REPUBLICA MOLDOVA

COD PRACTIC ÎN CONSTRUCŢII

E.04.05

FIABILITATEA, SIGURANȚA ȘI PROTECȚIA CONSTRUCȚIILOR

CP E.04.05:2025

Protecția contra acțiunilor mediului ambiant
Proiectarea protecției termice a clădirilor

EDIŢIE OFICIALĂ

MINISTERUL INFRASTRUCTURII ȘI DEZVOLTĂRII REGIONALE

CHIŞINĂU 2025

COD PRACTIC ÎN CONSTRUCŢII CP E.04.05:2025

ICS 91.140.40

Proiectarea protecției termice a clădirilor

Cuvinte cheie: protecția termică a clădirilor, consum de energie, eficiența energetică, certificat energetic al clădirii, izolație termică, caracteristica specifică al consumului de energie termică pentru încălzire și ventilare.

Preambul

1 ELABORAT de către Ministerul Infrastructurii și Dezvoltării Regionale: executant I.P. OATUCL, grup de creație – conducătorul temei - dr. ing., conf. univ. Cristina Efremov

2 ACCEPTAT de către Comitetul Tehnic pentru Normare Tehnică şi Standardizare în Construcţii Comitetul Tehnic CT-C E.04 „Protecția contra acțiunilor mediului ambiant”, procesul-verbal nr. 3 din 14.07.2025.

3 APROBAT ŞI PUS ÎN APLICARE prin ordinul Ministerului Infrastructurii și Dezvoltării Regionale nr. 142 din 12.08.2025 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2025, nr. 434-436, art. 712), cu aplicare din 15.08.2025.

4 ÎNLOCUIEŞTE CP E.04.05-2017 ”Proiectarea protecției termice a clădirilor”.

Cuprins Pag.

Introducere V

1 Domeniul de aplicare 1

2 Referinţe normative 1

3 Termeni şi definiţii 3

4 Dispoziții generale 7

5 Protecţia termică a clădirii 8

5.1 Cerințe față de protecția termică a clădirii 8

5.2 Metodologia de calcul al rezistenței reduse de transfer termic al fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii sau prin evidențierea construcției de îngrădire 8

5.3 Metodologia de calcul simplificată a rezistenței reduse de transfer termic al fragmentului de protecție termică a anvelopei clădirii sau prin construcția de îngrădire proeminentă 13

5.4 Rezistența termică a stratului intermediar de aer închis 13

5.5 Metodologia de calcul a caracteristicii specifice de protecție termică a clădirii 13

6 Stabilitatea termică a construcției de îngrădire 15

6.1 Cerințe de stabilitate termică a construcției de îngrădire 15

6.2 Orientări metodologice privind stabilitatea termică a construcției de îngrădire 15

7 Permeabilitatea la aer a construcției de îngrădire 18

7.1 Cerințe privind permeabilitatea la aer a construcției de îngrădire 18

7.2 Orientări metodologice privind calculul permeabilității la aer ale construcției de îngrădire 18

8 Protecția contra supraumidificării construcției de îngrădire 20

8.1 Cerințe privind rezistența de permeabilitate la vaporii de apă ale construcției de îngrădire 20

8.2 Orientări metodologice privind controlul protecției împotriva supraumidificării ale construcției de îngrădire 22

9 Absorbția termică a suprafeței pardoselilor 25

9.1 Cerințe privind absorbția termică a suprafeței pardoselilor 25

9.2 Orientări metodologice privind calculul absorbției termice a suprafeței pardoselelor 26

10.1 Cerințe privind caracteristica specifică de consum a energiei termice pentru încălzirea și ventilarea clădirii 27

10.2 Metodologia de calcul a caracteristicii specifice al cosumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii 28

11 Calcule termofizice ale elementelor individuale clădirii 36

11.1 Metodologia de calcul termofizic al sistemelor fațadelor suspendate (sfs) cu stratul intermediar de aer ventilat 36

11.2 Calculul termotehnic al construcțiilor de îngrădire pentru podurile calde 42

11.3 Calculul termotehnic ale construcțiilor de îngrădire subsolului tehnic 45

11.4 Calculul rezistenței reduse de transfer termic a construcției translucide 47

11.5 Calculul rezistențelor necesare de transfer termic ale secțiunilor pereților și ferestrelor, amplasate în spatele loggiilor vitrate și balcoanelor 49

11.6 Reguli de utilizare ale izolației termice reflectante 50

12 Proiectarea la nivel nzeb al unei clădiri 50

12.1 Clădiri rezidențiale NZEB 52

12.2 Clădiri nerezidențiale NZEB 54

Anexa A (informativă) Coeficientul de absorbţie a radiaţiei solare în materialul suprafeţei exterioare a construcției de îngrădire 57

Anexa B (informativă) Rezistența de permeabilitate la aer ale straturilor construcției de îngrădire..... 58

Anexa C (informativă) Rezistența de permeabilitate la aer ale straturilor construcției de îngrădire 60

Anexa D (informativă) Rezistența de permeabilitate la aer ale straturilor construcției de îngrădire 61

Anexa E (informativă) Coeficienții k_{ij} de recalcul a radiaţiei solare directe din plan orizontal în plan vertical 62

Anexa F (informativă) Sisteme de fațade suspendate ventilare pentru izolarea externă a clădirilor 64

Anexa G (informativă) Sisteme de fațadă pentru izolarea externă a clădirilor cu strat de finisare din tencuială în strat subțire..... 67

Bibliografie 80

Traducerea autentică a prezentului document normativ în limba rusă 81

Introducere

Completarea documentului normativ CP E.04.05 „Proiectarea protecției termice a clădirilor”, cu seria nouă de standarde europene (EN) și internaționale (ISO), cu respectarea principiilor de bază ale tehnicilor de proiectare și metodologiei de calcul, asigură realizarea cerințelor Legii № 282/2023 „privind performanța energetică a clădirilor”, în ceea ce privește problemele de determinare ale caracteristicilor termofizice ale elementelor clădirilor rezidențiale și publice, pentru a asigura exploatarea și siguranța clădirii din perspectiva regimului termic al încăperii și contribuie la utilizarea economică ale resurselor energetice.

Prezentul document normativ stabilește atât concepția complexă inițială a clădirii (configurație, procent de vitrare, etc.), cât şi modul de alcătuire a elementelor de construcție perimetrale şi a detaliilor, limitarea pierderilor de căldură în exploatare, în vederea reducerii consumului de energie pentru încălzirea clădirilor de locuit. Realizarea metodelor de calcul necesare sporirii nivelului de securitate a oamenilor în clădiri și construcții prin aplicarea metodelor de calcul referitoare la protecția termică a clădirilor, cu scopul îmbunătățirii nivelului siguranței persoanelor în clădiri și construcții și siguranța valorilor materiale, ridicarea nivelului de armonizare ale cerințelor de reglementare cu documentele normative europene și internaționale, utilizarea unor metode unice de determinare a caracteristicilor de performanță și de evaluare.

Sunt evidențiate cerințele minime de performanță termică și energetică la nivelul anvelopei clădirilor, pentru fiecare categorie de clădire/unitate/element al acesteia, inclusiv pentru clădirile al căror consum de energie este aproape egal cu zero – NZEB evaluarea nivelului de protecție termică pentru anvelopa termică a clădirilor noi (NZEB) precum și a celor care fac obiectivul unor lucrări de modernizare termică și energetică (renovare majoră, renovare aprofundată) din următoarele categorii: sectorul rezidențial - blocuri de apartamente sau locuințe unifamiliale - și din sectorul nerezidențial – clădiri pentru instituții publice/birouri, clădiri de învățământ, clădiri spitalicești, clădiri pentru comerț, clădiri social-culturale etc.

Se remarcă câteva aspecte noi față de cele avute în vedere la modificarea documentului normativ CP E.04.05, cuprinse în noile standarde SM SR CEN ISO:

- este prezentat calculul transmitanței termice a elementelor vitrate, cu aspectele noi față de cele cuprinse în reglementările în vigoare (documente de referință SM EN ISO 10077-1, SM EN ISO 10077-2);
- sunt făcute completări referitoare la influența dispozitivelor de umbrire și protecție solară (parasolare cu diverse poziționări), conform prevederilor din SM EN ISO 52016-1, SM EN ISO 52022-1.
- sunt introduse prevederi referitoare la calculul specific pereților cortină (conform SM EN ISO 12631).
- este prezentat un calcul simplificat pentru elementele în contact cu solul, elaborat pe baza prevederilor din SM EN 12831 – 1; au fost revizuite prevederile din SM EN ISO 13370.

