UN LIBRARY
MAY 12 1961
UN/SA COLLECTION

Distr.
LIMITED

E/CONF.35/S/46/SUMMARY
21 April 1961
ENGLISH/FRENCH
ORIGINAL: ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE ON NEW SOURCES OF ENERGY

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ÉNERGIE

SOLAR ENERGY, WIND POWER AND GEOTHERMAL ENERGY

ÉNERGIE SOLAIRE, ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Agenda item/Point de l'ordre du jour:

III.B. -
New materials in solar energy utilization -
Plastics, metals, glass, selective surfaces and other materials

Matières nouvelles employées dans l'utilisation de l'énergie solaire -
Matières plastiques, métaux, verre, surfaces sélectives et
autres matières

FURTHER STUDIES ON SELECTIVE BLACK COATINGS

By H. TABOR, J. HARRIS, H. WEINBERGER and B. DORON
National Physical Laboratory of Israel

ETUDES SUPPLEMENTAIRES SUR LES REVETEMENTS NOIRS SELECTIFS

Par H. TABOR, J. HARRIS, H. WEINBERGER et B. DORON
Laboratoire national de physique d'Israël

PAPERS HAVE BEEN CONTRIBUTED TO THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON NEW SOURCES OF ENERGY BY INVITATION AND ARE FOR DISTRIBUTION AS WORKING PAPERS FOR THAT CONFERENCE. THEY ARE PUBLISHED AS PRESENTED BY THE AUTHORS, AND THE CONTENTS AND THE VIEWS EXPRESSED ARE THOSE OF THE AUTHORS.

(See notes overleaf)

LES AUTEURS ONT PRESENTE SUR INVITATION A LA CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ENERGIE DES MEMOIRES QUI SERONT DISTRIBUES COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFERENCE. CES MEMOIRES SONT PUBLIES TELS QUE LES AUTEURS LES ONT REDIGES ET LES VUES QU'ILS CONTIENNENT SONT CELLES DES AUTEURS.

(Voir notes au verso)

NOTES

1. The working languages of the Conference are English and French. All papers contributed are reproduced in one or other of these two languages. Where a paper has been reproduced in both working languages for the convenience of a rapporteur, both language versions are provided as part of the Conference documentation.

2. Where any paper has been contributed in one of the official languages of the UN other than English or French, then it has been made available to the conference in that language. A translation of such papers in either English or French (according to the request of the relevant rapporteur) is provided.

3. Summaries of all papers, as presented by the authors, will be available in both working languages—English and French. Summaries will not include diagrams and photographs and should be read in conjunction with the paper proper, which will bear the same reference number as the summary.

4. Papers and summaries will not be generally available for distribution to other than participants and contributors to the Conference until after the Conference, under publication arrangements to be announced.

1. Les langues de travail de la Conférence sont l'anglais et le français. Tous les mémoires présentés sont reproduits dans l'une ou l'autre de ces deux langues. Lorsqu'un mémoire est reproduit dans les deux langues de travail sur la demande d'un rapporteur, la version anglaise et la version française du mémoire font toutes deux parties de la documentation de la Conférence.

2. Lorsqu'un mémoire est présenté dans une langue officielle de l'ONU autre que l'anglais ou le français, il est publié dans cette langue. Les mémoires appartenant à cette catégorie sont en outre publiés en traduction anglaise ou française (selon la demande du rapporteur chargé du sujet considéré).

3. Des résumés de tous les mémoires, établis par les auteurs eux-mêmes, seront publiés dans les deux langues de travail: anglais et français. Les résumés ne contiendront ni diagrammes ni photographies, et il conviendra de les rapprocher du mémoire lui-même, qui portera le même numéro de référence que le résumé.

4. Les mémoires et les résumés ne pourront en général être distribués à des personnes autres que les participants et les auteurs qu'après la Conférence et selon des modalités de publication qui seront annoncées ultérieurement.

"Further Studies on Selective Black Coatings"

H. Tabor; J. Harris; H. Weinberger; B. Doron.

National Physical Laboratory of Israel

SUMMARY.

The blackground of selective surfaces for solar collectors is sketched and the optical requirements of such surfaces restated: viz a band-pass filter behaviour with high absorbtance for wavelengths up to about 2.5 microns (the exact value depends upon the temperature of operation and the incident solar spectrum) and low absorbtance, i.e. low thermal emissivity for longer wavelengths. Two types of surfaces have these properties, the most usual being a polished metal covered by a thin dark layer transparent to long waves. Attempts to improve the absorbtance of a surface tend to increase the emissivity and it is shown that such an attempt is only justified if

$$d\alpha > \frac{\sigma(T^4 - T_o^4)}{P\bar{Q}}$$

where $\sigma(T^4-T_o^4)$ is the radiation loss from the surface, if it were a black body, P the optical concentration factor, $\bar{Q}$ the mean solar intensity, de_e the change in effective emittance and $d\alpha$ the change in absorbtance. For a typical flat plate collector we obtain $d\alpha > 0.6\ de_e$, whilst for a low concentration collector we obtain $d\alpha > 0.89\ de_e$.

The substrate must be stable to heating and atmospheric corrosion and the surface must be protected by a window.

Two of the several surfaces developed in the laboratory are described in some detail, viz copper oxide produced chemically and "nickel black" - a complex of nickel and zinc sulphides - produced by electro deposition. The former has also been studied abroad. Very high absorbtances are difficult to obtain. The nickel black coatings have been specially studied because absorbtances up to 94% have been obtained by exploiting destructive interference in the coatings which are smooth. Variations of the plating conditions (e.g. current density) cause change in the chemical composition and the optical properties so that multiple layer interference effects can be exploited. A recent mathematical analysis shows the greater ease with which destructive interference (zero reflectivity) can be obtained with double layers than with single. Optical properties of some double layer nickel blacks, measured by Dunkle, are shown and indicate absorbtances above 90% and emittances as low as 5%.

