

◆會議報告◆

國際太陽에너지會議 參加報告

車 宗 熙*

全世界의 太陽에너지關係分野에서 研究, 設計, 製作 建設에서 부터 政治, 經濟에 從事하는 科學者, 技術者, 社會 및 經濟專門家等이 한자리에 모여 그간의 實績을 發表하고 討論하여 太陽에너지利用을 振興, 發展시키는 것을 目的으로 한 1977年度 國際太陽에너지會議(International Solar Energy Congress)가 豫定보다 2個月 늦게 今年 1月 16일부터 21일까지 6日間에 걸쳐 印度 뉴델리에서 開催되었다. 이 會議은 1954년에 創立한 國際太陽에너지學會(International Solar Energy Society)가 主催者이며 2년에 한번씩 열린다. 今年의 會議은 “太陽은 人類의 將來의 에너지源”이라는 슬로건을 내세우고 있으며 全世界에서 約 50個國으로부터 1,000名 가까운 代表者가 參加하였다. 發表論文의 數는 43個國에서 14個部門에 걸쳐 480編에 달하고 있었다.

發表論文을 部門別로 分類하면 國際 및 國家의 太陽에너지計劃에 33編, 經濟性에 14編 政治, 社會 및 施行問題에 11編, 太陽幅射에 19編, 에너지貯藏에 30編, 光電變換에 37編, 光化學等에 14編, 平板式集熱裝置에 83編, 集光式集熱裝置에 35編, 暖冷房等이 48編, 太陽에너지 關聯 建築이 16編, 太陽熱發電이 23編, 風力이 16編, 그리고 農業 및 工業利用에 71編이 發表되고 있다. 發表論文을 國別로 보면 主催國인 印度가 151編, 다음이 美國의 127編으로서 이 2國이 이번 會議을 席捲하고 있다. 그 외에 西獨이 26編, 프랑스가 18編, 오스트랄리아가 15編, 英國, 日本, 이태리가 各各 11編이며 이란이 9編, 카나다가 8編, 和蘭이 7編의 順이다. 注目할 만한 일은 產油國인

이란, 쿠웨이트, 사우디아라비아等에서도 많은 論文이 發表되고 있는 事實이다. 그러나 共產國에서는 5編뿐이었다.

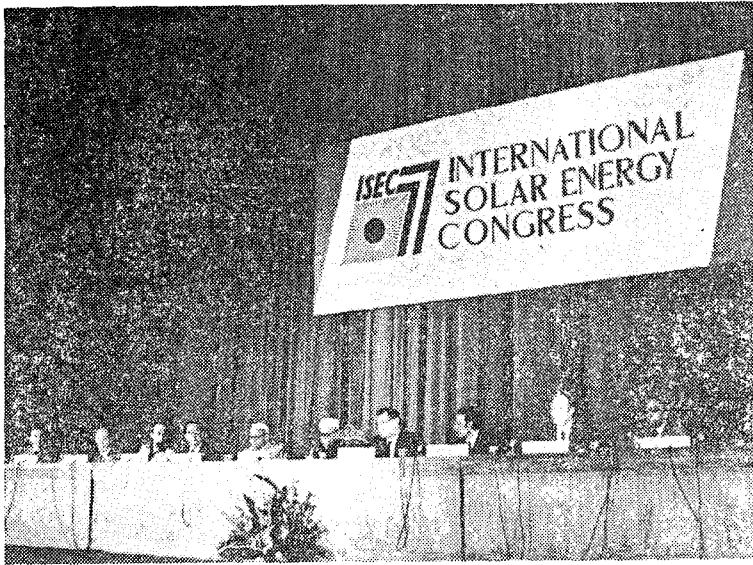
會議은 첫날인 1月 16日 午前 10時에 印度首相 데사이氏가 參席한 가운데 에너지危機를 太陽에너지의 積極的 利用으로 克服하자는 式辭로 始作되었으며 그날 午後부터 每日 6個會場에서 各分科別로 發表會가 進行되었다.

國際 및 國家太陽에너지計劃分科에서는 美國, 프랑스, 西獨, 印度等 16個國과 UNIDO等 3個 國際機關이 發表하고 있는데 그中 美國의 것이 印象的이었다.