Conform Directivei 2010/31/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 19 mai 2010 privind performanța energetică a clădirilor (reformată), denumită în continuare în prezentul document EPBD, clădirea al cărei consum de energie este aproape egal cu zero reprezintă o clădire cu o performanță energetică foarte ridicată, stabilită în conformitate cu anexa I a Directivei. Necesarul de energie aproape egal cu zero sau foarte scăzut ar trebui să fie acoperit, într-o foarte mare măsură, cu energie din surse regenerabile, inclusiv cu energie din surse regenerabile produsă la fața locului sau în apropiere.

În cazul clădirilor cu Consum de Energie Aproape Egal cu Zero (NZEB) se definesc ca clădiri cu o performanță energetică foarte ridicată, la care consumul de energie pentru asigurarea performanței energetice este aproape egal cu zero sau este foarte scăzut și este acoperit în proporție de minim 30%, cu energie din surse regenerabile, inclusiv cu energie din surse regenerabile produsă la fața locului sau în apropiere.

C O D P R A C T I C Î N C O N S T R U C Ţ I I

Proiectarea protecției termice a clădirilor

Проектирование тепловой защиты здания

Design of thermal protection of buildings

Data punerii în aplicare: 2025-08-15

1 Domeniul de aplicare

1.1 Prezentul Cod Practic se aplică la proiectarea protecţiei termice a construcțiilor de îngrădire ale clădirilor din nou construite și reconstruite de diferită destinație (în continuare - clădiri) cu parametrii normați ai microclimatului încăperilor (de temperatură și de umiditate realtivă a aerului).

1.2 Nivelul de protecţie termică ale clădirilor menţionate se stabileşte prin norme în vigoare, dar în lipsa acestora - conform deciziei (proprietarului beneficiarului), privind respectarea normelor sanitaro–igienice.

1.3 Prezentele norme privind construcția şi reconstrucția clădirilor existente, care au semnificație arhitecturală-istorică, se aplică în fiecare caz concret, luând în considerare valoarea lor istorică în baza deciziei autorităţilor publice şi cu acordul organelor autorităţilor publice în domeniul protecţiei monumentelor de istorie şi de cultură.

1.4. Prezentele norme se aplică și la:
– evaluarea şi certificarea performanței energetice a clădirilor/unităților de clădire existente și noi, al căror consum de energie este aproape egal cu zero (NZEB).
– evaluarea nivelului de protecție termică pentru anvelopa termică a clădirilor noi (NZEB) precum și a celor care fac obiectivul unor lucrări de modernizare termică și energetică (renovare majoră, renovare aprofundată) din următoarele categorii: sectorul rezidențial - blocuri de apartamente sau locuințe unifamiliale - și din sectorul nerezidențial – clădiri pentru instituții publice/birouri, clădiri de învățământ, clădiri spitalicești, clădiri pentru comerț, clădiri social-culturale etc.

NOTĂ- În standardul european SM EN ISO 52000-1, Anexa H - informativă este schematizată o propunere de indicatori pentru evaluarea clădirilor cu consum de energie aproape egal cu zero (NZEB).

2 Referinţe normative

În prezentul Cod Practic sunt utilizate referințele următoarelor documente normative:

NCM E.04.01	Protecția termică a clădirilor
CP E. 04.02	Reguli tehnice de execuție a sistemelor de termoizolație exterioară şi interioară a clădirilor
NCM M.01.01	Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor
NCM M.01.02	Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor
NCM M.01.04	Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul al nivelurilor optime din punctul de vedere al costurilor, al cerințe minime de performanță energetică a clădirilor și a elementelor acestora

CP E. 0X.XX:2025	Termotehnica în construcții (în proces de elaborare)
CP E.0X.XX:2025	Clădiri și construcții. Eficiența energetică (în proces de elaborare)
SM EN ISO 52016-1	Performanţa energetică a clădirilor. Necesarul de energie pentru încălzire şi răcire, temperaturi interioare şi sarcini termice sensibile şi latente. Partea 1: Metode de calcul.
SM EN ISO 14683	Punţi termice în clădiri. Coeficient de transfer termic liniar. Metode simplificate şi valori implicite
SM EN 16798-5-1	Performanţa energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 5-1: Metode de calcul al consumului de energie ale sistemelor de ventilaţie şi de condiţionare a aerului (Modulele M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8). Metoda 1: Distribuţie şi generare
SM EN 16798-7	Performanţa energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 7: Metode de calcul pentru determinarea debitelor de aer în clădiri, inclusiv infiltraţia (modulele M5-5)
SM EN 12831-3	Performanţa energetică a clădirilor. Metodă de calcul al sarcinii termice de dimensionare. Partea 3: Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum şi caracterizarea necesarului, Modulele M8-2, M8-3
SM EN ISO 52000-1	Performanţa energetică a clădirilor. Evaluarea de ansamblu a PEC. Partea 1: Cadru general şi metode
SM EN ISO 52000-1	Performanţa energetică a clădirilor. Evaluarea de ansamblu a PEC. Partea 1: Cadru general şi metode
SM EN ISO 6946	Componente şi elemente de clădire. Rezistenţa termică şi transmitanţa termică. Metode de calcul
SM EN ISO 13370	Performanţa termică a clădirilor. Transfer termic prin sol. Metode de calcul
SM EN ISO 13789	Performanţa termică a clădirilor. Coeficienţi de transfer termic prin transmisie şi prin ventilare. Metodă de calcul
SM EN ISO 52016-1	Performanţa energetică a clădirilor. Necesarul de energie pentru încălzire şi răcire, temperaturi interioare şi sarcini termice sensibile şi latente. Partea 1: Metode de calcul
SM EN ISO 14683	Punţi termice în clădiri. Coeficient de transfer termic liniar. Metode simplificate şi valori implicite
SM EN 16798-3	Performanţa energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 3: Ventilarea clădirilor nerezidenţiale. Cerinţe de performanţă pentru sistemele de ventilare şi de condiţionare a aerului în încăpere (modulele M5-1, M5-4)
SM EN 15459-1	Performanța energetică a clădirilor. Procedură de evaluare economică pentru sistemele energetice din clădiri - Partea 1: Proceduri de calcul, Modulul M1-14
SM EN 822	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea lungimii şi lăţimii
SM EN 823	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea grosimii

SM EN 824	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea perpendicularităţii
SM EN 825	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea planităţii
SM EN 826	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea comportării la compresiune
SM EN 1604	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea stabilităţii dimensionale în condiţii specificate de temperatură şi umiditate
SM EN 1607	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea rezistenţei la tracţiune perpendicular pe feţe
SM EN ISO 29767	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea absorbţiei apei de scurtă durată prin imersie parţială
SM EN 12089	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea comportării la încovoiere
SM EN 13498	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea rezistenţei la penetrare a sistemelor compozite de izolare termică la exterior (ETICS)
SM EN 13497	Produse termoizolante pentru clădiri. Determinarea rezistenţei la impact a sistemelor compozite de izolare termică la exterior (ETICS)

NOTĂ - La utilizarea prezentului NCM este raţional să se verifice acţiunea standardelor de referinţă şi a clasificatorilor în sistemul public de informare – pe site-ul oficial al organelor naţionale de standardizare din Republica Moldova în reţeaua Internet sau în baza indicatorului de informare anual „Standarde Naţionale“, ce este publicat la data de 01 ianuarie a anului curent şi conform indicatorilor de informare publicate lunar. Dacă documentul de referinţă este înlocuit (modificat) atunci prin aplicarea prezentului NCM, trebuie să se ghideze în baza documentului înlocuit (modificat). Dacă documentul de referinţă este anulat fără substituire, atunci prevederea la care se face trimitere, se aplică în măsura în care nu atinge această referinţă.

3 Termeni şi definiţii

În prezentul document normativ se utilizează termenii și definițiile prezentate mai jos.

NOTĂ - Terminologia utilizată în prezentul Cod Practic este comună în cea mai mare parte cu cea utilizată în standardele europene privind performanța energetică a clădirilor (standardele EPB/PEC – energy performance of buildings/performanța energetică a clădirilor).

3.1
absorbție termică a suprafeței pardoselei
proprietatea suprafeței pardoselei de a absorbi căldura în contact cu orice obiect.

3.2
aporturi termice ale clădirii, W
cantitatea energiei termice, ce este preluată în clădire de la sursele interioare, formate în rezultatul activității vitale ale omului și de la radiația solară luând în considerare posibilitatea întrebuințării utile pentru reducerea exigențelor termice ale clădirii, în unitate de timp.

3.3
anvelopa clădirii
elemente integrante ale unei clădiri care separă interiorul acesteia de mediul exterior.

