**ÔÅÄÅÐÀËÜÍÎÅ ÀÃÅÍÒÑÒÂÎ**

**ÏÎ ÒÅÕÍÈ×ÅÑÊÎÌÓ ÐÅÃÓËÈÐÎÂÀÍÈÞ È ÌÅÒÐÎËÎÃÈÈ**

**ÍÀÖÈÎÍÀËÜÍÛÉ**

**ÑÒÀÍÄÀÐÒ**

**ÐÎÑÑÈÉÑÊÎÉ**

**ÔÅÄÅÐÀÖÈÈ**

**ÃÎÑÒÐ**

**54164**

**—**

**2010**

**(ÈÑÎ9050:2003)**

**Ñòåêëî è èçäåëèÿ èç íåãî**

**ÌÅÒÎÄÛÎÏÐÅÄÅËÅÍÈßÎÏÒÈ×ÅÑÊÈÕ ÕÀÐÀÊÒÅÐÈÑÒÈÊ**

**Îïðåäåëåíèå ñâåòîâûõ è ñîëíå÷íûõ õàðàêòåðèñòèê**

**ISO 9050:2003**

**Glass in building — Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing**

**factors**

**(MOD)**

**Èçäàíèå îôèöèàëüíîå**



# ÃÎÑÒ Ð 54164—2010

**Ïðåäèñëîâèå**

Öåëèèïðèíöèïûñòàíäàðòèçàöèèâ ÐîññèéñêîéÔåäåðàöèèóñòàíîâëåíûÔåäåðàëüíûìçàêîíîìîò 27 äåêàáðÿ 2002 ã. ¹ 184-ÔÇ «Î òåõíè÷åñêîì ðåãóëèðîâàíèè», à ïðàâèëà ïðèìåíåíèÿ íàöèîíàëüíûõ ñòàíäàðòîâ Ðîññèéñêîé Ôåäåðàöèè — ÃÎÑÒ Ð 1.0—2004 «Ñòàíäàðòèçàöèÿ â Ðîññèéñêîé Ôåäåðàöèè. Îñíîâíûå ïîëîæåíèÿ»

# Ñâåäåíèÿ î ñòàíäàðòå

1. ÏÎÄÃÎÒÎÂËÅÍÎòêðûòûìàêöèîíåðíûìîáùåñòâîì«Èíñòèòóòñòåêëà»íàîñíîâåñîáñòâåííîãî

àóòåíòè÷íîãî ïåðåâîäà íà ðóññêèé ÿçûê ñòàíäàðòà, óêàçàííîãî â ïóíêòå 4

1. ÂÍÅÑÅÍ Òåõíè÷åñêèì êîìèòåòîì ïî ñòàíäàðòèçàöèè ÒÊ 41 «Ñòåêëî»
2. ÓÒÂÅÐÆÄÅÍ ÈÂÂÅÄÅÍ ÂÄÅÉÑÒÂÈÅÏðèêàçîìÔåäåðàëüíîãîàãåíòñòâàïîòåõíè÷åñêîìóðåãóëèðîâàíèþ è ìåòðîëîãèè îò 21 äåêàáðÿ 2010 ã. ¹ 923-ñò
3. Íàñòîÿùèéñòàíäàðòÿâëÿåòñÿìîäèôèöèðîâàííûìïîîòíîøåíèþêìåæäóíàðîäíîìóñòàíäàðòó ÈÑÎ 9050:2003 «Ñòåêëî â ñòðîèòåëüñòâå — Îïðåäåëåíèå êîýôôèöèåíòîâ ïðîïóñêàíèÿ ñâåòà, ïðÿìîãî ñîëíå÷íîãî ïðîïóñêàíèÿ, îáùåãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè, óëüòðàôèîëåòîâîãî ïðîïóñêàíèÿ è ñîîòâåòñòâóþùèå ïàðàìåòðû îñòåêëåíèÿ» (ISO 9050:2003 «Glass in building — Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors») ïóòåì èçìåíåíèÿ îòäåëüíûõ ôðàç (ñëîâ, çíà÷åíèé ïîêàçàòåëåé, ññûëîê), êîòîðûå âûäåëåíû â òåêñòå êóðñèâîì. Ïðè ýòîì â íåãî íå âêëþ÷åíû ññûëêè íà ÈÑÎ 9845-1:1992, ÈÑÎ 10291:1994, ÈÑÎ 10526:1999/ÌÊÎ S005:1998, ÈÑÎ/ÌÊÎ 10527:1991, ÌÊÎ 13.3:1995 ïðèìåíåííîãî ìåæäóíàðîäíîãî ñòàíäàðòà, êîòîðûå íåöåëåñîîáðàçíî ïðèìåíÿòü â ðîññèéñêîé íàöèîíàëüíîé ñòàíäàðòèçàöèè â ñâÿçè ñ òåì, ÷òî èõ îòñóòñòâèå íå âëèÿåò íà ñîäåðæàíèå íàñòîÿùåãî ñòàíäàðòà è íå ñîçäàåò çàòðóäíåíèé â åãî ïðèìåíåíèè.

Âíåñåíèå óêàçàííûõ òåõíè÷åñêèõ îòêëîíåíèé íàïðàâëåíî íà ó÷åò îñîáåííîñòåé îáúåêòà ñòàíäàðòèçàöèè,õàðàêòåðíûõäëÿÐîññèéñêîéÔåäåðàöèè,èöåëåñîîáðàçíîñòèèñïîëüçîâàíèÿññûëî÷íûõíàöèîíàëüíûõ ñòàíäàðòîâ âìåñòî ññûëî÷íûõ ìåæäóíàðîäíûõ ñòàíäàðòîâ.

Íàèìåíîâàíèå íàñòîÿùåãî ñòàíäàðòà èçìåíåíî îòíîñèòåëüíî íàèìåíîâàíèÿ óêàçàííîãî ìåæäóíàðîäíîãî ñòàíäàðòà äëÿ ïðèâåäåíèÿ â ñîîòâåòñòâèå ñ ÃÎÑÒ Ð 1.5 (ïóíêò 3.5)

1. ÂÂÅÄÅÍ ÂÏÅÐÂÛÅ

*Èíôîðìàöèÿîáèçìåíåíèÿõêíàñòîÿùåìóñòàíäàðòóïóáëèêóåòñÿâåæåãîäíîèçäàâàåìîìóêàçàòåëå «Íàöèîíàëüíûå ñòàíäàðòû», à òåêñò èçìåíåíèé è ïîïðàâîê — â åæåìåñÿ÷íî èçäàâàåìûõ èíôîðìàöèîííûõóêàçàòåëÿõ«Íàöèîíàëüíûåñòàíäàðòû».Âñëó÷àåïåðåñìîòðà(çàìåíû)èëèîòìåíûíàñòîÿùåãîñòàíäàðòàñîîòâåòñòâóþùååóâåäîìëåíèåáóäåòîïóáëèêîâàíîâåæåìåñÿ÷íîèçäàâàåìîìèíôîðìàöèîííîìóêàçàòåëå«Íàöèîíàëüíûåñòàíäàðòû».Ñîîòâåòñòâóþùàÿèíôîðìàöèÿ, óâåäîìëåíèå è òåêñòû ðàçìåùàþòñÿ òàêæå â èíôîðìàöèîííîé ñèñòåìå îáùåãî ïîëüçîâàíèÿ — íà îôèöèàëüíîìñàéòåÔåäåðàëüíîãîàãåíòñòâàïîòåõíè÷åñêîìóðåãóëèðîâàíèþèìåòðîëîãèèâñåòè Èíòåðíåò*

© Ñòàíäàðòèíôîðì, 2012

Íàñòîÿùèé ñòàíäàðò íå ìîæåò áûòü ïîëíîñòüþ èëè ÷àñòè÷íî âîñïðîèçâåäåí, òèðàæèðîâàí è ðàñïðîñòðàíåí â êà÷åñòâå îôèöèàëüíîãî èçäàíèÿ áåç ðàçðåøåíèÿ Ôåäåðàëüíîãî àãåíòñòâà ïî òåõíè÷åñêîìó ðåãóëèðîâàíèþ è ìåòðîëîãèè

II

# ÃÎÑÒ Ð 54164—2010 Ñîäåðæàíèå

1. Îáëàñòü ïðèìåíåíèÿ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1
2. Íîðìàòèâíûå ññûëêè . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1
3. Îïðåäåëåíèå *ñâåòîâûõ è ñîëíå÷íûõ* õàðàêòåðèñòèê. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2
   1. Îáùèå ïîëîæåíèÿ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2
   2. Ïðîâåäåíèå îïòè÷åñêèõ èçìåðåíèé . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2
   3. Êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ ñâåòà . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 3
   4. Êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ ñâåòà . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4
   5. Êîýôôèöèåíò îáùåãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè (ñîëíå÷íûé ôàêòîð) . . . . . . . . . . . . . 5
   6. Êîýôôèöèåíò ÓÔ-ïðîïóñêàíèÿ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 10
   7. Êîýôôèöèåíò ÌÊÎ âðåäíîãî âîçäåéñòâèÿ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 11
   8. Êîýôôèöèåíò âðåäíîãî âîçäåéñòâèÿ íà êîæó . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 11
   9. Öâåòîïåðåäà÷à. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 11
4. Êîíòðîëüíûå çíà÷åíèÿ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 11
5. Ïðîòîêîë èñïûòàíèé . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 12 Ïðèëîæåíèå À (îáÿçàòåëüíîå) Ìåòîäû ðàñ÷åòà . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 16

Áèáëèîãðàôèÿ. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 19

## III

**ÃÎÑÒ Ð 54164—2010**

**(ÈÑÎ 9050:2003)**

# Í À Ö È Î Í À Ë Ü Í Û É Ñ Ò À Í Ä À Ð Ò Ð Î Ñ Ñ È É Ñ Ê Î É Ô Å Ä Å Ð À Ö È È

**Ñòåêëî è èçäåëèÿ èç íåãî**

**ÌÅÒÎÄÛ ÎÏÐÅÄÅËÅÍÈß ÎÏÒÈ×ÅÑÊÈÕ ÕÀÐÀÊÒÅÐÈÑÒÈÊ**

**Îïðåäåëåíèå ñâåòîâûõ è ñîëíå÷íûõ õàðàêòåðèñòèê**

Glass and glass products. Optical characteristics determination methods. Determination of luminous and solar characteristics

**Äàòà ââåäåíèÿ — 2012—07—01 1 Îáëàñòüïðèìåíåíèÿ**

Íàñòîÿùèé ñòàíäàðò óñòàíàâëèâàåò ìåòîäû îïðåäåëåíèÿ *ñâåòîâûõèñîëíå÷íûõõàðàêòåðèñòèê îñòåêëåíèÿçäàíèé,ñîîðóæåíèé,ñðåäñòâòðàíñïîðòà,àòàêæåðàçëè÷íûõâèäîâñòåêëàèèçäåëèéèç íåãî*.Çíà÷åíèÿýòèõõàðàêòåðèñòèêìîãóòñëóæèòüîñíîâîéäëÿðàñ÷åòîâóðîâíÿîñâåùåííîñòè,îáîãðåâà è âåíòèëÿöèè ïîìåùåíèé è äëÿ ñðàâíèòåëüíîé îöåíêè ðàçëè÷íûõ òèïîâ îñòåêëåíèÿ.

Íàñòîÿùèéñòàíäàðòðàñïðîñòðàíÿåòñÿíà îáû÷íîå èñîëíöåçàùèòíîå (ïîãëîùàþùåå èëèîòðàæàþùåå ñîëíå÷íîå èçëó÷åíèå) îñòåêëåíèå, ïðèìåíÿåìîå äëÿ îñòåêëåíèÿ ñâåòîâûõ ïðîåìîâ. Ïðèâåäåíû ñîîòâåòñòâóþùèå ôîðìóëû äëÿ îäèíàðíîãî, äâîéíîãî è òðîéíîãî îñòåêëåíèÿ. Êðîìå òîãî, óñòàíîâëåíû îáùèå ìåòîäû ðàñ÷åòà äëÿ îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî èç áîëüøåãî êîëè÷åñòâà ñëîåâ.

Ïîëîæåíèÿ íàñòîÿùåãî ñòàíäàðòà ïðèìåíèìû êî âñåì ïðîçðà÷íûì ìàòåðèàëàì. Èñêëþ÷åíèå ñîñòàâëÿþò ðàñ÷åòû êîýôôèöèåíòà âòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è è êîýôôèöèåíòà îáùåãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè äëÿ ìàòåðèàëîâ, îáëàäàþùèõ çíà÷èòåëüíûì ïðîïóñêàíèåì â äèàïàçîíå äëèí âîëí, ñîîòâåòñòâóþùåì òåïëîâîìó èçëó÷åíèþ (îò 5 äî 50 ìêì), òàêèõ êàê íåêîòîðûå âèäû ëèñòîâûõ ïîëèìåðîâ.

