita del condensatore (in corrispondenza alla flangia di estrazione del condensato e avanti all'entrata del pozzo caldo se questo fa parte integrante del condensatore)	°C	tc
11	Portata del condensato	La portata del condensato erogata dal condensatore. Essa può includere eventuali drenaggi di scarico nel pozzo caldo del condensatore, ma queste addizioni dovrebbero venire evitate per quanto possibile.	kg/h	Mc
12	Entalpia del vapore all'introduzione	L'entalpia del vapore che proviene dal motore primo ed entra nel condensatore, abitualmente determinata per mezzo di calcoli basati sulla conoscenza del comportamento funzionale del motore primo (cfr. Sez. VIII)	kcal/kg	i _g
13	Entalpia del condensato	L'entalpia del liquido dedotta dalla tabella del vapore per la temperatura t _c del condensato.	kcal/kg	c
14	Temperatura d'ingresso dell'acqua condensatrice	La temperatura dell'acqua condensatrice misurata in corrispondenza alle flange della tubazioni di ingresso nel condensatore (valore medio aritmetico)	°C	t _i
15	Temperatura di uscita dell'acqua condensatrice	La temperatura dell'acqua condensatrice misurata in corrispondenza alle flange della tubazione di uscita dal condensatore (valore medio aritmetico)	°C	t _u
16	Aumento di temperatura dell'acqua condensatrice	La variazione di temperatura dell'acqua condensatrice fra uscita e ingresso nel condensatore	°C	Δt _{i-u}
17	Calore specifico dell'acqua condensatrice	Il valore del calore specifico dell'acqua relativo alla temperatura e alla salinità misurata durante le prove	kcal/kg °C	Qp

Par. n.	Nomenclatura	Definizione	Unità di misura	Simbolo
18	Differenza delle temperature iniziali	$\left(\frac{t_s + t_c}{2} - t_1\right)$ con un percorso	$U - t_L$ con 2 percorsi	°C
19	Differenza delle temperature finali	$t_c - t_1$		°C
20	Media differenza delle temperature	Se il condensatore è ad un solo percorso: $\Delta_m = \frac{\Delta_1 - \Delta_2}{\ln \frac{\Delta_1}{\Delta_2}}$ (media logaritmica; log. naturale) Se il condensatore è a due percorsi: $\Delta_m = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$ (media aritmetica).	°C	Δ_m
21	Superficie trasmissente	La superficie attiva esterna complessiva di tutti i tubi del condensatore inclusi i devaporizzatori-refrigeratori dell'aria. Se alcuni tubi sono tamponati all'atto della prova, la loro superficie viene esclusa dal computo della superficie attiva.	m ²	S
22	Coeff. di trasmissione totale del calore	La quantità di calore trasmessa per unità di superficie, per unità di tempo e per grado di differenza di temperatura Δ_m dal vapore all'acqua condensante	kcal/m ² h °C	α
23	Coeff. di trasmissione totale del calore corretto.	Il valore precedente corretto in base alle condizioni contrattuali per la velocità dell'acqua, per la temperatura dell'acqua e per la cifra di condensazione specifica (grado di pulizia dei tubi).	kcal/m ² h °C	α_c
24	Coeff. di trasmissione totale del calore per tubi nuovi	Il valore dei coefficienti di trasmissione totale del calore determinato sperimentalmente su un gruppo di tubi campione nuovi e puliti.	kcal/m ² h °C	α_n
25	Coeff. di trasmissione totale del calore per tubi usati	Il valore del coefficiente di trasmissione totale del calore determinato sperimentalmente su un gruppo campione di tubi usati al fine di individuare il grado di pulizia.	kcal/in ² h °C	α_u
26	Numero dei tubi campione	Il numero dei tubi campione (nuovi o usati che vengono sottoposti a prove per la individuazione del grado di pulizia).		N
27	Fattore di pulizia	Il rapporto α_c/α_n per condizioni di trasmissione uguali per i due gruppi di tubi (cfr. Sez. V).		F _p
28	Resistenza alla trasmissione del calore	La somma di tutte le resistenze alla trasmissione del calore compresi i depositi e le incrostazioni su entrambe le superfici (esterne ed interne) tubolari.	m ² h °C/kcal	R
29	Esponente della velocità per fattore di pulizia	Il fattore di pulizia varia all'incirca inversamente alla potenza m della velocità dell'acqua fluente nei tubi.		m
30	Portata di acqua condensatrice	La portata di acqua condensatrice che attraversa il condensatore nella unità di tempo.	kg/h m ³ /h	M Q
31	Peso specifico dell'acqua condensatrice	Il peso specifico dell'acqua condensatrice per valori della temperatura e della salinità intervenienti alla prova.	kg/m ³	γ
32	Velocità dell'acqua condensatrice	La velocità media dell'acqua condensatrice nei tubi e nei condensatori a percorsi multipli con diversi numeri di tubi nei diversi percorsi, la media delle medie.	m/s	c
33	Pressione dell'acqua condensatrice all'ingresso	La pressione statica assoluta dell'acqua condensatrice misurata alla flangia della camera di ingresso dell'acqua nel condensatore.	m H ₂ O	pi
34	Pressione dell'acqua condensatrice all'uscita	La pressione statica assoluta dell'acqua condensatrice misurata alla flangia della camera di uscita dell'acqua del condensatore.	m H ₂ O	p _u
35	Perdita di carico nel condensatore	La differenza delle pressioni statiche assolute tra l'ingresso e l'uscita del condensatore.	m H ₂ O	Δp_{i-u}
36	Prevalenza resistente del condensatore	Somma di tutte le resistenze al moto della corrente dell'acqua condensatrice nel condensatore $(\Delta H = \Delta Z + \frac{\Delta p_{i-u}}{\gamma} + \frac{c v^2}{2g})$	m H ₂ O	ΔH
37	Differenza di quota dei manometri	La differenza di livello tra i punti di misura delle pressioni pi e p _u .	m H ₂ O	ΔZ
38	Differenza di altezze cinetiche	La differenza delle altezze cinetiche riferite ai punti di misura delle pressioni pi e p _u .	m H ₂ O	Δc
39	Portata di aria	La portata di aria erogata dall'estrattore dell'aria (aria a pressione atmosferica e temperatura ambiente).	m ³ /sec kg/sec	Q _a M.
40	Temperatura di uscita dell'aria	La temperatura dell'aria e della miscela aria-vapore all'uscita dell'involucro del condensatore (prima dell'eiettore).	°C	t _a
41	Pressione di uscita dell'aria	La pressione assoluta dell'aria e della miscela aria-vapore all'uscita dall'involucro del condensatore (prima dell'eiettore).	kg/cm ² mm Hg a 0°	p _a

Par. n.	Nomenclatura	Definizione	Unità di misura	Simbolo
42	Caduta di pressione nel condensatore	Il valore assoluto della differenza di pressione tra la pressione assoluta del vapore all'ingresso nel condensatore e la pressione assoluta dell'aria p _a ($\Delta p = p_s - p_a$).	kg/cm ² mm Hg a 0°	$\Delta p_s - a$
43	Potenza utile elettrica	La potenza elettrica misurata ai morsetti dell'elettrogeneratore.	kW	
44	Potenza utile al giunto	La potenza misurata al giunto di accoppiamento della turbina colla macchina che essa aziona. Se è interposto un riduttore di velocità è la potenza al giunto dopo il riduttore.	kW	P _c
44bis	Potenza indicata	La potenza determinata in base alla planimetrazione dei diagrammi d'indicatore di una motrice alternativa a vapore.	kW	P _i
45	Portata oraria di vapore entrante in turbina	La portata di vapore entrante in turbina nell'unità di tempo.	kg/h	M ₁
46	Entalpia iniziale del vapore	L'entalpia del vapore relativa alla pressione e temperatura del vapore in corrispondenza alla valvola di adduzione in turbina.	kcal/kg	i ₃
47	Portata dell'acqua di alimentazione	La portata dell'acqua di alimentazione all'uscita dell'ultimo preriscaldatore nell'unità di tempo.	kg/h	M ₈
48	Temperatura dell'acqua di alimentazione	La temperatura dell'acqua di alimentazione all'uscita dell'ultimo preriscaldatore.	°C	t ₈
49	Pressione dell'acqua di alimentazione	La pressione dell'acqua di alimentazione all'uscita dell'ultimo preriscaldatore.	kg/cm ²	P ₈
50	Entalpia dell'acqua di alimentazione	L'entalpia del liquido compresso alla pressione p _R e alla temperatura t _s .	kcal/kg	i ₈
51	Portate di vapore estratte per la rigenerazione termica	Le portate di vapore estratte nell'unità di tempo dalla prima, seconda, ...ennesima bocca di estrazione in un motore primo a ciclo rigenerativo.	kg/h	M _{1b} , M _{2b} , M _{rb}
52	Entalpie dei vapori estratti per la rigenerazione termica	Le entalpie del vapore estratto nell'unità di tempo dalla prima, seconda, ...ennesima bocca di estrazione in un motore primo a ciclo rigenerativo.	kcal/kg Wh/kg	i _{rb}
53	Cadute entalpiche nei preriscaldatori dell'acqua alimento	Un A posto dinanzi a questi simboli sta ad indicare una caduta entalpica a pressione costante dovuta alla condensazione del vapore nel corrispondente preriscaldatore dell'acqua di alimento.	kcal/kg Wh/kg	Δ_n Δ_{r2} Δ_{rm}
54	Variazione di entalpia per l'acqua nel preriscaldatore finale dell'acqua di alimento	La variazione d'entalpia dell'acqua a seguito dell'attraversamento dall'ultimo preriscaldatore dell'acqua d'alimento.	kcal/ka Wh/kg	Δi_8
55	Portata di vapore al risurriscaldatore	La portata di vapore che fluisce dalla turbina al risurriscaldatore.	kg/h	M ₂
56	Entalpia del vapore al risurriscaldatore	Entalpia del vapore che fluisce dalla turbina al risurriscaldatore.	kcal/kg Wh/kg	i ₂
57	Portata di vapore risurriscaldato	La portata di vapore che rifluisce dal risurriscaldatore alla turbina.	kg/h	M ₃
58	Entalpia del vapore risurriscaldato	L'entalpia del vapore che rifluisce dal risurriscaldatore alla turbina.	kcal/kg Wh/kg	i ₃
59	Portata dell'acqua di reintegro.	La portata dell'acqua che si aggiunge al condensato o che si invia all'evaporazione per la preparazione dell'acqua di reintegro.	kg/h	M _d
60	Entalpia dell'acqua di reintegro	L'entalpia dell'acqua che si aggiunge al condensato o che si invia all'evaporatore per la preparazione dell'acqua di reintegro, corrispondente ai valori della pressione e della temperatura misurate al punto di introduzione di detta acqua nel sistema.	kcal/kg Wh/kg	i _d