3.4
clasa de eficienţă energetică
caracteristica eficienţei energetice a clădirii, prezentată printr-un interval de valori al consumului specific anual de energie termică necesară pentru încălzire și ventilare, % de la valoarea principală normată.

3.5
caracteristica protecției termice specifice ale clădirii
caracteristica protecției termice a anvelopei clădirii. Mărimea fizică egală numeric cu unitatea pierderilor energiei termice a volumului încălzit într-o unitate de timp la o diferență de temperatură de 1°C prin anvelopa protejată termic a clădirii.

3.6
caracteristica specifică a consumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii
mărimea fizică numeric egală cu pierderile de energie termică la o unitate de volum încălzit al clădirii într-o unitate de timp, raportată la diferența de temperatură, ținînd cont de schimbul de aer și degajările de căldură suplimentare.

3.7
certificat de performanță energetiă a clădirii
document, care conține caracteristicile energetice, termotehnice și geometrice ale clădirilor existente, precum și ale proiectelor de clădiri și ale construcțiilor de îngrădire, ce stabilește conformitatea acestora cu cerințele documentelor normative și clasa de eficiență energetică.

3.8
condițiile de exploatare a construcției de îngrădire
caracteristica ansamblului parametrilor de acțiune a mediului extern și intern, ce manifestă un impact semnificativ asupra umidității materialelor construcției de îngrădire exterioare.

3.9
coeficient termotehnic neomogen
parametru adimensional, numeric egal cu raportul dintre fluxul de căldură printr-un fragment al construcției de îngrădire la fluxul de căldură prin construcția de îngrădire convențională, cu aceeași suprafață ca și cea a fragmentului.

3.10
coeficientul de vitrare al clădirii
raportul dintre aria golurilor de lumină şi aria totală a suprafeţei construcțiilor exterioare de protecție ale faţadei clădirii, inclusiv golurile de lumină.

3.11
conservarea energiei
valorificarea măsurilor instituționale, juridice, tehnice, tehnologice, economice și de altă natură îndreptate spre reducerea volumului resurselor energetice utilizate, menținînd în același timp efectul util, ce decurge din utilizarea acestora (inclusiv volumul producției fabricate, lucrările îndeplinite, prestarea serviciilor).

3.12
consumul energiei termice la încălzire și ventilare pentru perioada de încălzire
cantitatea totală de energie termică, necesară pentru încălzirea și ventilarea obiectului în decursul perioadei de încălzire.

3.13
consumul specific de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii în perioada de încălzire
cantitatea de energie termică necesară pentru compensarea pierderilor de căldură ale clădirii pentru perioada de încălzire luând în considerare schimbul de aer şi degajările de căldură suplimentare conform parametrilor normaţi ale regimurilor încăperilor de căldură și de aer, raportate la o unitate de arie încălzită a clădirii sau de volum încălzit.

3.14
clădire al cărei consum de energie este aproape egal cu zero (NZEB-nearly zero energy building)
clădire cu o performanță energetică foarte ridicată, la care consumul de energie este aproape egal cu zero sau este foarte scăzut și este acoperit, în proporție de minimum 30%, cu energie din surse regenerabile, inclusiv cu energie din surse regenerabile produsă la fața locului sau în apropiere.

3.15
diferența de temperatură

diferența dintre două valori de temperatură.

3.16
degajări suplimentare de căldură în clădire
căldura, care se degajă în clădire de la persoane, de la aparatele electrice de încălzit, utilaj, motoare electrice, sistemul de iluminat artificial etc., precum şi de la radiaţia solară penetrantă.

3.17
durata perioadei de încălzire
perioadă calculată de timp de funcționare a sistemului de încălzire al clădirii, care reprezintă în sine un număr mediu statistic de zile într-un an, când temperatura medie diurnă a aerului exterior este stabil egală sau mai mică de 10 ^{o}C în dependență de tipul clădirii.

3.18
eficiență energetică
caracteristica, care reflectă raportul dintre efectul util în urma întrebuințării resurselor energetice și cheltuielile resurselor energetice, produse în scopul obținerii unui astfel de efect aplicabil produselor, procesului tehnologic, persoanei juridice, întreprinzătorului individual.

3.19
fragmentul de protecție termică al anvelopei clădirii
totalitatea construcțiilor de îngrădire exterioare, unite între ele și care formează o parte din protecția termică a anvelopei clădirii.

3.20
fragment termotehnic neomogen al construcției de îngrădire (Neomogenitate termotehnică)
fragmentul construcției de îngrădire, în care liniile egale temperaturii sunt amplasate neparalel una față de cealaltă.

3.21
indice de compactitate al clădirii
raportul dintre aria totală a suprafeţei interioare ale construcțiilor exterioare de îngrădire ale clădirii către volumul încălzit cuprins între ele.

3.22
microclima încăperii
starea mediului interior al încăperii, care influenţează asupra omului şi care se caracterizează prin indicii de temperatură ale aerului şi ale elementelor de protecție, prin umiditatea relativă a aerului şi mobilitatea aerului conform normelor în vigoare.

3.23
necesarul termic al clădirii, W
cantitatea energiei termice, necesară pentru încălzirea și ventilarea ansamblului încăperilor clădirii, adică pierderile termice ale clădirii după reținerea cotei-părți al debitului termic util întrebuințat de la sursele interioare și de la Soare într-o unitate de timp.

3.24
parametrii optimi de microclimă ai încăperii
totalitatea valorilor indicilor de microclimă, care acţionează sistematic un timp îndelungat asupra omului şi asigură o stare termică a organismului cu un efort minim al mecanismelor de termoreglare şi senzaţia de confort nu mai puțin de 80 % din numărul persoanelor aflate în încăpere conform normelor în vigoare.

3.25
perioada caldă a anului
perioadă a anului, ce se caracterizează prin temperatura medie diurnă a aerului exterior peste 10 ^{o}C, în dependență de tipul clădirii conform normativelor în vigoare.

3.26
permeabilitatea la aer a construcției de îngrădire
fenomenul fizic, ce constă în filtrarea aerului în construcția de îngrădire cauzată de diferența de presiune a aerului. Mărimea fizică numeric egală cu masa aerului în medie pe aria suprafaței construcției de îngrădire, care a trecut prin unitatea de suprafață a construcției de îngrădire, în prezența diferenței de presiune a aerului.

3.27
perioada rece (de încălzire) a anului
perioadă a anului, ce se caracterizează prin temperatura medie diurnă a aerului exterior egală și mai mică de 10 ^{o}C, în dependență de tipul clădirii conform legislației în vigoare.

3.28
pierderi de căldură specifice prin neomogenitatea termotehnică liniară
pierderi de căldură specifice, ce se referă la o unitate de lungime a neomogenității termotehnice liniare.

3.29
pierderi de căldură specifice prin neomogenitatea termotehnică punctiformă
pierderi de căldură specifice, ce revin unei unități punctiforme de neomogenitate termotehnică.

3.30
protecție împotriva supraumidificării construcției de îngrădire
măsuri, ce asigură starea de umezeală a construcției de îngrădire în care conținutul de umiditate al materialelor componente acesteia, nu depășește valorile normate.

3.31
protecţia termică a clădirii
calităţile termoizolante ale tuturor elementelor interioare şi exterioare de protecţie ale construcţiei clădirii, care asigură nivelul prestabilit de consum de energie termică al clădirii (aporturi de căldură) luând în considerare schimbul de aer din încăpere în limitele admisibile, deasemenea permeabilitatea lor la aer şi protecţia lor contra umidificării conform parametrilor optimi ai microclimei în încăperile clădirii.

3.32
protecția termică ale construcțiilor de îngrădire
proprietăți termofizice și caracteristici ale construcțiilor de îngrădire interioare și exterioare. Referitor protecției termice ale construcțiilor de îngrădire se abordează caracteristicile termofizice ale elementelor de protecție termică ale construcțiilor de îngrădire, inclusiv rezistența redusă de transfer termic a construcției de îngrădire.

3.33
punctul de rouă
temperatura, la care se începe formarea condensatului în aer la o temperatură și umiditate relativă determinată.

3.34
regim de umidificare al încăperii
schimbarea în timp a umidității aerului încăperii.

3.35
rezistenţa convenţională de transfer termic al construcţiei de îngrădire
mărimea fizică egală numeric cu rezistenţa redusă de transfer termic specifică construcției de îngrădire, în care lipsesc neomogenități termotehnice.

