

66. Ugo SELLERIO. — **Sulle norme tecniche relative agli autoveicoli da trasporto in regime di freddo (*).**

Riassunto. — Vengono esaminati in succinto i metodi oggi usati per determinare le caratteristiche di coibenza dei mezzi stradali adibiti al trasporto di derrate deperibili sotto il regime del freddo, nonché le conseguenti proposte di norme regolamentari.

Si pone in rilievo il fatto che, quando non si ha un regime termico permanente, i sistemi ora in uso danno luogo ad inconvenienti, tra i quali forse è più importante quello che non si tiene conto di tutte le caratteristiche del coibente usato. Si propone un nuovo metodo di facile attuazione, col quale si eliminano gli inconvenienti che ora si lamentano.

Résumé. — On examine succinctement les méthodes aujourd'hui employées pour déterminer les caractéristiques du matériel isolant des véhicules sur route destinés au transport en régime de froid des denrées alimentaires détériorables, ainsi que les projets de réglementation à ce propos.

On met en relief que, lorsque l'on n'a pas un régime thermique permanent, les systèmes actuellement en usage donnent lieu à des inconvénients parmi lesquels le plus important consiste dans le fait que l'on ne tient pas compte de toutes les caractéristiques des matières isolantes employées. On propose une nouvelle méthode, d'actuation facile, avec laquelle les inconvénients que l'on a soulignés sont éliminés.

Summary. — The author sets forth concisely the methods in use today which dictate the insulating features of the vehicles employed for transporting perishable goods under refrigeration and also the proposed rules for regulation.

He emphasizes that, where there is not a permanent thermal condition, the systems now in use have various drawbacks among which perhaps the most important is that all the properties of the insulants used are not exploited. He proposes a new method, simple to operate, which would eliminate these drawbacks that are complained of.

Zusammenfassung. — Es werden in aller Kürze die heute gebräuchlichen Methoden besprochen, um die Eigentümlichkeiten der Nichtleitung bei gekühlten Strassenfahrzeugen zu bestimmen, die zum Transport ver-

(*) Relazione presentata in occasione del II Congresso Nazionale del Freddo, tenutosi a Padova nel giugno 1953.

derblicher Lebensmittel eingesetzt werden, sowie die entsprechenden Vorschläge für regulierende Normen.

Es wird die Tatsache hervorgehoben dass, wenn man nicht eine gleichbleibende Temperatur zur Verfügung hat, die heute üblichen Systeme zu Übeständen Veranlassung geben, unter denen vielleicht der wichtigste der ist, dass nicht allen Eigenschaften des Nichtleitens Rechnung getragen wird. Es wird daher eine neue Methode vorgeschlagen, die leicht durchführbar ist, und mit deren Hilfe die heute noch bestehenden Übelstände abgestellt werden.

E' forse opportuno iniziare l'argomento con qualche considerazione introduttiva sulla natura del trasporto di derrate deperibili in regime di freddo.

Come è generalmente ammesso, due elementi fondamentali giocano sulla buona conservazione di un prodotto refrigerato, e cioè la costanza della temperatura e la costanza del grado igrometrico.

Il primo elemento costituisce già un fatto acquisito; al secondo, invece, si annete la dovuta importanza solo da un tempo relativamente breve.

Negli impianti frigoriferi fissi ed in quelli di bordo si ha cura particolare di mantenere la temperatura e l'umidità relativa entro limiti ben definiti in modo da assicurare la perfetta conservazione delle derrate ed il mantenimento delle loro principali caratteristiche; apposite clausole contrattuali stabiliscono i limiti entro cui devono essere contenute le inevitabili oscillazioni termiche ed igrometriche.

Nei riguardi dei trasporti terrestri l'importanza del mantenimento di prestabilite condizioni termiche ha costituito e costituisce la prevalente preoccupazione dei tecnici che si occupano di tali problemi, e difatti, per la buona conservazione di un prodotto è indifferente che esso si trovi entro un magazzino frigorifero ovvero in un vagone ferroviario o, infine, nel cassone di un adatto automezzo. Ciò che interessa è che, in ogni caso, il prodotto sia conservato nelle condizioni migliori richieste dalla sua particolare natura e venga adeguatamente protetto dalle variazioni termiche e, preferibilmente, anche igrometriche.