ERDA의 Herwig氏가 發表한 美國의 太陽에너지開發計劃에 의하면 美國은 (1) 太陽에너지의 直接的 熱利用 (2) 太陽發電 그리고 (3) 바이오매스(biomass)로부터의 燃料開發에 方向을 두고 있으며 熱利用으로는 暖冷房技術開發에 力點을 두고 農業 및 工業의 熱源開發에도 힘쓰고 있으며 太陽發電計劃은 이미 뉴멕시코州에 1MW 熱出力의 太陽熱發電所를 建設하여 이를 5MW 規模로 擴張하는 등의 實現을 보고 있다. 美國政府는 太陽에너지開發을 위하여 이미 1976년에 1億 4千5百萬弗, 1977년에 近 3億弗이 投資되고 있다. 그밖의 印度, 西獨, 英國等도 太陽에너지開發方向을 熱利用, 熱發電, 光發電等에 두고 推進하고 있음을 밝히고 있다.

經濟性分析分科는 美國, 日本等에서 14編이 發表되었다. 그中 美國의 Ben-David教授는 美國이 1985년까지 250萬채의 住宅이 太陽энер지를 利用하도록 하려는 計劃을 完遂하는데 必要한 財政的 支援方法을 分析하고 있음은 다른 나라에게도 많은 參考가 되었을 것이다. 그밖의 美國의 Klein

* 正會員, 韓國原子力研究所



國際太陽에너지會議 開會式光景

教授는 太陽熱溫水系統의 經濟性分析을 提示하였고 日本의 Tani氏는 太陽熱發電所의 施設 및 電力原價分析을 發表하고 있다.

政治, 社會分科에서는 美國, 印度, 캐나다 등에서 11編이 나오고 있는데 美國의 Garg教授는 美國의 太陽에너지計劃을 成熟하기 위해서는 適切한 立法措置와 稅制上의 인센티브가 必要함을 主張하였고 캐나다의 權教授도 太陽에너지利用普及을 위하여는 油類와 充分히 競爭할 수 있도록 政策의인 인센티브制度가 있어야 한다고 力說하고 있다.

太陽輻射分科는 프랑스, 印度, 이태리 등에서 19編이 나오고 있는데 많은 論文에 그나라의 日射條件데이터가 紹介되었고 그밖의 日射量測定技術, 日射量測定值의 分析方法이 發表되고 있다.

太陽에너지貯藏分科는 美國, 英國, 西獨 등에서 30篇이 나오고 있는데 이 分科는 特히 人氣가 좋았다. 이 分科에서는 美國에너지省의 Swet氏의 長期貯藏法에 對한 特別講演이 있었으며 美國, 印度, 英國 등에서 主로 感熱 및 潛熱利用의 貯藏方法과 그 設計가 發表되었다. 印度의 Kapur氏가 暖房에 必要한 熱貯藏으로서 融解物質을 使用한 實例을 提示했음은 印象的이었다.

太陽에너지의 光電變換分科는 美國, 印度, 濠

洲 등에서 많은 論文이 나왔는데 主로 실리콘, 硫化카드뮴-硫化銅等 太陽電池의 製造技術과 特性 調査이었고 그밖에 集光에 의한 光電變換裝置 設計가 數編 있었다.

集熱裝置分科는 平板式과 集光式으로 나누어 發表되었는데 平板式은 日本, 濠洲, 美國 등에서 83編의 豐作이었고 集光式은 美國, 西獨 등으로부터 35編이 나오고 있다. 平板式은 여러가지 型의 集熱器構想과 最適設計 및 그 試驗結果가 發表되었으며 또 選擇性被膜의 種類와 그 特性도 여러 개 發表되고 있었다. 日本의 Yazaki氏의 스테인레스鋼表面의 選擇性 吸收特性에 對한 研究結果가 있었고 美國 標準局의 Jenkins氏 등은 集熱器의 標準試驗法을 紹介하고 있었다.

太陽熱暖冷房分科는 美國, 日本 등 그리고 筆者의 1編을 包含하여 48編이 나왔는데 主로 지난 數年間 各國에서 設計, 設置된 太陽熱暖房施設의 實績報告가 大部分이었다.

太陽熱暖冷房分科에서 몇개의 興味있는 發表를 拔取해보기로 한다.

日本의 Toshiba電氣의 Koizumi氏 등은 “Toshiba太陽의 집 제 1호”의 性能을 發表하였다. 暖房과 溫水供給을 目的으로 한 이 太陽의 집은 建築面積이 72.8m²의 2層집으로서 暖房面積은 102.