Ï ð è ì å ÷ à í è å — Äëÿ ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ, âêëþ÷àþùåãî ýëåìåíòû ñî ñâåòîðàññåèâàþùèìè ñâîéñòâàìè, ìîãóò èñïîëüçîâàòüñÿ áîëåå äåòàëèçèðîâàííûå ìåòîäû ðàñ÷åòà ïî [9]. Ìåòîäû ðàñ÷åòà äëÿ äíåâíîãî ñâåòà ïðèâåäåíû â [1].

# 2 Íîðìàòèâíûåññûëêè

*Â íàñòîÿùåìñòàíäàðòå èñïîëüçîâàíû ññûëêè íà ñëåäóþùèå ñòàíäàðòû:*

*ÃÎÑÒ Ð 54165—2010 (ÈÑÎ 10293:1997) Ñòåêëî è èçäåëèÿ èç íåãî. Ìåòîäû îïðåäåëåíèÿ òåïëîâûõ õàðàêòåðèñòèê. Ìåòîä îïðåäåëåíèÿ ñîïðîòèâëåíèÿ òåïëîïåðåäà÷å (ÈÑÎ 10293:1997 «Ñòåêëî â ñòðîèòåëüñòâå. Îïðåäåëåíèå êîýôôèöèåíòà òåïëîïåðåäà÷è U â ñòàöèîíàðíîì ðåæèìå äëÿ ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ. Ìåòîäèçìåðåíèÿ òåïëîâîãî ïîòîêà», MOD)*

*ÃÎÑÒ Ð 54166—2010 (ÅÍ 673:1997) Ñòåêëî è èçäåëèÿ èç íåãî. Ìåòîäû îïðåäåëåíèÿ òåïëîâûõ õàðàêòåðèñòèê. Ìåòîä ðàñ÷åòà ñîïðîòèâëåíèÿ òåïëîïåðåäà÷å (ÈÑÎ 10292:1994 «Ñòåêëî â ñòðîèòåëüñòâå.Ðàñ÷åòêîýôôèöèåíòàòåïëîïåðåäà÷èUâñòàöèîíàðíîìðåæèìåäëÿìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ», NEQ)*

*ÃÎÑÒ Ð 54168—2010 Ñòåêëî è èçäåëèÿ èç íåãî. Ìåòîäû îïðåäåëåíèÿ òåïëîâûõ õàðàêòåðèñòèê. Îïðåäåëåíèå êîýôôèöèåíòà ýìèññèè*

*Ï ð è ì å ÷ à í è å — Ïðè ïîëüçîâàíèè íàñòîÿùèì ñòàíäàðòîì öåëåñîîáðàçíî ïðîâåðèòü äåéñòâèå ññûëî÷íûõ ñòàíäàðòîâ â èíôîðìàöèîííîé ñèñòåìå îáùåãî ïîëüçîâàíèÿ — íà îôèöèàëüíîì ñàéòå Ôåäåðàëüíîãî àãåíòñòâà ïî òåõíè÷åñêîìó ðåãóëèðîâàíèþ è ìåòðîëîãèè â ñåòè Èíòåðíåò èëè ïî åæåãîäíî èçäàâàåìîìó èíôîðìàöèîííîìó óêàçàòåëþ «Íàöèîíàëüíûå ñòàíäàðòû», êîòîðûé îïóáëèêîâàí ïî ñîñòîÿíèþ íà 1 ÿíâàðÿ òåêóùåãî ãîäà, è ïî ñîîòâåòñòâóþùèì åæåìåñÿ÷íî èçäàâàåìûì èíôîðìàöèîííûì óêàçàòåëÿì, îïóáëèêîâàííûì â òåêóùåì ãîäó. Åñëè ññûëî÷íûé ñòàíäàðò çàìåíåí (èçìåíåí), òî ïðè ïîëüçîâàíèè íàñòîÿùèì ñòàí-*

**Èçäàíèå îôèöèàëüíîå**

*äàðòîì ñëåäóåò ðóêîâîäñòâîâàòüñÿ çàìåíÿþùèì (èçìåíåííûì) ñòàíäàðòîì. Åñëè ññûëî÷íûé ñòàíäàðò îòìåíåí áåç çàìåíû, òî ïîëîæåíèå, â êîòîðîì äàíà ññûëêà íà íåãî, ïðèìåíÿåòñÿ â ÷àñòè, íå çàòðàãèâàþùåé ýòó ññûëêó.*

# 3 Îïðåäåëåíèå*ñâåòîâûõèñîëíå÷íûõ*õàðàêòåðèñòèê

## 3.1 Îáùèå ïîëîæåíèÿ

*Ñâåòîâûåèñîëíå÷íûåõàðàêòåðèñòèêèîñòåêëåíèÿ* îïðåäåëÿþò ïðè êâàçèïàðàëëåëüíîì, ïî÷òè íîðìàëüíîì ïàäåíèè èçëó÷åíèÿ. Ïðè ïðîâåäåíèè èçìåðåíèÿ óãîë ìåæäó îñüþ ïîòîêà èçëó÷åíèÿ, ïàäàþùåãî íà îáðàçåö, è íîðìàëüþ ê åãî ïîâåðõíîñòè äîëæåí áûòü íå áîëåå 10°. Óãîë ìåæäó îñüþ è ëþáûì ëó÷îì ïîòîêà èçëó÷åíèÿ íå äîëæåí ïðåâûøàòü 5° (ñì. [2]).

Îñíîâíûìè õàðàêòåðèñòèêàìè ÿâëÿþòñÿ:

* ñïåêòðàëüíûéêîýôôèöèåíòïðîïóñêàíèÿ(),ñïåêòðàëüíûéêîýôôèöèåíòíàðóæíîãîîòðàæåíèÿ

*î*()èñïåêòðàëüíûéêîýôôèöèåíòâíóòðåííåãîîòðàæåíèÿ *i*() âäèàïàçîíåäëèíâîëíîò300äî2500íì;

* êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ ñâåòà *v*, êîýôôèöèåíò íàðóæíîãî îòðàæåíèÿ ñâåòà *v*,*î* è êîýôôèöèåíò âíóòðåííåãî îòðàæåíèÿ ñâåòà *v*,*i* äëÿ ñòàíäàðòíîãî èñòî÷íèêà ñâåòà *D*65;
* êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *e* è êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî îòðàæåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *e*;
* êîýôôèöèåíò îáùåãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè (ñîëíå÷íûé ôàêòîð) *g*;
* êîýôôèöèåíòïðîïóñêàíèÿóëüòðàôèîëåòîâîãîèçëó÷åíèÿ(äàëåå — êîýôôèöèåíòÓÔ-ïðîïóñêàíèÿ) *UV*;
* îáùèé èíäåêñ öâåòîïåðåäà÷è *Ra*.

Ïðè îïðåäåëåíèè çíà÷åíèÿ õàðàêòåðèñòèêè äëÿ ñòåêëà äðóãîé òîëùèíû (â ñëó÷àå ñòåêëà áåç ïîêðûòèÿ) èëè äëÿ äðóãîãî ñòåêëà, íà êîòîðîå íàíåñåíî òàêîå æå ïîêðûòèå, åãî ìîæíî ïîëó÷èòü ðàñ÷åòíûì ïóòåì (ñì. ïðèëîæåíèå À).

Åñëè íåò äîïîëíèòåëüíûõ óêàçàíèé, îñíîâíûå õàðàêòåðèñòèêè ñëåäóåò îïðåäåëÿòü ïðè ñòàíäàðòíûõ óñëîâèÿõ, ïðèâåäåííûõ â 3.3—3.7. Ïðè èñïîëüçîâàíèè íåñòàíäàðòíûõ óñëîâèé, ïðèâåäåííûõ â ðàçäåëå 4, ýòè óñëîâèÿ äîëæíû áûòü óêàçàíû.

Ïðèðàñ÷åòåîñíîâíûõõàðàêòåðèñòèêìíîãîñëîéíîãîîñòåêëåíèÿñëåäóåòèñïîëüçîâàòüñïåêòðàëüíûå äàííûå ïî êàæäîìó ñëîþ îñòåêëåíèÿ, à íå èíòåãðàëüíûå çíà÷åíèÿ.

## 3.2 Ïðîâåäåíèå îïòè÷åñêèõ èçìåðåíèé

Îïòè÷åñêèå èçìåðåíèÿ êîýôôèöèåíòîâ ïðîïóñêàíèÿ è îòðàæåíèÿ òðåáóþò îñîáîé òùàòåëüíîñòè è áîëüøèõ ýêñïåðèìåíòàëüíûõ íàâûêîâ, ÷òîáû îáåñïå÷èòü ïîãðåøíîñòü îïðåäåëåíèÿ êîýôôèöèåíòîâ ïðîïóñêàíèÿ è îòðàæåíèÿ íå áîëåå 0,01.

Â ïðîìûøëåííûõ ñïåêòðîôîòîìåòðàõ (ñ èíòåãðèðóþùèìè ñôåðàìè èëè áåç íèõ) èìååòñÿ ðÿä èñòî÷íèêîâ ïîãðåøíîñòè ïðè èçìåðåíèÿõ êîýôôèöèåíòîâ ïðîïóñêàíèÿ è îòðàæåíèÿ ëèñòîâûõ ñòðîèòåëüíûõ ñòåêîë.

Êàëèáðîâêóøêàëûäëèíâîëíèëèíåéíîñòüôîòîìåòðè÷åñêîéøêàëûïðîìûøëåííûõñïåêòðîôîòîìåòðîâ íåîáõîäèìî ïåðèîäè÷åñêè ïðîâåðÿòü ñ ïîìîùüþ ýòàëîíîâ, ïîëó÷åííûõ â ìåòðîëîãè÷åñêèõ ëàáîðàòîðèÿõ.

Øêàëó äëèí âîëí êàëèáðóþò ïóòåì ïðîâåäåíèÿ èçìåðåíèé íà ñòåêëÿííûõ ïëàñòèíàõ èëè ðàñòâîðàõ ñ îòíîñèòåëüíî óçêèìè ïîëîñàìè ïîãëîùåíèÿ ïðè îïðåäåëåííûõ äëèíàõ âîëí; ëèíåéíîñòü ôîòîìåòðè÷åñêîé øêàëû ïðîâåðÿþò ñ ïîìîùüþ íåéòðàëüíûõ ôèëüòðîâ ñ îïðåäåëåííûì óðîâíåì ïðîïóñêàíèÿ.

Äëÿ èçìåðåíèÿ êîýôôèöèåíòîâ îòðàæåíèÿ ñëåäóåò èñïîëüçîâàòü ýòàëîíû ñ îòðàæàþùèìè ñâîéñòâàìè(ò. å.óðîâíåìîòðàæåíèÿèñîîòíîøåíèåìðàññåÿííîãîèïðÿìîãîîòðàæåíèÿ),áëèçêèìèêèñïûòóåìûì îáðàçöàì.

Òîëñòûå îáðàçöû (íàïðèìåð, ìíîãîñëîéíîå ñòåêëî èëè ñòåêëîïàêåòû) ìîãóò èçìåíÿòü îïòè÷åñêèé ïóòü ëó÷à ïðèáîðà ïî ñðàâíåíèþ ñ îïòè÷åñêèì ïóòåì â âîçäóõå, ïîýòîìó ëó÷, ïðîøåäøèé ÷åðåç îáðàçåö, ìîæåò ïîïàäàòü íà îáëàñòü äåòåêòîðà, îòëè÷àþùóþñÿ ïî ÷óâñòâèòåëüíîñòè.

Ïîäîáíûéèñòî÷íèêïîãðåøíîñòèâîçíèêàåòïðèðàáîòåñ êëèíîâèäíûìèîáðàçöàìè,èñêàæàþùèìè ïðîøåäøèå (îòðàæåííûå) ëó÷è. Ðåêîìåíäóåòñÿ ïðîâåðÿòü ñõîäèìîñòü ðåçóëüòàòîâ ïóòåì ïðîâåäåíèÿ ïîâòîðíûõ èçìåðåíèé ïîñëå ïîâîðîòà îáðàçöà.

Êðîìåòîãî,ïðèèçìåðåíèèêîýôôèöèåíòîâîòðàæåíèÿëèñòûñòåêëàâûçûâàþòáîêîâîéñäâèãëó÷à, îòðàæåííîãî îò âòîðîé ïîâåðõíîñòè, ïðèâîäÿ ê ïîòåðÿì îòðàæåíèÿ (÷òî îñîáåííî çàìåòíî â ñëó÷àå òîëñòûõ è/èëè êëèíîâèäíûõ îáðàçöîâ). Ýòîò èñòî÷íèê ïîãðåøíîñòè ñëåäóåò ïðèíèìàòü âî âíèìàíèå, â îñîáåííîñòè ïðè èçìåðåíèè êîýôôèöèåíòîâ îòðàæåíèÿ ñî ñòîðîíû áåç ïîêðûòèÿ. ×òîáû îïðåäåëèòü êîëè÷åñòâåííî è ñêîððåêòèðîâàòü ñèñòåìàòè÷åñêèå îøèáêè, ðåêîìåíäóåòñÿ èñïîëüçîâàòü îòðàæàþùèå ýòàëîíû ïðèìåðíî òîé æå òîëùèíû, ÷òî è ó èçìåðÿåìûõ îáðàçöîâ.