76. — Per ottenere carichi funzionali costanti pel condensatore è concesso di limitare la corsa del meccanismo di regolazione del motore primo nel senso di apertura delle valvole ai punti corrispondenti alle portate di vapore richiesto e contemporaneamente registrando la molla del regolatore ad una velocità di rotazione leggermente maggiore di quella specificata. Tuttavia non è consentita alcuna modifica che possa interferire con l'azione del regolatore per quanto concerne la chiusura delle valvole al ridursi del carico e in ogni caso la portata di vapore non deve variare oltre il $\pm 5\%$, la temperatura dell'acqua condensatrice oltre $\pm 0,5\%$ e la portata di detta acqua oltre $\pm 1\%$.

SEZIONE IV: Strumenti e procedimenti di misura per i condensatori a superficie.

84. *Strumenti necessari.* — Salvo quanto specificato nei paragrafi seguenti, gli apparecchi e strumenti da impiegare nelle prove di collaudo dei condensatori di vapore a superficie debbono rispondere alle prescrizioni generali relative all'impiego dei diversi strumenti ed apparecchi e questo vale anche per i fattori di correzione e conversione da applicare.

85. *Misura della pressione assoluta all'ingresso del condensatore.* — Deve essere eseguita mediante vacuometri a colonna libera di mercurio. Il vetro di detti vacuometri deve essere di qualità e di diametro rigorosamente calibrato,

non inferiore a 6 mm, ma preferibilmente di 12 mm per evitare correzioni per capillarità. Il mercurio da usare deve essere puro e ben pulito. Le scale graduate devono avere divisioni millimetriche accuratamente eseguite e ben visibili in maniera da poter apprezzare il mezzo millimetro. Le letture dei vacuometri devono essere contemporanee alla lettura di un barometro, anch'esso a colonna di mercurio, seguendo scrupolosamente tutte le precauzioni, accorgimenti e correzioni indicate nel paragrafo 93, non potendosi ritenere la combinazione di letture al vuotometro e al manometro sufficientemente corretta. Soltanto in casi in cui l'impiego dei vacuometri a mercurio diviene molto difficoltoso, su accordo delle due parti, la

pressione assoluta all'ingresso del condensatore può essere una determinazione indiretta, e cioè essere sostituita da accurati rilievi di temperatura. In questo caso bisogna però assicurarsi che il valore della pressione parziale dell'aria nella sezione di misura sia praticamente trascurabile.

86. — Il numero dei vacuometri a mercurio da impiegare per la misura della pressione assoluta del vapore all'ingresso del condensatore deve essere almeno di 4, collegati a fori dislocati a 90° fra loro, in posizione immediatamente vicina alla bocca d'introduzione nel condensatore. Per condensatori di grande potenzialità si deve applicare un vuotometro per ogni 1,5 m² di area della sezione di ingresso nel condensatore, sino ad un numero massimo di 8. Impiegando il numero dei vacuometri indicato dianzi (4 a 8) si assume come valore della pressione assoluta all'ingresso la media delle singole letture. È consentito, in luogo dell'impiego di più manometri (4 o 8 come allo schema della figura di pag. 65) l'adozione di due soli vacuometri collegati ad un collettore di raccordo delle varie prese di pressione.

87. — È assolutamente necessario che l'area della sezione in corrispondenza alla quale vengono effettuati rilievi di pressione assoluta all'ingresso del condensatore sia esente da qualsiasi restringimento, od ostruzione locale e che in essa non si risentano effetti di costrizione sulla corrente che vi defluisce. Se il collegamento tra la bocca di scarico della turbina e quella di ingresso nel condensatore è formata da una tubazione diritta, la pressione di scarico può essere misurata, previo accordo tra le due parti, ad una distanza dalla flangia di scarico della turbina (verso il condensatore) non superiore a tre diametri riferiti al cerchio di area equivalente alla sezione della tubazione di scarico. Se la connessione non è formata da tubazione rettilinea, il rilievo della pressione deve essere fatto entro una distanza di 300 mm dal piano della bocca di scarico e in una sezione piana della tubazione ove il flusso di vapore può ritenersi abbastanza uniforme.

88. — Allorché sono richiesti più di 4 manometri tutti gli attacchi dei medesimi possono essere messi su pareti piane della bocca di scarico e dove la corrente è più uniforme; quando sono richiesti più di 4 manometri è preferibile prolungare gli attacchi di alcuni di essi nell'interno della sezione di scarico, in modo che il foro sia perpendicolare alla direzione della corrente di vapore e sia munito di piastra di guida di vapore. Se la bocca di scarico è munita di sbarre di rinforzo che attraversano la sezione di deflusso del vapore, alcuni degli attacchi manometrici devono passare attraverso dette sbarre ed essere orientati come detto dianzi. Tutte le prese intorno alla sezione di scarico devono assolvere ai seguenti requisiti:

a) I tubi di connessione al manometro devono essere di diametro interno non inferiore a 6 mm, ma preferibilmente di 12 mm (1/2") per evitare effetti di capillarità.

b) I tubi di connessione devono essere quanto più brevi è possibile e diretti con continuità verso il basso e devono essere senza curve e camere che consentano ad eventuali condense di penetrare nel tubo manometrico.

Devono inoltre essere distribuiti in modo tale da attribuirsi a ciascuno una area parziale uguale. Gli attacchi attraverso le pareti della tubazione di scarico e quelli attraversanti le sbarre di cui sopra, devono essere normali alla superficie della parete interna con foro terminale di 9,5 mm (3/8") arrotondati con raggio non maggiore di 0,75 mm (1/32"). Il foro all'altra estremità dell'attacco può essere di una qualsiasi grandezza adatta al collegamento coi tubi manometrici. Gli attacchi prolungati all'interno devono essere muniti di una piastra di guida da 300x300 mm (1 ftX1 ft) disposta centrata rispetto all'attacco manometrico e sagomata secondo la curvatura della parete interna. La piastra va fissata a distanza di 50 a 70 mm. dall'estremità della presa. Su accordo delle parti si possono impiegare certe prese speciali che diano affidamento di sufficiente accuratezza, ma descrivendole dettagliatamente nel verbale di collaudo.

89. — I vacuometri devono venire piazzati in maniera tale da risultare esenti da eccessivi fenomeni vibrazionali, da consentire una agevole lettura, ma da essere quanto più possibile vicini ai fori di presa. Tutte le tubazioni di connessione dei vacuometri devono essere stagne all'aria e all'acqua.

90. — Rubinetti e valvole di intercettazione fra i vuotometri e l'ambiente interno del condensatore devono essere installati quanto più vicino è possibile al condensatore ed essere di tipo tale da non formare una sacca. Per controllarne la tenuta mediante prove di controllo da effettuarsi prima e dopo ciascuna prova si deve chiudere ciascun rubinetto o valvola e osservare di quanto discende il mercurio nel corrispondente vacuometro. Se la colonna di mercurio nel vacuometro discende di quantità inferiore a 2,5 mm per minuto si può ritenere sufficientemente stagno l'organo di intercettazione (rubinetto o valvola).

