



Het plaatsen van radiators in de nieuwe M2-rijtuigen. Men bemerkt de twee zwart geverfde elementen die de warmte uitstralen, terwijl de aluminium beschermkappen de warme lucht door convectie naar de zijwanden van het rijtuig leiden

Verwarming door geleiding

De verwarming door geleiding, m.a.w. door de overgang van de energie langs geleidende lichamen, is die waardoor, bijvoorbeeld, de ganse massa heet wordt van een metalen staaf die men slechts aan een uiteinde verwarmt. Dit systeem past niet om de treinen te verwarmen: men kan de reizigers niet op een verwarmde haardplaat laten zitten en men heeft al lang afgezien van de « warmwaterkruiken » die, omstreeks 1855, de voeten van de bevoorrechte klanten op zekere netten verwarmden.

Verwarming door convectie

Het water in een pan begint te koken op het vuur dank zij de verwarming door convectie. De bodem van de pan wordt warm en deelt de warmte, door geleiding, mee aan de onderste waterlaag. De verhitte waterdeeltjes zetten uit, worden soortelijk lichter, stijgen als druppels op in de vloeistof en delen de calorieën mee aan de hogere waterlagen. Ondertussen, hebben andere waterdruppels op de bodem van de pan de plaats van de vorige ingenomen en zo ontstaat er in het water een op- en neergaande beweging waardoor al het water verwarmd wordt.

De verwarming van een lokaal door middel van een kachel is een ander convectie-verschijnsel. De lucht rond de ka-

chel wordt warm, stijgt naar de zoldering terwijl de koude lucht, die de plaats van de eerste inneemt, op haar beurt verwarmd wordt. Zo is tenslotte de ganse plaats verhit.

De verwarming door convectie brengt dus *bewegingen van vloeistoffen of van gassen* aan de gang; zij kan in de rijtuigen toegepast worden.

Verwarming door straling

Een warmtebron zendt stralingen uit die des te talrijker zijn naarmate die bron warmer is. De warmtestralen dragen de warmte slechts over wanneer zij een voor de warmte ondoordringbare hindernis tegenkomen. De zonnestralen, bijvoorbeeld, trekken door de interplanetaire ruimte en door de atmosfeer der aarde zonder een noemenswaardig energieverlies. Daardoor komt het dat de hogere gebieden van de atmosfeer zo koud blijven.

In een door de zon beschenen broeikas dringen de warmtestralen binnen langs de ruiten en zetten zich om in warmte wanneer ze in contact komen met de grond, die aldus verwarmd wordt. De lucht in de plaats wordt op haar beurt verwarmd door de aanraking met de grond. Het glas (een slechte geleider voor de warmte bij geleiding) houdt de calorieën in de broeikas die een hoge temperatuur bereikt.

De verwarming van de treinen is een onuitputtelijk onderwerp dat tal van mensen aansnijden in hun eigen stijl: de humoristen maken er grapjes over, de knorrepotten zeuren erover en de ingenieurs vinden haar een eeuwige bron van lasten voor wie haar moet bestuderen en in orde brengen.

Waarom wordt de elektriciteit die alzijdige en almachtige te weerbarstig wanneer een rijtuig met de elektrische verwarming moet uitgerust worden? Wij zullen die vraag beantwoorden door de te overwinnen moeilijkheden, de toegepaste oplossingen en de bereikte resultaten op te sommen.

U weet misschien wel dat de warmte zich voortplant op drie verschillende wijzen: door geleiding, door convectie en door straling.

De verwarming door straling kan eveneens in de rijtuigen toegepast worden. Een voorbeeld, dat de Brusselaars goed kennen, is dat van de trams die verwarmd worden door de straling van elektrisch verhitte platen.

Uit het oogpunt van de voortplanting der warmte, kunnen de verwarmingen door convectie en door straling dus behouden worden voor de rijtuigen.

Laten wij nu de verschillende inrichtingen bestuderen en de wijzen van verwarming onderling vergelijken.

Verwarming door convectie

met warm water

of met warme lucht

Het zou ons aanlokkelijk kunnen schijnen, de sfeer van onze rijtuigen te verwarmen, ofwel, door een stelsel van radiators met warm water (zoals in Duitsland), ofwel door een verwarming met hete lucht (zoals in talrijke landen).

In beide gevallen is de warmtebron een elektrische radiator die het water of de ingeblazen lucht verwarmt. De warmwaterinrichting biedt een aanzienlijk comfort, maar ook enkele nadelen waarvan het voornaamste schuilt in de inertie van de installatie. Men moet, inder-

VERWARMING VAN DE TREINEN

daad, 400 liter water verhitten vooraleer de voorgeschreven temperatuur bereikt wordt, en deze bewerking duurt drie uur. In een groot land zoals Duitsland, werpt de voorafgaande verwarming minder problemen op daar de ritten zeer lang zijn, maar in een klein land past deze installatie niet.