Èçìåðåíèå êîýôôèöèåíòîâ ïðîïóñêàíèÿ è îòðàæåíèÿ ðàññåèâàþùèõ îáðàçöîâ (èëè îáðàçöîâ, èìåþùèõ çàìåòíóþ äîëþ ðàññåÿíèÿ, èëè êëèíîâèäíûõ îáðàçöîâ) ñëåäóåò ïðîâîäèòü ñ èñïîëüçîâàíèåì èíòåãðèðóþùèõñôåð,ðàçìåðûêîòîðûõïîçâîëÿþòñîáðàòüâñåðàññåÿííîåïðîøåäøååèëèîòðàæåííîå èçëó÷åíèå. Ñôåðà äîëæíà èìåòü ñîîòâåòñòâóþùèé äèàìåòð, à åå âíóòðåííÿÿ ïîâåðõíîñòü äîëæíà áûòü ïîêðûòà ìàòåðèàëîì ñ âûñîêèì êîýôôèöèåíòîì ðàññåÿííîãî îòðàæåíèÿ, ÷òîáû îáåñïå÷èòü íåîáõîäèìóþ ìíîãîêðàòíîñòü îòðàæåíèé. Êàê óêàçàíî âûøå, ñëåäóåò èñïîëüçîâàòü ýòàëîíû ñ õàðàêòåðèñòèêàìè, áëèçêèìè ê èñïûòóåìûì îáðàçöàì.

Åñëèíàêðèâîéïðîïóñêàíèÿèëèîòðàæåíèÿ,çàðåãèñòðèðîâàííîéñïåêòðîôîòîìåòðîì,îòìå÷àåòñÿ âûñîêèé óðîâåíü øóìîâ â íåêîòîðîì äèàïàçîíå, çíà÷åíèÿ õàðàêòåðèñòèê â ýòîì äèàïàçîíå ïîëó÷àþò ïîñëå ñãëàæèâàíèÿ øóìîâ.

Â íàñòîÿùåì ñòàíäàðòå óêàçàííûå òðåáîâàíèÿ íå ðàññìàòðèâàþòñÿ â äåòàëÿõ. Äîïîëíèòåëüíûå ñâåäåíèÿ èçëîæåíû â [3], ãäå ïðèâåäåíà ïîëíàÿ è ïîäðîáíàÿ èíôîðìàöèÿ ïî ïðîâåäåíèþ îïòè÷åñêèõ èçìåðåíèé.

## 3.3 Êîýôôèöèåíòïðîïóñêàíèÿ ñâåòà

Êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ ñâåòà *v* îñòåêëåíèÿ îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

780 íì

( )*D V* ( )

*v* = 380780íìíì , (1)

*DV*( )

=380íì

ãäå *D*— îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ìîùíîñòè èñòî÷íèêà ñâåòà *D*65;

() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ îñòåêëåíèÿ;

*V*() — ñïåêòðàëüíàÿ ýôôåêòèâíîñòü îñâåùåíèÿ äëÿ äíåâíîãî çðåíèÿ, õàðàêòåðèçóþùàÿ ñòàíäàðòíîãî íàáëþäàòåëÿ äëÿ ôîòîìåòðèè; — èíòåðâàë äëèí âîëí.

Â òàáëèöå 1 ïðèâåäåíû çíà÷åíèÿ *DV*() äëÿ èíòåðâàëà äëèí âîëí 10 íì. Òàáëèöà ñîñòàâëåíà òàêèì îáðàçîì, ÷òî *DV*()= 1.

Ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ () ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ ñëåäóåò ðàññ÷èòûâàòü ïî ñïåêòðàëüíûì õàðàêòåðèñòèêàì îòäåëüíûõ ñëîåâ. Äîïóñêàåòñÿ ïðîâåäåíèå èçìåðåíèé íà íåðàññåèâàþùèõ ìíîãîñëîéíûõ èçäåëèÿõ ñ ïðèìåíåíèåì èíòåãðèðóþùåé ñôåðû. Ýòè èçìåðåíèÿ ìîãóò áûòü âûïîëíåíû ïîñëå óìåíüøåíèÿ ïðîìåæóòêîâ ïðè óñëîâèÿõ, ïîçâîëÿþùèõ ñîáðàòü âñå ïðîøåäøèå ëó÷è (ñì. 3.2).

Ðàñ÷åò ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà ïðîïóñêàíèÿ () ïðîâîäÿò ñ èñïîëüçîâàíèåì òàêèõ ìåòîäîâ, êàê àëãåáðàè÷åñêèå ïðåîáðàçîâàíèÿ, ñïîñîáîì, óêàçàííûì â [4], èëè ðåêóðñèâíûìè ñïîñîáàìè (íàïðèìåð, â ñîîòâåòñòâèè ñ [5]). Ìîæåò áûòü èñïîëüçîâàí ëþáîé àëãîðèòì, îáåñïå÷èâàþùèé ïîëó÷åíèå ïðàâèëüíîãî ðåçóëüòàòà.

Äëÿ ðàñ÷åòîâ ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà ïðîïóñêàíèÿ () è ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà îòðàæåíèÿ (ñì. 3.4) ïðèìåíÿþò ñëåäóþùèå îáîçíà÷åíèÿ ñïåêòðàëüíûõ êîýôôèöèåíòîâ ïðîïóñêàíèÿ è îòðàæåíèÿ îòäåëüíûõ ñëîåâ îñòåêëåíèÿ:

1() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ íàðóæíîãî (ïåðâîãî) ëèñòà;

2() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ âòîðîãî ëèñòà;

*n*() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ *n*-ãî (âíóòðåííåãî) ëèñòà (íàïðèìåð, äëÿ òðîéíîãî îñòåêëåíèÿ *n* = 3);

1() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ íàðóæíîãî (ïåðâîãî) ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè ïàäàþùåãî èçëó÷åíèÿ;

1() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ íàðóæíîãî (ïåðâîãî) ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè, ïðîòèâîïîëîæíîì ïàäàþùåìó èçëó÷åíèþ;

2() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ âòîðîãî ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè ïàäàþùåãî èçëó÷åíèÿ;

2() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ âòîðîãî ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè, ïðîòèâîïîëîæíîì ïàäàþùåìó èçëó÷åíèþ;

*n*() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ *n*-ãî (âíóòðåííåãî) ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè ïàäàþùåãî èçëó÷åíèÿ;

*n*() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ *n*-ãî (âíóòðåííåãî) ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè, ïðîòèâîïîëîæíîì ïàäàþùåìó èçëó÷åíèþ.

Äëÿðàñ÷åòàñïåêòðàëüíîãîêîýôôèöèåíòàïðîïóñêàíèÿ(),ÿâëÿþùåãîñÿôóíêöèåéñïåêòðàëüíûõ õàðàêòåðèñòèê îòäåëüíûõ ñëîåâ îñòåêëåíèÿ, ïðèìåíÿþò ñëåäóþùèå ôîðìóëû:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| b) äëÿ òðîéíîãî îñòåêëåíèÿ | () = 1( ) 2( ) ,  1 1 ( ) 2( ) |  | (2) |
| () = | 1( ) 2( ) 3( ) | . | (3) |

à) äëÿ äâîéíîãî îñòåêëåíèÿ

[1 1 ( ) 2( )] [1 2 ( ) 3( )] 22( ) 1 ( ) 3( )

Äëÿ ðàñ÷åòà () ïî ñïåêòðàëüíûì õàðàêòåðèñòèêàì îòäåëüíûõ ñëîåâ ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî áîëåå ÷åì èç òðåõ ñëîåâ, ñóùåñòâóþò ôîðìóëû, àíàëîãè÷íûå (2) è (3). Ïîñêîëüêó ýòè ôîðìóëû î÷åíü ñëîæíû, çäåñü îíè íå ïðèâîäÿòñÿ.

Ðàñ÷åò () äëÿ îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî èç ïÿòè ñëîåâ, â ñîîòâåòñòâèè ñ ìåòîäàìè, èçëîæåííûìè â íàñòîÿùåì ñòàíäàðòå, ìîæåò áûòü ïðîâåäåí ñëåäóþùèì îáðàçîì:

* ñíà÷àëà ïåðâûå òðè ñëîÿ ðàññìàòðèâàþò êàê òðîéíîå îñòåêëåíèå è ðàññ÷èòûâàþò ñïåêòðàëüíûå õàðàêòåðèñòèêè ýòîé êîìáèíàöèè;
* äàëåå òàêîé æå ðàñ÷åò ïðîâîäÿò äëÿ äâóõ îñòàâøèõñÿ ñëîåâ êàê äëÿ äâîéíîãî îñòåêëåíèÿ;
* çàòåì ðàññ÷èòûâàþò () äëÿ ïÿòèñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ, ðàññìàòðèâàÿ åãî êàê äâîéíîå îñòåêëåíèå, ñîñòîÿùåå èç ðàíåå ðàññìîòðåííûõ òðîéíîãî è äâîéíîãî îñòåêëåíèé.

## 3.4 Êîýôôèöèåíòîòðàæåíèÿ ñâåòà

### 3.4.1 Êîýôôèöèåíòíàðóæíîãî îòðàæåíèÿ ñâåòà

Êîýôôèöèåíò íàðóæíîãî îòðàæåíèÿ ñâåòà *v*, *î* îñòåêëåíèÿ îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

780íì

*o*( )*D V* ( )

*v*, *î* = 380780íìíì , (4)

*D V* ( )

380íì

ãäå *î*() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò íàðóæíîãî îòðàæåíèÿ îñòåêëåíèÿ; *D*, *V*(), è ñïîñîá ñóììèðîâàíèÿ — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3.

Ðàñ÷åò ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà íàðóæíîãî îòðàæåíèÿ *î*() ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ ïðîâîäÿò ñ èñïîëüçîâàíèåì ìåòîäîâ, óêàçàííûõ â 3.3 äëÿ ðàñ÷åòà ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà ïðîïóñêàíèÿ ().

Äëÿ ðàñ÷åòà ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà íàðóæíîãî îòðàæåíèÿ *î*(), ÿâëÿþùåãîñÿ ôóíêöèåé ñïåêòðàëüíûõ õàðàêòåðèñòèê îòäåëüíûõ ñëîåâ îñòåêëåíèÿ, ïðèìåíÿþò ñëåäóþùèå ôîðìóëû:

à) äëÿ äâîéíîãî îñòåêëåíèÿ

 12 , (5)

*î*() = 1() +

1 2

b) äëÿ òðîéíîãî îñòåêëåíèÿ:

2

*î*() = 1() + 1 . (6)

1 2 2 3 2 1 3

Äëÿ ðàñ÷åòà *î*() ïî ñïåêòðàëüíûì õàðàêòåðèñòèêàì îòäåëüíûõ ñëîåâ ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî áîëåå ÷åì èç òðåõ ñëîåâ, ñóùåñòâóþò ôîðìóëû, àíàëîãè÷íûå (5) è (6). Ïîñêîëüêó ýòè ôîðìóëû î÷åíü ñëîæíû, çäåñü îíè íå ïðèâîäÿòñÿ.

Ðàñ÷åò *î*() äëÿ îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî èç ïÿòè ñëîåâ, ìîæåò áûòü ïðîâåäåí ñïîñîáîì, îïèñàííûì â 3.3.

### 3.4.2 Êîýôôèöèåíòâíóòðåííåãî îòðàæåíèÿ ñâåòà

Êîýôôèöèåíò âíóòðåííåãî îòðàæåíèÿ ñâåòà *v*, *i* îñòåêëåíèÿ îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

780íì

*i*( )*D V* ( )

*v*, *i* = 380780íìíì , (7)

*D V* ( )

380íì

ãäå *i*() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò âíóòðåííåãî îòðàæåíèÿ îñòåêëåíèÿ; *D*, *V*(), è ñïîñîá ñóììèðîâàíèÿ — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3.

Ðàñ÷åò ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà âíóòðåííåãî îòðàæåíèÿ *i*() ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ ïðîâîäÿò ñ èñïîëüçîâàíèåì ìåòîäîâ, óêàçàííûõ â 3.3 äëÿ ðàñ÷åòà ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà ïðîïóñêàíèÿ ().

