

Influenza di additivi antischiuma, del tempo di riposo e della temperatura sulla schiuma interna in olii lubrificanti (*)

Riassunto : *Influenza di additivi antischiuma, del tempo di riposo, e della temperatura sulla schiuma interna in oli lubrificanti (*).*

Col presente studio direttamente correlato alla pratica industriale viene indagata l'influenza di additivi antischiuma, del tempo di riposo e della temperatura sulla schiuma interna degli oli lubrificanti utilizzando un nuovo metodo di prova messo a punto dagli Autori stessi. I risultati hanno posto in evidenza l'influenza positiva del tempo di riposo e della temperatura denunciando invece una scarsa azione dell'additivazione.

Résumé : *Influence des additifs anti-écume, du temps de repos et de la température sur l'écume interne des huiles minérales.*

Par une méthode nouvelle mise à point par les auteurs l'influence des additifs antiécume, du temps de repos et de la température sur l'écume interne des huiles lubrifiantes est considérée dans la présente note qui ressort directement de la pratique industrielle. Les résultats ont mis en évidence l'influence positive du temps de repos et de la température, tout en démontrant une faible action des additifs.

Summary : *Influence of antifoam agents, resting time and temperature on the air entrapment in lubricating oils.*

Correlating this report directly with industrial experience, the authors study the influence of anti-foam agents, resting time and temperature on the formation of internal foam in lubricating oils, reporting a new testing method. The results show a positive influence of resting time and temperature but report a scarce action of anti-foam agents.

Zusammenfassung : *Einwirkung von Antischaumzusätzen, Ruhezeit und Temperatur auf den inneren Schaum in Schmierölen.*

Mit der vorliegenden Forschungsarbeit, die in enger Beziehung zu der Praxis steht, wird der Einfluss von Antischaumzusätzen, Ruhezeit und Temperatur auf den inneren Schaum in Schmierölen mittels einer neuen, von den Autoren selbst entwickelten Versuchsmethode, untersucht. Die Ergebnisse haben den positiven Einfluss der Ruhezeit und der Temperatur klar bewiesen, hingegen haben sie eine geringe Wirkung der Antischaumzusätze gezeigt.

(*) Memoria presentata dall'Accademico AGOSTINO ANTONIO CAPOCACCIA.

1. INTRODUZIONE.

Accade frequentemente che l'olio minerale impiegato nei circuiti di lubrificazione forzata e negli impianti oleodinamici di regolazione si emulsiona con aria provocando effetti dannosi sia sulla lubrificazione, sia sul buon funzionamento del circuito di regolazione. Con questo lavoro sperimentale si è cercato di approfondire la conoscenza del comportamento della schiuma interna negli olii lubrificanti e di analizzare più accuratamente i fattori che influenzano il fenomeno.

2. FATTORI CHE INFLUENZANO LA SCHIUMA.

Come è già stato messo in evidenza in una precedente pubblicazione degli stessi autori⁽¹⁾, i principali fattori che influenzano la schiuma sono:

- la viscosità del lubrificante;
- la presenza all'interfaccia olio-aria di agenti inquinanti (additivi) capaci di formare pellicole dotate di una certa rigidità;
- la presenza di prodotti di ossidazione del lubrificante, o di impurezza varie quali acqua di condensa, ruggine, polvere, ecc.;
- il tempo di riposo e cioè il periodo di tempo durante il quale il lubrificante rimane nella vasca di sedimentazione;
- la temperatura del lubrificante, le cui variazioni modificano la densità e la viscosità dell'olio minerale influenzando così e sulla velocità di coalescenza delle bolle di aria e su altri parametri che regolano il controllo della schiuma.

Per la loro verifica è stato impiegato in questo lavoro sperimentale un olio paraffinico puro altamente raffinato, avente le seguenti caratteristiche:

— peso specifico a 15 °C (kp/l)	0,869
— viscosità Saybolt a 100 °F (s)	220
— indice di viscosità	110
— punto di infiammabilità (°C)	230
— punto di scorrimento (°C)	— 8.

Quali parametri di influenza della schiuma sono stati scelti: la temperatura, il tempo di riposo e due additivi antischiuma al silicone, di corrente impiego industriale, indicati nel corso delle prove con i simboli A e B.

