



**SOLAR HEAT GAIN PERFORMANCE
EVALUATION OF COMMERCIAL
SOLAR-CONTROL GLAZINGS
AND SHADING DEVICES**

PREPARED FOR:

Buildings Group/CANMET Energy Technology Centre
Department of Natural Resources
580 Booth Street
Ottawa, Ontario, K1A 0E4
DSS Contract No.: 23440-3-9415/01-SQ
and
Residential and Commercial Products Division
Ontario Hydro
January 1996

PREPARED BY:

S.J. Harrison and S.J. Van Wonderen
Solar Calorimetry, Queen's University
Kingston, Ontario, K7L 2N6
Phone: (613) 545-2591, Fax: (613) 545-6489

SCIENTIFIC AUTHORITY

Dr. Roger Henry
Buildings Group/CANMET Energy Technology Centre
Department of Natural Resources Canada
and
Mike Jacobs
Residential and Commercial Products Division
Ontario Hydro

CITATION

S.J Harrison and S.J. Van Wonderen, Solar Calorimetry, Queen's University, *Solar Heat Gain Performance Evaluation of Commercial Solar-Control Glazings and Shading Devices. DSS Contract N° 23440-3-9415/01-SQ.* The CANMET Energy Technology Centre (CETC), Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1996. (27 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

The CANMET Energy Technology Centre (CETC),
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario, K1A 0E4

or

Intellectual Property and Technical Information Management (IPTIM)
Library and Documentation Services Division, CANMET
Department of Natural Resources Canada
555 Booth Street, 3rd Floor, Room 341
Ottawa, Ontario, K1A 0G1

DISCLAIMER

This report is distributed for informational purposes only and does not necessarily reflect the views of the Government of Canada nor constitute an endorsement of any commercial product or person. Neither Canada nor its ministers, officers, employees or agents make any warranty in respect to this report or assumes any liability arising out of this report.

NOTE

Funding for this project was provided by the Federal Panel on Energy Research and Development, Department of Natural Resources Canada.

Acknowledgement

Funding for this research was provided by the CANMET Energy Technology Centre of the Energy Technology Branch, Natural Resources Canada and Ontario Hydro.

The authors would like to acknowledge Paul Geisberger and Larry West of the National Solar Test Facility for their contribution to the testing program.

Thanks is also extended to the Institute for Research in Construction (National Research Council, Canada) and in particular to Peter Collins of the Materials Laboratory for performing the optical analysis on the test samples.

The input and comments of Dr. Roger Henry of Natural Resources Canada and Mike Jacobs of Ontario Hydro were greatly appreciated.

Abstract

The use of solar-control glazings and shading devices as a means of enhancing window and building energy performance has been increasing. The determination of fenestration system solar-heat-gain (SHG) values for these complex fenestration systems is required to evaluate the energy performance of buildings, to estimate peak electrical loads, and to ensure the comfort of building occupants.

This report describes a study to investigate the potential of a solar-simulator-based test method for use with complex fenestration systems. Commissioned by CANMET and Ontario Hydro, SHG values were measured for generic commercial shading products. The results of this study demonstrate the feasibility of the test method for the evaluation of solar-control glazings and shading devices.

**Solar Heat Gain Performance Evaluation of Commercial
Solar-Control Glazings and Shading Devices**

Table of Contents

1.0 INTRODUCTION	1
2.0 METHODOLOGY.....	2
3.0 SHGC TESTING.....	3
4.0 TEST SAMPLES.....	6
5.0 TEST RESULTS.....	12
6.0 ANALYSIS OF RESULTS.....	14
7.0 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.....	19
8.0 REFERENCES.....	21
APPENDIX.....	22
A: Mounting Details.....	22
B: Sample Test Data.....	25

Executive Summary

The use of solar-control glazings and shading devices as a means of enhancing window and building energy performance has been increasing. The determination of solar-heat-gain (SHG) values for these complex fenestration systems is required to evaluate the energy performance of buildings, to estimate peak electrical loads, and to ensure the comfort of building occupants.

In the past, the ASHRAE handbook has been used for this purpose, however, recent developments in window technology have resulted in many new products for which data does not exist. In addition, available computer programs used for simulating windows were not designed to evaluate the effects of shade and blind combinations when used in conjunction with glazing assemblies.

Responding to these needs, CANMET sponsored the development of a unique facility and test method for the experimental determination of Solar Heat Gain Coefficient (SHGC). A subsequent study showed a high degree of agreement between measured and computer simulated results for simple glazing configurations and illustrated the potential of the test method to rapidly and accurately determine SHGC values. As an extension to that original study, CANMET and Ontario Hydro commissioned this project to measure SHGC values for generic commercial shading products including different types of glazings, blinds and shades.

Samples were evaluated at normal-incidence irradiance conditions and the results produced are suitable for product rating and comparison, equipment sizing, or peak load analysis. In addition, measured SHGC results were compared to values predicted by the *VISION4* computer program, using spectral optical data. For clear or tinted, homogeneous glazing systems, the experimental portion of this study strongly support its use. The results also indicate that computer simulation is suitable for curtainwall and retrofit films if optical property data is available.

In the case of complex fenestration, however, the program's application is restricted due to limitations in its theoretical optical and heat transfer modeling. The development of suitable methods to model the convective and radiative heat transfer properties in unsealed shades and blinds, or their directional-optical dependencies, is an area requiring considerable research.

In addition to normal-incidence test results, product performance at angles of incidence, that are representative of diurnal or seasonal variations in sun-angle, are also needed to accurately predict the energy consumption for heating or air-conditioning applications. As angular variations in shading performance are significant for directional shading devices such as venetian or slat-type blinds, testing was also conducted, at a range of incidence angles, on two complex glazing assemblies.