Äëÿ ðàñ÷åòà ñïåêòðàëüíîãî êîýôôèöèåíòà âíóòðåííåãî îòðàæåíèÿ *i*(), ÿâëÿþùåãîñÿ ôóíêöèåé ñïåêòðàëüíûõ õàðàêòåðèñòèê îòäåëüíûõ ñëîåâ îñòåêëåíèÿ, ïðèìåíÿþò ñëåäóþùèå ôîðìóëû:

à) äëÿ äâîéíîãî îñòåêëåíèÿ

 22 , (8)

*i*() = 2() +

1 2

b) äëÿ òðîéíîãî îñòåêëåíèÿ

 23 *.* (9)

*i*() = 3() +

3 2 2 1 2 3 1

Äëÿ ðàñ÷åòà *i* () ïî ñïåêòðàëüíûì õàðàêòåðèñòèêàì îòäåëüíûõ ñëîåâ ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî áîëåå ÷åì èç òðåõ ñëîåâ, ñóùåñòâóþò ôîðìóëû, àíàëîãè÷íûå (8) è (9). Ïîñêîëüêó ýòè ôîðìóëû î÷åíü ñëîæíû, çäåñü îíè íå ïðèâîäÿòñÿ.

Ðàñ÷åò*i*() äëÿîñòåêëåíèÿ,ñîñòîÿùåãî èç ïÿòè ñëîåâ,ìîæåòáûòü ïðîâåäåí ñïîñîáîì,îïèñàííûì â 3.3.

## 3.5 Êîýôôèöèåíòîáùåãî ïðîïóñêàíèÿñîëíå÷íîé ýíåðãèè (ñîëíå÷íûé ôàêòîð)

### 3.5.1 Îáùèå ïîëîæåíèÿ

Êîýôôèöèåíòîáùåãîïðîïóñêàíèÿñîëíå÷íîéýíåðãèè*g*ïðåäñòàâëÿåòñîáîéñóììóêîýôôèöèåíòà ïðÿìîãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *e* è êîýôôèöèåíòà âòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è âíóòðü ïîìåùåíèÿ *qi* (ñì. 3.5.3 è 3.5.6), õàðàêòåðèçóþùåãî òåïëîïåðåäà÷ó çà ñ÷åò êîíâåêöèè è äëèííîâîëíîâîãî èíôðàêðàñíîãî èçëó÷åíèÿ ÷àñòè ñîëíå÷íîé ýíåðãèè, êîòîðàÿ áûëà ïîãëîùåíà îñòåêëåíèåì:

*g* = *e* + *qi*. (10)

### 3.5.2 Ðàçäåëåíèå ïîòîêà ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ

Ïîòîê ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ, ïàäàþùèé íà åäèíèöó ïëîùàäè *e*, äåëèòñÿ íà òðè ÷àñòè (ñì. ðèñóíîê 1):

* ïðîøåäøàÿ ÷àñòü *e e*;
* îòðàæåííàÿ ÷àñòü*e e*;
* ïîãëîùåííàÿ ÷àñòü *e e*, ãäå *e* — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè (ñì. 3.5.3);

*e* — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî îòðàæåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè (ñì. 3.5.4); *e* — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè (ñì. 3.5.5).

*e* = 0,38; *qe* = 0,17; *e* = 0,41; *qi* = 0,04 (ñëåäîâàòåëüíî, *g* = 0,45)

*1* — íàðóæíûé ëèñò; *2* — âòîðîé (âíóòðåííèé) ëèñò; *3* — ïàäàþùèé ïîòîê èçëó÷åíèÿ

Ðèñóíîê 1 — Ðàçäåëåíèå ïîòîêà ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ äëÿ äâîéíîãî îñòåêëåíèÿ

Óêàçàííûå òðè õàðàêòåðèñòèêè ñâÿçàíû ìåæäó ñîáîé ñîîòíîøåíèåì

*e* + *e* + *e* = 1. (11)

Ïîãëîùåííàÿ ÷àñòü *e e* çàòåì äåëèòñÿ íà äâå ÷àñòè: *qi e* è *qe e*, ïðåäñòàâëÿþùèå ñîáîé êîëè÷åñòâî ýíåðãèè, ïåðåäàííîå, ñîîòâåòñòâåííî, âíóòðü è íàðóæó:

*e* = *qi* + *qe*, (12)

ãäå *qi* — êîýôôèöèåíò âòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è âíóòðü ïîìåùåíèÿ; *qe* — êîýôôèöèåíò âòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è íàðóæó.

#### 3.5.3 Êîýôôèöèåíòïðÿìîãî ïðîïóñêàíèÿñîëíå÷íîé ýíåðãèè

Êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *e* îñòåêëåíèÿ îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

2500íì

( )*S* (13)

*e* = 3002500íìíì ,

*S*

300íì

ãäå *S*— îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ;

() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ îñòåêëåíèÿ;

è ñïîñîá ñóììèðîâàíèÿ — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3, çà èñêëþ÷åíèåì òîãî, ÷òî äàííûå ñëåäóåò âûáèðàòü ïðè äëèíàõ âîëí, óêàçàííûõ â òàáëèöå 2.

Îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå *S*, èñïîëüçóåìîå äëÿ ðàñ÷åòà êîýôôèöèåíòà ïðÿìîãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *e*, âûáðàíî èç îáùèõ äàííûõ ïî ñîëíå÷íîìó èçëó÷åíèþ. Ñîîòâåòñòâóþùèå çíà÷åíèÿ *S* ïðèâåäåíû â òàáëèöå 2. Òàáëèöà ñîñòàâëåíà òàê, ÷òî *S*= 1.

Ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíòïðîïóñêàíèÿ ( )ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿðàññ÷èòûâàþòâ ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3.

Ï ð è ì å ÷ à í è å — Â îòëè÷èå îò ðåàëüíîé ñèòóàöèè äëÿ óïðîùåíèÿ âñåãäà èñõîäÿò èç ïðåäïîëîæåíèÿ, ÷òî ñîëíå÷íîå èçëó÷åíèå ïàäàåò íà ñòåêëî â âèäå ëó÷à è ïðàêòè÷åñêè íîðìàëüíî ê ïîâåðõíîñòè. Â ñëó÷àå íàêëîííîãî ïàäåíèÿèçëó÷åíèÿêîýôôèöèåíòûïðÿìîãîïðîïóñêàíèÿñîëíå÷íîéýíåðãèèèîáùåãîïðîïóñêàíèÿñîëíå÷íîéýíåðãèè áóäóò íåñêîëüêî ìåíüøå. Ñîëíöåçàùèòíûé ýôôåêò ñòàíîâèòñÿ çíà÷èòåëüíåå ïðè íàêëîííîì îñâåùåíèè.

#### 3.5.4 Êîýôôèöèåíòïðÿìîãî îòðàæåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè

Êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî îòðàæåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *e* îñòåêëåíèÿ îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

2500íì

*î*( )*S*

*e* = 3002500íìíì , (14)

*S*

300íì

ãäå *S*— îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ (ñì. 3.5.3);

*î*() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò íàðóæíîãî îòðàæåíèÿ îñòåêëåíèÿ;

è ñïîñîá ñóììèðîâàíèÿ — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3, çà èñêëþ÷åíèåì òîãî, ÷òî äàííûå ñëåäóåò âûáèðàòü ïðè äëèíàõ âîëí, óêàçàííûõ â òàáëèöå 2.

Ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò íàðóæíîãî îòðàæåíèÿ*î*() ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ ðàññ÷èòûâàþò â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.4.1.

**3.5.5 Êîýôôèöèåíòïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè**

Êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *e* ðàññ÷èòûâàþò ïî óðàâíåíèþ (11).

#### 3.5.6 Êîýôôèöèåíòâòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è âíóòðü ïîìåùåíèÿ

##### 3.5.6.1 Ãðàíè÷íûå óñëîâèÿ

Äëÿ ðàñ÷åòà êîýôôèöèåíòà âòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è âíóòðü ïîìåùåíèÿ *qi* íåîáõîäèìî çíàòü êîýôôèöèåíòû âíåøíåãî *he* è âíóòðåííåãî *hi* òåïëîîáìåíà. Ýòè âåëè÷èíû çàâèñÿò â îñíîâíîì îò ðàñïîëîæåíèÿ îñòåêëåíèÿ, ñêîðîñòè âåòðà, íàðóæíîé è âíóòðåííåé òåìïåðàòóðû è òåìïåðàòóðû äâóõ âíåøíèõ ïîâåðõíîñòåé îñòåêëåíèÿ.

Ïîñêîëüêó öåëüþ íàñòîÿùåãî ñòàíäàðòà ÿâëÿåòñÿ ïðåäîñòàâëåíèå áàçîâîé èíôîðìàöèè î õàðàêòåðèñòèêàõ îñòåêëåíèÿ, äëÿ óïðîùåíèÿ ïðèíÿòû ñëåäóþùèå ñòàíäàðòíûå óñëîâèÿ:

* ïîëîæåíèå îñòåêëåíèÿ: âåðòèêàëüíîå;
* íàðóæíàÿ ïîâåðõíîñòü: ñêîðîñòü âåòðà ïðèìåðíî 4 ì/ñ, îòêîððåêòèðîâàííûé êîýôôèöèåíò ýìèññèè 0,837;
* âíóòðåííÿÿ ïîâåðõíîñòü: åñòåñòâåííàÿ êîíâåêöèÿ, íîðìàëüíàÿ èçëó÷àòåëüíàÿ ñïîñîáíîñòü; - âîçäóøíûå ïðîìåæóòêè íå âåíòèëèðóþòñÿ.

Äëÿ ýòèõ ñòàíäàðòíûõ óñðåäíåííûõ óñëîâèé ïîëó÷åíû ñëåäóþùèå ñòàíäàðòíûå çíà÷åíèÿ *he* è *hi*: *he* = 23 Âò/(ì2  K);

*hi* = 36, 44,  *i*  Âò/(ì2  K),

0837,

ãäå *i* — îòêîððåêòèðîâàííûé êîýôôèöèåíò ýìèññèè âíóòðåííåé ïîâåðõíîñòè (äëÿ íàòðèé-êàëüöèé-ñèëèêàòíîãî ñòåêëà *i* = 0,837 è *hi* = 8 Âò/(ì2  K)).

Îòêîððåêòèðîâàííûé êîýôôèöèåíò ýìèññèè îïðåäåëÿþò ïî *ÃÎÑÒ Ð* 54168.

Åñëè â ñîîòâåòñòâèè ñ îñîáûìè òðåáîâàíèÿìè ïðèìåíÿþò äðóãèå ãðàíè÷íûå óñëîâèÿ, îíè äîëæíû áûòü óêàçàíû â ïðîòîêîëå èñïûòàíèé.

Çíà÷åíèÿ *i* ìåíåå 0,837 (îáóñëîâëåííûå íàëè÷èåì íà ïîâåðõíîñòè ñòåêëà ïîêðûòèÿ ñ áîëåå âûñîêèì êîýôôèöèåíòîì îòðàæåíèÿ â äàëüíåé èíôðàêðàñíîé îáëàñòè) ïðèíèìàþò â ðàñ÷åò òîëüêî ïðè óñëîâèè îòñóòñòâèÿ êîíäåíñàöèè íà ïîâåðõíîñòè ñ ïîêðûòèåì.

###### 3.5.6.2 Îäèíàðíîå îñòåêëåíèå

Êîýôôèöèåíò âòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è âíóòðü ïîìåùåíèÿ *qi* îäèíàðíîãî îñòåêëåíèÿ îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

*qi* = *e hehi hi* , (15)

ãäå *å* — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè ïî 3.5.2; *he* è *hi* — êîýôôèöèåíòû âíåøíåãî è âíóòðåííåãî òåïëîîáìåíà ïî 3.5.6.1.

###### 3.5.6.3 Äâîéíîå îñòåêëåíèå

Êîýôôèöèåíò âòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è âíóòðü ïîìåùåíèÿ *qi* äâîéíîãî îñòåêëåíèÿ îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

*qi e*11*hee*12 1 *e*2 , (16)

=

*hi he*

ãäå *e*1 — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè íàðóæíîãî (ïåðâîãî) ëèñòà â äâîéíîì îñòåêëåíèè;

*e*2 — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè âòîðîãî ëèñòà â äâîéíîì îñòåêëåíèè;

— òåðìè÷åñêîåïðîïóñêàíèåìåæäóíàðóæíîéèâíóòðåííåéïîâåðõíîñòÿìèäâîéíîãîîñòåêëåíèÿ

(ñì. ðèñóíîê 2), Âò/(ì2  Ê); *he*, *hi* — êîýôôèöèåíòû âíåøíåãî è âíóòðåííåãî òåïëîîáìåíà ïî 3.5.6.1.