91. *Misura della pressione dell'aria che si estrae dal condensatore.* — Deve essere effettuata con vacuometri a colonna di mercurio oppure, su accordi tra le parti, mediante apparecchi portatili, che sono da piazzare, in ogni caso, quanto più vicini possibile all'involucro esterno del condensatore, ed in misura di uno per ciascuna tubazione di collegamento del condensatore ai meccanismi di estrazione dell'aria. Allorché i vacuometri devono venire piazzati in posizione sottostante alla presa di pressione, e cioè tale da rendere indispensabile l'intercalazione di un raccoglitore di condensa, quest'ultimo apparecchio deve essere sistemato quanto più vicino possibile allo strumento di misura.

92. — Barometri: per misurare la pressione atmosferica devono usarsi unicamente barometri a colonna di mercurio. I barometri di tipo aneroidi non sono attendibili e pertanto possono usar-

si soltanto in casi di impossibilità di impiego dei barometri a mercurio, come ad esempio a bordo di navi con mare grosso.

Anteriormente alle prove i barometri devono essere tarati per confronto colle letture della stazione meteorologica più vicina od in mancanza di questa essere tarati in un laboratorio di riconosciuta competenza e possibilmente nello stesso giorno od in giorno molto vicino a quello della prova.

93. — Poiché il grado di precisione richiesto per la determinazione della pressione assoluta all'ingresso del condensatore è molto elevato, le letture delle altezze della colonna di mercurio del barometro e dei vacuometri debbono essere corrette per:

a) temperatura, onde ridurne la lettura al valore che si avrebbe col mercurio a 0°;

b) correzioni di scala se necessario onde corrispondere alla lunghezza normale;

c) capillarità, se necessario. La correzione va aggiunta all'altezza della colonna di mercurio misurata al vertice del menisco;

d) gravità, onde ridurre la lettura al valore che si sarebbe ottenuto se la gravità al punto di installazione dello strumento fosse stata di 981 cm/sec²;

e) altitudine, se vi è una differenza tra la colonna barometrica e quella del mercurio dei manometri. Per questa correzione applicare le prescrizioni indicate nelle norme generali sulle misure.

Il barometro deve essere preferibilmente fissato alla stessa altitudine dei vacuometri, onde evitare correzioni per variazione di altitudine e possibilmente nello stesso locale, poiché ventilatori od aspiratori eventualmente installati in un locale possono produrre una apprezzabile differenza di pressione fra il locale e l'atmosfera esterna. Una precauzione opportuna per eliminare errori dovuti a differenza di temperatura delle colonne di mercurio dei diversi apparecchi consiste nel mettere gli apparecchi in posto non prima di 2 ore prima dall'inizio di ciascuna prova.

94. *Misura della pressione del vapore per gli eiettori a vapore e per le motrici a vapore d'azionamento delle pompe dell'impianto di condensazione.* — Queste misure debbono effettuarsi mediante manometri metallici preventivamente tarati, che sono da fissare in posizione quanto più possibile vicina alla zona dell'apparecchio o motore che interessa e proteggendoli dal vapore caldo, se necessario, mediante un sifone d'acqua.

95. *Misura delle temperature dell'acqua condensatrice.* — Queste misure devono essere effettuate mediante termometri a mercurio in vetro con graduazioni da 2 a 4 decimi di °C e con attendibilità di lettura dell'ordine di 2/10 °C.

Questi termometri devono essere inseriti in pozzetti metallici contenenti olio e sufficientemente approfonditi all'interno delle tubazioni a non meno di 10 cm.

Su accordo tra le parti è consentito usare anche termometri a resistenza preventivamente tarati.

96. — Per ciascuna tubazione d'ingresso dell'acqua condensatrice è sufficiente usare 1 solo termometro; viceversa per le tubazioni di uscita dell'acqua condensatrice è necessario impiegare almeno 3 termometri per ciascuna tubazione, poichè la corrente all'uscita è spesso stratificata, con valori differenti per la temperatura in corrispondenza alle diverse posizioni della tubazione. Detti termometri debbono essere piazzati ad una distanza possibilmente non inferiore a 3 m dalla flangia della bocca di uscita dell'acqua condensatrice del condensatore. Bisogna però evitare che lungo detti tronchi di tubazione si verifichino apporti o sottrazioni di calore durante le prove.

97. *Misura della temperatura del condensato e dell'aria all'uscita dal condensatore.* — La misura delle temperature del condensato va effettuata in pozzetti contenenti olio, con termometri a mercurio di vetro, con graduazione spaziata in maniera tale da consentire l'apprezzamento del decimo di °C. La misura della temperatura dell'aria all'uscita va effettuata, introducendo termometri a mercurio, analoghi ai precedenti, attraverso appositi turaccioli di gomma a tenuta, direttamente nella corrente d'aria, che viene estratta dal condensatore.

98. *Misura delle temperature del vapore all'ingresso del condensatore.* — La misura delle temperature del vapore all'ingresso nel condensatore deve venire effettuata mediante termometri di precisione con asta lunga almeno 200 mm e con fodere di spessore non superiore a 0,5 mm a camicia d'acqua. La precisione delle misure di temperatura del vapore deve essere di almeno 2 decimi di grado centigrado.

99. *Misura delle temperature del vapore agli ausiliari del condensatore.* — La misura delle temperature del vapore destinato a motrici, che azionano le pompe dell'impianto di condensazione, oppure agli eiettori a vapore, può venire effettuata con termometri a mercurio di vetro con graduazione di 1/2 in 1/2 °C, oppure con coppie termoelettriche o con termometri a resistenza elettrica. La precisione di misura richiesta è di 0,25 °C.

100. *Istruzioni per l'esecuzione delle misure di temperatura.* — Tutti gli strumenti da adibire alle misure di temperatura devono venire accuratamente controllati e tarati prima e dopo la prova secondo le prescrizioni delle norme relative agli strumenti di misura. I rilievi più importanti di temperatura devono venire eseguiti in due punti differenti, vicini tra loro, assumendo come valore della temperatura la media di due osservazioni.

101. — Tutti i termometri a colonna di mercurio in vetro debbono essere tarati a piena immersione. Però su accordo delle parti possono impiegarsi anche termometri tarati con parziale immersione, applicandovi però le correzioni

prescritte nelle norme generali sulle misure quando l'entità dell'errore supera un decimo di °C.

102. — Per l'esecuzione delle prove si dovrà predisporre un numero sufficiente di termometri tarati in modo da poter provvedere ad immediata sostituzione in caso di rotture.

103. — Per l'esattezza delle osservazioni si devono usare i seguenti accorgimenti:

1) Al termometro non deve essere trasmesso o sottratto calore apprezzabile per irradiazione o conduzione, oltre quello del fluido del quale si deve rilevare la temperatura e, pertanto, nell'effettuare le letture essi non devono venire estratti dal pozzetto ove sono immersi. Ove non sia possibile fare le letture con il termometro immerso nel fluido dell'istessa quantità mantenuta all'atto della taratura del termometro, bisogna apportare le correzioni relative.

2) I pozzetti dei termometri devono essere immersi per profondità sufficiente (non meno di 100 mm salvo altre precise disposizioni contrattuali) nel fluido, di cui si deve rilevare la temperatura e non devono venir mai situati in zone di ristagno della corrente.

3) I pozzetti dei termometri devono essere ben puliti ed esenti da ossidazione o corrosione.

4) I diametri interni e gli spessori delle guaine devono essere i minori possibili, compatibili coi requisiti di resistenza. Le guaine non debbono sporgere troppo all'esterno delle tubazioni in modo da disperdere od assorbire calore ed allorché la differenza di temperatura fra il fluido da misurare e l'ambiente esterno è maggiore di 10 °C è necessario isolare la tubazione nella zona ove essa porta la guaina.

104. *Misura della portata del condensato.* — Può venire effettuata mediante:

1) Pesata mediante serbatoi montati su di una bilancia. Il grado di accuratezza della misura per pesata deve essere dell'ordine del $\pm 0,5\%$.

2) Serbatoi volumetrici tarati. Il grado di accuratezza della misura deve essere dell'ordine del $\pm 0,5\%$.

3) Diagrammi ISO o boccali ISO oppure venturimetri seguendo le norme vigenti ISO. Il grado di accuratezza della misura può essere di $\pm 1,25\%$.

105. — Il livello dell'acqua nel pozzo caldo del condensatore oppure nella tubazione di raccordo alla pompa di estrazione, dev'essere osservato all'inizio ed alla fine di ciascuna prova, in maniera da applicare le correzioni necessarie per qualsiasi variazione di livello.

Se fra il pozzo caldo ed il serbatoio di misura sono interposti altri serbatoi intermedi, debbono osservarsi ugualmente i livelli dell'acqua ed applicarsi analoghe correzioni.

106. *Serbatoi di pesata.* — Se i serbatoi di pesata e relative bilance costituiscono una installazione permanente nell'impianto, ed essi sono stati tarati diverse volte, può bastare la taratura per

un solo punto mediante pesi normalizzati. Mentre se l'installazione è stata predisposta soltanto in occasione delle prove, è necessario effettuare una taratura completa. Comunque in tutti i casi anteriormente all'esecuzione delle prove bisogna effettuare un controllo sperimentale sulla buona tenuta delle valvole poste all'ingresso ed allo scarico e, se del caso, provvedere alle riparazioni delle valvole stesse. Il grado di accuratezza della misura dev'essere dell'ordine di $\pm 0,5\%$.