In base a tali esigenze, si ritenne di caratterizzare i veicoli adibiti ai trasporti in regime di freddo mediante il loro « grado di isotermità ». Se cerchiamo una buona definizione di tale espressione, è difficile trovarla; se ne è parlato molto e se ne parla continuamente ma l'esatta interpretazione è stata affidata per lo più all'intuito.

Tanto per fissare le idee, riteniamo opportuno definire « *isotermia* » di un ambiente termicamente isolato, l'attitudine dell'ambiente stesso a mantenere, entro i limiti prestabiliti, l'oscillazione termica nel suo interno.

Partendo da tale definizione, il « grado di isotermia » si potrebbe concepire e definire analogamente a un rendimento cioè come il rapporto tra una grandezza dell'ambiente reale, sperimentalmente determinata, e la corrispondente grandezza caratteristica di un ambiente tipo, scelto come ideale.

E' noto che, in regime variabile, le variazioni della temperatura entro un ambiente termicamente isolato, non dipendono solo dal coefficiente globale « K » di trasmissione termica degli involucri, ma da numerosi altri fattori, primo dei quali la capacità termica del sistema. Se l'ambiente è vuoto, la sua capacità termica è la somma di quella dei coibenti, dell'aria, delle strutture; se è pieno, invece, bisogna aggiungere quella preponderante delle materie contenute.

La capacità e la conducibilità termica, nonchè la struttura fisica dei coibenti, costituiscono poi gli elementi fondamentali della « diffusività termica » che è la caratteristica più complessa del sistema.

Giudicare quindi delle qualità di un ambiente termico, o peggio, del suo grado di isotermia tenendo conto del solo coefficiente globale di trasmissione termica può portare a conseguenze gravi, principalmente se il mezzo è sprovvisto di sorgenti primarie o secondarie di freddo.

Infatti la nota formula $Q = K S (t_e - t_i)$ esprime due concetti fondamentali, e cioè:

1) che la quantità oraria di calore Q che passa attraverso le pareti è proporzionale a K , fermi restando gli altri valori;

2) che laddove la capacità termica del sistema è piccola, per cui occorre una quantità minima Q per elevare il 1° C la temperatura ambiente, la temperatura interna tenderà ad uguagliare rapidamente quella esterna. E infatti, al limite, per una capacità termica tendente a 0, si avrà $Q \rightarrow 0$, e quindi, qualunque sia il K , sarà pure $(t_i - t_e) \rightarrow 0$.

Praticamente, un ambiente a piccola capacità termica risentirà, per quanto ben isolato, più fortemente le oscillazioni termiche di un ambiente di capacità più elevata; fatto questo che si verifica in pratica più frequentemente di quanto non si creda, specialmente a seguito dell'impiego di alcuni tipi di isolanti termici ultraleggeri con cellule non isolate.

E' quindi doveroso richiamare l'attenzione dei costruttori sulla ne-

cessità di usare, nel loro stesso interesse, particolare cautela nella scelta dei coibenti, senza seguire eccessivamente gli allettamenti di economie aleatorie.

In conclusione, la costanza della temperatura all'interno di un autoveicolo in regime di freddo, è fattore fondamentale per una buona conservazione in quanto, come è noto, le variazioni termiche se sono troppo rapide o non contenute nei limiti rigorosamente predeterminati, costituiscono una delle cause principali di deterioramento delle derrate. Questa caratteristica non dipende solo dal coefficiente K , ma da altri elementi di cui è necessario tener conto.