*1* — ëèñò 1; *2* — ëèñò 2; *3* — íàðóæíîå ïðîñòðàíñòâî; *4* — âíóòðåííåå ïðîñòðàíñòâî

Ðèñóíîê 2 — Òåðìè÷åñêîå ïðîïóñêàíèå

Êîýôôèöèåíòû *å*1 è *å*2 îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëàì

2500íì ( ) ( ) ( )

1( ) *S*

1

1

2

1

()

()

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *å*1 | 2500íì  *S*  300íì |  |
|  | 2500íì 2( ) 1( ) *S* | (18) |

= 300íì 1 2 , (17)

300íì 1 2

1

()

()

*å*2 = 2500íì ,

*S*

300íì

ãäå 1(), 2(),1(),1(),2() — ïî 3.3;

1() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ íàðóæíîãî ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè ïàäàþùåãî èçëó÷åíèÿ, îïðåäåëÿåìûé ïî ôîðìóëå

1() = 1 – 1() – 1(), (19)

1() — ñïåêòðàëüíûéêîýôôèöèåíòïðÿìîãîïîãëîùåíèÿíàðóæíîãîëèñòà,èçìåðåííûéâíàïðàâëåíèè,ïðîòèâîïîëîæíîì ïàäàþùåìó èçëó÷åíèþ, îïðåäåëÿåìûé ïî ôîðìóëå

1() = 1 – 1() – 1(), (20)

2() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ âòîðîãî ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè ïàäàþùåãî èçëó÷åíèÿ, îïðåäåëÿåìûé ïî ôîðìóëå

2() = 1 – 2() – 2(), (21)

è ñïîñîá ñóììèðîâàíèÿ — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3, çà èñêëþ÷åíèåì òîãî, ÷òî äàííûå ñëåäóåò âûáèðàòü ïðè äëèíàõ âîëí, óêàçàííûõ â òàáëèöå 2.

Òåðìè÷åñêîå ïðîïóñêàíèå îïðåäåëÿþò ïðè ðàçíîñòè òåìïåðàòóð ïîïåðåê îáðàçöà *Ò* = 15 °C è ñðåäíåé òåìïåðàòóðå îáðàçöà 10 °C ðàñ÷åòíûì ìåòîäîì ïî ÃÎÑÒ Ð 54166 èëè ìåòîäîì èçìåðåíèÿ òåïëîâîãî ïîòîêà ïî ÃÎÑÒ Ð 54165. Ðåêîìåíäóåòñÿ ïðèìåíÿòü ðàñ÷åòíûé ìåòîä.

Åñëè â ñîîòâåòñòâèè ñ îñîáûìè òðåáîâàíèÿìè äëÿ îïðåäåëåíèÿ òåðìè÷åñêîãî ïðîïóñêàíèÿ óñòàíàâëèâàþò äðóãóþ ðàçíîñòü òåìïåðàòóð ïîïåðåê îáðàçöà *Ò* è/èëè äðóãóþ ñðåäíþþ òåìïåðàòóðó îáðàçöà, ýòî äîëæíî áûòü óêàçàíî â ïðîòîêîëå èñïûòàíèé (ñì. ðàçäåë 4).

##### 3.5.6.4 Ìíîãîñëîéíîå îñòåêëåíèå ñ êîëè÷åñòâîì ñëîåâ *n* > 2

Êîýôôèöèåíò âòîðè÷íîé òåïëîïåðåäà÷è âíóòðü ïîìåùåíèÿ *qi* ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî áîëåå ÷åì èç äâóõ ñëîåâ, îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

*e*1 *e*2 *e*3 *en e*2 *e*3 *en e*3 *en*  *en* (22)

*e*

*h*

12

23

*n*

*n*

(

)

1

1

1

1

1

1

*qi* =,

*hi he* 12 23 (*n*1)*n*

ãäå *å*1 — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè íàðóæíîãî (ïåðâîãî) ëèñòà *n*-ñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ;

*å*2 — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè âòîðîãî ëèñòà *n*-ñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ;

*ån* — êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *n*-ãî (âíóòðåííåãî) ëèñòà *n*-ñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ;

*he*, *hi* — êîýôôèöèåíòû âíåøíåãî è âíóòðåííåãî òåïëîîáìåíà ïî 3.5.6.1;

12 — òåðìè÷åñêîåïðîïóñêàíèåìåæäóíàðóæíîéïîâåðõíîñòüþíàðóæíîãî(ïåðâîãî)ëèñòàèöåíòðîì âòîðîãî ëèñòà (ñì. ðèñóíîê 3);

23 — òåðìè÷åñêîå ïðîïóñêàíèå ìåæäó öåíòðîì âòîðîãî ëèñòà è öåíòðîìòðåòüåãîëèñòà(ñì.ðèñóíîê 3);

(*n* – 1)*n* — òåðìè÷åñêîå ïðîïóñêàíèå ìåæäó öåíòðîì (*n* – 1)-ãî ëèñòà è âíóòðåííåé ïîâåðõíîñòüþ *n*-ãî (âíóòðåííåãî) ëèñòà (ñì. ðèñóíîê 3).

Ï ð è ì å ÷ à í è å — Äëÿ òðîéíîãî îñòåêëåíèÿ ëèñò 3 ñîîòâåòñòâóåò ëèñòó *n*.

*1* — ëèñò 1; *2* — ëèñò 2; *3* — ëèñò 3; *4* — ëèñò (*n* – 1); *5* — ëèñò *n*; *6* — âíåøíåå ïðîñòðàíñòâî; *7* — âíóòðåííåå ïðîñòðàíñòâî

Ðèñóíîê 3 — Òåðìè÷åñêîå ïðîïóñêàíèå 12, 23, …, (*n*–1)*n*

Òåðìè÷åñêîå ïðîïóñêàíèå 12, 23, …, (*n* – 1)*n* îïðåäåëÿþò ïîâòîðåíèåì ïðîöåäóðû ðàñ÷åòà ïî ÃÎÑÒ Ð 54166.

Ðàñ÷åòêîýôôèöèåíòîâïðÿìîãîïîãëîùåíèÿñîëíå÷íîéýíåðãèè*å*1,*å*2,…,*ån* ïðîâîäÿòñ èñïîëüçîâàíèåì ìåòîäîâ, óêàçàííûõ â 3.5.6.3.

Ðàñ÷åò êîýôôèöèåíòîâ ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî èç *n* êîìïîíåíòîâ, âêëþ÷àåò (*n* – 1) ýòàïîâ.

à) Ïåðâûé ýòàï

Îïðåäåëÿþò ñïåêòðàëüíûå õàðàêòåðèñòèêè ýëåìåíòà îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî èç (*n* – 1) ñëîåâ: 2, 3, …, *n*, — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3 è 3.4.1. Çàòåì ýòîò ýëåìåíò êîìáèíèðóþò ñ ïåðâûì (íàðóæíûì) ëèñòîì êàê äâîéíîå îñòåêëåíèå. Îïðåäåëÿþò *å*1 ïî (17).

b) Âòîðîé ýòàï

Îïðåäåëÿþòñïåêòðàëüíûåõàðàêòåðèñòèêèýëåìåíòàîñòåêëåíèÿ,ñîñòîÿùåãîèç(*n*–2)ñëîåâ:3,…, *n*, — è ñïåêòðàëüíûå õàðàêòåðèñòèêè äâîéíîãî îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî èç ëèñòîâ 1 è 2. Çàòåì ýòè ýëåìåíòû êîìáèíèðóþò êàê äâîéíîå îñòåêëåíèå, äëÿ êîòîðîãî îïðåäåëÿþò ñóììó *å*1 + *å*2 ïî (17) è, çíàÿ çíà÷åíèå*å*1 èçïåðâîãîýòàïà,ïîëó÷àþò*å*2.Òàêóþïðîöåäóðóïîâòîðÿþòäîïîñëåäíåãî(*n*–1)-ãîýòàïà. c) (*n* – 1)-é ýòàï

Îïðåäåëÿþò ñïåêòðàëüíûå õàðàêòåðèñòèêè ýëåìåíòà îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî èç (*n* – 1) ñëîåâ: 1, 2, …, (*n* – 1). Çàòåì ýòîò ýëåìåíò êîìáèíèðóþò ñ *n*-ì (âíóòðåííèì) ëèñòîì êàê äâîéíîå îñòåêëåíèå. Ñóììó

*e*1, *e*2, …,.*e*(*n* – 1) îïðåäåëÿþò ïî (17) è, çíàÿ èç ïðåäûäóùèõ ýòàïîâ çíà÷åíèÿ *e*1, *e*2, …, *e*(*n* – 2), îïðåäåëÿþò *e*(*n* – 1). Îïðåäåëÿþò *en* ïî (18).

Êîýôôèöèåíòû ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *å*1, *å*2 è *å*3, ÿâëÿþùèåñÿ ôóíêöèÿìè ñïåêòðàëüíûõ õàðàêòåðèñòèê îòäåëüíûõ ñëîåâ òðîéíîãî îñòåêëåíèÿ, îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëàì:

( )  1( ) 1( ) 2( )[ 2( ) 3( )] 1( ) 2( ) ( ) ( )*S*

1

2

1

1

3

3

2

2

1

2

2

1

1

()

()

[

()

()][

()]

3

1

300

2500

()

()

íì

íì

|  |  |
| --- | --- |
| *å*1 | 2500íì  *S*  300íì |

=, (23)

2500íì 1( ) 2( )[ 2( ) 3( )] 1( ) ( ) ( ) ( ) *S*

2

2

3

1

1

[

2

3

2

2

1

2

1

3

1

()

()][

()

()]

()

()

()

|  |  |
| --- | --- |
| *å*2 | 2500íì  *S*  300íì |

= 300íì , (24)

2500íì 1( ) 2 ( ) 3( ) 2  1( )3( )*S* (25)

300íì

*å*3 = [1 1( ) 2( )] [1 25002( )íì 3( )] 2( ) ,

*S*

300íì

ãäå 1(), 2(), 3(),1(), 1(),2(), 2(),3() — ïî 3.3;

1(), 1(), 2() — ïî 3.5.6.3;

2() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ âòîðîãî ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè, ïðîòèâîïîëîæíîì ïàäàþùåìó èçëó÷åíèþ, îïðåäåëÿåìûé ïî ôîðìóëå

2() = 1 – 2()– 2(); (26)

3() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ òðåòüåãî ëèñòà, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè ïàäàþùåãî èçëó÷åíèÿ, îïðåäåëÿåìûé ïî ôîðìóëå

3() = 1 – 3()– 3(); (27)

è ñïîñîá ñóììèðîâàíèÿ — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3, çà èñêëþ÷åíèåì òîãî, ÷òî äàííûå ñëåäóåò âûáèðàòü ïðè äëèíàõ âîëí, óêàçàííûõ â òàáëèöå 2.

Ôîðìóëû äëÿ ðàñ÷åòà êîýôôèöèåíòîâ ïðÿìîãî ïîãëîùåíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè *å*1, *å*2, …, *ån*, ÿâëÿþùèõñÿ ôóíêöèÿìè îòäåëüíûõ ñëîåâ îñòåêëåíèÿ, ñîñòîÿùåãî áîëåå ÷åì èç òðåõ ñëîåâ, î÷åíü ñëîæíû è ïîýòîìó çäåñü íå ïðèâîäÿòñÿ.

#### 3.5.7 Îáùåå ïðîïóñêàíèå ñîëíå÷íîé ýíåðãèè

Îáùåå êîëè÷åñòâî ñîëíå÷íîé ýíåðãèè, ïðîøåäøåå â ïîìåùåíèå ÷åðåç åäèíèöó ïëîùàäè îñòåêëåíèÿ *ei*, îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

*ei* = *eg*, (28)

ãäå *e* — ïîòîê ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ, ïàäàþùèé íà åäèíèöó ïëîùàäè; *g* — êîýôôèöèåíò îáùåãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè îñòåêëåíèÿ.

Çíà÷åíèÿ *e* óêàçàíû â ñîîòâåòñòâóþùèõ òàáëèöàõ ìåòåîðîëîãè÷åñêîé ëèòåðàòóðû.

#### 3.5.8 Äîïîëíèòåëüíàÿ òåïëîïåðåäà÷à

Åñëèòåìïåðàòóðàâïîìåùåíèè*Òi* îòëè÷àåòñÿîòíàðóæíîéòåìïåðàòóðû*To*,òîïîìèìî *ei* ïðîèñõîäèò äîïîëíèòåëüíàÿ ïåðåäà÷à òåïëà. Ýòîò äîïîëíèòåëüíûé òåïëîâîé ïîòîê *qz* îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

*qz* = *U*(*To* – *Ti*), (29)

ãäå *U* — êîýôôèöèåíò òåïëîïåðåäà÷è îñòåêëåíèÿ, îïðåäåëÿåìûé ïî ÃÎÑÒ Ð 54166 èëè ÃÎÑÒ Ð 54165.