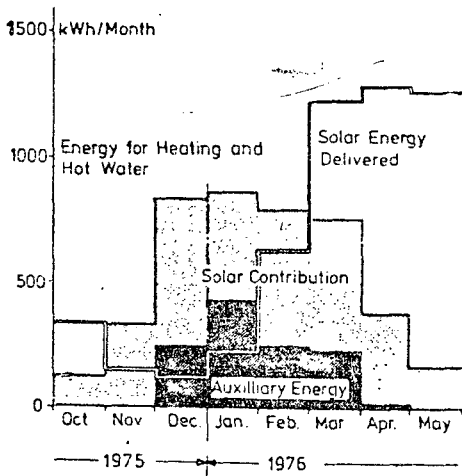


그림 1. 西獨 Philips社의 태양의 집 실험資料

6m²이다.

太陽熱暖房系統은 空氣循環, 平板型集熱器(AI製 面積 48m²), 자갈蓄熱槽, 電熱補助加熱等の形式을 가진 것이며, 溫水供給系統은 Al-Cu 集熱板(面積 12.6m²)을 써서 따로 設置하고 있다. 이 施設을 1975~76年의 冬季間 運轉하여 暖房負荷의 74%, 溫水加熱負荷의 65%를 太陽에너지로 充當하였다 한다.

西獨 MBB社의 Grallert氏는 同社가 建立한 3개의 試驗用 太陽의 집에 對하여 發表하고 있는데 그중 中規模의 第2號는 暖房面積이 183m², 集熱板面積이 80m²로서 溫水暖房方式을採擇 하고 있으며 年間 油類節約이 67%로 豫想하고 또한 西獨 Philips社의 Bruno氏等은 Philips 太陽熱暖房實驗住宅의 實驗結果를 發表하고 있다. 이 實驗住宅은 特히 熱絶緣效果를 높이고 있는데 이것들의 熱傳導係數값은 壁이 0.17, 天井이 0.23, 바닥이 0.3 그리고 窓門이 1.9w/m²K이다. 이 住宅의 集熱器面積은 20m²이다. 蓄熱槽는 43m³(seasonal)와 4m³의 2種을 使用하고 있다. 實驗結果는 集熱效率이 平均 40%이고 暖房效果는 그림 1과 같다.

이태리 Ispra 太陽熱試驗所의 Aranovitch 氏等은 試驗用 太陽熱暖房系統의 分析結果를 發表하고 있다. 同試驗所에 設置된 이 系統은 暖房面積

이 80m²이고 集熱器面積은 64m², 蓄熱槽는 56m³이다. 이 系統內에는 바닥暖房 對流暖房 및 溫空氣暖房等 몇가지 다른 暖房裝置를 設置하고 있다. 集熱效率은 50%라고 報告하고 있다.

美國 ERDA 의 Corcoran 氏는 ERDA 가 推進하고 있는 太陽熱暖冷房 示範計劃의 報告로서 여러가지 다른 系統設計, 制御方式, 蓄熱裝置, 補助起源等を 適用한 建物, 住宅의 性能을 綜合的으로 發表하고 있다.

美國 Colorado大學의 Karaki 및 Löf 教授는 Colorado 州立大 太陽의 집 第2號(CSU Solar House II)의 太陽熱暖房系統의 性能을 發表하고 있다.

이 系統은 68.4m²의 太陽集熱裝置와 16.5 ton 의 자갈蓄熱槽, 溫水暖房系統, 天然가스 補助暖房裝置와 關聯바닥 面積(floor area)이 257m²의 2層建物은 -24°C에서 60MJ/h의 最大暖房負荷를 가진다. 實驗結果의 한例를 그림 2에 表示하고 있는데 여기서는 年間 暖房負荷의 74%를 太陽에너지로 供給되고 있다.