107. *Serbatoi volumetrici.* — I serbatoi volumetrici devono essere costruiti in modo che il grado di accuratezza della misura sia $\pm 0,5\%$. È necessario segnare accuratamente il tempo trascorso pel riempimento di ciascun serbatoio e bisogna assicurarsi che ciascun serbatoio sia stato completamente vuotato prima che venga chiusa la valvola di scarico.

108. — Una taratura per pesate è più attendibile che il calcolo del volume di un serbatoio volumetrico. Se l'acqua durante le prove è ad una temperatura differente da quella alla quale fu effettuata la taratura, si deve applicare una correzione della temperatura, in base alla variazione del peso specifico dell'acqua ed alla variazione di volume del serbatoio.

109. *Misuratori a diaframma, a boccaglio e venturimetrici.* — Per l'impiego dei misuratori a diaframma o boccaglio e venturimetrici, si devono seguire le norme vigenti ISO. Il grado di accuratezza della misura può essere di $\pm 1,25\%$.

110. *Determinazione dei consumi di vapore dei meccanismi ausiliari.* — Può venire effettuata mediante boccali o diaframmi ISO seguendo le norme vigenti per questi misuratori. Il vapore di scarico degli ausiliari, che ordinariamente viene erogato nel condensatore, dovrebbe in sede di prove di collaudo del condensatore venire, possibilmente, erogato altrove. Analogamente se il vapore proveniente da uno degli elementi in serie di un eiettore a vapore viene mescolato in un punto qualsiasi col condensato è opportuno, in sede di prova di collaudo del condensatore, di allontanare detto vapore separatamente.

111. *Acqua d'alimentazione di reintegro.* — Se l'acqua di alimentazione di reintegro è immessa nella rete del condensato anteriormente al punto in corrispondenza al quale viene effettuata la misura della portata di condensato, all'atto delle prove bisogna escludere detta introduzione, oppure effettuare una misurazione separata di detta acqua. E però da preferire la prima soluzione.

112. *Tenute idrauliche.* — Dovunque è possibile il condensato deve essere usato come fluido di sbarramento per le tenute idrauliche del motore primo, delle valvole di scarico all'atmosfera e delle tenute della pompa del condensato. L'adduzione e lo scarico del troppo pieno di ritorno da dette tenute deve essere connesso a punti situati a monte del misuratore di portata del condensato. Dove ciò non è possibile, queste

quantità d'acqua devono essere misurate separatamente.

113. *Misure della portata dell'aria che si estrae dal condensatore.* — Possono venire effettuate mediante:

1) Gasometri;

2) Boccagli o diaframmi UNI-ISO;

seguito le norme vigenti per dette bocche e diaframmi normalizzati. La misura dell'aria deve venire effettuata sul lato mandata del meccanismo d'estrazione dell'aria del condensatore, portando le correzioni del contenuto in vapore dell'aria, se quest'ultimo è di entità apprezzabile. Allorché il grado di umidità dell'aria è notevole, è consigliabile intercalare preventivamente un evaporizzatore-condensatore, onde ottenere risultati attendibili pei rilievi.

114. *Misure delle pressioni dell'acqua.* — La determinazione della caduta di pressione, inerente alle perdite idrauliche lungo il sistema tubolare dei condensatori a superficie va effettuata con manometri differenziali a mercurio aventi una attendibilità di lettura dell'ordine di 2 mm. Si deve disporre almeno uno di detti manometri differenziali per ciascun circuito in parallelo se vi sono più circuiti d'acqua nel condensatore.

115. — I tubi di connessione ai manometri differenziali di cui al paragrafo precedente devono essere di almeno 6 mm di diametro ma preferibilmente di 12 mm.

116. — Un manometro a mercurio deve inoltre essere impiegato per la determinazione della pressione dell'acqua condensatrice in corrispondenza a ciascuna bocca d'introduzione delle camere d'acqua d'estremità. La lettura dei manometri deve avvenire simultaneamente e, pertanto, è consigliabile affiancare i manometri in questione a quelli differenziali dianzi menzionati. La pressione dell'acqua condensatrice in corrispondenza a ciascuna delle bocche di uscita dalla camera di acqua può dedursi in base ai valori rilevanti della pressione all'ingresso e di quella differenziale, oppure può venire rilevata direttamente.

117. *Determinazione delle fughe di fluido.* — Qualsiasi fuga di fluido deve venire misurata in sede di prova. L'entità delle fughe di condensato attraverso la tenuta o le tenute della pompa del condensato deve venire determinata per pesata ed aggiunta al quantitativo di condensato misurato, a meno che per queste tenute non venga impiegato come fluido di sbarramento acqua di altra provenienza. In quest'ultimo caso è necessario individuare l'entità delle eventuali infiltrazioni di detta acqua nel condensato, deducendo da quest'ultimo il relativo ammontare. Analogamente si deve procedere per tutte le altre eventuali infiltrazioni di acqua da sorgenti esterne (caso delle pompe d'estrazione ad umido, etc.). Per la verifica di eventuali infiltrazioni di acqua condensatrice nel condensato possono seguirsi i procedimenti seguenti:

a) metodo del nitrato d'argento (applicabile quando l'acqua condensatrice

contiene quantitativi apprezzabili di cloruri);

b) metodo della conducibilità elettrolitica (applicabile quando l'acqua condensatrice contiene un certo quantitativo di sali disciolti).

118. *Misure della portata dell'acqua condensatrice.* — Può venire determinata mediante:

1) Diaframmi UNI-ISO o boccagli UNI-ISO, e venturimetri seguendo le norme vigenti UNI-ISO;

2) Stramazzi, preferibilmente a V, seguendo le norme vigenti UNI-ISO.

119. *Misura dell'ossigeno disciolto nel condensato.* — Deve essere misurato alla mandata della pompa del condensato dopo di essersi bene assicurati che non vi siano fughe in corrispondenza alle tenute ed alle flangie di giunzione della cassa di detta pompa. Bisogna prelevare almeno tre campioni per ciascuna prova e la determinazione deve essere eseguita fissando e titolando i campioni coi procedimenti chimici usualmente impiegati.

120. — Per la determinazione del fattore di pulizia devono venire impiegati gli strumenti indicati nella sezione V.

SEZIONE V:

Determinazione del fattore di pulizia

121. *Insudiciamento dei tubi:* quando i tubi si insudiciano nel funzionamento è necessario in sede di prova di restituire i tubi alle condizioni di pulizia originaria (tubi nuovi) oppure determinare il loro fattore di pulizia, onde potere valutare correttamente il comportamento funzionale del condensatore. Sebbene sia possibile pulire alcuni tubi sporchi in maniera tale da riportare il comportamento a quello dei tubi nuovi, il fattore di pulizia di molti tubi, anche dopo una accurata pulizia, rimane inferiore all'unità (condizione di tubi nuovi), e pertanto occorre in quei casi specificare il valore del fattore di pulizia relativo ad un determinato procedimento di pulizia; questa procedura è soltanto approssimata, poiché uno stesso sistema di pulizia, non produce in ogni caso lo stesso fattore di pulizia per uno stesso condensatore e ancor meno per condensatori di differenti impianti.

122. *Definizione del fattore di pulizia.* — Il fattore di pulizia è un termine usato per indicare il grado di insudiciamento di un tubo e viene definito come il rapporto fra il coefficiente di trasmissione totale del calore relativo ai tubi del condensatore in prova e il coefficiente di trasmissione totale del calore dei tubi nuovi fatti funzionare sotto le stesse condizioni per quanto riguarda le portate, le pressioni, le temperature, e le velocità dei fluidi all'interno del condensatore. A causa delle limitazioni intervenienti in sede di prova, bisogna limitarsi a determinare questo valore in base a misure su un limitato numero di tubi, ma da scegliere nelle varie zone del condensatore.

123. — Le garanzie funzionali debbono coprire un ragionevole campo di

valori del fattore di pulizia, quali possono verificarsi per il particolare apparecchio in esame. In linea approssimativa il coefficiente di trasmissione totale del calore per un condensatore insudiciato è uguale al prodotto del fattore di pulizia per il coefficiente di trasmissione totale del calore, che si otterrebbe se tutti i tubi fossero nuovi. Allorché questa approssimazione non risulta sufficientemente accurata, il fornitore deve dare le necessarie correzioni tenendo conto delle influenze della variazione del carico e della temperatura dell'acqua condensatrice.