* * *

Abbiamo pocanzi accennato al fatto che il « grado di isotermità » può essere espresso in maniera analoga ad un rendimento. Per esempio, un veicolo termicamente ben isolato, raffreddato fino alla temperatura interna t_0 si riscalderebbe a vuoto con una temperatura esterna t_e di t °C in τ ore; questo sarà il nostro veicolo ideale di riferimento. Un altro veicolo, per passare a vuoto dalla temperatura interna t_0 a $t_0 + t$ con la stessa temperatura esterna t_e avrà bisogno di un tempo $\tau' \neq \tau$. Il grado di isotermità Y potrà essere in questo caso dato dal rapporto

$$\frac{\tau'}{\tau} = Y$$

che sarà in genere < 1 . (1)

Il criterio è semplicissimo e non richiede grandi attrezzature. Basterà misurare i tempi e le temperature; quelle che interessano sono solo 3, e cioè t_0 , $t_0 + t$, t_e . La prova può essere eseguita in qualsiasi località, per esempio approfittando del fatto che esistono ormai in quasi tutta l'Italia magazzini frigoriferi con celle capaci di contenere dei camions, le quali però, in questo caso, approfittando del loro isolamento, dovrebbero essere utilizzate come locali isotermi a temperatura t_e .

(1) È stato osservato che il metodo ora proposto, date le piccole capacità termiche in gioco, si presta ad incertezze sperimentali. Esso può essere migliorato sostanzialmente ed in maniera assai semplice ponendo all'interno del veicolo una capacità termica convenzionale (ad esempio una certa quantità di acqua o di salamoia ad una temperatura determinata) che sarà preventivamente calcolata in funzione del volume dello spazio di conservazione e dell'area della superficie disperdente che lo delimita (ad esempio, col criterio di « dispersione specifica » introdotto dall'A. Vedi U. SELLERIO: « Alcune considerazioni sul calcolo di economia degli ambienti refrigerati o riscaldati », La Termotecnica n. 3, maggio 1952).

L'attrezzatura dei magazzini frigoriferi potrebbe facilmente, anche con mezzi di fortuna, essere usata per refrigerare l'interno del veicolo alla temperatura t_0 , qualora questo fosse sprovvisto di sorgenti primarie di freddo.

Il metodo proposto è semplice e più severo di quanto non possa sembrare a prima vista; ma è poco costoso e si presta a misurazioni spedite. I valori dei tempi τ e delle temperature, potranno essere definiti in base a esperienze preliminari ed all'indagine statistica sui risultati di prove da effettuarsi su automezzi già costruiti ed in esercizio.

Altro criterio semplice, simile al precedente, potrà essere quello di far circolare in una giornata estiva soleggiata un automezzo vuoto, preventivamente refrigerato fino alla temperatura t_0 . Si potrà procedere con lo stesso metodo sovraindicato. In questo caso, si avrà il vantaggio di ottenere risultati più sicuri poichè si terrà conto automaticamente dell'irraggiamento.

Le misurazioni delle temperature all'interno ed all'esterno, si potranno effettuare facilmente con adatti termometri scriventi o a lettura diretta, che le Case italiane costruiscono già con molta perfezione e che sono stati studiati appositamente per l'installazione a bordo di veicoli. In questo caso, si dovrà tener presente che la temperatura esterna effettiva è quella dei rivestimenti della carrozzeria sottoposti all'irraggiamento solare.

* * *

Purtroppo l'inconveniente della valutazione del grado di isotermità di un autoveicolo dall'esame del solo coefficiente K si riscontra non solo nei vari rapporti del Comitato degli Esperti ma della Commissione Economica per l'Europa di Ginevra, ma anche nel recente Decreto Interministeriale 20-12-1952 del Governo Francese, ispiratosi ai rapporti suddetti, e che è oggetto di numerose critiche, tra le quali, non ultima, quella a firma del Sig. F. Q., comparsa nel numero di maggio 1953 di « La Revue Pratique du Froid ».

Nè vale che le norme provvisorie o i decreti-legge fissino un qualsiasi valore 0,5 o 0,8 per il famoso « K », come elemento basilare dell'isotermità; la tecnica moderna ed i nuovi isolanti superleggeri consentono facilmente di raggiungere, anche per carrozzerie modeste valori di $K < 0,5$, senza che peraltro si ottenga affatto l'isotermità desiderata.

I criteri normativi e legislativi basati su tale elemento, costituiscono per i costruttori ed i trasportatori un vincolo e non forniscono alcuna garanzia sul regime termico del trasporto.

Vediamo ora i metodi usati per la determinazione del coefficiente di trasmissione globale.