### 3.6 ÊîýôôèöèåíòÓÔ-ïðîïóñêàíèÿ

Êîýôôèöèåíò ÓÔ-ïðîïóñêàíèÿ îñòåêëåíèÿ ïðåäñòàâëÿåò ñîáîé äîëþ ïðîøåäøåãî ÷åðåç îñòåêëåíèå ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ â äèàïàçîíå äëèí âîëí îò 300 äî 380 íì (äèàïàçîí ÓÔ-Â îò 300 äî 315 íì, äèàïàçîí ÓÔ-À îò 315 äî 380 íì). Îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå *S*, èñïîëüçóåìîå äëÿ ðàñ÷åòà êîýôôèöèåíòà ÓÔ-ïðîïóñêàíèÿ, âûáðàíî èç îáùèõ äàííûõ ïî ñîëíå÷íîìó èçëó÷åíèþ, ÷òî ñîîòâåòñòâóåò äàííûì, èñïîëüçóåìûì äëÿ ðàñ÷åòà êîýôôèöèåíòà ïðÿìîãî ïðîïóñêàíèÿ ñîëíå÷íîé ýíåðãèè (ñì. 3.5.3). Â òàáëèöå 3 ïðèâåäåíû çíà÷åíèÿ *S* äëÿ èíòåðâàëà äëèí âîëí 5 íì â ÓÔ-äèàïàçîíå. Òàáëèöà ñîñòàâëåíà òàê, ÷òî *S*= 1 äëÿ âñåãî ÓÔ-äèàïàçîíà.

Êîýôôèöèåíò ÓÔ-ïðîïóñêàíèÿ *UV* îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

380íì

( )*S*

*UV* = 300380íìíì , (30)

*S*

300íì

ãäå *S*— îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ÓÔ-èçëó÷åíèÿ;

() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ îñòåêëåíèÿ (ñì. 3.3);

è ñïîñîá ñóììèðîâàíèÿ — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3, çà èñêëþ÷åíèåì òîãî, ÷òî äàííûå ñëåäóåò âûáèðàòü ïðè äëèíàõ âîëí, óêàçàííûõ â òàáëèöå 3.

Òàêîå óñðåäíåíèå ðàñïðîñòðàíÿåòñÿíà âåñü îïðåäåëÿåìûéÓÔ-äèàïàçîíñîëíå÷íîãî ñïåêòðà.Ýòî ìîæåò íå ñîîòíîñèòüñÿ ñ âðåäíûì âîçäåéñòâèåì ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ íà ìàòåðèàëû è êîæó.

### 3.7 ÊîýôôèöèåíòÌÊÎ âðåäíîãî âîçäåéñòâèÿ

Êîýôôèöèåíò ÌÊÎ âðåäíîãî âîçäåéñòâèÿ *df* (ñì. [6]) îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëàì:

|  |  |
| --- | --- |
| *df* = 300600íìíì ,  *C S*  300íì | (31) |
| *C*= *e*–0,012 ( â íàíîìåòðàõ), | (32) |

600íì ( )*C S*

ãäå *S*— îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ;

() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ îñòåêëåíèÿ (ñì. 3.3);

èñïîñîáñóììèðîâàíèÿ — âñîîòâåòñòâèèñ3.3,çàèñêëþ÷åíèåìòîãî,÷òîäàííûåñëåäóåòâûáèðàòü ïðè äëèíàõ âîëí, óêàçàííûõ â òàáëèöå 4.

Â òàáëèöå 4 ïðèâåäåíû çíà÷åíèÿ *ÑS*. Òàáëèöà ñîñòàâëåíà òàê, ÷òî *C S* = 1 äëÿ äèàïàçîíà äëèí âîëí îò 300 äî 600 íì.

Òàêîå óñðåäíåíèå ðàñïðîñòðàíÿåòñÿ íà ÓÔ-äèàïàçîí è ÷àñòü âèäèìîãî äèàïàçîíà ñîëíå÷íîãî ñïåêòðà, êîòîðûå ìîãóò îêàçûâàòü âðåäíîå âîçäåéñòâèå íà ìàòåðèàëû.

### 3.8 Êîýôôèöèåíòâðåäíîãî âîçäåéñòâèÿíà êîæó

Êîýôôèöèåíò âðåäíîãî âîçäåéñòâèÿ íà êîæó *Fsd* (ñì. [7]) îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

400íì

( )*E S*

300íì (33)

*Fsd* = 400íì *,*

*E S*

300íì

ãäå *S*— îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ;

*E*— ñïåêòð ýðèòåìíîãî äåéñòâèÿ ïî ÌÊÎ;

() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ îñòåêëåíèÿ (ñì.3.3);

è ñïîñîá ñóììèðîâàíèÿ — â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.3, çà èñêëþ÷åíèåì òîãî, ÷òî äàííûå ñëåäóåò âûáèðàòü ïðè äëèíàõ âîëí, óêàçàííûõ â òàáëèöå 5.

Âòàáëèöå5ïðèâåäåíûçíà÷åíèÿ *E S* .Òàáëèöàñîñòàâëåíàòàê,÷òî *E S* = 1äëÿäèàïàçîíà äëèí âîëí îò 300 äî 400 íì.

Òàêîå óñðåäíåíèå ðàñïðîñòðàíÿåòñÿ íà ÓÔ-äèàïàçîí è ÷àñòü âèäèìîãî äèàïàçîíà ñîëíå÷íîãî ñïåêòðà, êîòîðûå ìîãóò îêàçûâàòü âðåäíîå âîçäåéñòâèå íà êîæó.

### 3.9 Öâåòîïåðåäà÷à

Öâåòîïåðåäà÷ó ïðîøåäøåãî ÷åðåç îñòåêëåíèå ñâåòà õàðàêòåðèçóþò îáùèì èíäåêñîì öâåòîïåðåäà÷è *Ra*. *Ra* ðàññ÷èòûâàþò ïî ìåòîäó îïðåäåëåíèÿ öâåòà, óòâåðæäåííîìó Ìåæäóíàðîäíîé êîìèññèåé ïî îñâåùåíèþ (ÌÊÎ) â êà÷åñòâå ðåêîìåíäóåìîãî ìåòîäà îïðåäåëåíèÿ öâåòîïåðåäà÷è èñòî÷íèêîâ ñâåòà, êîòîðûé òàêæå ìîæíî èñïîëüçîâàòü äëÿ îïðåäåëåíèÿ èçìåíåíèé äíåâíîãî ñâåòà.

Äëÿ îïðåäåëåíèÿ îáùåãî èíäåêñà öâåòîïåðåäà÷è îñòåêëåíèÿ ïðè ïðîïóñêàíèè ñâåòà *Ra* èñïîëüçóþòñòàíäàðòíûéèñòî÷íèê ñâåòà *D*65 èîòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå *D*(),ñîîòâåòñòâóþ-

ùåå èñòî÷íèêó ñâåòà, ïðè êîòîðîì îïðåäåëÿþò îáùèé èíäåêñ öâåòîïåðåäà÷è *Ra*, ãäå

*D*— ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ìîùíîñòè *D*65;

() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ îñòåêëåíèÿ (ñì. 3.3).

Ïîñëå çíà÷åíèÿ *Ra* â ñêîáêàõ ñëåäóåò óêàçûâàòü îáîçíà÷åíèå èñòî÷íèêà ñâåòà *D*65, íàïðèìåð,

*Ra* = 90 (*D*65).

Ìàêñèìàëüíî âîçìîæíîå çíà÷åíèå *Ra* ðàâíî 100. Ýòî çíà÷åíèå ìîæåò áûòü äîñòèãíóòî, åñëè ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ îñòåêëåíèÿ ïîñòîÿíåí âî âñåì âèäèìîì äèàïàçîíå. Â îñâåòèòåëüíîé òåõíèêå çíà÷åíèÿ îáùåãî èíäåêñà öâåòîïåðåäà÷è *Ra* > 90 õàðàêòåðèçóþò î÷åíü õîðîøóþ, à *Ra* > 80 — õîðîøóþ ïåðåäà÷ó öâåòà.

# 4 Êîíòðîëüíûåçíà÷åíèÿ

Õàðàêòåðèñòèêè ïî íàñòîÿùåìó ñòàíäàðòó ñëåäóåò îïðåäåëÿòü â ñîîòâåòñòâèè ñ 3.5.6.1, ãäå ïðåäñòàâëåíû ÷åòêî îïðåäåëåííûå óñðåäíåííûå ãðàíè÷íûå óñëîâèÿ. Òàêèì îáðàçîì ïîëó÷àþò áàçîâóþ èíôîðìàöèþ î õàðàêòåðèñòèêàõ îñòåêëåíèÿ è âîçìîæíîñòü ñðàâíåíèÿ ðàçëè÷íûõ âèäîâ ïðîäóêöèè.

Â íåêîòîðûõ ñëó÷àÿõ ïðè ñïåöèàëüíûõ òðåáîâàíèÿõ ê ïðîäóêöèè õàðàêòåðèñòèêè ïî íàñòîÿùåìó ñòàíäàðòó ìîãóò áûòü îïðåäåëåíû ïðè äðóãèõ ãðàíè÷íûõ óñëîâèÿõ:

* ñòàíäàðòíûå çíà÷åíèÿ êîýôôèöèåíòîâ âíåøíåãî è âíóòðåííåãî òåïëîîáìåíà (ñì. 3.5.6.1) ìîãóò áûòü çàìåíåíû äðóãèìè çíà÷åíèÿìè;
* äëÿ îïðåäåëåíèÿ òåðìè÷åñêîãî ïðîïóñêàíèÿ (ñì. 3.5.6.3 è 3.5.6.4) ñòàíäàðòíûå çíà÷åíèÿ (ò. å.

ñðåäíÿÿ òåìïåðàòóðà îáðàçöà 10 °C è ðàçíîñòü òåìïåðàòóð ïîïåðåê îáðàçöà *Ò* = 15 °C) ìîãóò áûòü çàìåíåíû äðóãèìè çíà÷åíèÿìè.

Åñëè ñòàíäàðòíûå óñëîâèÿ, ïðèâåäåííûå â 3.5.6.1, èçìåíåíû, êàê óêàçàíî âûøå, â ïðîòîêîëå èñïûòàíèé ýòî íåîáõîäèìî îòìåòèòü è óêàçàòü, êàê èìåííî.

# 5 Ïðîòîêîëèñïûòàíèé

Ïðîòîêîë èñïûòàíèé äîëæåí ñîäåðæàòü ñëåäóþùóþ èíôîðìàöèþ:

* çíà÷åíèÿ îïðåäåëÿåìûõ õàðàêòåðèñòèê;
* êîëè÷åñòâî è òîëùèíó ëèñòîâ ñòåêëà â îñòåêëåíèè;
* òèï è ïîëîæåíèå ëèñòîâ (äëÿ ìíîãîñëîéíîãî îñòåêëåíèÿ), îáîçíà÷åííûõ êàê íàðóæíûé ëèñò, âòîðîé ëèñò è ò. ä.;
* ïîçèöèþ ïîêðûòèÿ (ïîêðûòèé) (äëÿ ñòåêëà ñ ïîêðûòèåì), ñ îáîçíà÷åíèåì ïîâåðõíîñòåé ëèñòîâ 1, 2, 3 è ò. ä., íà÷èíàÿ îò íàðóæíîé ïîâåðõíîñòè íàðóæíîãî ëèñòà;
* òèïîáîðóäîâàíèÿ,ïðèìåíÿåìîãîäëÿîïòè÷åñêèõèçìåðåíèé(ñóêàçàíèåì,åñëèèñïîëüçîâàëèñü, ïðèñòàâêè äëÿ èçìåðåíèÿ êîýôôèöèåíòîâ îòðàæåíèÿ èëè èíòåãðèðóþùåé ñôåðû è ýòàëîíîâ äëÿ èçìåðåíèé â îòðàæåíèè);
* ãðàíè÷íûå óñëîâèÿ, åñëè îíè îòëè÷àþòñÿ îò ñòàíäàðòíûõ çíà÷åíèé (ñì. ðàçäåë 4).

Îáùèé èíäåêñ öâåòîïåðåäà÷è *Ra* äîëæåí áûòü âûðàæåí äâóìÿ çíà÷àùèìè öèôðàìè, îñòàëüíûå õàðàêòåðèñòèêè — ÷èñëàìè ñ äâóìÿ çíàêàìè ïîñëå çàïÿòîé.