This demonstrated the capability of the facility to produce angle dependence results, however, the full characterization of these devices requires an extensive mapping of their performance at a range of solar altitude and azimuth angles.

An important aspect of solar-control glazings and add-on shading devices is their visible transmittance. In general, as visible transmittance is increased, solar heat gains will also increase. However, results show that in certain cases, e.g., for the curtainwall samples, visible transmittance is significantly higher than the corresponding values of SHGC.

In the case of interior blinds and shades, it was observed that, even for products with very low values of visible transmittance, high values of SHGC may occur. This has a significant impact on heat gain calculations for commercial buildings and shows that care must be taken when using interior shading devices to reduce air-conditioning loads. This is particularly important if the shade or blind is not highly reflective to sunlight.

Finally, the results of this study demonstrate the feasibility of the solar-simulator-based test method for the evaluation of solar-control glazings and shading devices, and represent a significant step toward establishing universal testing capabilities for window energy-ratings and the validation of computational procedures.

Résumé

Des vitrages solaires et dispositifs pare-soleil sont de plus en plus employés pour améliorer la performance énergétique des bâtiments et des fenêtres. Pour évaluer la « performance énergétique » des bâtiments, estimer les charges électriques de pointe et assurer le confort des occupants, il faut déterminer les valeurs d'apport calorifique dû au rayonnement solaire, ou gain thermique solaire, correspondant à ces fenêtrages complexes.

Dans le passé, on utilisait pour ce faire le manuel de l'ASHRAE; cependant, les récents progrès de la technologie ont amené sur le marché le lancement de nombreux nouveaux produits pour lesquels on ne dispose pas encore de données. De plus, les logiciels utilisés jusqu'ici pour la modélisation des fenêtres n'étaient pas conçus pour évaluer les effets combinés de stores et systèmes pare-soleil utilisés conjointement avec des ensembles de vitrage.

Pour répondre aux besoins en la matière, CANMET a commandité la mise sur pied d'une installation et d'une méthode d'essai originales, destinées à déterminer expérimentalement le coefficient de gain thermique solaire (CGTS). Par la suite, une étude a démontré qu'il existait une concordance étroite entre les mesures relevées et les résultats simulés par ordinateur, pour les vitrages de configuration simple, et révélé le potentiel de la méthode d'essai pour déterminer les valeurs de CGTS de façon rapide et précise. Pour faire suite à cette étude originale, CANMET et Ontario Hydro ont commandité le présent projet ayant pour but de mesurer les valeurs de CGTS de produits commerciaux génériques comprenant différents types de vitrages, de stores et de systèmes pare-soleil.

Des échantillons ont été évalués dans des conditions d'irradiation solaire sous une incidence normale; les résultats obtenus permettent la classification et la comparaison des produits, le dimensionnement des équipements ou l'analyse des charges électriques de pointe. En outre, les mesures de CGTS ont été comparées aux valeurs prédites par le programme d'ordinateur VISION4, à l'aide de données optiques de répartition spectrale. Dans le cas des systèmes à vitrage homogène, clair ou teinté, la portion expérimentale de la présente étude appuie fortement son utilisation. Les résultats montrent aussi que la simulation par ordinateur convient également, dans le cas des murs-rideaux et de pellicules utilisées pour des modifications, si l'on dispose de données sur leurs caractéristiques optiques.

Toutefois, pour ce qui est des fenêtrages complexes, l'application du programme est restreinte en raison de limites dans la modélisation théorique des caractéristiques optiques et du transfert thermique. La mise au point de méthodes appropriées pour modéliser les propriétés de la transmission de la chaleur par convection et par rayonnement dans les stores et dispositifs pare-soleil non scellés, ou l'effet sur ceux-ci de paramètres directionnels et optiques, sont des questions qui exigeraient des recherches approfondies.

Outre les résultats d'essais sous incidence normale, le comportement des produits sous des angles d'incidence représentatifs des variations diurnes ou saisonnières de la hauteur relative du soleil est également nécessaire pour prédire précisément la consommation d'énergie des appareils de chauffage ou de climatisation. Comme les variations angulaires de l'efficacité d'atténuation du rayonnement sont déterminantes pour les dispositifs pare-soleil directionnels, comme les stores vénitiens ou à lames, des essais ont également été faits sous différents angles d'incidence, sur deux ensembles de vitrage complexes.

Ces essais ont démontré la capacité de l'installation à produire des résultats en fonction de l'angle; cependant, la caractérisation générale de ces dispositifs nécessite un relevé complet de leur performance en fonction d'une plage de hauteurs relatives et d'angles d'azimuts du soleil.

Un aspect important des vitrages solaires et des pare-soleil ajoutés est leur transmittance visible. En général, le gain thermique augmente avec la transmittance visible. Toutefois, les résultats montrent que dans certains cas, par exemple avec des échantillons de murs-rideaux, la transmittance visible est largement supérieure aux valeurs correspondantes de CGTS.

Dans le cas des stores et pare-soleil intérieurs, on a remarqué que des valeurs élevées de CGTS apparaissent parfois, malgré des valeurs de transmittance visible très basses. Cet effet a des répercussions importantes sur les calculs de gain thermique dans les immeubles commerciaux, et montre qu'il faut veiller, quand on utilise des dispositifs pare-soleil intérieurs, à réduire les charges de climatisation; cela est particulièrement important si le store ou pare-soleil ne réfléchit pas suffisamment la lumière solaire incidente.

Enfin, les résultats de l'étude démontrent la faisabilité de la méthode d'essai par modélisation du rayonnement pour évaluer des vitrages solaires et des dispositifs pare-soleil; cette méthode constitue une étape capitale dans la mise sur pied de mécanismes d'essai de portée universelle pour la classification énergétique des fenêtres et la validation des procédés de calcul.