美國 Delaware大學의 Boer 氏는 所謂 "Zero Telta Te System"의 太陽에너지住宅에 對한 性

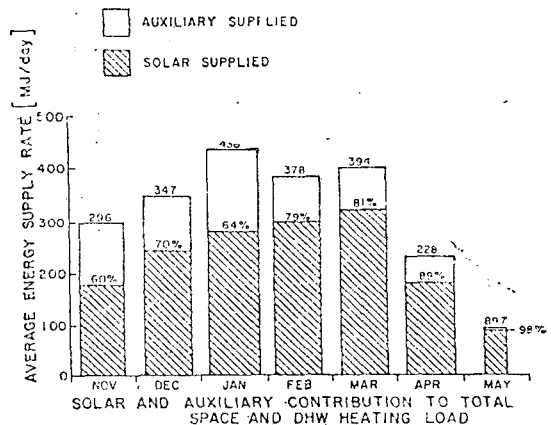


그림 2. 美國 Colorado大學의 태양의 집 2號의 實驗資料

能과 經濟分析을 發表하고 있다. 이 住宅은 395m² 建築面積의 單層으로서 11×5.5m²의 水泳場을 保有하고 있다. 太陽에너지에 의한 光電裝置(photo-voltaic system)와 在來式暖房系統(장차 太陽

에너지로 代替)을 組合한 것을 施設하고 있으며 이 住宅의 年間 油類消費量은 29,600ℓ 이고 電氣消費量은 39,000 KWh 이다. 이 住宅은 8段階로 完成하는데 現在 5段階(3年間)까지 到達하고 있다. 完成時의 모든 에너지平衡 經費分析을 試圖하고 있다.

筆者는 이 分科에서 韓國原子力研究所에 設置 運轉된 太陽熱暖房系統의 性能·實驗結果(그림 3參照)를 發表할 機會를 가졌다.

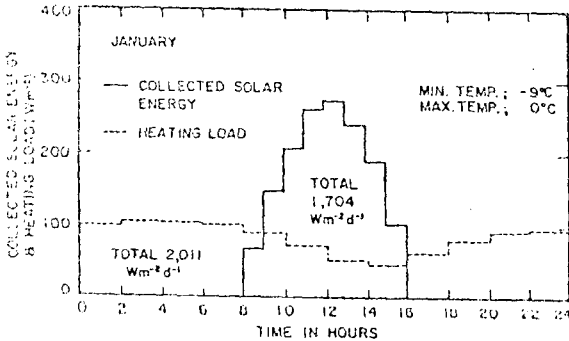


그림 3. 韓國原子力研究所 太陽熱暖房施設의 實驗資料(1976.1月)

太陽熱發電分科에서는 美國 소聯, 프랑스, 이란 등에서 23篇이 있었는데 美國에선 400KW 熱出力의 太陽熱發電所의 豫備設計, 이란에선 100MW 出力의 太陽熱發電所設計 등이 發表되었다.

그밖의 風力, 建築, 農工利用分科에서 相當한 數의 論文이 發表되었는데 紙面上 省略하기로 한다.

이번 會議를 통하여 世界는 바야흐로 太陽에너지의 붐을 이르기 始作하였음을 實感할 수 있었고 또한 太陽에너지에 관한 革新的 發見이나 發明은 하루 아침에 나올 수 없으며 계속的 꾸준한 研究開發만이 太陽에너지 實用化의 將來를 約束해 줄 수 있음을 認識하게 된다.

다음에 太陽熱 暖房, 冷房 및 太陽水泳 平을 加熱分科의 發表論文題目을 紹介하고 끝인다.

Space Heating and Cooling, including Water and Swimming Pool Heating.

1978. 1. 17. 9:30-10:30 발표

1978年 3月

Invited Lecture: F.H. Morse, Dept. of Energy, Washington DC, USA
Topic: Overview of Solar Heating and Cooling Technology

0175 Herbert K.H. Grallert, MBB GmbH, Munich, FRG Experience with Solar Buildings and Relevant Consequences on Design and Construction of Solar Heating Systems.

1022 Ken-ichi Kimura, T. Horino M. Ichimura, Waseda Univ., Tokyo, Japan; Mitsuhiro Udagawa, kogakuin Univ., Tokyo, Japan, Comparison between Simulation and Experience of Solar Heating.

1091 B. Ziegenbein H. Birnbreier, U. Heidtmann, K. Schemenauer, Brown, Boveri & Cie, FRG Design, Operation and Performance of the BBC-Solar House.

1074 Robert M. Graven, Argonne National Lab., Illinois, USA; Bruce D. HUNN, Los Alamos Scientific Lab., New Mexico, USA; Arthur H. Rosenfeld, Lawrence Berkeley Lab. California, USA; Zulfikar Cumali, Consultants Computation Bureau, California, USA; Metin Lokmanhekim, Ellicott City, USA Analysis and Design of Solar Buildings using the CAL-ERDA Computer Programmes.