3. SCHEMA DELL'APPARECCHIATURA E METODOLOGIA DI PROVA.

L'apparecchiatura riprodotta nella fotografia di Fig. 1 e schematizzata in Fig. 2 è composta essenzialmente da :

- un sistema A per l'immissione dell'aria in quantità misurabile e in modo riproducibile ;
- una pompa ad ingranaggi P comandata da un motore elettrico a velocità variabile ;
- una vasca di riposo V ;
- un sistema di riscaldamento dell'olio in circolo R.
- un complesso di misura C che utilizza due fotoelementi, di cui uno impiegato per misurare la variazione di trasparenza dell'olio attraversato da un fascio di raggi luminosi e l'altro destinato a controllare la costanza di emissione luminosa della sorgente.

Poiché la formazione dell'emulsione olio-aria raggiunge dopo congruo tempo un livello di saturazione che dipende dai valori imposti ai parametri di lavoro, è stato messo a punto un metodo di prove a gradini che consente di realizzare abba-

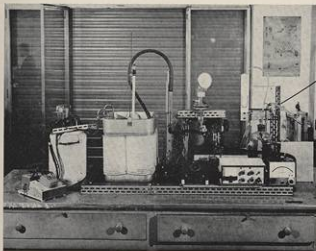


Fig. 1. - Fotografia dell'apparecchiatura per lo studio della schiuma interna in olii minerali.

stanza rapidamente tutta una gamma di condizioni sperimentali sfruttando il fenomeno di accumulazione della schiuma interna.

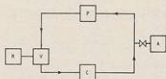


Fig. 2. - Schema dell'apparecchiatura di Fig. 1:

- A = sistema per l'immissione di aria
- P = pompa di circolazione ad ingranaggi
- V = vasca di riposo
- R = sistema di riscaldamento dell'olio in V
- C = complesso di misura con fotocellenti.

Una dettagliata descrizione dell'apparecchiatura e della metodologia di prova è contenuta nella già menzionata pubblicazione degli stessi autori (1).

4. PIANO DEGLI ESPERIMENTI.

Sono state eseguite 96 prove in quattro gruppi a seconda che l'olio fosse:

- olio puro;
- olio additivato con A;
- olio additivato con B;
- olio additivato con A e con B miscelati.

Ogni gruppo è costituito dalla combinazione di tre livelli di temperatura e di quattro tempi di riposo con o senza immissione di aria.

L'additivazione è stata fatta nelle proporzioni usualmente adottate nella pratica industriale e cioè lo 0,0005% in peso per l'additivo A e lo 0,03% per l'additivo B.

I risultati ottenuti con l'olio puro sono già stati illustrati nella menzionata pubblicazione (1) per cui si riportano qui in Fig. 9 i soli dati conclusivi per l'opportuno confronto con i risultati degli altri tre gruppi di prove. A tale proposito resta da notare l'importanza che acquista una accurata pulizia del circuito, specialmente nel passaggio da un additivo all'altro; infatti gruppi successivi di prove condotti con additivi diversi possono essere influenzati da residui di additivi rimasti aderenti alle pareti dei vari componenti del circuito.

Per evitare tale inconveniente sono state operate anche sostituzioni di intere parti del circuito stesso.

5. RISULTATI DELLE PROVE.

5.1. Olio minerale puro.

Dall'esame del relativo diagramma (Fig. 9) emerge l'importanza notevolissima della temperatura che, se viene adeguatamente controllata, permette di mantenere i livelli della schiuma entro limiti opportunamente bassi in quasi tutto il campo dei

tempi di riposo utilizzati industrialmente. Un riscaldamento molto elevato, anche se non porta inconvenienti, può risultare tuttavia ingiustificato in quanto provoca riduzioni sempre meno sensibili.

Si può constatare inoltre il comportamento molto regolare dell'olio puro e la perfetta e pronta risposta alle variazioni dei parametri TR e T.

5.2. Olio minerale con additivo A.

In queste prove è stato aggiunto all'olio un additivo anti-schiuma al silicone in una percentuale pari allo 0,0005% in peso.

In tutte le prove senza immissione di aria si sono avuti risultati analoghi a quelli ottenuti con l'olio minerale puro come risulta dai diagrammi di Fig. 3.