124. *Strumenti ed apparecchi da impiegare.* — Gli strumenti ed apparecchi da impiegare per la determinazione sperimentale del fattore di pulizia, in aggiunta a quelli richiesti dalle altre misurazioni sono i seguenti:

a) Termometri a colonna di mercurio in vetro lunghi circa 250 mm con graduazione al decimo di °C. Su accordo delle parti possono essere usati anche termocoppie o termometri a resistenza d'alto grado di accuratezza.

b) Un manometro metallico, per il rilievo della pressione, come indicazione per regolare l'adduzione di acqua condensatrice ai tubi del condensatore isolati per la prova.

c) Misuratori di portata, per determinare la portata di acqua condensatrice, che attraversa ciascun tubo isolato del condensatore, da installare all'uscita facendoli scaricare all'atmosfera. Questi misuratori debbono essere tarati per il campo delle portate richieste per la prova in oggetto e dare indicazioni con grado di accuratezza di $\pm 0,5\%$.

d) Manometri in vetro a colonna d'acqua o di mercurio per il rilievo delle pressioni differenziali del misuratore anzidetto (venturimetro e boccaglio).

e) Raccordo in gomma del diametro da 13 a 25 mm, per le connessioni attraverso le camere d'acqua del condensatore e da queste ai misuratori.

125. *Procedura.* — I dati da determinare per ciascuno dei tubi selezionati per la prova sono i seguenti:

Superficie esterna del tubo — temperatura del vapore lambente i tubi — temperatura d'ingresso e d'uscita dell'acqua condensatrice — portata dell'acqua condensatrice. Le letture di queste grandezze devono essere prese simultaneamente e nel periodo di tempo in cui si svolgono le altre prove, in maniera da eliminare qualsiasi questione su possibili variazioni del fattore di pulizia nel tempo. Questa procedura da un fattore di pulizia per ogni singola prova e quindi elimina errori di interpolazione quando il fattore di pulizia diminuisce durante il periodo delle prove. Qualora intervengono differenti velocità per l'acqua nel periodo delle prove si riscontreranno differenze nei valori del fattore di pulizia indipendentemente dal grado di insudiciamento poiché questo varia all'incirca inversamente con una potenza della velocità dell'acqua.

126. — Allo scopo di rendere più uniforme la pulizia del condensatore, tutti i tubi, compresi quelli prescelti

per la determinazione del fattore di pulizia, debbono essere puliti anteriormente alle prove, impiegando un metodo normale di pulizia da concordare tra le parti.

127. *Selezione dei tubi campione.* — Le parti devono scegliere gruppi di 4 tubi ciascuno in varie zone del condensatore, in modo tale che detti gruppi possano rappresentare una media delle condizioni funzionali intervenienti nel condensatore. La posizione di ciascuno dei 4 tubi di ogni gruppo dev'essere tale che essi risultino possibilmente alle stesse condizioni lato vapore e che non siano separati l'uno dall'altro da più di un tubo. Il numero dei gruppi prescelto deve essere non minore di un gruppo per ogni 2000 tubi del condensatore e in nessun caso minore di 4 gruppi. I tubi campione prescelti devono essere considerati come esponenti del grado di pulizia dell'intero condensatore, soltanto se il valor medio del coefficiente di trasmissione totale di calore dei tubi usati non si discosta del $\pm 7\%$ dal valore relativo all'intero condensatore, entrambi computati sulla stessa base, e cioè riferendosi alla temperatura del vapore in cima al condensatore.

128. *Tubi nuovi.* — Esattamente prima della prova, un tubo, dislocato in posizione centrale in ciascun gruppo, deve essere rimosso e rimpiazzato da un tubo nuovo, ossia da un tubo che si trovi nelle stesse condizioni di quelli ricevuti dal costruttore del condensatore. Essi devono essere della stessa dimensione, dello stesso materiale dei tubi insudiciati, e preferibilmente essere presi dalla scorta dei tubi di ricambio, consegnati dal fornitore all'atto dell'installazione del condensatore queste scorte debbono essere conservate con cura.

129. *Adduzione dell'acqua condensatrice ai tubi campione.* — Tutti i tubi selezionati per la prova debbono venire isolati lato acqua mediante raccordi in gomma attraverso i quali si possa inviare separatamente l'acqua condensatrice, attraverso le camere d'acqua del condensatore (cfr. la figura); poiché le misure di temperatura dell'acqua condensatrice sono fatte all'esterno delle camere d'acqua è importante che non vi sia notevole scambio di calore in entrambe le direzioni, mentre l'acqua condensatrice passa nei raccordi di gomma anzidetti.

130. — Ciascuno dei tubi selezionati dev'essere collegato all'ingresso ad un tubo d'acqua condensatrice della stessa qualità e temperatura di quella che fluisce nel condensatore, prelevandola preferenzialmente dalla stessa. Questo tubo, indicato con T nella figura, dev'essere munito dei pozzetti termometrici e dei raccordi al manometro previsti all'articolo 124. Non è necessaria la misura della temperatura all'ingresso di ciascun singolo tubo, bastando una lettura della temperatura per ciascun gruppo di tubi.

131. — L'uscita di ciascuno dei tubi selezionati, se il condensatore è a un solo percorso, oppure quella di ciascuno dei tubi selezionati del II percorso, nel caso di condensatore a due percorsi

per l'acqua condensatrice, deve essere collegato mediante adatto raccordo di gomma ad un misuratore di portata. Ciascuno di questi misuratori deve essere preceduto da un rubinetto di regolazione onde mantenere il flusso di corrente costante attraverso i tubi selezionati per la prova, ed uguale al valore medio della portata per tutti i tubi del condensatore; tubazioni e raccordi devono essere accuratamente controllati prima di iniziare la prova, onde assicurarsi che non vi siano fughe specialmente verso l'interno delle camere d'acqua, dove non potrebbero venire eliminate una volta iniziata la prova. La temperatura di uscita dell'acqua condensatrice deve essere misurata per ciascun tubo in corrispondenza ai punti dove i raccordi emergono dalle camere d'acqua.

132. — Quanto più lunga è la durata di queste prove, tanto minore è la probabilità che i tubi campione rappresentino il comportamento medio del condensatore nei riguardi del fattore di pulizia, donde la necessità di svolgere queste prove non appena il condensatore è messo in servizio dopo la pulizia, completandole nel più breve tempo possibile.

133. — L'adduzione dell'acqua condensatrice ai tubi nuovi deve essere intercettata finché non sono iniziate le prove in questione e questo per evitare che essi possano insudiciarsi in maniera apprezzabile, prima che siano completate le prove in oggetto. In casi particolari può essere necessario alimentare i tubi nuovi con acqua a parte che non insudici i tubi (acqua potabile). Nel caso dell'acqua potabile, questa in generale è più fredda ed allora bisogna predisporre un mezzo per preriscaldarla sino al valore della temperatura dell'acqua condensatrice (ad es. con un filo di vapore immesso direttamente nell'acqua potabile).

134. — Le letture devono essere sincronizzate con quelle delle prove di carattere generale, ed essere effettuate ad intervalli di 5'. Il procedimento da usare per il calcolo del fattore di pulizia del condensatore è indicato nella sezione VIII seguente.

135. — La presunzione che i condensatori funzionanti con acqua di sorgente, oppure con acqua purificata al cloro, abbiano fattore di pulizia prossimo all'unità e cioè tale da poter trascurare l'effetto di insudiciamento, può facilmente introdurre un errore del 5%, e più. L'accuratezza con cui si può determinare il fattore di pulizia secondo quanto indicato di anzi è invece dell'ordine di $\pm 2\%$.

SEZIONE VI: Eiettori a vapore.

136. — Sebbene sia possibile eseguire una prova completa di un eietto- re a vapore nell'impianto funzionante di un condensatore di vapore, in generale, si preferisce eseguire il collaudo degli eiettori a vapore precedentemente ed a parte, presso la sala prove del costruttore, la quale, se attrezzata per una maggiore variabilità delle grandezze

funzionali, può consentire un più sollecito controllo dei valori di garanzia contrattuale.

137. — Il vapore, nella miscela fluida, che viene estratta da un condensatore a superficie, è saturo e può anche trascinare seco dell'umidità. Il comportamento funzionale di un eietto- re a vapore, estrattore dell'aria, è molto influenzato dal contenuto o tenore di umidità dell'aria in questione. Debbono, pertanto, effettuarsi le prove di controllo impiegando aria col suo vapore allo stato di saturazione. I risultati, che in detta prova si ottengono, sono bene indicativi su quanto l'eietto- re può dare in servizio corrente nell'impianto di condensazione in considerazione. Tuttavia, se desiderata dalle parti o dal collaudatore, si può far seguire una prova con aria asciutta a titolo di confronto.

138. — Il comportamento funzionale di un eietto- re a vapore dipende dalle seguenti grandezze funzionali:

a) la portata e la temperatura della miscela fluida rimossa dal condensatore a superficie;

b) la pressione e la temperatura del vapore trascinante agli ugelli dell'eietto- re;

c) la portata e la temperatura dell'acqua condensatrice che attraversa i condensatori intermedi e finale dell'eietto- re (2 o 3 a seconda delle installazioni).