0336 E. Aranovitch, M. LEDET, C. Roumengous, J. Van Asselt, Ispra, Italy Experiments in Solar Space Heating for Moderately insolated Regions.

1978. 1. 17. 11:00-12:30 발표

0054 H. Koizumi, Y. Kawada, H. Murasaki, T. Itoh, K. Matsui, Tokyo Shibaura

- Electric Co. Ltd., Kawasaki, Japan
Solar Heating Performance of the
Toshiba Solar House No. 1.
- 1056 John Hasiett, Trinity College, Dublin,
Ireland The Analysis by Stochastic
Modelling of Solar Systems for Space
and Water Heating.
- 1142 S. Karaki, G.O.G. Lof, Colorado State
Univ., USA Space Heating with Solar
all-air Svestems—CSU Solar House II.
- 1172 Joseph G. Asbury, Robert F. Giese,
Ronald O. Mueller, Argonne National
Lab, Illinois, USA The Interface with
Solar: Alternative Auxiliary Supply
Systems.
- 0213 Mehdi N. Bahadori, Pahlavi Univ.,
Shiraz, Iran Development of a Solar
Town in Iran.
- 0068 Jong Hee Cha, Korea Atomic Energy
Res. In st., Seoul, Korea, Some Exp-
erimental Investigations on Solar Space
Heating in Korea.
- 0166 A. Delyannis, E. Delyannis, Greek
Atomic Energy Commission; E. Stef-
anakos, Univ. of North Carolina, USA
Demonstration Plant for Solar Heating
of a Building.
- 1124 Torben V. Esbensen, F. Strabo, Den-
mark Design of a Low-Energy House
in Denmark Heated by a Combination
of Solar and Wind Energy.
- 1209 D.J. Balcomb, Los Alamos Sci. Lab.,
N.M., USA Experimental and Analy-
tical Work of Passive Components.
1978. 1. 18. 11:00—12:00 발표
- 0281 W.W.S. Charters, L.E. Taylor, Univ.
of Melbourne, Australia Design Pro-
blems of Air Source Solar Boosted
Heat-Pumps.
- 1003 D. Hoorn-Frene, Datwyler AG, Altd-
orf, Switzerland Heattube, a Universal
Electrical Solar Heat Equipment for
Building, Community and Agricultural
Purposes.
- 0354 Gangolf Braunglich, Inst. for Environ-
mental Res, Graz, Austria Solar
Swimming Pool Heating and its Use
for Space Heating with Heat-pumps.
- 1178 Subrato Chandra, Florida Solar Energy
Center, USA Commercialising Solar
Water Heaters in Residences.
- 1165 Albin Kehl, Friedrich Scharf, Robert
Bosch GmbH, Stuttgart, FRG Solar
and Air Source Heat-pump System
for Space Heating and Hot Water
Preparation.
- 0279 P. Ohanessian, W.W.S. Charters,
L.E. Taylor, Univ. of Melbourne,
Australia Computer Simulation of a
Solar Boosted Air Source Heat-Pump.
- 1052 B.A. Greene, Lawrence Berkeley
Lab, California, USA Residential Solar
Hot Water Heating and Space Condi-
tioning Systems in Northern California;
A Brief Survey.
- 1154 R. Bruno, W. Hermann, H. Horster,
R. Kersten, F. Mahdjuri, Philips Gm-
bH, Achen, FRG Analysis and Opti-
misation of Solar Hot Water Systems.
- 0167 H.P. Garg, H.S. Mann, K.P. Thanvi,
Central Arid Zone Res. Inst., Jodhpur,
India Performance Evaluation of Five
Solar Cookers.
- 0372 G.C. Mathur, National Buildings Or-
ganisation, New Delhi, India Solar
Energy for Hot Water Supply in Trop-
ical Countries.
1978. 1. 18. 14:00—15:30 발표
- 1215 Sushil K. Batra, New England Power
Service Co., USA Performance Evalu-