L'aumento della temperatura favorisce una diminuzione del livello della schiuma, con un'azione che si fa sempre meno sensibile mano a mano che si procede verso le alte temperature.

Per le prove con immissione di aria sembra invece che la presenza dell'additivo porti ad un comportamento contraddittorio fra i bassi e gli alti tempi di riposo, come risulta dai diagrammi di Fig. 4.

In definitiva l'additivo A non presenta nei confronti della schiuma interna, soddisfacenti caratteristiche antischiuma ai bassi tempi di riposo.

Si è visto infatti che l'impiego dell'additivo può essere accompagnato perfino da aumenti della schiuma interna; in queste condizioni anche il ricorso al riscaldamento dell'olio non porta più gli effetti sperati.

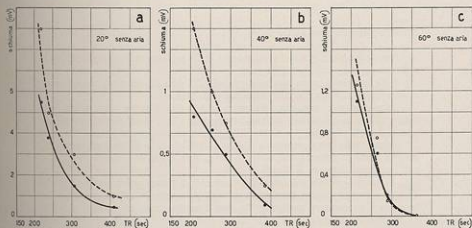


Fig. 3. - Quantità di schiuma interna in funzione del tempo di riposo per prove senza immissione di aria su olio minerale con additivo antischiuma A confrontato con olio puro.

————— olio additivo
————•———— olio puro.

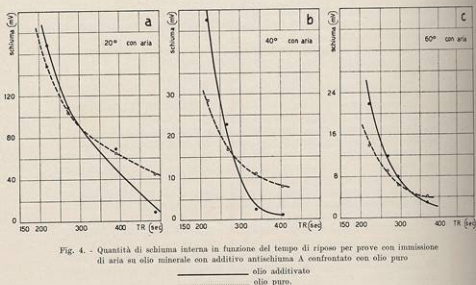


Fig. 4. - Quantità di schiuma interna in funzione del tempo di riposo per prove con immissione di aria su olio minerale con additivo antischiuma A confrontato con olio puro

— olio additivato
 - - - - - olio puro.

5.3. Olio minerale con additivo B.

Questo gruppo di prove è caratterizzato dalla aggiunta nell'olio dell'additivo B nella percentuale dello 0,03% in peso.

Nelle esperienze senza immissione di aria il livello di schiuma è sempre superiore a quello rilevato con l'olio minerale puro (Fig. 5).

In particolare si nota che nella prova a 20°C (Fig. 5 a) per valori di TR inferiori a 250 sec la quantità di schiuma interna sale a livelli assai elevati, perfino superiori a quelli riscontrati in alcune delle prove con immissione di aria.

Aumentando la temperatura a 40°C e a 60°C si hanno dei risultati caratterizzati da livelli di schiuma minimi e contenuti nella fascia di normalità relativa a tali condizioni (inferiori ai 3 mV).

Un esame generale dell'azione dei parametri di lavoro per quanto riguarda le esperienze con immissione di aria non porta ad osservazioni di rilievo. Come sempre la prova a temperatura ambiente (Fig. 6 a) è caratterizzata da quantità notevole di schiuma che tende ad aumentare molto al diminuire del tempo di permanenza nella vasca di riposo.

Per l'additivo B relativamente alle attitudini antischiuma, non si può che esprimere un giudizio negativo, giustificato dal fatto che la sua presenza provoca in molte condizioni un forte aumento della schiuma rispetto all'olio minerale puro.

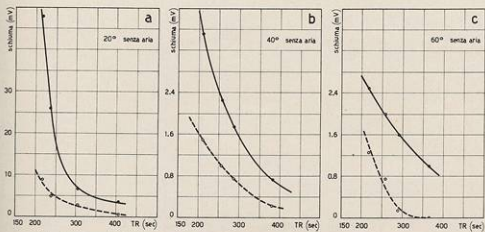


Fig. 5. - Quantità di schiuma interna in funzione del tempo di riposo per prove senza immissione di aria su olio minerale con additivo antischiuma B confrontato con olio puro

————— olio additivato
 - - - - - olio puro.