A tutt'oggi si usa ancora introdurre il mezzo da sperimentare in una cella refrigerata a temperatura costante e riscaldare l'interno del veicolo. Quando la temperatura interna di questo è a regime, si misura la quantità di calore oraria che passa attraverso le pareti, rilevando la potenza assorbita dal mezzo scaldante. Note le temperature t_i e t_e , Q , e la superficie media S , si deduce il valore di K .

Il metodo non è completamente esauriente anzitutto perchè si distacca dalle condizioni reali d'impiego; l'inversione del flusso termico porta alla inversione della condensazioni di umidità sulle pareti e nei coibenti ed altera i valori della conducibilità di questi.

Inoltre, si alterano i valori dei coefficienti α_1 , α_2 di adduzione che compaiono nella espressione del K

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

in quanto non si tien conto dell'irraggiamento.

Tale metodo è ancora in uso principalmente per la facilità di misurare il flusso orario Q . Tuttavia, la tecnica moderna ha perfezionato molto i metodi e la precisione delle misure sicchè si deve sperare che in breve tempo si potrà invertire tale metodo di prova, conformemente alle raccomandazioni espresse in occasione dell'VIII Congresso Internazionale del Freddo di Londra, e del 1° Congresso Nazionale del Freddo di Padova; semprechè, beninteso, si voglia insistere nell'effettuare le costose ed interminabili determinazioni sperimentali del coefficiente K , le quali, per quanto accurate, danno luogo a risultati incerti e di utilità non preminente nei riguardi della determinazione del grado di isotermità di un veicolo.

Sufficiente sembra in proposito la semplice calcolazione analitica del K , noti la conducibilità e lo spessore degli isolanti e tenendo conto dei fattori di maggiorazione, rilevati una volta per tutte mediante controlli pratici.

D'altra parte, il comportamento degli isolanti potrà essere seguito, dal punto di vista meccanico, mediante spie che possono rendere visibili eventuali tendenze all'ammassamento, ecc. e, dal punto di vista della conducibilità, mediante il metodo di confronto di Schmidt; in tal caso, si dovrà prevedere la possibilità di applicare di tanto in tanto alle due facce di uno strato di coibente un elemento scaldante ed una lastra di conducibilità nota, cosa questa realizzabile con due appositi

sportellini a tenuta, praticati nella carrozzeria all'interno ed all'esterno rispettivamente.

Altro inconveniente che si riscontra nelle proposte di norme provvisorie di Ginevra per il controllo degli autoveicoli già in circolazione, è quella relativa alla valutazione della isotermità mediante la calcolo del K . Nelle linee generali, tale calcolo stabilisce valori fissi di α_1 , ed α_2 ed un valore medio della conducibilità λ del coibente, anch'esso fisso. Il valore del coefficiente globale di trasmissione viene così definito misurando il solo spessore s dell'isolante, con la formula solita

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

e maggiorato dell'80% per tener conto di imperfezioni, deterioramenti, ecc.

Tale discutibile calcolo, se viene utilizzato per una determinazione approssimata del K , fine a se stessa, può avere un certo significato, ma diviene un vincolo pericoloso quando si stabilisce che l'isotermità di un veicolo dipende dal valore del K così grossolanamente calcolato, poiché si può incorrere nell'errore di impedire di circolare ad autoveicoli di buona qualità, e, nello stesso tempo, favorire i meno meritevoli con le immaginabili conseguenze del caso.

A titolo di esempio ricorderemo che recentemente, presso un importante Istituto Sperimentale dello Stato, sono stati sottoposti ad accurate prove per la determinazione del K due mezzi simili e di costruzione recente, che per brevità chiameremo A e B. Il mezzo A era isolato con un determinato spessore di un certo coibente; il mezzo B, invece, aveva coibenti migliori e di maggior spessore. Ebbene, contrariamente alle previsioni, il coefficiente globale di trasmissione del mezzo A era notevolmente più basso di quello del mezzo B.

Ciò dimostra sia che il costruttore del mezzo A era stato più accurato di quello del mezzo B, sia che l'introdurre eccessive semplificazioni in norme, anche transitorie, può dare la sensazione che non si sia fatto eccessivo uso di prudenza.