Wat de verwarming met warme lucht betreft, al heeft ook zij enkele aantrekkelijke voordelen, toch is haar werking zeer gevoelig en onderhevig aan talrijke storingen van elektrische aard. Zij is, bovendien, afhankelijk van de staat der filters, die vuil worden.

Elektrische verwarming door straling : radiators

Voor de huisverwarming gebruikt men elektrische radiators, die doorgaans van het uitstralende type zijn (de broodrooster is het prototype van een uitstralende verwarming) en samengesteld zijn uit een blote elektrische draad die op een willekeurige isolator (mica, porselein) gespoeld wordt.

Het is niet mogelijk voor het rollende materieel elektrische radiators op te vatten die zo eenvoudig gebouwd zijn. Voor de elektrische tractie wordt een spanning van ten minste 1.000 Volt gebruikt (in België : 3.000 Volt), en wij zouden toch niet kunnen dulden dat een reiziger zou geëlektrocuterd kunnen worden wanneer hij een radiator toevallig zou aanraken, noch dat in een rijtuig, op elk ogenblik, brand zou kunnen uitbreken door de onvoorzichtigheid van een reiziger die, uit onachtzaamheid, een brandbaar voorwerp op een verhit deel van de installatie zou werpen (1).

De elektrische isolatie moet volmaakt zijn en, opdat de warmtebron ongenaakbaar zou zijn, moet zij in een onbrandbare (in de praktijk, een metalen) kist ingesloten worden.

(1) De laagspanning, die voor de verlichting van de treinen gebruikt wordt, past niet voor de verwarming, want het vermogen dat aangewend wordt om een rijtuig te verwarmen zou sterke laagspanningsstromen vereisen.

De elektrische radiator van een rijtuig zal dus zwaar en omvangrijk zijn.

Welnu, hoe zwaarder en omvangrijker hij is, des te trager zal hij zijn, d.w.z. des te langzamer om in werking te treden. Terwijl de broodrooster bijna ogenblikkelijk warm wordt, zal de elektrische radiator van de spoorweg slechts na een bepaalde tijd (ten minste vijf minuten) calorïen uitzenden. Hij zal, daarentegen, warmte blijven afgeven nadat de stroom onderbroken werd, terwijl de broodrooster snel koud wordt zodra de stroomtoevoer werd afgesneden.

Deze eigenaardigheid die een kenmerk is van de rijtuigenverwarming kent een grote rol toe aan de regeling, zoals wij verder zullen zien.

Welk verwarmingstype zullen wij kiezen ?

De verwarming door convectie verhit de bovenste lagen van het rijtuig te zeer, wat het comfort van de reiziger schaadt, die doorgaans een koel hoofd doch warme voete verkiest.

De uitstralende radiator verwarmt enkel de lagere gedeelten van het rijtuig, dus de vloer. Het is, spijtig genoeg, onmogelijk een voldoende vermogen te installeren zonder het comfort te beknotten : krachtige uitstralende radiators zouden de onderste ledematen van de reizigers roosteren daar de voeten en benen een ideaal scherm voor de warmtestraling zouden vormen.

In die voorwaarden, zal de ideale elektrische radiator het midden houden tussen de uitstralende radiator en de convectie-radia-

tor : elke leverancier tracht dit moeilijke probleem op te lossen door aangepaste constructies : verwarmen zonder te hete zones te vormen.

Regeling van de temperatuur

Wij kunnen ons niet inbeelden dat de reizigers van elk coupé, zonder kostbare uitgaven, zelf de hen omringende temperatuur zouden kunnen controleren ; dan zou men, inderdaad, talrijke hoogspanningscontacten moeten aanbrengen. Men zou, bovendien, niet kunnen dulden, zonder gevaar voor brand, dat de temperatuur van een rijtuig niet door een of meer thermostaten zou gecontroleerd worden : indien de hoogspanningscontacten de installatie van een door de reizigers verlaten rijtuig zeer lang zouden blijven voeden zou de temperatuur in de coupés 40 tot 50° bereiken.

Bij de elektrische verwarming is een controle door thermostaten onontbeerlijk.

Bij de stoomverwarming is de toestand heel wat anders : in een verlaten rijtuig zal de temperatuur, wanneer men de bedieningskrukken van deze verwarming heeft vergeten om te leggen, zelden 30° overschrijden.