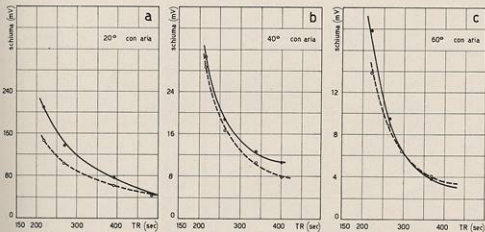


Fig. 6. - Quantità di schiuma interna in funzione del tempo di riposo per prove con immissione di aria su olio minerale con additivo antischiuma B confrontato con olio puro

————— olio additivato
 - - - - - olio puro.

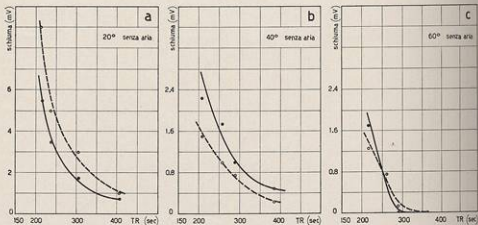


Fig. 7. - Quantità di schiuma interna in funzione del tempo di riposo per prove senza immissione di aria su olio minerale con additivi A e B miscelati confrontato con olio puro

————— olio additivato
 - - - - - olio puro.

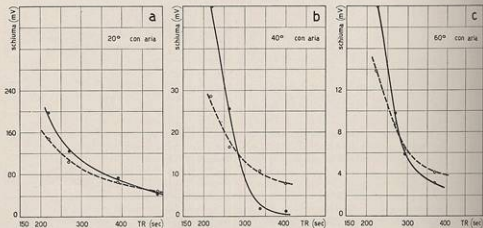


Fig. 8. - Quantità di schiuma interna in funzione del tempo di riposo per prove con immissione di aria su olio minerale con additivi A e B miscelati confrontato con olio puro

————— olio additivato
 - - - - - olio puro.

Molto probabilmente l'additivo nella percentuale usata aumenta la stabilità della lamina all'interfaccia aria-olio e di conseguenza l'intensità del fenomeno schiumogeno.

Si è avuto l'impressione che la schiuma superficiale, di solito sempre presente nella vasca di riposo, in queste condizioni tendesse a dissolversi molto rapidamente e facilmente, forse proprio per la presenza di questo additivo.

5.4. *Olio minerale con additivi A e B miscelati.*

Questo gruppo di prove è caratterizzato dalla presenza contemporanea dei due additivi: l'additivo A e quello B aggiunti nelle stesse percentuali precedentemente indicate.

Le prove eseguite senza immissione di aria (Fig. 7) mostrano un andamento regolare e si mantengono su livelli di schiuma più che modesti.

L'azione della temperatura porta ad una riduzione della schiuma con una efficacia che va affievolendosi mano a mano che la temperatura sale. I risultati ottenuti sembrano piuttosto irregolari: la miscela dei due additivi anti-schiuma, aventi formulazione e comportamento diversi non sembra portare ad un'azione comune positiva tranne che per tempi di riposo abbastanza grandi (Fig. 8).

6. CONCLUSIONI.

Il considerevole numero di esperienze eseguite consente di trarre una serie di conclusioni di carattere generale relative ai vari fattori che intervengono nel fenomeno della schiuma interna. Come era già stato osservato e secondo quanto si è potuto constatare in occasione di queste prove, la quantità di aria aspirata non è costante, ma aumenta con il crescere del numero di giri della pompa e diminuisce con l'aumentare della temperatura (Tabelle I, II, III).

I valori rilevati in tutte le prove si mantengono però in un campo abbastanza ristretto compreso fra i 0,327 e 0,248 litri al minuto.

Bisogna altresì tener presente che al variare del numero di giri della pompa varia la portata dell'olio per cui la percentuale di aria immessa nell'olio nell'unità di tempo non può essere costante; ed anche se il numero di litri di aria aspirati cresce, la percentuale diminuisce.

In pratica all'aumentare del numero di giri della pompa, una quantità di aria leggermente maggiore viene aspirata in una portata di olio che ha subito un incremento assai più forte a causa dell'accelerazione della pompa stessa, passando da un massimo dell'11% a 20°C per bassi regimi della pompa ad un minimo del 4,7% a 60°C per le velocità di rotazione più alte (Tab. I, II, III).