3.36
rezistența redusă de transfer termic al fragmentului construcției de îngrădire, (m^2 ^{o}C)/W
mărimea fizică, ce caracterizează suprafața medie a densității fluxului de căldură prin fragmentul anvelopei clădirii în condiții staționare de transfer termic, numeric egală cu raportul diferențelor de temperatură de pe ambele părți ale fragmentului către suprafața medie a densității fluxului de căldură prin fragment.

3.37
rezistența termică a construcției de îngrădire
proprietatea construcției de îngrădire de a menține constanta relativă a temperaturii în timpul schimbărilor periodice ale acțiunii termice din exteriorul și din interiorul spațiilor încăperilor.

3.38
starea de umezeală a construcției de îngrădire
starea construcției de îngrădire, ce este caracterizată prin umiditatea materialelor din care este compusă.

3.39
temperatura medie a aerului exterior în perioada de încălzire
temperatura de calcul al aerului exterior, în baza mediei pentru perioada de încălzire conform temperaturilor medii diurne ale aerului exterior.

3.40
transferul de căldură a suprafeței interioare a construcției de îngrădire
procesul fizic, ce constă în schimbul de căldură pe suprafața interioară a construcției de îngrădire cu mediul ambiant.

3.41
volumul încălzit al clădirii
volumul limitat între suprafeţele interioare ale construcțiilor exterioare de îngrădire ale clădirii - pereţi, acoperiş (planşee de pod), planşee de pardoseală la primul etaj sau pardoseala subsolului încălzit.

3.42
zona de umiditate a regiunii construcției
caracteristica regiunii teritoriului țării, în care au loc lucrări de construcție.

4 Dispoziții generale

4.1 Proiectarea clădirilor și ale construcțiilor trebuie să se efectueze în corespundere cu cerințele privind construcțiile de îngrădire , prevăzute de normele în vigoare, în scopul asigurării:

− parametrilor de microclimă setați, necesari pentru viața activă ale oamenilor și a procesului de lucru tehnologic sau a utilajului de uz casnic;

− protecției termice;

− protecției împotriva supraumidificării construcțiilor de închidere;

− eficienței consumului energiei termice pentru încălzire și ventilare;

− fiabilității necesare și a durabilității construcțiilor.

Durabilitatea construcțiilor de îngrădire trebuie asigurată prin utilizarea unor materiale, care au o rezistență corespunzătoare (rezistență la frig, rezistență la umidificare, rezistență înaltă, rezistență la coroziune, rezistență la influențele temperaturii, inclusiv la cele ciclice, rezistență la celelalte influențe distructive ale mediului ambiant), prevăzând în caz de necesitate o protecţie specială ale elementelor construcției.

4.2 Clădirea trebuie să îndeplinească cerințe privind:

− protecția termică;

– permeabilitatea la aer a construcției de îngrădire;

− protecția împotriva umidificării construcției de îngrădire;

− termorezistenţa construcției de îngrădire;

− cantitatea de căldură însușită de suprafața pardoselilor;

− consumul energiei termice pentru încălzirea și ventilarea clădirii;

− elementele individuale ale clădirii.

4.3 Prezentul Cod Practic include metodologia de determinare notat în pct. 4.2 și estimat în cerințele SM EN ISO 52000-1.

4.4 Regimul de umidificare în încăperile din clădiri în perioada rece a anului, în dependență de umiditatea relativă şi de temperatura aerului interior, trebuie stabilit conform Tabelului 1 (NCM E.04.01).

4.5 Condiţiile de exploatare ale construcției de îngrădire A sau B, în dependență de Regimul de umidificare al încăperii şi de zonele de umiditate ale regiunii construcției, necesari pentru selectarea indicatorilor termotehnici ale materialelor îngrădirilor exterioare, trebuie stabilite conform Tabelului 2 (NCM E.04.01).

4.6 La clădirile rezidențiale noi (NZEB) se recomandă prevederea sistemelor de ventilare cu recuperarea căldurii cu eficiența nominală ≥ 75% și consumul specific electric ≤ 0,15...0,30 Wh/m^3 iar la clădirile nerezidențiale noi (NZEB) se impune introducerea sistemelor de ventilare mecanică cu recuperarea căldurii cu eficiența nominală ≥ 75% și consumul specific electric ≤ 0,15...0,30 Wh/m^3.

4.7 Pentru sistemele de încălzire, răcire, preparare și consum a.c.c., și iluminat ale clădirilor rezidențiale sau nerezidențiale, noi sau renovate, se vor utiliza doar echipamente de instalații ale căror caracteristici tehnice și energetice respectă reglementările naționale și/sau regulamentele europene de proiectare ecologică, acolo unde există; dacă pentru anumite echipamente de instalații nu există reglementări naționale sau regulamente europene de proiectare ecologică care să conțină cerințe minime de performanță, atunci cerințele minime de performanță energetică ale acestora se vor stabili ca medie aritmetică a minim 3 produse similare tehnic, existente pe piață.

5 Protecţia termică a clădirii

În dezvoltarea capitolului 5, precum și a anexelor din prezentul Cod Practic, cu scopul de a ridica nivelul de proiectare a protecției termice a clădirii, simplificarea și eficientizarea activității specialiștilor, ce proiectează conturul termic al clădirii, trebuie să se ghideze de indicatorii din tabelele cu caracteristicile calculate ale diferitelor punți termice din CP E.04.08, ce permit parțial sau totalmente de exclus câmpurile de temperatură în procesul de proiectare sau de expertiză tehnică a construcției.

5.1 Cerințe față de protecția termică a clădirii

5.1.1 Cerințele privind protecția termică a clădirii se stabilesc în SM EN ISO 52016-1. Anvelopa clădirii trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

a) rezistenţa redusă de transfer termic a construcției de îngrădire separate trebuie să fie nu mai mică decât valorile normate (cerințe per elemente);

b) caracteristica specifică de protecție termică a clădirii trebuie să fie nu mai mare decât valorile normate (cerință complexă);

c) temperatura suprafețelor interne a anvelopei clădirii trebuie să fie nu mai mică decât valorile minime admisibile (cerințele de igienă și sanitare).

Condiţiile de protecţie termică ale clădirii vor fi satisfăcute în timp ce se îndeplinesc condițiile a), b) și c).

5.2 Metodologia de calcul al rezistenței reduse de transfer termic al fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii sau prin evidențierea construcției de îngrădire

Calculul se bazează pe reprezentarea fragmentului anvelopei de protecție termică al clădirii sub forma unui set de elemente independente, fiecare dintre care acționează asupra pierderilor termice prin fragment.

Pierderile de căldură specifice, condiționate de fiecare element, se bazează pe comparațiile fluxului de căldură printr-un nod, care conține elementul și prin același nod, dar fără elementul cercetat.

5.2.1 Rezistența redusă de transfer termic al fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii R_0^{red}, (m^2 ºC)/W, trebuie determinată conform formulei:

$$R_0^{red} = \frac{1}{\frac{1}{R_0^{conv}} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k K_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k K_k} \quad (1)$$

unde,

R_0^{conv} – media conform suprafaței a rezistenței convenționale de transfer termic al fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii sau prin evidențierea construcției de îngrădire, (m² °C)/W;

l_j – extensiunea neomogenității liniare de tipul *j*, ce revine unui 1 m² al fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii, sau prin evidențierea construcției de îngrădire, m/m²;

Ψ_j – pierderi termice specifice prin neomogenitatea liniară de tipul *j*, W/(m·°C);

n_k – numărul de neomogenități punctiforme de tipul *k*, ce revine unui 1 m² al fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii, sau prin evidențierea construcției de îngrădire, buc/m²;

K_k – pierderi de căldură specifice prin neomogenitatea punctiformă de tipul *k*, W/°C;

a_i – suprafața plană al elementului construcției de tipul *i*, ce revine unui 1 m² al fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii, sau prin evidențierea construcției de îngrădire, m²/m², se determină conform formulei:

$$a_i = \frac{A_i}{\sum A_i} \quad (2)$$

unde,

A_i – aria părții *i* al fragmentului, m²;

U_i – coeficientul de transfer termic a părții omogene *i* a fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii (pierderi de căldură specifice prin elementul plan de tipul *i*), W/(m²·°C), se determină în baza formulei:

$$U_i = \frac{1}{R_{0,i}^{conv}} \quad (3)$$

5.2.2 Coeficientul termotehnic de omogenitate, *r*, mărimea auxiliară, ce caracterizează eficiența izolării termice a construcției, se calculează conform formulei:

$$r = \frac{R_0^{red}}{R_0^{conv}} \quad (4)$$

Mărimea R_0^{conv} se determină prin media valorilor suprafeței rezistenței convenționale de transfer termic ale tuturor părților fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii:

$$R_0^{conv} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{R_{0,i}^{conv}}} = \frac{1}{\sum a_i U_i} \quad (5)$$