Dit verschil is te wijten aan het feit dat de stoomradiator werkt bij een



Controle van de elektrische uitrusting, in een werkplaats.



De herstelling...



... de afregeling...

en het plaatsen van een thermostaat.



zwakke temperatuur (ongeveer 100°C), terwijl de elektrische radiator een temperatuur van ten minste 300° nodig heeft om zijn functie te vervullen; een stoomradiator is, buitendien, des te minder doeltreffend naarmate de omringende temperatuur hoger is, terwijl een elektrische radiator, schier onafhankelijk van de uitwendige omstandigheden (binnen de perken van 10 tot 50° althans), calorieën afgeeft.

De thermostaat is een toestel dat de verwarmingskring onderbreekt wanneer de temperatuur van het rijtuig een vastgestelde waarde overschrijdt, en dat de verwarmingskring opnieuw onder spanning brengt wanneer de temperatuur daalt onder een lagere, vooraf bepaalde waarde.

Het verschil tussen de temperaturen waarop de verwarming onderbroken en weer ingevoerd wordt, ligt tussen 1° en $1,5^{\circ}$.

In het begin had men alleen maar de « alles of niets » - verwarming voorzien: een enkele thermostaat stelde gans het vermogen van de radiators buiten of in dienst. Dit primitieve principe kon slechts matige uitslagen opleveren; het rijtuig werd beurtelings verwarmd en dan afgekoeld, en de reizigers verbleven, zonder overgang, in een warme en een koude omgeving.

Dit nadeel werd verholpen door een nuttig gebruik te maken van de volgende eigenschap: om de temperatuur van een rijtuig op 20° te houden bij een buitentemperatuur van 2 tot 5° , terwijl het tegen 120 km/h rijdt, heeft men de helft nodig van het vermogen dat gebruikt werd om het rijtuig vooraf te verwarmen vóór het eerste vertrek 's morgens.

Men moet dus slechts de helft van gans het verwarmingsvermogen gebruiken om een bevredigende warmtesfeer te behouden, tenminste bij de gewone klimaatsomstandigheden.

Hoe werkt de installatie ?

In onze rijtuigen zijn de elektrische radiators verdeeld in twee kringen: de ene zal enkel gebruikt worden voor de voorverwarming en bij een zeer koude buitentemperatuur; de andere zal dienen om de helft van het vermogen te leveren en zal een regeling van de temperatuur toelaten.

De radiators van de twee kringen worden op een gelijke wijze over het rijtuig verdeeld zodat, onder elke groep van twee achtereenvolgende banken, zich een radiator van elke kring bevindt.

Elke bank zal dus onder de invloed staan van een radiator van een bepaalde kring, die onmiddellijk eronder werd aangebracht, of zal omringd zijn door radiators die onder de aangrenzende banken geplaatst werden. Dit laat toe de warmte op een gelijke wijze te verspreiden.

Elke kring wordt gecontroleerd door een thermostaat waarvan de regelingen voor het weder in dienst stellen van de verwarming gelegen zijn tussen 19°C en 22°C .

Vóór het eerste vertrek 's morgens, werken beide kringen. Zodra de temperatuur 19° bereikt, onderbreekt de eerste thermostaat een kring en blijft alleen de eerste kring nog in werking; deze, die volstaat om het rijtuig langzaam tot 22°C te verwarmen, blijft praktisch in werking indien de buitentemperatuur lager is dan 2°C .

Is de temperatuur hoger dan 2°C , dan is de kring beurtelings in en buiten werking, maar, dank zij de lange periodiciteit van de inschakeling en uitschakeling, dank zij vooral het feit dat het gebruikte vermogen tot de helft verminderd werd, wordt de indruk van comfort aanmerkelijk verhoogd.

Indien de buitentemperatuur lager is dan 2°C , volstaat de eerste kring echter niet om de temperatuur van het rijtuig op 22° te houden; de temperatuur zakt tot 19°C , en het volle vermogen wordt ingeschakeld om de verliezen te compenseren. De regeling zal echter steeds op 'de helft van het vermogen geschieden, wat zeer voordelig is om het comfort te verzekeren.

De thermostaten moeten, bovendien, zo gevoelig zijn dat zij de kring onderbreken vooraleer de regelingstemperatuur bereikt is, want de in de radiators opgestapelde warmte zal uitstralen nadat de kring onderbroken werd.

Deze gevoeligmaking gebeurt doorgaans door middel van kleine weerstanden die in het toestel ingebouwd zijn.

Wanneer het rijtuig afkoelt, zal de thermostaat de verwarming opnieuw inschakelen op de voorziene temperatuur.

E. MEYER,
Eerste ingenieur.