L'aumento della schiuma interna malgrado la diminuzione percentuale dell'aria immessa è spiegabile osservando sia che l'immissione di una certa quantità di aria in una corrente di olio più veloce permette la formazione di belle più minute e quindi più stabili, sia che alle maggiori portate della pompa corrispondono minori tempi di riposo. Inoltre bisogna tener sempre presente che la portata di aria in va-

TABELLA I.

CONDIZIONI SPERIMENTALI RELATIVE AI DIAGRAMMI DI FIGG. 3 E 4.

OLIO MINERALE CON ADDITIVO A

Volume olio (litri)	Temperatura °C	Viscosità TE	Iniezione di aria.	velocità pompa	portata olio	portata aria	% d'aria iniettata	tempo di riposo	misura del frangimento	% di riduzione
				giri/min	litri/min	litri/min	%	TE sec	m v	%
24,5	20	15,3	no	415	3,63	—	—	405	0,5	-55
				530	4,80	—	—	306	1,5	-44
				670	6,18	—	—	238	3,75	-28
				740	6,77	—	—	218	5,5	-34
23,2	40	5,65	no	410	3,62	—	—	384	0,1	-62
				550	4,86	—	—	287	0,5	-35
				620	5,47	—	—	255	0,7	-34
				735	6,56	—	—	211	0,8	-43
23,2	60	2,38	no	440	3,85	—	—	362	0	—
				560	4,85	—	—	288	0,2	+37
				620	5,35	—	—	260	0,6	-14
				750	6,50	—	—	215	1,1	-20
19,1	20	15,3	si	435	2,36	0,260	11	486	9	-73
				500	2,94	0,300	10,2	390	70	-25
				620	4,21	0,312	7,6	272	110	+5
				765	5,17	0,327	6,3	222	170	+15
22,3	40	5,65	si	440	3,33	0,234	7	402	1,75	-70
				500	3,98	0,268	6,8	337	2,5	-69
				620	5,08	0,278	5,5	264	23	+13
				740	6,11	0,294	4,8	219	48	+75
22	60	2,83	si	450	3,55	0,248	7	370	3	-36
				560	4,45	0,266	6,5	296	8	+22
				620	4,90	0,269	5,5	267	12	+33
				740	5,90	0,278	4,7	224	22	+62

TABELLA II.

CONDIZIONI SPERIMENTALI RELATIVE AI DIAGRAMMI DI FIGG. 5 E 6.
OLIO MINERALE CON ADDITIVO B

Volume olio (ml)	Temperatura °C	Viscosità E ₂₀	Impulsione di scia	velocità pompa	portata olio	portata accia	% d'aria luminosa	tempo di riposo	misura del fenomeno	% di ristruzione
				giri/min	litri/min	litri/min	%	TR sec	m V	%
24,5	20	15,3	no	415	3,63	—	—	405	3,75	+ 237
				520	4,80	—	—	306	7	+ 61
				670	6,18	—	—	238	26	+ 280
				740	6,77	—	—	218	48	+ 235
23,2	40	5,65	no	410	3,62	—	—	384	0,75	+ 227
				550	4,86	—	—	287	1,75	+ 139
				620	5,47	—	—	255	2,25	+ 133
				735	6,56	—	—	211	3,50	+ 138
23,2	60	2,83	no	440	3,85	—	—	362	1	—
				560	4,85	—	—	288	1,6	+ 670
				620	5,35	—	—	260	2	+ 230
				750	6,50	—	—	215	2,5	+ 85
19,1	20	15,3	si	435	2,36	0,269	11	486	48	+ 9
				500	2,94	0,300	10,2	390	79	+ 26
				620	4,70	0,312	7,6	272	140	+ 39
				765	5,17	0,327	6,3	222	210	+ 42
22,3	40	5,65	si	440	3,33	0,234	7	402	11	+ 32
				560	3,98	0,268	6,8	337	13	+ 19
				620	5,08	0,278	5,5	264	19	+ 12
				740	6,11	0,294	4,8	219	31	+ 10
22	60	2,83	si	450	3,55	0,248	7	370	4	— 5
				560	4,45	0,266	6	296	6,5	+ 1,5
				620	4,90	0,269	5,5	267	9,75	+ 10
				740	5,90	0,278	4,7	224	18	+ 21

TABELLA III.