- ation of Solar Water Heating Systems in Cold Climates.
- 1048 D.K. Anand, R.W. Allen, E.O. Bazues, I.N. Deif, Univ. of Maryland, USA Solar Air-conditioning System Performance Predictions using Load, Storage, and Stochastic Weather Models for Different Regions.
- 1149 Jacobus Hamaker, Univ. of Tech., Eindhoven, Netherlands Calculations of the Heat Balances of the Philips Experimental House in Aachen.
- 1026 W.S. Duff, D.E. Hull, J.W. Leflar, Colorado State Univ., USA; U. Ortabasl, Corning Glass Works, New York, USA Simulation and Design of Evacuated Tubular Solar Residential Air-conditioning Systems and Comparison with Actual Performance.
- 1060 Gerald F. Lameiro, Solar Energy Res. Inst., Colorado, USA; William S. Duff, Colorado State Univ., USA A Markov Model of Solar Energy Systems.
- 0239 Peter R. Herzfeld, Robert Fischl, Abraham Orbach, Drlexel Univ., USA Optimising Soilar Energy Systems Using Continuous Flow Control.
- 1010 William Corcoran, Washington DC, USA performance of Solar Heating and Cooling Systems used in the National Solar Heating and Cooling Demonstration Programme.
- 1066 E. A. Farber, H. A. Ingley, C. A. Morrison, Univ. of Florida, USA Theoretical Basis and Desing for a Residential Size Solar Powered Ammonia/Water Absorption Air-conditioning System.
- 0204 M. A. S. Malik, E. Coffari, V.M. Purl, Kuwait inst. of Scientific Res., Kuwait; S.F. Ahmed, Colorado State Unive., USA; A.S. Debs, J.R. Williams, Georgia Inst. of Tech., USA Performance of a Solar Heated and Cooled Home in Kuwaiti Environment.
- 1086 Rudolf Minder, Electrowatt Engng. Services Ltd., Zurich, Switzerland A Solar Heating and Cooling System for an Industrial Plant Located in Southern Europe.
- 1036 L.S. Cheema, S.E. Castor, Cidade Universitaria. Brazil Low Cost Cooling of Popular Houses in Brazil.
- 1156 R. Bruno, W. Hermann, H. Horster, R. Kersten, K. Klinkenberg, F. Mahdjurl, Philips Gmb H, Stuttgart, FRG The Philips Experimental House: Results and Experience.
- 1185 V. Baum, A. Kakabayev, Turkmen Academy of Sciences of SSR, Ashkabad, USSR Utilising Solar Energy for Creating Comfortable Room Conditions in Turkmenia.
- 1067 E.A. Farber, H.A. Ingley, C.A. Morrison, Univ. of Florida, USA An Experimental Evaluation of an Intermittent Cycle Solar-Powered Ammonia/Water Absorption Air-conditioning System.
- 0073 P. Gandhidasan, V. Sriramulu, M.C. Gupta, Indian Inst. of Tech., Madras, India Analysis of a Solar Regenerator.
- 0160 P. Lazzarin, E. rizzon, M. Sovrano, Universita di padova, Italy; B. Boldrin, G. Scalabrin, Laboratorio per la Tecnica del Freddo, Podova, Italy Performance predictions of a LiBr Absorption Air-conditioner Utilising

1978. 1. 18. 16:00—17:30 발표

Solar Energy.

1978. 1. 20. 9:00—10:30 발표

- 1205 K. W. Boer, Univ. of Delaware, USA
Solar Retrofitting on Existing Residence with almost Zero Delta te System.
- 0016 J. S. Saini, R. K. Mehrotra, C. P. Gupta, Univ. of Roorkee, India Design of Solar Heating of Buildings (a case study).
- 0018 Andreas Bachmann, Gyani R. Shakya, Kathmandu, Nepal Solar Water Heaters in a Developing Country.
- 0071 Jagdish Chandra Kapur, Kapur Solar Farms, New Delhi, India A Heat Operated Mechanical Device to Control the Temperature and Flow of Water Storage Tank in a Solar Water Heating System.
1978. 1. 20. 11:00—12:30 발표
- 0355 C. A. Hall, Martin Marietta, Colorado, USA; C. J. Swet, L. A. Temanson, Dept. of Energy Washington DC, USA
Cooking with Stored Solar Heat.
- 0270 A. K. Jain, Imperial College of Sci. and Tech, London, UK; T. L. Sitharamarao, Regional Engng. College, Warangal, India Dynamic Response of a Novel Solar Water Heater.
- 0107 Dinesh Mohan, N. K. D. Choudhury, S. K. Kala, R. Ganguly, J. S. Puri, Central Building Res. Inst., Poorkee, India Water and Space Heating by Solar Energy.
- 0103 V. K. Gupta, H. R. Tyagi, N. K. Tiwari, JN Agricultural Univ., Jabalpur, India Heat Transfer Analysis of Flat-Plate Type Domestic Solar Water Heat.