Ò à á ë è ö à 1 — Íîðìàëèçîâàííîå îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå *DV*()

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| , íì | *DV*() 102 | , íì | *DV*() 102 |
| 380 | 0 | 590 | 6,3306 |
| 390 | 0,0005 | 600 | 5,3542 |
| 400 | 0,0030 | 610 | 4,2491 |
| 410 | 0,0103 | 620 | 3,1502 |
| 420 | 0,0352 | 630 | 2,0812 |
| 430 | 0,0948 | 640 | 1,3810 |
| 440 | 0,2274 | 650 | 0,8070 |
| 450 | 0,4192 | 660 | 0,4612 |
| 460 | 0,6663 | 670 | 0,2485 |
| 470 | 0,9850 | 680 | 0,1255 |
| 480 | 1,5189 | 690 | 0,0536 |
| 490 | 2,1336 | 700 | 0,0276 |
| 500 | 3,3491 | 710 | 0,0146 |
| 510 | 5,1393 | 720 | 0,0057 |
| 520 | 7,0523 | 730 | 0,0035 |
| 530 | 8,7990 | 740 | 0,0021 |
| 540 | 9,4427 | 750 | 0,0008 |
| 550 | 9,8077 | 760 | 0,0001 |
| 560 | 9,4306 | 770 | 0,0000 |
| 570 | 8,6891 | 780 | 0,0000 |
| 580 | 7,8994 |
| Íîðìàëèçîâàííîå îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå *D*èñòî÷íèêà ñâåòà *D*65, óìíîæåííîå íà ñïåêòðàëüíóþ ýôôåêòèâíîñòü îñâåùåíèÿ *V*() è íà èíòåðâàë äëèí âîëí . Çíà÷åíèÿ, ïðèâåäåííûå â òàáëèöå, ðàññ÷èòàíû ïî ïðàâèëó òðàïåöèè. | | | |

Ò à á ë è ö à 2 — Íîðìàëèçîâàííîå îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå îáùåãî ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| , íì | *S* | , íì | S |
| 300 | 0 | 680 | 0,012838 |
| 305 | 0,000057 | 690 | 0,011788 |
| 310 | 0,000236 | 700 | 0,012453 |
| 315 | 0,000554 | 710 | 0,012798 |
| 320 | 0,000916 | 720 | 0,010589 |
| 325 | 0,001309 | 730 | 0,011233 |
| 330 | 0,001914 | 740 | 0,012175 |
| 335 | 0,002018 | 750 | 0,012181 |
| 340 | 0,002189 | 760 | 0,009515 |
| 345 | 0,002260 | 770 | 0,010479 |
| 350 | 0,002445 | 780 | 0,011381 |
| 355 | 0,002555 | 790 | 0,011262 |
| 360 | 0,002683 | 800 | 0,028718 |
| 365 | 0,003020 | 850 | 0,048240 |
| 370 | 0,003359 | 900 | 0,040297 |
| 375 | 0,003509 | 950 | 0,021384 |
| 380 | 0,003600 | 1000 | 0,036097 |
| 385 | 0,003529 | 1050 | 0,034110 |
| 390 | 0,003551 | 1100 | 0,018861 |
| 395 | 0,004294 | 1150 | 0,013228 |
| 400 | 0,007812 | 1200 | 0,022551 |
| 410 | 0,011638 | 1250 | 0,023376 |
| 420 | 0,011877 | 1300 | 0,017756 |
| 430 | 0,011347 | 1350 | 0,003743 |
| 440 | 0,013246 | 1400 | 0,000741 |
| 450 | 0,015343 | 1450 | 0,003792 |
| 460 | 0,016166 | 1500 | 0,009693 |
| 470 | 0,016178 | 1550 | 0,013693 |
| 480 | 0,016402 | 1600 | 0,012203 |
| 490 | 0,015794 | 1650 | 0,010615 |
| 500 | 0,015801 | 1700 | 0,007256 |
| 510 | 0,015973 | 1750 | 0,007183 |
| 520 | 0,015357 | 1800 | 0,002157 |
| 530 | 0,015867 | 1850 | 0,000398 |
| 540 | 0,015827 | 1900 | 0,000082 |
| 550 | 0,015844 | 1950 | 0,001087 |
| 560 | 0,015590 | 2000 | 0,003024 |
| 570 | 0,015256 | 2050 | 0,003988 |
| 580 | 0,014745 | 2100 | 0,004229 |
| 590 | 0,014330 | 2150 | 0,004142 |
| 600 | 0,014663 | 2200 | 0,003690 |
| 610 | 0,015030 | 2250 | 0,003592 |
| 620 | 0,014859 | 2300 | 0,003436 |
| 630 | 0,014622 | 2350 | 0,003163 |
| 640 | 0,014526 | 2400 | 0,002233 |
| 650 | 0,014445 | 2450 | 0,001202 |
| 660 | 0,014313 | 2500 | 0,000475 |
| 670 | 0,014023 |
| Íîðìàëèçîâàííîå îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå îáùåãî ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ (ïðÿìîãî è ðàññåÿííîãî) *S*äëÿ âîçäóøíîé ìàññû 1,5, óìíîæåííîå íà èíòåðâàë äëèí âîëí . Çíà÷åíèÿ, ïðèâåäåííûå â òàáëèöå, ðàññ÷èòàíû ïî ïðàâèëó òðàïåöèè. | | | |

Ò à á ë è ö à 3 — Íîðìàëèçîâàííîå îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ÓÔ-÷àñòè îáùåãî ñïåêòðà ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| , íì | *S* | , íì | *S* |
| 300 | 0 | 345 | 0,073326 |
| 305 | 0,001859 | 350 | 0,079330 |
| 310 | 0,007665 | 355 | 0,082894 |
| 315 | 0,017961 | 360 | 0,087039 |
| 320 | 0,029732 | 365 | 0,097963 |
| 325 | 0,042466 | 370 | 0,108987 |
| 330 | 0,062108 | 375 | 0,113837 |
| 335 | 0,065462 | 380 | 0,058351 |
| 340 | 0,071020 |
| Íîðìàëèçîâàííîå îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ÓÔ-÷àñòè îáùåãî ñïåêòðà ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ (ïðÿìîãî è ðàññåÿííîãî) *S*äëÿ âîçäóøíîé ìàññû 1,5, óìíîæåííîå íà èíòåðâàë äëèí âîëí . Çíà÷åíèÿ, ïðèâåäåííûå â òàáëèöå, ðàññ÷èòàíû ïî ïðàâèëó òðàïåöèè. | | | |

Ò à á ë è ö à 4 — Êîýôôèöèåíòû íîðìàëèçîâàííîãî îòíîñèòåëüíîãî ñïåêòðàëüíîãî ðàñïðåäåëåíèÿ äëÿ ðàñ÷åòà êîýôôèöèåíòà ÌÊÎ âðåäíîãî âîçäåéñòâèÿ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| , íì | *C S* | , íì | *C S* |
| 300 | 0 | 410 | 0,057799 |
| 305 | 0,001003 | 420 | 0,052317 |
| 310 | 0,003896 | 430 | 0,044328 |
| 315 | 0,008597 | 440 | 0,045896 |
| 320 | 0,013402 | 450 | 0,047150 |
| 325 | 0,018028 | 460 | 0,044062 |
| 330 | 0,024831 | 470 | 0,039108 |
| 335 | 0,024648 | 480 | 0,035167 |
| 340 | 0,025183 | 490 | 0,030034 |
| 345 | 0,024487 | 500 | 0,026650 |
| 350 | 0,024949 | 510 | 0,023893 |
| 355 | 0,024551 | 520 | 0,020373 |
| 360 | 0,024278 | 530 | 0,018671 |
| 365 | 0,025734 | 540 | 0,016517 |
| 370 | 0,026962 | 550 | 0,014665 |
| 375 | 0,026522 | 560 | 0,012799 |
| 380 | 0,025624 | 570 | 0,011108 |
| 385 | 0,023656 | 580 | 0,009522 |
| 390 | 0,022418 | 590 | 0,008208 |
| 395 | 0,025529 | 600 | 0,003695 |
| 400 | 0,043742 |
| Íîðìàëèçîâàííîå îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ÓÔ-äèàïàçîíà è ÷àñòè âèäèìîãî äèàïàçîíà îáùåãî ñïåêòðà ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ (ïðÿìîãî è ðàññåÿííîãî) *S*äëÿ âîçäóøíîé ìàññû 1,5, óìíîæåííîå íà èíòåðâàë äëèí âîëí è íà êîýôôèöèåíò ÌÊÎ âðåäíîãî âîçäåéñòâèÿ (ñì. [6]). Çíà÷åíèÿ, ïðèâåäåííûå â òàáëèöå, ðàññ÷èòàíû ïî ïðàâèëó òðàïåöèè. | | | |

Ò à á ë è ö à 5 — Êîýôôèöèåíòû íîðìàëèçîâàííîãî îòíîñèòåëüíîãî ñïåêòðàëüíîãî ðàñïðåäåëåíèÿ äëÿ ðàñ÷åòà êîýôôèöèåíòà âðåäíîãî âîçäåéñòâèÿ íà êîæó

|  |  |
| --- | --- |
| , íì | *E S* |
| 300 | 0 |
| 305 | 0,168176 |
| 310 | 0,230555 |
| 315 | 0,187429 |
| 320 | 0,102699 |
| 325 | 0,050895 |
| 330 | 0,034134 |
| 335 | 0,030432 |
| 340 | 0,027729 |
| 345 | 0,024094 |
| 350 | 0,021930 |
| 355 | 0,019298 |
| 360 | 0,017028 |
| 365 | 0,016157 |
| 370 | 0,015108 |
| 375 | 0,013298 |
| 380 | 0,011471 |
| 385 | 0,009440 |
| 390 | 0,008009 |
| 395 | 0,008165 |
| 400 | 0,003953 |
| Íîðìàëèçîâàííîå îòíîñèòåëüíîå ñïåêòðàëüíîå ðàñïðåäåëåíèå ÓÔ-äèàïàçîíà è ÷àñòè âèäèìîãî äèàïàçîíà îáùåãî ñïåêòðà ñîëíå÷íîãî èçëó÷åíèÿ (ïðÿìîãî è ðàññåÿííîãî) *S*äëÿ âîçäóøíîé ìàññû 1,5, óìíîæåííîå íà èíòåðâàë äëèí âîëí è íà ñïåêòð ýðèòåìíîãî äåéñòâèÿ ïî ÌÊÎ (ñì. [7]). Çíà÷åíèÿ, ïðèâåäåííûå â òàáëèöå, ðàññ÷èòàíû ïî ïðàâèëó òðàïåöèè. | |

**Ïðèëîæåíèå À**

**(îáÿçàòåëüíîå)**

**Ìåòîäû ðàñ÷åòà**

**À.1 Ìåòîäû ðàñ÷åòà ñïåêòðàëüíûõ êîýôôèöèåíòîâ ïðîïóñêàíèÿ è îòðàæåíèÿ ïëàñòèíû ñòåêëà áåç ïîêðûòèÿòîëùèíîé*y*ïîèçìåðåííîìóñïåêòðàëüíîìóêîýôôèöèåíòóïðîïóñêàíèÿïëàñòèíûñòåêëàòîëùèíîé *x***

Åñëè èçâåñòíû ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ *x*() ïëàñòèíû ñòåêëà òîëùèíîé *x* è êîýôôèöèåíò ïðåëîìëåíèÿýòîãîñòåêëà ()(äëÿíàòðèé-êàëüöèé-ñèëèêàòíîãîñòåêëàñì.[8]),òîñïåêòðàëüíûéêîýôôèöèåíòïðîïóñêàíèÿ äëÿ òîëùèíû *y* îïðåäåëÿþò ïî ôîðìóëå

*y* () = [ *s*( )]2 *i y*, ( ), (À.1)

*s i y*,

|  |  |
| --- | --- |
| ãäå *s*() — êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ íà ãðàíèöå âîçäóõ — ñòåêëî, îïðåäåëÿåìûé ïî ôîðìóëå |  |
| (! = ( ) 1%2, " | (A.2) |

*s* $ ( )  1'&

#

*i*, *y*() — êîýôôèöèåíò âíóòðåííåãî ïðîïóñêàíèÿ ïëàñòèíû ñòåêëà òîëùèíîé *ó*, îïðåäåëÿåìûé ïî ôîðìóëå

*y*

*i*, *y* () = [*i*, *x* ()] *x* , (A.3)

ãäå *i*, *x*() — êîýôôèöèåíò âíóòðåííåãî ïðîïóñêàíèÿ ïëàñòèíû ñòåêëà òîëùèíîé *x*, îïðåäåëÿåìûé ïî èçìåðåííîìó

ñïåêòðàëüíîìó êîýôôèöèåíòó ïðîïóñêàíèÿ ýòîé ïëàñòèíû ïî ôîðìóëå

1

*i*, *x* () = . (A.4)

[(

())

()

()]

[

()]

1

4

1

4

2

2

2

2

*s*

*x*

*s*

*s*

*s x*

Ïîäîáíûì îáðàçîì ðàññ÷èòûâàþò ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ äëÿ òîëùèíû *y* ïî ôîðìóëå

 *y* () = *s* () 1 [ *s*( )]2 2*i y*, ( ). (A.5)

*s i y*,

***Ïðèìåð***

***Ïëàñòèíàçåëåíîãîñòåêëàòîëùèíîé3,0ììñîãëàñíîèçìåðåíèÿìèìååòïðè550íìñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ 0,83 è êîýôôèöèåíò ïðåëîìëåíèÿ 1,525. Òðåáóåòñÿ ðàññ÷èòàòü êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ òàêîãî æå ñòåêëà òîëùèíîé 5 ìì. Ðåøåíèå x = 3,00;***

***x = 0,83;***  ***= 1,525; ó = 5,00;***

***ïî (À.2) îïðåäåëÿþòs = 0,0432; ïî (À.4) îïðåäåëÿþòi, x = 0,9053; ïî (À.3) îïðåäåëÿþòi, y = 0,8472; ïî (À.1) îïðåäåëÿþòy = 0,7766, îêðóãëÿþò äî 0,78; ïî (À.5) îïðåäåëÿþòy = 0,0717, îêðóãëÿþò äî 0,07.***

**A.2 Ìåòîäû ðàñ÷åòà ñïåêòðàëüíûõ êîýôôèöèåíòîâ ïðîïóñêàíèÿ è îòðàæåíèÿ ïëàñòèíû ñòåêëà òîëùèíîé*y*ñïîêðûòèåìïîñïåêòðàëüíûìêîýôôèöèåíòàìïðîïóñêàíèÿèîòðàæåíèÿïëàñòèíûäðóãîãîñòåêëà òîëùèíîé *x*, èìåþùåé òàêîå æå ïîêðûòèå òîé æå òîëùèíû**

À.2.1 Â ïðèâåäåííûõ íèæå ôîðìóëàõ ïðèìåíåíû ñëåäóþùèå îáîçíà÷åíèÿ ôîòîìåòðè÷åñêèõ õàðàêòåðèñòèê ïîêðûòèÿ â ñèñòåìå âîçäóõ — ïîêðûòèå — ñòåêëî (ñì. ðèñóíîê À.1):

*r*1() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ ïîêðûòèÿ äëÿ ëó÷à, ïàäàþùåãî íà ïîêðûòèå ñî ñòîðîíû

âîçäóõà; *r*2() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ ïîêðûòèÿ äëÿ ëó÷à, ïàäàþùåãî íà ïîêðûòèå ñî ñòîðîíû

ñòåêëà; *tc*() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ ñèñòåìû âîçäóõ — ïîêðûòèå — ñòåêëî.