$R_{0,i}^{conv}$ - rezistența convențională de transfer termic a părții omogene ale fragmentului de protecție termică al anvelopei clădirii de tipul *i*, (m²·°C)/W, ce se determină sau experimental, sau prin calcul conform formulei:

$$R_{0,i}^{conv} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_s R_s + \frac{1}{\alpha_e} \quad (6)$$

unde,

α_{int} – coeficientul de transfer de căldură a suprafaței interioare a construcției de îngrădire, W/(m^2·°C), pentru peretele acceptat egal numeric cu 8,7 W/(m^2·°C) conform tabelului 1;

α_e - coeficientul de transfer de căldură a suprafaței exterioare a construcției de îngrădire, W/(m^2·°C), acceptată conform tabelului 2;

R_S – rezistența termică a stratului părții omogene fragmentului, (m^2·°C)/W, determinată pentru straturile intermediare de aer neventilate conform tabelului 4, pentru straturile de material în baza formulei:

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s} \quad (7)$$

δ_S – grosimea stratului, m;

λ_S – conductivitatea termică a stratului de material, W/(m °C), adoptată în baza rezultatelor de cercetare în laboratorul acreditat, în absența datelor se evaluează conform SM SR EN ISO 10456.

Tabelul 1 – Coeficienții de transfer termic de pe suprafața interioară a construcției de îngrădire

Suprafața interioară a îngrădirii	Coeficient de transfer termic α_{int}, W/(m^2·°C)
1. Pereților, pardoselelor, tavanelor netede, tavanelor cu nervuri proeminente în raport cu înălțimea nervurii *h* către distanța *a* dintre limitele nervurilor vecine *h/a* ≤ 0,3	8,7
2. Tavanelor cu nervuri proeminente în raport *h/a* > 0,3	7,6
3. Ferestrelor	8,0
4. Luminatoarelor zenitale	9,9
NOTĂ — Coeficientul de transfer termic α_e a suprafeței interioare a construcției de îngrădire ale clădirilor destinate creșterii animalelor și păsărilor trebuie adoptate conform normativelor în vigoare și normelor de proiectare ale acestor clădiri.	

Tabelul 2 – Coeficienții de transfer termic ai suprafeței exterioare ale construcției de îngrădire

Suprafața exterioară a construcțiilor de îngrădire		Coeficient de transfer termic, α_e, W/(m^2·°C)
1	Pereţi exteriori, acoperişuri, planşee deasupra pasajelor și deasupra subsolurilor reci (fără pereți de îngrădire) în zona climaterico-constructivă de nord.	23
2.	Planşee deasupra subsolurilor reci, ce comunică cu aerul exterior, planşee deasupra subsolurilor reci (cu pereţi de îngrădire) şi etaje reci în zona climaterico-constructivă de nord.	17
3.	Planşee de pod și deasupra subsolurilor neîncălzite cu golurile ferestrelor în pereţi, precum și pereților exteriori cu stratul intermediar de aer, cu ventilarea aerului exterior.	12
4.	Planşee deasupra subsolurilor și subsolurilor tehnice, fără ventilarea aerului exterior.neîncălzite fără ferestre în pereţi, situate mai sus de nivelul solului.	6

NOTĂ - A se vedea SM EN ISO 52000-1, SM EN ISO 52016-1, SM SR EN ISO 10456.

5.2.3 Pierderile de căldură specifice prin neomogenitatea liniară termotehnică se determină conform rezultatelor în urma calculului câmpului de temperatură bidimensional al nodului construcției la temperatura aerului interior t_{int} și temperatura aerului exterior t_e conform formulei:

$$\Psi_j = \frac{\Delta Q_j^L}{t_{\text{int}} - t_e} \quad (8)$$

unde,

t_{int} – temperatura de calcul a aerului interior, °C;

t_e – temperatura de calcul a aerului exterior, °C;

ΔQ_j^L - pierderi de căldură suplimentare prin neomogenitatea termotehnică liniară de tipul *j*, ce revine unui 1 m pe unitate de lungime, W/m, determinate conform formulei:

$$\Delta Q_j^L = Q_j^L - Q_{j,1} - Q_{j,2} \quad (9)$$

unde,

Q_j^L - pierderi de căldură prin domeniul de calcul cu neomogenitatea termotehnică liniară de tipul *j* ce revine unui 1 m pe unitate de lungime de joncțiune, ce prezintă rezultatul calculului câmpului de temperatură, W/m;

$Q_{j,1}$, $Q_{j,2}$ – pierderi de căldură prin părțile omogene ale fragmentului, ce intră în domeniul de calcul la calcularea câmpului de temperatură al domeniului cu neomogenitatea termotehnică liniară de tipul *j*, W/m, determinate conform formulelor:

$$Q_{j,1} = \frac{t_{\text{int}} - t_e}{R_{0,j,1} \cdot 1m} \cdot S_{j,1} \quad Q_{j,2} = \frac{t_{\text{int}} - t_e}{R_{0,j,2} \cdot 1m} \cdot S_{j,2} \quad (10)$$

unde,

$S_{j,1}$, $S_{j,2}$– suprafețele omogene ale părților construcției, ce intră în domeniul de calcul la calcularea câmpului de temperatură, m^2.

În acest caz mărimea $S_{j,1} + S_{j,2}$ este egală cu suprafața de calcul la estimarea câmpului de temperatură;

Ψ_j – pierderi de căldură specifice prin neomogenitatea termotehnică liniară, W/(m·°C).

5.2.4 Pierderile de căldură prin neomogenitatea termotehnică punctiformă de tipul *k*, se determină în baza rezultatelor de calcul al câmpului de temperatură tridimensional părții construcției, ce conține neomogenitatea termotehnică punctiformă conform formulei:

$$\chi_k = \frac{\Delta Q_k^K}{t_{\text{int}} - t_e} \quad (11)$$

unde,

χ_k - pierderi de căldură specifice prin neomogenitatea termotehnică punctiformă de tipul *k*, W/°C;

ΔQ_k^K - pierderi de căldură suplimentare prin neomogenitatea termotehnică punctiformă de tipul *k*, W, determinate conform formulei:

$$\Delta Q_k^K = Q_k - \tilde{Q}_k \quad (12)$$

Q_k – pierderi de căldură prin nod, ce conțin neomogenitate termotehnică punctiformă de tipul *k,* care prezintă rezultatul de calcul al câmpului de temperatură, W;

$\tilde{Q}_k$ - pierderi de căldură prin tot același nod, ce nu conține neomogenitatea termotehnică punctiformă de tipul *k*, care prezintă rezultatul de calcul al câmpului de temperatură, W.

5.2.5 Rezultatul calculului câmpului de temperatură al nodului construcției prezintă repartizarea temperaturii în secțiunea nodului, inclusiv conform suprafeței interioare și exterioare.

Fluxul de căldură prin suprafața interioară a nodului se determină conform formulei:

$$Q_{\text{int}} = \alpha_{\text{int}} \cdot S_{\text{int}} \cdot \left(t_{\text{int}} - \tau_{\text{int}}^{mn}\right) \quad (13)$$

Fluxul de căldură prin suprafața exterioară a nodului se determină conform formulei:

$$Q_e = \alpha_e \cdot S_e \cdot \left(t_e - \tau_e^{mn}\right) \quad (14)$$

unde,

t_e, t_{int} – temperaturile de calcul ale aerului interior și exterior corespunzător, °C;

τ_{int}^{mn}, τ_e^{mn} - mediile conform suprafeței de temperatură interioară și exterioară ale suprafețelor nodului construcției de îngrădire corespunzător, °C;

α_{int}, α_e – coeficienții de transfer de căldură a suprafețelor interioare și exterioare ale nodului construcției corespunzător, W/(m^2·°C);

S_{int}, S_e – ariile suprafețelor interioare și exterioare ale nodului construcției de îngrădire, m^2.

5.2.6 Descrierea calculului rezistenței reduse de transfer termic al construcției de îngrădire trebuie să conțină următoarele părți:

1. O denumire clară a construcției și indicarea locului acesteia în anvelopa clădirii.

2. Enumerarea tuturor elementelor ce constituie construcția.

Pentru fiecare din elementele enumerate se prezintă:

3. Caracteristica geometrică specifică (*s, l* sau *n*).

4. Schema sau desenul tehnic, ce permite să înțeleagă componența și instalarea elementului.

5. Câmpul de temperatură al nodului ce conține acest element.

6. Admiterea în calculul temperaturii câmpului de temperatură al aerului exterior și interior, precum și dimensiunile geometrice ale nodului construcției, incluse în domeniul de calcul.