139. *Strumenti ed apparecchi:*

a) I termometri per le misure delle temperature dell'aria e delle temperature del vapore devono essere a colonna di mercurio in vetro e rispondere alle prescrizioni indicate dianzi ai paragrafi dal 100 al 103. Su accordo delle parti si possono anche impiegare termocoppie o termometri a resistenza di uguale accuratezza.

b) Il manometro per la misura della pressione dell'aria all'ingresso dell'eietto- re deve essere a colonna di mercurio, salvo contrario accordo delle parti.

c) Per la misura delle cadute di pressione nei diversi condensatoriini dell'eietto- re a vapore si devono impiegare manometri a colonna di mercurio.

d) Per la misura della pressione barometrica si deve impiegare un barometro a colonna di mercurio.

e) Per la misura della pressione del vapore trascinante, all'ingresso degli ugelli dell'eietto- re, si possono impiegare manometri metallici.

f) I misuratori della portata d'aria estratta dall'eietto- re devono rispondere alle prescrizioni vigenti dell'UNI-ISO per diaframmi e boccagli con $D \geq 0$ e $d \geq 20$ mm; se non sono attuabili le prescrizioni UNI-ISO, possono usarsi boccagli di dimensioni minori.

g) L'acqua che circola nei condensatoriini dell'eietto- re a vapore deve essere pesata oppure misurata con misuratori UNI-ISO.

140. — Per le prove da effettuare con miscele sature si deve impiegare un adatto apparecchio di umidificazione,

che renda saturo il vapore contenuto nell'aria prima che quest'ultima entri nell'eiettore.

141. *Procedimento di prova.* — L'eiettore, per quanto possibile, deve essere fatto funzionare alle condizioni specificate in contratto. Tutte le variazioni occorrenti all'uopo devono essere fatte antecedentemente alle prove ed essere mantenute durante tutto il periodo delle prove.

142. — La durata di ciascuna prova è fissata abitualmente in modo che si possano ottenere sufficienti gruppi di letture agli apparecchi.

143. — La quantità d'aria all'eiettore può essere regolata mediante la grandezza del boccaglio posto nella tubazione d'introduzione dell'aria. Si suole considerare detta quantità come la variabile indipendente e determinare la pressione assoluta mantenuta per una gamma di valori della portata.

144. — Possono essere desiderate varie curve funzionali con differenti temperature dell'aria, differenti temperature dell'acqua condensatrice e differenti portate per detta acqua.

145. — Può anche essere desiderato conoscere il comportamento dell'eiettore con diverse combinazioni di ugelli, di vapore quando l'eiettore ha più Ugelli.

146. — Il tubo d'ingresso dell'aria deve essere perlomeno tanto ampio, quanto lo è la tubazione di collegamento ai boccagli dell'aria, e non più vicino di 10 diametri.

147. — L'installazione e l'impiego di misuratori (boccagli dell'aria) deve rispondere alle vigenti norme TSO.

148. — Dopo essersi espansa attraverso i misuratori l'aria atmosferica avrà una temperatura leggermente inferiore e la sua umidità relativa sarà bassa. Se si desiderano più alte temperature per detta aria, bisognerà riscaldarla con vapore, oppure elettricamente con serpentine.

149. — Per le prove a miscela satura si deve installare un umidificatore ed un separatore d'umidità fra il dispositivo di misura dell'aria (misuratore di portata) e l'eiettore.

150. — Un termometro a bulbo nudo inserito attraverso guaina di gomma nel tubo d'ingresso dell'aria, serve a misurare la temperatura della miscela aria e vapore, come essa viene ricevuta dall'eiettore.

151. — La pressione allo stesso punto deve essere misurata come indicato al par. 139 b).

152. — Il consumo di vapore dell'eiettore può essere misurato usando gli ugelli dell'apparecchio come misuratori.

153. — La pressione del vapore deve essere misurata come indicato al par. 139 e).

154. — La temperatura del vapore dev'essere misurata come indicato al par. 139 a).

155. — La quantità dell'acqua condensatrice che circola nei condensatori dell'eiettore deve essere misurata come indicato dianzi oppure pesata.

156. — Le temperature dell'acqua all'ingresso, e all'uscita di ciascuno di questi condensatori devono essere misurate con i termometri rispondenti alle prescrizioni di par. 139 a).

157. — Le cadute di pressione in ciascun condensatore devono essere determinate con manometri differenziali, come indicato al par. 139 c).

SEZIONE VII: Calcolazione dei risultati.

158. *Tabelle del vapore.* — L'edizione più recente delle tabelle del vapore deve essere usata per le garanzie di fornitura e la stessa edizione deve essere usata pure per l'elaborazione dei risultati delle prove di collaudo. In ogni caso deve essere indicato nel contratto, il nome e l'edizione delle tabelle del vapore (ad es.: Tabelle sulle proprietà del vapore, elaborate dal Comitato Nazionale Italiano. Ed. CEDAM, Padova 1950) cui va fatto riferimento per l'elaborazione dei risultati del collaudo.

159. *Potenzialità termica del condensatore.* — La potenzialità termica del condensatore (q) deve essere calcolata in base alla seguente equazione:

$$q = M_s(i_s - i_c) \text{ Wh o kcal/h} \quad (1)$$

In questa relazione si presuppone che nel condensatore non vengano introdotti durante le prove scarichi estranei di condensato ossia che

$$M_s = M_c$$

ed altresì che la temperatura del condensato sia approssimativamente la stessa del vapore all'ingresso nel condensatore.

Se vi sono apporti di condensati estranei di entità M_d allora

$$M_s = M_c - M_d$$

e se le temperature di detti apporti estranei differiscono dalla temperatura del condensato all'uscita dal condensatore, alla relazione (1) bisogna aggiungere il termine: $M_d(i_d - i_c)$, a meno che le due parti non concordino di trascurare detta correzione. Le fughe d'acqua condensatrice nell'interno del condensatore accrescono la portata M_c e pertanto, se esistono debbono essere aggiunte a M_c .

L'entalpia del condensato (i^c oppure h_c) può essere ottenuta dalle tabelle del vapore in base alla temperatura di saturazione i_c .

L'entalpia del vapore all'ingresso del condensatore (i_s) non può essere determinato direttamente a meno che il vapore non sia surriscaldato o saturo secco. Perciò è opportuno che si abbiano a disposizione i risultati di prova del motore primo scaricante nel condensatore, in base ai quali si possono valutare le caratteristiche termodinamiche del vapore, secondo il par. 161.

Ove non siano disponibili i risultati di prova del motore primo, le due parti possono concordare di calcolare l'entalpia i_s in base ai dati di progetto del motore primo od alla indicazione del costruttore della turbina. La relazione di collaudo deve indicare la procedura che è stata usata per ottenere il valore di i_s .

160. — La potenzialità termica specifica del condensatore è data dalla relazione seguente:

$$q_s = \frac{q}{S} \left(\text{kcal/m}^2 \text{ h} \right) \text{ oppure } \left(\text{Wh/m}^2 \text{ h} \right) \quad (2)$$

ove S è la superficie attiva esterna del condensatore misurata all'esterno dei tubi, espressa in m^2 .

161. — Il prodotto $M_s i_s$ può essere calcolato con un bilancio energetico in base alle equazioni seguenti:

a) per macchine alternative e per turbine a condensazione semplice

$$M_s i_s = M_{s1} i_1 - 860 P_i = M_{s1} i_1 - \frac{860 P}{\eta_{im}} \quad (3)$$

ove i_1 indica l'entalpia del vapore all'ingresso in motrice, η_{im} il rendimento meccanico della motrice, P_i la potenza indicata od interna e P_c la potenza al giunto od al freno;

b) per turbogeneratori a condensazione semplice:

$$M_s i_s = M_{s1} i_1 - \frac{860 P_g}{\eta_{gm} \eta_{el}} \quad (4)$$

c) per turbogeneratori con rigenerazione termica:

$$M_s i_s = M_s(i_1 - i_2) + M_{s1} i_1 + 0,000095 \times \times P_8 M_1 - \frac{860 P_g}{\eta_{gm} \eta_{el}} \quad (5)$$

Nella precedente relazione si suppone che il condensato di tutti i vapori estratti dalla turbina per la rigenerazione termica, M_1 , sia inviato, dopo averlo misurato, alla rete di alimentazione in un punto antecedente l'ingresso dell'ultimo preriscaldatore (il più caldo) donde:

$$M_1 = M_s + \Sigma M_e$$

$$\text{ove } \Sigma M_e = M_{e1} + M_{e2} + \dots + M_{en} \quad (6)$$

Il termine $0,000095 P_8 M_1$ sta a indicare il lavoro che si compie nella pompa d'alimentazione:

d) per turbogeneratori con rigenerazione termica e risurriscaldamento del vapore:

$$M_s i_s = M_1(i_1 - i_2) + M_2(i_2 - i_3) + M_{s1} i_1 + 0,000095 P_8 M_1 - \frac{860 P_g}{\eta_{gm} \eta_{el}} \text{ kcal/h} \quad (7)$$

se il punto di estrazione più alto è nella stessa zona da cui si estrae il vapore per inviarlo al risurriscaldatore, allora è:

$$M_2 = M_1 \left(1 - \frac{\Delta i_2}{\Delta i_1} \right) \text{ kg/h} \quad (8)$$

in questa equazione Δi_2 indica l'aumento di entalpia che l'acqua di alimentazione subisce lungo l'ultimo preriscaldatore (il più caldo) e Δi_1 è la caduta entalpica a pressione costante del vapore che si estrae dalla turbina per detto preriscaldatore. Cfr. le osservazioni relative alla relazione (5).