* * *

La recente legislazione italiana, analogamente a quella francese ed alle proposte della Commissione di Ginevra, ha suddiviso gli autoveicoli adibiti al trasporto in regime di freddo, in 3 categorie che la nostra Commissione E.A.M. ha così definito:

1) il mezzo di trasporto stradale, *isotermico* è un veicolo che ha pareti, tetto e pavimento isolati in modo da attenuare il flusso termico.

2) Il mezzo di trasporto stradale *refrigerante* è un veicolo costruito come il mezzo isotermico, ma possiede in più una sorgente di freddo secondaria per compensare il flusso termico proveniente dall'esterno.

Detta sorgente secondaria di freddo, dovrà avere una opportuna sistemazione, come indicato nelle « Norme », ai seguenti art. ...

3) Il mezzo di trasporto stradale *frigorifero* è un veicolo costruito come il mezzo isotermico descritto al n. 1, ma che possiede in più a bordo una sorgente primaria di freddo come specificato nelle « Norme » ai seguenti art.

Come si osserva, le definizioni italiane si differenziano dalle analoghe francesi e ginevrine per il fatto che intendono abbracciare le singole categorie nella maniera più vasta e completa e non si addentrano in particolari, il che può dar luogo a polemiche o inesattezze di interpretazione. La terminologia è rimasta la medesima, per unità di linguaggio, ma è bene tuttavia porre in rilievo l'improprietà dell'uso della parola « isotermo », specialmente quando si tratta di mezzi sprovvisti di sorgenti primarie o secondarie di freddo, che agiscono come stabilizzatori della temperatura interna. Più esatta sarebbe stata la dizione « termicamente isolato », in quanto che l'isotermia rappresenta un limite irrealizzabile in questi casi.

* * *

Vi è ancora da rilevare un punto importante nelle proposte di norme ginevrine e nella legislazione francese.

Ai fini delle determinazioni dell'isotermia — con l'insufficiente sistema del K — sono stati accomunati, senza distinzione delle differenti caratteristiche funzionali e costruttive, camions, vagoni e containers. Quando si hanno categorie con funzioni distinte, l'accostamento in genere non riesce vantaggioso; vi sarà almeno qualche categoria che ne verrà danneggiata a beneficio di altre, e questo non è certo un criterio di giustizia da porsi a base delle leggi, le quali devono invece riflettere la comune esigenza di equità.

Si noti, in proposito, che le percorrenze su rotaia giungono ai 250 Km. giornalieri, mentre l'automezzo può percorrerne agevolmente oltre 500. Ciò involge differenti problemi sulle funzioni dei due mezzi e quindi sulla costruzione delle rispettive strutture isolanti.

Infine, mentre è difficile l'impiego sui vagoni ferroviari di generatori di freddo, specialmente per ragioni di esercizio e di manutenzione, ciò non avviene per gli automezzi dove tale soluzione viene preferita perchè si presta, oltre che a una più rigorosa regolazione delle temperature entro campi più vasti di applicazione, anche alla regolazione del grado igrometrico. Ciò costituisce un innegabile vantaggio che fa dell'automezzo frigorifero un trasporto di qualità.

Pertanto, i due diversi sistemi possono non solo coesistere, ma collaborare vantaggiosamente nell'interesse generale.

L'impostazione del problema dovrà quindi basarsi su criteri di reciproca convenienza, anzichè di concorrenza sterile e dannosa alla comunità.

* * *

Nelle considerazioni svolte, ci si è sforzati di dimostrare che i criteri finora usati e che si vogliono normalizzare, rappresentano un ostacolo improduttivo allo sviluppo razionale degli autoveicoli da trasporto in regime di freddo.

Si è anche esposta qualche idea circa la possibilità di adottare nuovi metodi di prova e di collaudo basati su di un elemento veramente fondamentale per la buona conservazione delle merci, qual'è la stabilità della temperatura.

Non si ha la pretesa di aver suggerito le migliori soluzioni perchè ve ne possono essere molte altre preferibili, ma comunque si è ritenuto opportuno indicare qualche via di uscita diversa dalla strada praticata finora che si reputa necessario abbandonare al più presto, prima che essa faccia risentire i perniciosi effetti della sua vetustà.