7. Temperatura minimă pe suprafața interioară a construcției și fluxul de căldură prin nod obținut în rezultatul calculelor.

8. Pierderi de căldură specifice prin element.

9. Calculul rezistenței reduse de transfer termic conform formulei (1).

10. Tabelul cu caracteristicile geometrice de protecție termică ale elementelor, precum și calculele de date intermediare conform CP E.04.08.

Formularul se prezintă în Tabelul 3 din NCM E.04.01.

5.2.7 Rezistența redusă de transfer termic a pardoselelor, $R_{o,pard}$, (m^2·°C)/W, se determină în consecutivitatea următoare:

Pentru pardoseli neizolate termic pe sol și pereți, aamplasate mai jos de nivelul solului, cu coeficientul de conductivitate termică $\lambda \geq 1,2$ W/(m^2·°C), conform zonelor cu lățimea de 2 m, paralel cu pereții exteriori, acceptând R_{pard}, (m^2·°C)/W, egală numeric cu:

- 2,1 — pentru zona I;
- 4,3 — « II « ;
- 8,6 — « III « ;
- 14,2 — " IV " ; (pentru suprafața pardoselei rămase).

Pentru pardoseli cu izolare termică pe sol și pereți, amplasate mai jos de nivelul solului, cu coeficientul de conductivitate termică λ_h < 1,2 W/(m^2·°C) a stratului izolat cu grosimea δ, m, se acceptă $R_{o,pard}$, (m^2·°C)/W conform formulei:

$$R_{o,pard} = R_{pard} + \frac{\delta}{\lambda} \quad (15)$$

Pentru pardoseli pe grinzi, se acceptă $R_{o,pard}$, (m^2·°C)/W, conform formulei:

$$R_{o,pard} = 1,18(R_{pard} + \frac{\delta}{\lambda}) \quad (16)$$

5.3 Metodologia de calcul simplificată a rezistenței reduse de transfer termic al fragmentului de protecție termică a anvelopei clădirii sau prin construcția de îngrădire proeminentă

Metodologia de calcul simplificată a rezistenței reduse de transfer termic se conchide prin aceea că se efectuează calculul conform aceleiași formule (1), în care se substituie caracteristicile geometrice a_i, l_i, n_i, determinate în corespundere cu descrierea acestora în p. 5.2.1 și pierderile termice specifice prin elementele plane, U_i, precum și liniare, Ψ_j, și punctiforme, χ_k, neomogenități. Mai mult, valorile U_i se determină conform formulelor (3) și (6), dar Ψ_j și χ_k se admit aproximativ în baza tabelelor SM EN ISO 14683.

5.4 Rezistența termică a stratului intermediar de aer închis

Rezistența termică ale straturilor intermediare de aer închise este prezentată în Tabelul 4 din NCM E.04.01.

5.5 Metodologia de calcul a caracteristicii specifice de protecție termică a clădirii

5.5.1 Carateristica specifică de protecție termică a clădirii, k_{anv} , se calculează conform formulei:

$$k_{anv} = \frac{1}{V_{înc}} \sum_i \left(n_{t,i} \frac{A_{fr,i}}{R_{o,i}^{red}} \right) = K_{comp} \cdot K_{tot} \quad (17)$$

unde,

$R_{o,i}^{red}$ - rezistența redusă de transfer termic al fragmentului de protecție termică a anvelopei clădirii *i*, (m^2 °C)/W;

$A_{fr,i}$ – aria corespunzătoare fragmentului de protecție termică a clădirii, m^2;

$V_{înc}$ – volumul încălzit al clădirii, m^3;

$n_{t,i}$ – coeficientul luând în considerare deosebirea dintre temparatura interioară sau exterioară a construcției de la calculele obținute în GZPI, se determină conform SM EN ISO 52016-1;

K_{tot} – coeficientul total de transfer termic al clădirii, W/(m^2·°C), determinat conform formulei:

$$K_{tot} = \frac{1}{A_{\text{int}}^{sum}} \sum \left(n_{t,i} \frac{A_{fr,i}}{R_{o,i}^{red}} \right) \tag{18}$$

K_{comp} – coeficientul de compactitate al clădirii, m^{-1}, determinat conform formulei:

$$K_{comp} = \frac{A_{\text{int}}^{sum}}{V_{înc}} \tag{19}$$

A_{int}^{sum} - suma ariilor (conform dimensionării interne a tuturor îngrădirilor exterioare ale anvelopei încălzite ale clădirii), m^2.

Totalitatea fragmentelor anvelopei de protecție termică, caracteristicile cărorara se găsesc în formula (17), trebuie în totalitate să închidă anvelopa părții încălzite a clădirii.

5.5.2 Caracteristica specifică de protecție termică poate fi substituită direct prin caracteristica elementelor componente ale tuturor construcțiilor anvelopei clădirii conform formulei:

$$k_{anv} \frac{1}{V_{înc}} \left[\sum (\text{n}_{t,i} \frac{A_{fr,i}}{R_{o,i}^{conv}}) + \sum n_{t,j} L_j \Psi_j + \sum n_{t,k} N_k \chi_k \right] \tag{20}$$

unde,

$R_{o,i}^{conv}$, Ψ_j, χ_k – se acceptă conform capitolului 5.2 sau 5.4;

L_j – lungimea sumară a neomogenității liniare de tip *j* pe toată anvelopa clădirii, m;

N_k – cantitatea sumară ale neomogenităților punctiforme de tip *k* pe toată anvelopa clădirii, buc.

5.5.3 Calculul caracteristicii specifice de protecție termică a clădirii se prezintă sub forma unui tabel, ce trebuie să conțină următoarele informații:

1. Denumirea fiecărui fragment conținut în anvelopa clădirii.

2. Aria fiecărui fragment.

3. Rezistența redusă de transfer termic a fiecărui fragment cu referire la calcul în conformitate cu capitolul 5.2.

4. Coeficientul, ce ține cont de deosebirea dintre temperatura interioară și cea exterioară la fragmentul construcției de la obținerea în calculul GZPI.

Forma tabelului este prezentată în Tabelul 3.

Tabelul 3 – Calcul al caracteristicii specifice de protecție termică a clădirii

Denumire a fragmentului	$n_{t,i}$	$A_{fr,i}$, m²	$R_{o,i}^{red}$, (m².°C)/W	$n_{t,i} \cdot A_{fr,i} / R_{o,i}^{red}$, W/°C	%
Total	-	-	-		100

6 Stabilitatea termică a construcției de îngrădire

6.1 Cerințe de stabilitate termică a construcției de îngrădire

În regiunile cu temperatura medie în luna iulie de +21 °C şi mai mult, amplitudinea oscilaţiilor de calcul a temperaturii de la suprafaţa interioară a construcției de îngrădire (pereţilor exteriori şi planşee/acoperiri), A_{τ}, °C, a clădirilor de locuit, instituțiilor medicale (spitale, policlinici staționare și hospital), dispanserelor, instituțiilor ambulatoare-policlinici, maternităţilor, caselor internat pentru bătrîni şi invalizi, şcolilor de cultură generală, grădiniţelor de copii, creşelor, creşelor grădiniţe (combinate), precum şi clădirilor de producție, în care trebuie să se menţină parametrii optimi de temperatură şi umiditatea relativă a aerului în zona de lucru în perioada caldă a anului sau conform condițiilor tehnologiei, să se menţină la nivel constant temperatura sau temperatura şi umiditatea relativă a aerului, nu trebuie să depăşească amplitudinea normată a oscilaţiilor temperaturii la suprafaţa interioară a construcției de îngrădire A_{τ}^{mp}, °C, care se determină conform formulei:

$$A_{\tau}^{nec} = 2,5 - 0,1(t_e - 21) \quad (21)$$

unde,

t_e – temperatura medie lunară a aerului exterior pentru luna iulie, °C.

6.2 Orientări metodologice privind stabilitatea termică a construcției de îngrădire

6.2.1 Amplitudinea de oscilaţie a temperaturii de calcul la suprafaţa interioară a construcției de îngrădire $A_{\tau_{int}}$ trebuie să se determine conform formulei.

$$A_{\tau_{int}} = \frac{A_{t_e}^{calc}}{\upsilon} \quad (22)$$

unde,

$A_{t_e}^{calc}$ - amplitudinea oscilaţiei de calcul a temperaturii exterioare a aerului exterior, °C, calculată în conformitate cu 6.3;

υ - mărimea amortizării amplitudinii de calcul a oscilațiilor temperaturii aerului exterior $A_{t_e}^{calc}$ în construcțiile de îngrădire , se determină în conformitate cu 6.4.