CONDIZIONI SPERIMENTALI RELATIVE AI DIAGRAMMI DI FIGG. 7 E 8.
OLIO MINERALE CON ADDITIVI A E B MISCELATI

Volume olio (litri)	Temperatura °C	Viscosità cg	Iniezione di aria	velocità pompa	portata olio	portata aria	% d'aria luminosa	tempo di flusso	minimo del lesionone	% di riduzione
				giri/min	litri/min	litri/min	%	TE sec	m V	%
24,5	20	15,3	no	415	3,63	—	—	405	0,75	-33
				530	4,80	—	—	306	1,75	-39
				670	6,18	—	—	238	—	-32
				740	6,77	—	—	218	5,50	-32
23,2	40	5,65	no	410	3,62	—	—	384	0,5	+109
				550	4,86	—	—	287	1	+82
				620	5,47	—	—	255	1,75	+53
				735	6,56	—	—	211	2,25	+69
23,2	60	2,83	no	440	3,85	—	—	362	0	0
				560	4,85	—	—	288	0	-70
				620	5,35	—	—	260	0,75	-17
				750	6,50	—	—	215	1,70	+32
19,1	20	15,3	si	435	2,369	0,269	11	486	43	-14
				500	2,94	0,300	10,2	390	74	+9
				620	4,21	0,312	7,6	272	127	+19
				765	5,71	0,327	6,3	222	200	+30
22,3	40	5,65	si	440	3,33	0,234	7	402	1,25	-95
				500	3,98	0,268	6,8	337	2	-76
				620	5,08	0,278	5,5	264	26	+36
				740	6,11	0,294	4,8	219	51	+94
22	60	2,83	si	450	3,55	0,248	7	370	3,25	-29
				560	4,45	0,266	6	296	6	-9
				620	4,90	0,269	5,	267	10	+16
				740	5,90	0,278	4,7	224	21	+50

lore assoluto aumenta realmente e non può quindi che favorire la formazione di maggiori quantità di bolle.

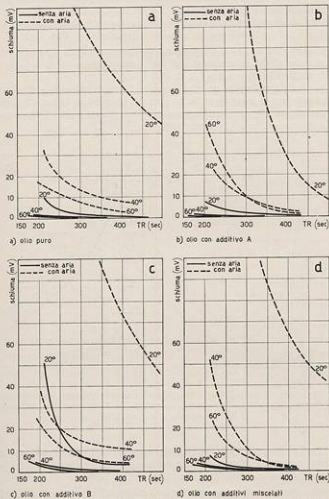


Fig. 9. - Diagrammi sinottici dell'influenza della temperatura e del tempo di riposo sulla quantità di schiuma interna in un olio minerale in prove con immissione e senza immissione di aria. 9 a) olio puro. - 9 b) olio + additivo A. - 9 c) olio + additivo B. - 9 d) olio + additivi A e B miscelati.

Esaminiamo ora gli effetti dei parametri TR, temperatura e additivi.

- *Tempo di riposo* : questo parametro risulta in tutti i casi di influenza positiva, cioè all'aumentare di TR diminuisce la quantità di schiuma interna. Tuttavia per valori della temperatura di 40° e 60°C il beneficio dato dall'aumento del TR oltre i 250 sec è trascurabile come si vede nelle Figg. 10 a, 10 b.
- *Temperatura* : è il fattore che influenza maggiormente il fenomeno della schiuma interna come risulta chiaramente dall'esame comparativo dei diagrammi sinottici riportati nelle Figure 9 a, b, c, d.

In effetti è sufficiente un riscaldamento limitato nella vasca di riposo per diminuire in modo assai notevole la quantità di schiuma interna. In generale si è riscontrato che un riscaldamento dell'olio intorno ai 40°C, fa scendere il livello di saturazione anche oltre l'80%.