Çíà÷åíèÿ ýòèõ õàðàêòåðèñòèê ðàññ÷èòûâàþò ïî ïðåäâàðèòåëüíî èçìåðåííûì ñïåêòðàëüíûì õàðàêòåðèñòèêàì *s*() è *i*() îáðàçöà ñòåêëà, íà êîòîðîå íàíåñåíî ïîêðûòèå, è ïî ñëåäóþùèì èçìåðåííûì õàðàêòåðèñòèêàì:

1() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ ñòåêëà ñ ïîêðûòèåì, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè âîçäóõ — ïîêðûòèå — ñòåêëî;

2() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ ñòåêëà ñ ïîêðûòèåì, èçìåðåííûé â íàïðàâëåíèè âîçäóõ — ñòåêëî — ïîêðûòèå;

() — ñïåêòðàëüíûé êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ ñòåêëà ñ ïîêðûòèåì.

*1* — ïîêðûòèå; *2* — ïëàñòèíà ñòåêëà; *3* — íàïðàâëåíèå âîçäóõ — ïîêðûòèå; *4* — âîçäóõ; *5* — íàïðàâëåíèå; ñòåêëî — ïîêðûòèå — âîçäóõ

Ðèñóíîê À.1 — Èëëþñòðàöèÿ îáîçíà÷åíèé *r*1, *r*2, *tc*

Ïðèìåíÿþò ñëåäóþùèå ôîðìóëû:

*r*1() = 1() – *s*( )*D*( )2( ), (A.6)

*r*2() = *s*( ) 2*i* ( )*s*( ), (A.7)

*D*( )

|  |  |
| --- | --- |
| *c*  *D*( ) *i* ( ) | (A.8) |
| ãäå *D*() = *s*()[2() – *s*()] + [1 – *s*()]2,  *s*() è *i*(), õàðàêòåðèçóþùèå èñõîäíîå ñòåêëî, — â ñîîòâåòñòâèè ñ À.1. | (À.9) |

*t* () = ( )[1 *s*( )],

À.2.2 Ïî õàðàêòåðèñòèêàì ñèñòåìû âîçäóõ — ïîêðûòèå — ñòåêëî ìîæíî ðàññ÷èòàòü ñïåêòðàëüíûå õàðàêòåðèñòèêè äðóãîãî ñòåêëà ñ òàêèì æå ïîêðûòèåì è ñ òàêèì æå êîýôôèöèåíòîì ïðåëîìëåíèÿ (ñì. [8]). Ïðèìåíÿþò ñëåäóþùèå ôîðìóëû

|  |  |
| --- | --- |
| 1() = *r*1() + *s*( )*tc* ( )( ) *i* ( ),  *D* | (À.10) |

2 2

 2() = *s*() + *r*2 *Ds* ( ) *i* , (À.11)

 () = *s i c* , (À.12)

*D* ( )

ãäå *D* () = 1 – ()*r* ()2

*s* 2 *i* (), (À.13)

*i*() è *s*() — ñîîòâåòñòâåííî êîýôôèöèåíò âíóòðåííåãî ïðîïóñêàíèÿ è êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ íà ãðàíèöå âîçäóõ — ñòåêëî äðóãîãî ñòåêëà ñ ïîêðûòèåì.

***Ïðèìåð***

***Îòðàæàþùåå ïîêðûòèå íàíåñåíî íà áåñöâåòíîå ñòåêëî òîëùèíîé 6,00 ìì. Ïðè äëèíå âîëíû 550 íì òàêîå ñòåêëî ñ ïîêðûòèåì èìååò ñëåäóþùèå îïòè÷åñêèå õàðàêòåðèñòèêè:***

* ***êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ* *= 0,377;***
* ***êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ, èçìåðåííûé ñî ñòîðîíû ïîêðûòèÿ* 1 *= 0,345; - êîýôôèöèåíò îòðàæåíèÿ, èçìåðåííûé ñî ñòîðîíû áåç ïîêðûòèÿ*2 *= 0,283.***

***Êàêîâû õàðàêòåðèñòèêè çåëåíîãî ñòåêëà òîëùèíîé 4 ìì ñ òàêèì æå ïîêðûòèåì?***

***Ïðåäïîëàãàåòñÿ, ÷òî áåñöâåòíîå è çåëåíîå ñòåêëî èìåþò îäèíàêîâûé êîýôôèöèåíò ïðåëîìëåíèÿ* *= 1,525.***

***Ðåøåíèå***

***Ïðåæäå ÷åì ïðèìåíèòü ôîðìóëû (À.6—À.9), ñëåäóåò ðàññ÷èòàòü êîýôôèöèåíò âíóòðåííåãî ïðîïóñêàíèÿi áåñöâåòíîãî ñòåêëà òîëùèíîé 6,00 ìì.***

***Ó÷èòûâàÿ, ÷òî êîýôôèöèåíò ïðîïóñêàíèÿ áåñöâåòíîãî ñòåêëà òîëùèíîé x = 6,00 ìì x = 0,894 ïî (À.2, À.4), îïðåäåëÿþò:***

***i = 0,9749 äëÿ áåñöâåòíîãî ñòåêëà òîëùèíîé 6,00 ìì; ïî (À.9) îïðåäåëÿþò D = 0,9258; ïî (À.6) îïðåäåëÿþò r*1 *= 0,3384; ïî (À.7) îïðåäåëÿþò r*2 *= 0,2725; ïî (À.8) îïðåäåëÿþò tc = 0,3997.***

***Äëÿ ïðèìåíåíèÿ ôîðìóë (À.10—À.13) òðåáóåòñÿ çíàòü êîýôôèöèåíò âíóòðåííåãî ïðîïóñêàíèÿ çåëåíîãî ñòåêëà òîëùèíîé 4 ìì.***

***Â ñîîòâåòñòâèè ñ ïðèìåðîì, ïðèâåäåííûì â À.1, ïî (À.3) ïîëó÷àþò ñëåäóþùåå çíà÷åíèå:***

***i = (0,9053)4/3 = 0,8758;***

|  |  |
| --- | --- |
| ***ïî (À.13) îïðåäåëÿþò*** | ***D*** ***= 0,9910;*** |
| ***ïî (À.10) îïðåäåëÿþò*** | **1 *= 0,3437, îêðóãëÿþò äî 0,34;*** |
| ***ïî (À.11) îïðåäåëÿþò*** | **2 *= 0,2363, îêðóãëÿþò äî 0,24;*** |
| ***ïî (À.12) îïðåäåëÿþò*** | ***= 0,3379, îêðóãëÿþò äî 0,34.*** |

**Áèáëèîãðàôèÿ**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] ÌÊÎ ¹ 16 (E-3.2):1970 | Äíåâíîé ñâåò |
| CIE No. 16 (E-3.2):1970 | Daylight |
| [2] ÌÊÎ ¹ 38:1977 | Ðàäèîìåòðè÷åñêèå è ôîòîìåòðè÷åñêèå õàðàêòåðèñòèêè ìàòåðèàëîâ è èõ èçìåðåíèå |
| CIE No. 38:1977 | Radiometric and photometric characteristics of materials and their measurements |
| [3] ÌÊÎ ¹ 130:1998 | Ïðàêòè÷åñêèé ìåòîä èçìåðåíèÿ êîýôôèöèåíòîâ îòðàæåíèÿ è ïðîïóñêàíèÿ |
| CIE No. 130:1998 | Practical method for the measurement of reflectance and transmittance |

1. Ýäâàðäñ Ä.Ê. Ñîëíå÷íàÿ ýíåðãèÿ, 19, 1977, ñ. 401—402

Edwards D.K. Solar Energy, 19, 1977, pp. 401—402

1. Ðóáèí Ì., Ôîí-Ðîòêè Ê., Ïàóýëñ Ð. Îêîííàÿ îïòèêà. Ñîëíå÷íàÿ ýíåðãèÿ, 62, 1998, ñ. 149—161

Rubin M., von Rottkay K and Powles R. Window Optics. Solar Energy, 62, 1998, pp. 149—161

1. ÌÊÎ ¹ 89/3:1990 Î íåãàòèâíîì âîçäåéñòâèè îïòè÷åñêîãî èçëó÷åíèÿ íà ìóçåéíûå ýêñïîíàòû

CIE No. 89/3:1990 On the Deterioration of Exhibited Muzeum Objects by Optical Radiation

1. ÌàêêèíëèÀ.Ô.,ÄèôàéÁ.Ä.Ñòàíäàðòíûéàêòèâíûéñïåêòðóëüòðàôèîëåòîâîãîèçëó÷åíèÿ,âûçûâàþùèéýðèòåìó êîæè ÷åëîâåêà. Æóðíàë ÌÊÎ, 6, 1987, ñ. 17—22

McKinlay A.F. and Diffey, B.L. A Refference Action Spectrum for Ultraviolet induced Erythema in Human Skin.

CIE-Journal, 6, 1987, pp. 17—22

1. Ðóáèí Ì. Îïòè÷åñêèå ñâîéñòâà íàòðèé-êàëüöèé-ñèëèêàòíûõ ñòåêîë. Ñîëíå÷íàÿ ýíåðãèÿ, 12, 1985, ñ. 275—288

Rubin M. Optical properties of soda lime silicate glasses. Solar Energy Materials, 12, 1985, pp. 275—288

|  |  |
| --- | --- |
| [9] ÈÑÎ 15099 | Òåïëîâûå õàðàêòåðèñòèêè îêîí, äâåðåé è çàòåíÿþùèõ óñòðîéñòâ — Äåòàëèçèðîâàííûå ìåòîäû ðàñ÷åòà. |
| ISO 15099 | Thermal performance of windows, doors and shading devices — Detailed calculations |

ÓÄÊ 666.151:006.354 ÎÊÑ 81.040.20 È19

Êëþ÷åâûå ñëîâà: ñòåêëî è èçäåëèÿ èç íåãî, ìåòîäû îïðåäåëåíèÿ, îïòè÷åñêèå õàðàêòåðèñòèêè, ñâåò, ñîëíå÷íàÿ ýíåðãèÿ, óëüòðàôèîëåòîâîå èçëó÷åíèå

Ðåäàêòîð *Â.À. Áó÷óìîâà*

Òåõíè÷åñêèé ðåäàêòîð *Â.Í. Ïðóñàêîâà*

Êîððåêòîð *Ì.È. Ïåðøèíà*

Êîìïüþòåðíàÿ âåðñòêà *À.Í. Çîëîòàðåâîé*

Ñäàíî â íàáîð 15.02.2012. Ïîäïèñàíî â ïå÷àòü 26.03.2012. Ôîðìàò 60 ( 84 18. Ãàðíèòóðà Àðèàë.

Óñë. ïå÷. ë. 2,79. Ó÷.-èçä. ë. 2,40. Òèðàæ 106 ýêç. Çàê. 249.

ÔÃÓÏ «ÑÒÀÍÄÀÐÒÈÍÔÎÐÌ», 123995 Ìîñêâà, Ãðàíàòíûé ïåð., 4. www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

Íàáðàíî âî ÔÃÓÏ «ÑÒÀÍÄÀÐÒÈÍÔÎÐÌ» íà ÏÝÂÌ.

Îòïå÷àòàíî â ôèëèàëå ÔÃÓÏ «ÑÒÀÍÄÀÐÒÈÍÔÎÐÌ» — òèï. «Ìîñêîâñêèé ïå÷àòíèê», 105062 Ìîñêâà, Ëÿëèí ïåð., 6.