Se condensati estranei sono ammessi al sistema di alimentazione tra lo scarico della turbina nel condensatore e l'ingresso nell'ultimo preriscaldatore, le

equazioni (5) e (6) richiedono un termine sottrattivo: $M_d(i_8 - i_4)$ al secondo membro di questa equazione. Va tenuto presente che $M_s = M_1 + M_d$.

e) Se il motore primo è una turbina a pressione multipla di introduzione o ad estrazione, vale la relazione:

$$M_s i_s = M_1 i_1 - \frac{860 P_g}{\eta_{gm} \eta_{el}} (M_{r1} i_{r1} + M_{r2} i_{r2} + \dots + M_{rn} i_{rn}) \quad (9)$$

il segno è + se si tratta di una turbina a pressione multipla di introduzione, è — se si tratta di una turbina a estrazione di vapore, impiegata per altro scopo che non sia la rigenerazione termica.

Se la perdita per radiazione è sufficientemente grande, si dà richiedere la inclusione di apposito termine nelle relazioni precedenti, se ne terrà conto a parte. Per le determinazioni di dette perdite e dei rendimenti meccanico ed elettrico, si seguiranno i procedimenti concordati all'uopo tra le due parti.

In alternativa il prodotto $M_s i_s$ può essere determinato attraverso la misura diretta della portata dell'acqua condensatrice e dell'aumento di temperatura di detta acqua presupposto però che la misura di portata sia eseguita con la accuratezza di 1,5%.

162. *Misura della portata di acqua condensatrice.* — Quando non si può effettuare la misura diretta della portata dell'acqua condensatrice secondo le vigenti norme ISO essa può venire determinata mediante un bilancio termico tra le quantità di calore cedute dal vapore nel condensatore e la quantità di calore assorbita dall'acqua condensatrice:

$$M_s(i_s - i_c) M_{cp}(t_u - t_i) \quad (10)$$

Risolviendo la relazione (10) si ottiene:

$$M = \frac{M_s(i_s - i_c)}{c_p(t_u - t_i)} = \frac{q}{c_p(t_u - t_i)} \text{ kg/h} \quad (11)$$

La portata dell'acqua condensatrice è espressa in mc/sec dalla formula seguente:

$$Q = \frac{q}{3600 \gamma c_p(t_u - t_i)} \text{ m}^3/\text{sec.} \quad (12)$$

163. *Velocità media dell'acqua attraverso i tubi.* — La velocità media dell'acqua condensatrice deve essere calcolata dividendo la portata volumetrica (mc/h) per il valore medio del numero dei tubi attivi in ciascun percorso del condensatore inclusi i tubi isolati e per l'area della sezione tubolare (espressa in m^2). I tubi isolati funzionano in sede di prova di collaudo approssimativamente con la stessa differenza di temperatura degli altri tubi del condensatore e pertanto le equazioni (11) e (12) forniscono la portata complessiva.

164. *Determinazione del coefficiente di trasmissione totale del calore.* — Il coefficiente di trasmissione totale del calore va computato colla relazione seguente:

$$\alpha = \frac{M c_p \Delta u_i}{S \Delta m} \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C} \quad (13)$$

ove per Δu_i e per Δm cfr. Sezione II n. 12 e 20.

I valori di α sono riferiti alla temperatura di saturazione del vapore corrispondente alla pressione assoluta del vapore all'ingresso nel condensatore.

165. *Ricalcolazione del coefficiente di trasmissione totale del calore ad una data velocità dell'acqua condensatrice, ad una data temperatura d'ingresso di detta acqua e ad un dato fattore di pulizia.* — Generalmente avviene che durante le prove vengono a variare la portata dell'acqua condensatrice, la temperatura d'ingresso di detta acqua e il valore del fattore di pulizia. È opportuno correggere i risultati delle singole prove, riportandoli alle condizioni medie per ciascuna velocità di rotazione della pompa di circolazione. Il coefficiente di trasmissione totale del calore a varia all'incirca secondo una potenza frazionaria della velocità dell'acqua condensatrice. L'esponente a cui quest'ultima è elevata può venire determinato mediante un diagramma in scala logaritmica sul quale vengono riportati i valori di α in ordinate e quelli delle velocità dell'acqua e sulle ascisse, quando le prove eseguite a differenti velocità sono almeno due.

La legge di variazione così determinata può servire di base per correggere i valori di α per variate velocità dell'acqua condensatrice. Le due parti devono concordare i valori del coefficiente di correzione da applicare alla determinazione del coefficiente α per variate temperature di ingresso t_i , per variati valori della cifra di condensazione specifica e per differenti diametri tubolari, prima che si dia inizio alle prove, oppure dichiarare di avvalersi dei coefficienti di correzione indicati dal costruttore del condensatore.

Se durante le prove interviene un apprezzabile insudiciamento dei tubi il coefficiente di trasmissione relativo a ciascuna prova per una data velocità di circolazione dell'acqua condensatrice, deve venir corretto anche per il variato fattore di pulizia, moltiplicandone il valore per il rapporto del valor medio del fattore di pulizia e il valore relativo alla singola prova. Confrontare all'uopo il par. 171, che indica la procedura da seguire per tener conto delle fluttuazioni del valore del fattore di pulizia.

166. *Ricalcolazione della pressione d'ingresso nel condensatore per una data velocità dell'acqua condensatrice, per una data temperatura d'ingresso di detta acqua e per un dato fattore di pulizia.* — Dopo che il valore del coefficiente di trasmissione è stato ricalcolato dai valori base prestabiliti, si può procedere alla ricalcolazione della pressione d'ingresso nel condensatore mediante le relazioni seguenti colle quali si calcolano i valori della corrispondente temperatura di saturazione t_c :

a) per i condensatori ad un solo percorso per l'acqua condensatrice

$$t_c = t_i + \frac{q}{M c_p(1 - e^{-x})} ^\circ\text{C} \quad (14)$$

ove $e = 2,718$ (base dei logaritmi neperiani) ed $x = S/Mc_p$.

6) per i condensatori a due percorsi per l'acqua condensatrice

$$t_c = t_i + \frac{q}{M c_p} = t_i + \frac{M_s}{M c_p} \cdot \frac{M_s}{(i_s - i_c)} ^\circ\text{C} \quad (15)$$

Il valore della pressione che corrisponde ai valori della temperatura indicata dalla relazione (15) è il valore corretto all'ingresso del condensatore.

167. *Media differenza della temperatura dell'acqua condensatrice.* — Su accordo delle due parti anche per i condensatori ad un sol percorso, in luogo della media logaritmica delle temperature, si può porre a base del calcolo la media aritmetica delle temperature per il calcolo della media differenza delle temperature dell'acqua condensatrice Δm

168. *Determinazione del coefficiente di trasmissione totale del calore per i tubi campione.* — Il coefficiente di trasmissione totale del calore per ciascun tubo campione isolato viene determinato con una relazione della stessa forma della equazione (13) [par. 164]. Per calcolare la Δm deve essere impiegata la temperatura del vapore all'ingresso del condensatore; così facendo si ottengono dei valori più alti dei reali per il fattore di pulizia dei tubi situati molto all'interno dei banchi. Comunque la differenza è modesta nella maggior parte dei casi mentre l'effettiva media temperatura lungo la lunghezza di ciascun gruppo di tubi non può essere adeguatamente misurata. Se le due parti desiderano prendere approssimativamente come temperatura del vapore in corrispondenza a ciascun tubo quella che deriva da una relazione lineare fra il numero dei tubi e la caduta di temperatura (oppure di pressione) fra l'ingresso del condensatore e l'uscita dell'aria, questo procedimento può essere adottato, però deve essere menzionato nella relazione di collaudo.

169. *Determinazione della portata d'acqua nel tubo di prova.* — La determinazione della portata d'acqua nel tubo di prova dev'essere eseguita in conformità alle norme unificate UNI-ISO. Se la taratura dei misuratori di portata è stata effettuata con gli stessi carichi idraulici sui misuratori di quelli richiesti durante le prove per la determinazione del fattore di pulizia, oppure se si è ottenuto un sufficiente numero di punti della curva carichi idrici-portate, allora non è necessario alcun calcolo per stabilire la portata dell'acqua nel tubo campione.