A semi-industrial plant has been set up for applying the nickel black process to galvanised iron solar water heater plates up to 1 x 2m of which several thousand are sold commercially every year.

The benefits derived from the use of selective coatings are indicated by several examples such as for heat engine operation from low concentration mirrors (P = 3) where the power output can be increased by 81% because of the higher optimum working temperature, and for flat plate collectors (for absorption refrigerators) where higher efficiency is obtained or fewer glass covers can be used. In outer space, where no convection occurs, very large benefits derive from the use of selective surfaces.

Basic studies on the structure and optical properties of selective surfaces are continuing with a view to ultimately achieving better surfaces though the present ones are not far from ideal optically, at least for terrestrial applications, where still lower emissivities bring little extra benefit. There is room for better chemical stability and simpler production techniques. Two new surfaces are being studied: a simpler nickel-black (without zinc being present) and copper oxide with additives.

---oOo---

ETUDES SUPPLEMENTAIRES SUR LES REVETEMENTS NOIRS SELECTIFS

H. Tabor; J. Harris; H. Weinberger; B. Doron.
Laboratoire national de physique d'Israël .

Résumé

On passe en revue la question d'ensemble des surfaces sélectives pour collecteurs solaires, ainsi que les exigences optiques auxquelles on peut les soumettre: il faut qu'elles se comportent comme un filtre passe-bande ayant un coefficient d'absorption élevé, pour les longueurs d'onde allant jusqu'à environ 2,5 microns (la valeur exacte dépend de la température de fonctionnement et du spectre solaire incident), mais faible, ce qui signifie peu d'émissivité thermique, pour les longueurs d'onde plus grandes. Deux types de surface ont ces qualités, celle que l'on voit le plus souvent étant un métal poli couvert d'une couche sombre mince, transparente pour les grandes longueurs d'onde. Les tentatives visant à améliorer le coefficient d'absorption d'une surface ont tendance à augmenter son émissivité et on montre qu'une telle tentative n'est justifiée que si:

expressions [illegible] laquelle [illegible] $(T^4 - To^4)$ est la perte par rayonnement de la surface si e[illegible] constituait un corps noir, P le facteur de concentration optique [illegible] l intensité solaire moyenne, de_e la variation utile de l'émittance et d[illegible] le changement du coefficient d'absorption ou absorbance. Pour un collecteur-type à plaque plane, on obtient $d \geq 0.6\, de_e$ tandis que, pour un collecteur à faible concentration, il vient: $d \geq 0{,}89\, de_e$.

La base sur laquelle repose le revêtement doit être thermostable et résistante à la corrosion atmosphérique et la surface doit être protégée par une fenêtre appropriée.

On décrit en détail deux de plusieurs des surfaces mises au point en laboratoire à savoir: l'oxyde du cuivre produit chimiquement et le "noir de nickel" complexe de sulfures de nickel et de zinc produit par électro-déposition. La première formule fait l'objet d'études en dehors d'Israël. Il est difficile de réaliser de très gros coëfficients d'absorption. On a prêté beaucoup d'attention aux enduits en noir de nickel, car ils ont permis de réaliser des coëfficients d'absorption allant jusqu'à 94% par exploitation des interférences destructives au sein de ces revêtements qui sont lisses. Les variations dans les conditions de placage (par exemple de la densité de courant) provoquent de telles modifications dans leur composition chimique et leurs propriétés optiques que l'on peut exploiter les phénomènes d'interférence dûs à la multiplicité des couches. Une analyse mathématique récente démontre que les interférences destructives (réflectivité nulle), se réalisent plus facilement avec des couches doubles qu'avec des couches simples. On donne les propriété optiques de certains noirs de nickel à double couche, mesurées par Dunkle, qui indiquent des absorbances dépassant 90% et des émittances ne dépassant pas 5%.

On a organisé une installation semi-industrielle pour appliquer le procédé de préparation du noir de nickel à des plaques de chauffe-eau solaires en fer galvanisé ayant des dimensions pouvant atteindre 1x2 m. Plusieurs milliers en sont vendues dans le commerce chaque année.

Les avantages que l'on tire de l'emploi des enduits sélectifs ressortent de plusieurs exemples, tels que l'exploitation d'un moteur thermique au moyen de miroirs à faible concentration ($P = 3$) dans lesquels le débit d'énergie peut être augmenté de 81% en raison de l'augmentation de la température idéale de fonctionnement et la réalisation de collecteurs à plaque plate (pour les réfrigérateurs par absorption), dans lesquels on réalise un plus grand rendement ou on peut réduire le nombres des couvercles en verre. Dans l'espace interplanétaire, où il n'y a pas de convection, l'emploi des surfaces sélectives assure de très gros avantages.

On poursuit des études théoriques sur la structure et les propriétés optiques des surfaces sélectives en vue de réaliser de meilleures surfaces, en fin de compte, bien que celles dont on dispose actuellement ne soient pas loin d'être idéales optiquement, tout au moins pour les applications terrestres dans lesquelles des émissivités encore plus faibles ne confèrent guère d'avantages supplémentaires. La stabilité chimique de ces revêtements a besoin de quelque amélioration et les techniques de production d'une amélioration. Deux nouvelles surfaces sont à l'étude: un noir de nickel plus simple (dans lequel il n'y aurait pas de zinc) et de l'oxyde de cuivre avec des additifs.

Litho in U.N. 50695-May 1961-1,450