6.2.2 Amplitudinea de calcul a oscilațiilor temperaturii aerului exterior $A_{t_e}^{calc}$, °C, trebuie calculată conform formulei:

$$A_{t_e}^{calc} = 0,5A_{t_e} + \frac{\rho(I_{max} - I_{med})}{\alpha_e} \quad (23)$$

unde,

A_{t_e} - amplitudinea maximală a oscilațiilor în decursul zilelor temperaturii aerului exterior în luna iulie, °C, adoptat în conformitate cu SM SR EN ISO15927-1;

ρ — coeficientul absorbției radiației solare a materialului suprafeței exterioare a construcției de îngrădire, acceptată conform Anexei F;

I_{max}, I_{med} — corespunzător valorile maximale și medii ale radiației solare sumare (directe și disperse), W/м², admise conform SM SR EN ISO 10456 pentru pereți exteriori - cum pentru suprafețe verticale de orientare estică și pentru acoperișuri — cum pentru suprafețe orizontale;

α_e — coeficientul de transfer termic al suprafeței exterioare construcției de îngrădire în baza condițiilor de vară, W/(m²·°C), determinat conform formulei (29).

6.2.3 Mărimea amortizării amplitudinii de calcul a oscilațiilor temperaturii aerului exterior *v* în construcția de protecție, formată din straturi omogene, trebuie determinată conform formulei:

$$\nu = 0,9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1+\alpha_{int})(s_2+Y_1)...(s_n+Y_{n-1})(\alpha_e+Y_n)}{(s_1+Y_1)(s_2+Y_2)...(s_n+Y_n)\alpha_e} \quad (24)$$

unde,

e = 2,718— baza logaritmului natural;

D — inerția termică a construcției de îngrădire, determinată conform punctului 6.5.;

$s_1, s_2, ..., s_n$ — coeficienții de calcul de absorbție termică ai materialului straturilor separate ale construcției de îngrădire, W/(m²·°C);

$Y_1, Y_2, ..., Y_{n-1}, Y_n$ — coeficienții de absorbție termică ale suprafeței exterioare straturilor construcției de îngrădire, W/(m²·°C), determinați în conformitate cu pct. 6.5;

α_{int} — de asemenea, corespunzător formulei (14);

α_e — de asemenea, corespunzător formulei (23).

NOTĂ – Ordinea de numerare a straturilor în formula (23) este admis în direcție de la suprafața interioară către cea exerioară.

Pentru construcția de îngrădire cu mai multe straturi neomogene cu conductibilitatea termică a incluziunilor, valoarea amortizării amplitudinii de calcul a oscilațiilor temperaturii aerului exterior *v* în construcția de îngrădiretrebuie determinată în corespundere cu standardele în vigoare.

6.2.4 Inerția termică *D* a construcției de îngrădire trebuie definită ca suma valorilor inerției termice D_i ale tuturor straturilor construcției cu mai multe straturi, determinate conform formulei:

$$D_i = R_i s_i \quad (25)$$

unde,

R_i — rezitența termică a stratului *i* – al construcției de îngrădire, (m²·°C)/W, determinat în baza formulei:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (26)$$

unde,
δi,— grosimea stratului *i* al construcției, m;
λi — coeficientul de conductibilitate termică al materialului *i* al stratului construcției, W/(m·°C).

NOTĂ 1 - Coeficientul de calcul al stabilității stratului intermediar de aer se admite egal cu zero.

NOTĂ 2 - Straturile construcției, amplasate între stratul intermediar de aer, ventilarea aerului exterior și suprafața exterioară a construcției de îngrădire, nu se iau în considerare.
NOTĂ 3 - Dacă inerția termică totală a construcției de îngrădire $D \geq 4$, calculul stabilității termice nu este necesar.

6.2.5 Pentru determinarea coeficienților de stabillitate termică a suprafeței exterioare ale straturilor separate ale construcției de îngrădire trebuie preventiv de calculat inerția termică *D* pentru fiecare strat conform formulei (25).

Coeficientul de stabilitate termică al stratului suprafeței exterioare, *Y*, W/(m^2·°C), cu inerția termică D ≥ 1 trebuie acceptat egal cu coeficientul de calcul al stabilității termice *s* al materialului acestui strat al construcției.

Coeficientul de stabilitate termică al suprafeței exterioare a stratului *Y* cu inerția termică D < 1 trebuie determinat prin calcul, începând cu primul strat (socotind de la suprafața interioară a construcției de îngrădire) în felul următor:

a) pentru primul strat — conform formulei:

$$Y_1 = \frac{R_1 s_1^2 + \alpha_{\text{int}}}{1 + R_1 \alpha_{\text{int}}} \tag{27}$$

b) pentru stratul *i* — conform formulei:

$$Y_1 = \frac{R_i s_i^2 + Y_{\text{i}-1}}{1 + R_i Y_{\text{i}-1}} \tag{28}$$

unde,

R_1, R_i — rezistența termică corespunzător primului și *i* strat, (m^2·°C)/W, determinată conform formulei (26);

s_1, s_i — coeficienții de calcul de absorbție termică ai materialului corespunzător primului și *i* straturilor, W/(m^2·°C);

α_{int} — de asemenea, corespunzător formulei (14);

Y_1, Y_i, Y_{i-1} — coeficienții de absorbție termică ale suprafeței exterioare corespunzător primului și *i* straturilor, W/(m^2·°C).

6.2.6 Coeficientul de transfer termic al suprafeței exterioare a construcției de îngrădire conform condițiilor de vară α_e, W/(m^2·°C), trebuie să fie determinat prin formula:

$$\alpha_e = 1{,}16(5 + 10\sqrt{v}) \tag{29}$$

unde,

V — viteza minimală din viteza medie a vîntului de orientare pentru luna iulie, repetabilitatea cărora constituie 16 % și mai mult, dar nu mai puțin de 1 m/s.

6.2.7 În regiunile cu temperatura medie în luna iulie de +21 °C şi mai mult pentru ferestrele și luminatoarele clădirilor de locuit, instituțiilor medicale (spitale, policlinici staționare și hospital), dispanserelor, instituțiilor ambulatoare-policlinici, maternităţilor, caselor internat pentru bătrîni şi invalizi, şcolilor de cultură generală, grădiniţelor de copii, creşelor, creşelor grădiniţe (combinate), precum şi clădirilor de producție, în care trebuie să se menţină parametrii optimi de temperatură şi umiditatea relativă a aerului în zona de lucru în perioada caldă a anului sau conform condițiilor tehnologiei, să se menţină la nivel constant temperatura sau temperatura şi umiditatea relativă a aerului, trebuie să se prevadă dispozitive de protecție solară.

Coeficientul de permeabilitate termică a dispozitivelor de protecție solară nu trebuie să depășească valoarea normată β_{ps}^{e} stabilită în Tabelul 5.

Tabelul 5 - Valori normate ale coeficientul de permeabilitate termică a dispozitivelor de protecție solară

Clădiri	Coeficient de permeabilitate termică ale dispozitivelor de protecție solară β_{ps}^{e}
1 Clădiri de locuit, instituții medicale (spitale, policlinici staționare și hospital), dispansere, instituții ambulatoare-policlinici, maternităţi, case internat pentru bătrîni şi invalizi, şcoli de cultură generală, grădiniţe de copii, creşe, creşe grădiniţe (combinate), orfelinate.	0,2
2 Clădiri de producție, în care trebuie respectate normele optime de temperatură și umiditate relativă a aerului în zona de lucru sau conform condițiilor tehnologiei trebuie să mențină o temperatură constantă sau temperatură și umiditate relativă a aerului.	0,4

7 Permeabilitatea la aer a construcției de îngrădire

7.1 Cerințe privind permeabilitatea la aer a construcției de îngrădire

Cerințele privind permeabilitatea la aer a construcției de protecție se admit în conformitate cu SM EN 16798-1 și SM EN 16978-5-1 și se definesc în felul următor:

Rezistenţa de permeabilitate la aer a construcției de îngrădire, cu excepţia umplerii golurilor de lumină (ferestre, uşi de balcon şi luminatoare), din clădiri şi edificii R_u nu trebuie să fie mai mică decât valoarea normată a rezistenţei de permeabilitate la aer R_u^{nec}, (m²·h·Pa/kg), care se calculează în baza formulei:

$$R_u^{nec} = \Delta p / G_{\text{n}} \tag{30}$$

unde,

Δp – diferenţa de presiune a aerului la suprafaţa exterioară şi interioară ale construcției de îngrădire, Pa, calculată în corespundere cu pct. 7.2;

G_n – permeabilitatea transversală de aer pătruns a construcției de îngrădire, кg/(m²·h), admisă în corespundere cu pct. 7.2.2.