170. *Fattore di pulizia.* — Per definizione il fattore di pulizia di un tubo singolo è dato dalla relazione seguente:

$$F_p = \frac{\alpha_u}{\alpha_n} \quad (16)$$

Il fattore di pulizia complessivo dell'intero condensatore, comprendente N_u (numero tubi campione nuovi) e N_u (numero tubi campione usati) per ciascuna prova è dato dalla relazione:

$$F_p = \frac{\Sigma \alpha_u}{\Sigma \alpha_n} \quad (17)$$

Se detto fattore di pulizia varia leggermente per una data velocità dell'acqua condensatrice in tutte le prove (variazione dovuta principalmente a errori sperimentali), allora si può impiegare il valore medio per tutte le prove eseguite a detta velocità. Se però il condensatore si sporca apprezzabilmente durante una prova, conseguente progressiva diminuzione del fattore di pulizia, allora occorre considerare il valore singolo per ciascuna singola prova. Il valore corretto del fattore di pulizia per le differenti velocità deve soddisfare alla relazione (18) seguente. La diminuzione del fattore di pulizia complessivo per riguardo al tempo per una data velocità, non segue necessariamente una legge lineare, e pertanto dev'essere concordato tra le parti un valor medio.

171. *Correzione del fattore di pulizia per le variazioni di velocità.* — A meno che non siano state eseguite delle prove preliminari, le velocità dell'acqua circolante nel condensatore sono in generale conosciute soltanto approssimativamente, fintantochè la prova non è stata ultimata. Quindi può avvenire che la velocità stimata a cui i tubi in prova sono stati fatti funzionare, non corrisponda al valor medio per l'intero condensatore.

Il fattore di correzione determinato nelle prove può venire ricalcolato alla velocità dell'acqua desiderata servendosi della relazione (18) seguente. Per le interpolazioni e le estrapolazioni del valore di prova, è usuale assumere che il fattore di correzione per un dato tubo, oppure per l'intero condensatore, vari inversamente alla potenza m della velocità dell'acqua condensatrice e nei tubi:

$$\frac{F_{p1}}{F_{p2}} = \left(\frac{c_2}{c_1} \right)^m \quad (18)$$

Gli indici 1 e 2 si riferiscono ai valori di F_p e di c per le due condizioni di funzionamento. Se le prove vengono eseguite a due o più velocità il valore dell'esponente m può venire determinato servendosi della stessa relazione (18). Una volta determinato in tal modo il valore dell'esponente m , la relazione (18) può venire impiegata per correggere il valore di F_p ottenuto alla prova, ricalcolandolo al valore della velocità media per l'intero condensatore. Se la prova è stata eseguita ad una sola velocità il valore del coefficiente m non può essere determinato sperimentalmente. Un valor medio ben approssimato di m è 0,13. E questo valore può essere assunto in caso di prove eseguite ad una sola velocità.

172. *Resistenza dovuta all'insudiciamento.* — In base ai dati ottenuti a seguito della misura del fattore di pulizia, si può calcolare la resistenza alla trasmissione del calore dovuto all'insudiciamento, per depositi o melma nei tubi. La resistenza del metallo al flusso di calore e la resistenza della pellicola fluida sulle due superfici tubolari sono approssimativamente le stesse per tubi nuovi e per tubi usati. Pertanto le loro resistenze totali $1/\alpha_0$ e $1/\alpha_1$ differiscono per la resistenza offerta dalle sostanze estranee che hanno causato l'insudiciamento del tubo usato, che può essere

espressa mediante l'equazione seguente:

$$R_t = \frac{1}{\alpha_0} - \frac{1}{\alpha_1} \quad (19)$$

Questo metodo per esprimere il grado di insudiciamento di un tubo è conforme alla prassi usuale, e pertanto la relazione (19) è un'equazione utile per indagare le variazioni di comportamento dei condensatori al variare delle condizioni funzionali. Tuttavia va osservato che la resistenza di insudiciamento R , può essere piccola rispetto alle due grandezze di cui è la differenza, nel qual caso piccole imprecisioni nella determinazione di α_0 e α_1 divengono molto ingrandite nella calcolazione di R .

173. *Portata d'aria degli eiettori di aria.* — Poichè la caduta di pressione attraverso la sezione ristretta dei misuratori dell'aria è maggiore del valore critico, la portata che vi defluisce è definita dal diametro di detta sezione ristretta.

174. *Consumo di vapore dell'eietto-re.* — Il consumo di vapore dell'eietto-re, determinato impiegando gli ugelli dell'apparecchio come misuratori, può essere ottenuto impiegando i seguenti coefficienti:

Qualità del vapore

Coefficiente di efflusso

Saturo e secco	1
Surriscaldato di 100 °F (37,78 °C)	0,99
Surriscaldato di 200 °F (93,33 °C)	0,89
Surriscaldato di 300 °F (148,89 °C)	0,87

SEZIONE VIII: Relazione di collaudo.

175. — È opportuno riassumere e mettere in evidenza i risultati del collaudo in forma tabellare. Una unificazione della tabella riassuntiva dei risultati di collaudo può risultare di grande utilità pratica specialmente in sede di confronti. Pur lasciando ai collaudatori la massima libertà nell'annotare sui bollettini delle singole prove di collaudo tutte le letture che essi ritengono meritevoli di rilievo e le eventuali letture incidentali, è consigliabile omettere nella tabella riassuntiva finale quelle letture e rilievi incidentali e quei dati complementari per lo sviluppo delle calcolazioni che non hanno un particolare significato od importanza diretta per l'accertamento della rispondenza funzionale dell'apparecchio alle condizioni contrattuali.

NOTIZIARIO

Commissione per gli studi sul metano

Il 28 novembre 1951 in una Sala di Palazzo Carignano si è riunita la Commissione per gli studi sul metano istituita dalla Sezione Piemontese dell'A.T.I. Erani presenti il Prof. A. Capetti, l'Ing. M. Dezzutti, Presidente della Società Ingegneri e Architetti di Torino, l'Ing. M. Brunetti, Direttore dell'Azienda Elettrica Municipale, il Prof. C. Codogone, l'Ing. A. Böhm, l'Ing. V. Bosco, l'Ing. L. Mazza.

Hanno scusato la loro assenza il Prof. S. Chiaudano e gli Ing. U. Mazzolini, P. Rossi, A. Vaccaneo.

Su proposta del Presidente sono discussi i metodi di distribuzione del metano nelle zone urbane con particolare riferimento a quanto si potrà fare in Torino. Prendono viva parte alla discussione l'Ing. Brunetti, che chiede sia tenuto al corrente dei lavori l'Ing. Alby, Ingegnere Capo del Municipio di Torino, l'Ing. Dezzutti su questioni collegate all'urbanistica; l'Ing. Böhm sui particolari tecnici delle disposizioni cittadine; l'Ing. Bosco sui tipi di contatori; l'Ing. Mazza sull'opportunità di stabilire norme per la posa delle tubazioni.

Si ha notizia che a Torino verrà costruito un anello del diametro di 16 pollici con Centrale di decompressione a Stura (pressione 12 at) essendo previsto un consumo intorno ai 2 milioni di mc al giorno di cui 50.000 alla sola FIAT Mirafiori.

Si delibera di continuare le indagini sui punti esaminati.

Seconda parte del ciclo di conferenze ATI sul metano.

Mercoledì 9 gennaio 1952, alle ore 21 nella Sede di Palazzo Carignano l'Ing.

Pietro Rossi ha tenuto una conferenza su « L'impiego del metano nei forni industriali ». Presentato con cordiali parole dal Presidente della Sezione ATI Prof. A. Capetti il Relatore ricorda alcune proprietà termiche del metano naturale e illustra vari bruciatori dei tipi sia per fiamme corte e invisibili sia per fiamme lunghe e luminose a combustione ritardata. Con l'aiuto di proiezioni l'Ing. Rossi descrive i bruciatori a getti paralleli, quelli a getti elicoidali concordi o contrari con rivestimento in refrattario, i bruciatori per essiccatoi, i bruciatori premiscelatori e quelli detti interstiziali e alveolari. Descrive poi le applicazioni della combustione a metano ai grossi forni per vetro della Soc. Vetrotube a Porto Marghera. Tali forni, con cariche di 1.200 tonnellate, prima funzionanti a gas di distillazione e di gassogeno, poi a nafta, funzionano ora con combustione a metano, essendo riusciti dopo lunghe prove i tentativi intesi ad ottenere fiamme lunghe e luminose.

I dati tecnici forniti su queste applicazioni interessano vivamente l'uditorio che alla fine rivolge un sentito applauso al Relatore. Intervengono nella discussione l'Ing. Mazzolini che chiede notizie sul preriscaldamento dell'aria; il Prof. V. Drilli che esprime il suo parere su tale preriscaldamento; l'Ing. A. Vaccaneo che si è occupato di applicazioni ai forni per cemento e che considera da tale punto di vista il preriscaldamento stesso; l'Ing. M. Marchisio, il quale chiede chiarimenti sul tempo impiegato nelle ricerche e sulla durata dei rivestimenti in refrattario; il Prof. Capetti, che fornisce indicazioni comparative sulle velocità di propagazione delle fiamme (lente cioè di pochi decimetri al secondo nei forni; veloci, dell'ordine di 50 metri al secondo, nei motori).