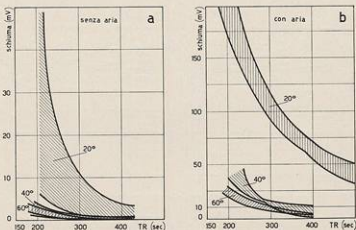


Fig. 10. - Campi di variabilità del livello della schiuma in funzione del tempo di riposo alle diverse temperature. Ogni fascia comprende sia l'olio puro che additivato
10 a) senza aria. - 10 b) con aria.

Ulteriori aumenti della temperatura portano a livelli di schiuma ancora inferiori; tuttavia l'azione della temperatura risulta via via più blanda come è evidente dall'esame delle Figg. 10 a, 10 b.

- *Additivi* : Per un esame comparativo e sintetico dell'azione degli additivi sono stati riprodotti nelle Figg. 11 12 e 13 gli andamenti dei livelli di saturazione dei vari oli additivati in funzione del tempo di riposo alle varie temperature nelle prove con immissione di aria.

I risultati raggiunti con l'additivo A sono generalmente buoni agli alti tempi di riposo con abbassamento più o meno drastico dei livelli della schiuma interna fino a valori compresi fra i minimi riscontrabili.

Ma in alcune prove, per tempi di riposo limitati, l'azione dell'additivo può risultare poco favorevole tanto da fargli sembrare preferibile l'uso di un olio puro.

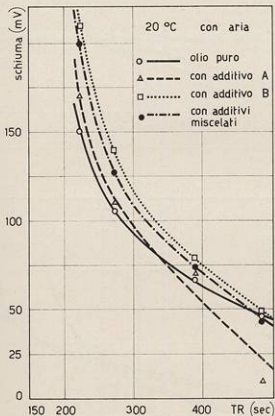


Fig. 11. - Influenza degli additivi sulla schiuma interna di un olio minerale in funzione del tempo di riposo. Diagramma di confronto delle prove a 20°C con immissione di aria.

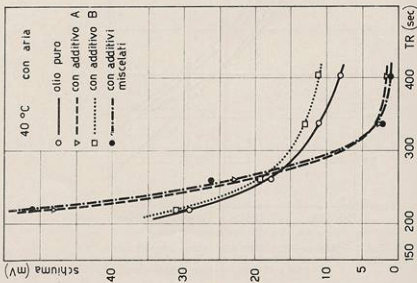


Fig. 12. - Influenza degli additivi sulla schiuma interna di un olio minerale in funzione del tempo di riposo. Diagramma di confronto delle prove a 40°C con immischiatura di aria.

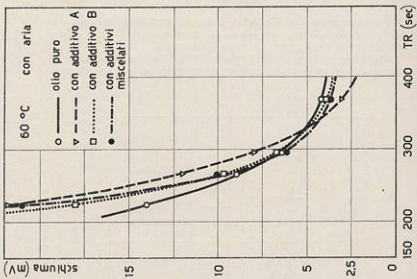


Fig. 13. - Influenza degli additivi sulla schiuma interna di un olio minerale in funzione del tempo di riposo. Diagramma di confronto delle prove a 60°C con immischiatura di aria.

Con maggiore evidenza risulta adesso l'influenza negativa dell'additivo B la cui presenza nell'olio provoca un netto peggioramento delle condizioni di lavoro e permette la formazione di quantità di schiuma interna che risultano le massime riscontrabili cosicché l'aggiunta di questo additivo, almeno nella percentuale qui usata, sembra sconsigliabile.

Relativamente alla miscela degli additivi si vede che in pratica si raggiungono risultati intermedi per cui ad un esame comparativo l'operazione non presenta, almeno in questo caso, alcuna utilità.

I risultati positivi conseguiti in questa ricerca, uniti alla semplicità del sistema di misura e della metodologia di prova ormai ripetutamente collaudati, ci hanno indotto ad ampliare il campo di indagine sull'additivazione antischiuma secondo un programma in corso di realizzazione di cui ci si ripromette di dare ulteriori notizie a tempo debito.

Genova - Istituto di Meccanica applicata alle Macchine dell'Università.
Dicembre 1969.

Rapporto II R. 68. VM_p. 065.

BIBLIOGRAFIA

- (¹) VOLPATO G.A. e MANZI A. G.B. Studio e misura della schiuma interna negli olii lubrificanti.
Rend. Acc. Naz. dei XL, 20-21 (1969-70) pag. 167-179.