7.2 Orientări metodologice privind calculul permeabilității la aer ale construcției de îngrădire

7.2.1 Diferenţa de presiune a aerului la suprafaţa exterioară şi interioară ale construcției de îngrădire Δp, Pa, se calculează conform formulei:

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_e - \gamma_{\text{int}}) + 0,03\gamma_e v^2 \tag{31}$$

unde,

H - înălţimea clădirii (de la nivelul pardoselii primului etaj până la partea superioară a puțului de evacuare), m;

γ_e, γ_{int} - greutatea specifică corespunzător a aerului exterior și interior, N/m³, determinată conform formulei:

$$\gamma = 3463/(273 + t) \quad (32)$$

unde,

t – temperatura aerului: interior (pentru determinarea γ_{int}) – se acceptă conform parametrilor optimi; exterior (pentru determinarea γ_e) – se acceptă egală cu temperatura medie a celei mai reci perioade de 5 zile cu asigurarea 0,92;

ν - viteza maximă dintre vitezele medii ale vântului pe rumburi în luna ianuarie, a căror repetabilitate constituie 16 % şi mai mult;

7.2.2 Permeabilitatea transversală de aer pătruns G_n, кg/(m²·h), a construcției de îngrădire ale clădirii trebuie adoptată conform tabelului 6.

Tabelul 6 — Permeabilitatea transversală de aer pătruns a construcției de îngrădire

Construcții de îngrădire	Permeabilitate transversală de aer pătruns G_n, кg/(m²·h), nu mai mult
1 Pereți exteriori, planșee și acoperiri ale clădirilor de locuit, publice, administrative și de uz casnic și încăperi	0,5
2 Pereți exteriori, planșee și acoperiri ale clădirilor de producție și încăperi	1,0
3 Joncțiuni între socluri ale pereților exteriori:	
а) clădiri de locuit	0,5*
б) clădiri de producție	1,0*
4 Uși de intrare în apartamente	1,5
5 Uși de intrare în clădirile de locuit, publice și de uz casnic	7,0
6 Ferestrele și ușile de balcon clădirilor de locuit, publice și de uz casnic și încăperi în cerceveaua de lemn; ferestrele și luminatoarele clădirilor de producție cu aer condiționat	6,0
7 Ferestrele și ușile de balcon clădirilor de locuit, publice și de uz casnic și încăperi în cerceveaua de plastic sau aluminiu	5,0
8 Ferestrele, ușile și porțile clădirilor de producție	8,0
9 Luminatoarele clădirilor de producție	10,0
10 ferestrele și luminatoarele clădirilor de producție cu aer condiționat	10,0
* În кg/(m·h).	

7.2.3 Rezistența de aer pătruns R_u a construcției de îngrădire cu mai multe straturi trebuie de calculat ca suma rezistențelor de aer pătruns a straturilor separate conform formulei:

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + ... + R_{un} \quad (33)$$

unde,

R_{u1}, R_{u2}, …, R_{un} — rezistențele de aer pătruns ale straturilor separate a construcției de îngrădire, (m²·h·Pa)/кg.

7.2.4 Rezistenţa de aer pătruns ale ferestrelor şi uşilor de balcon din clădirile de locuit şi publice, precum şi ferestrelor şi luminatoarelor din clădirile de producţie R_u nu trebuie să fie mai mică decât rezistenţa normată de aer pătruns R_u^{nec}, m²·h/кg, care se calculează conform formulei:

$$R_u^{nec} = (1/G_n) \cdot (\Delta p/\Delta p_0)^{2/3} \quad (34)$$

unde,

G_n - de asemenea, cu semnificaţia din formula (30);

Δp - de asemenea, cu semnificaţia din formula (31);

Δp_0=10 Pa – diferenţa de presiune a aerului la suprafaţa exterioară şi interioară a construcției de îngrădire transparente, în baza căruia experimental se determină rezistenţa de aer pătruns al modelului de construcție ales R_u.

7.2.5 Rezistenţa de aer pătruns al modelului de construcție transparent R_u, (m²·h)/кg, se determină conform formulei:

$$R_u^{nec} = (1/G_t) \cdot (\Delta p/\Delta p_0)^n \quad (35)$$

unde,

G_t - rezistenţa de aer pătruns a construcției transparente, кg/(m²·h), la Δp_0=10 Pa, obținută în rezultatul experimentării;

n – indicatorul regimului de filtrare al construcției transparente, obținut în rezultatul experimentării;

7.2.6 În cazul dacă $\geq R_u^{nec}$, construcția de îngrădire selectată corespunde cerințelor pct. 7.1.

În cazul dacă $R_u < R_u^{nec}$, este necesar de selectat un alt model de construcție de protecție, obținînd îndeplinirea cerințelor pct. 7.1.

7.2.7 Pentru a asigura schimbul de aer normat în prezența utilajului încăperii, numai ventilarea prin aspirare în construcțiile exterioare (pereți, ferestre) trebuie prevăzute dispozitive reglabile de ventilare prin refulare.

8 Protecția contra supraumidificării construcției de îngrădire

8.1 Cerințe privind rezistența de permeabilitate la vaporii de apă ale construcției de îngrădire

Protecția construcției de îngrădire contra supraumidificării este asigurată prin proiectarea construcției de îngrădire cu rezistența de permeabilitatea la vaporii de apă ale straturilor interioare nu mai mică decât valoarea definită, determinată prin calcularea transferului de umiditate unidimensional (pus în aplicare prin mecanismul de permeabilitate la vaporii de apă).

Rezistenţa de permeabilitatea la vapori R_v, (m²·h·Pa)/mg, a construcției de îngrădire (în limitele de la suprafaţa interioară până la suprafața maximală de umidificare determinată în corespundere cu pct. 8.2.4) nu trebuie să fie mai mică decât cea mai mare dintre următoarele rezistenţe normate de permeabilitatea la vapori:

a) rezistenţa normată de permeabilitate la vapori R_{v1}^{nec}, (m²·h·Pa)/mg (din condiţia neadmiterii acumulării de umiditate în construcția de îngrădire pentru perioada de exploatare anuală), care se determină conform formulei:

$$R_{v1}^{nec} = \frac{(e_{int} - E) R_{v.n}}{E - e_e} \quad (36)$$

b) rezistenţa normată de permeabilitate la vapori R_{v2}^{nec}, (m²·h·Pa)/mg (din condiţia limitării umidității în construcția de îngrădire pentru perioada cu temperaturi medii lunare negative ale aerului exterior), care se determină conform formulei:

$$R_{v2}^{nec} = \frac{0,0024 z_0 (e_{int} - E_0)}{\rho_w \delta_w \Delta w + \eta} \quad (37)$$

unde,

e_{int} - presiunea parţială a vaporilor de apă în aerul interior, Pa, la temperatura de calcul şi umiditatea relativă a aerului în încăpere, se determină în baza formulei:

$$e_{int} = (\frac{\varphi_{int}}{100}) E_{int} \quad (38)$$

E_{int} - presiunea parţială a vaporilor de apă saturaţi, Pa, la temperatura interioară a aerului în încăpere $t_в$, se calculează în corespundere cu pct. 8.2.5;

φ_{int} - umiditatea relativă a aerului interior, %, adoptată pentru diferite clădiri în conformitate cu normativele în vigoare;

$R_{v.n}$ - rezistenţa de permeabilitate la vapori ($m^2 \cdot h \cdot Pa$)/mg, a unei părţi a construcției de îngrădire, amplasată între suprafaţa interioară a construcției de îngrădire şi suprafața maximală de umidificare, determinată conform pct. 8.2.6;

e_e - presiunea parţială medie anuală a vaporilor de apă în aerul exterior pentru perioada anuală, Pa;

z_0 - durata perioadei de acumulare a umidităţii, zile, admisă egală cu perioada cu temperaturi medii lunare negative ale aerului exterior;

E_0 - presiunea parţială a vaporilor de apă saturați în suprafața maximală de umidificare, Pa, determinată în baza temperaturii medii a aerului exterior a perioadei de acumulare a aerului z_0 corespunzător pct. 8.2.6 și pct. 8.2.7;

ρ_w - densitatea materialului stratului umezit, кg/m^3; admisă egală numeric cu ρ_0 conform SM SR EN ISO 10456;

δ_w - grosimea stratului umezit a construcției de îngrădire, m, acceptată egală cu 2/3 din grosimea peretelui omogen (cu un strat) sau cu grosimea stratului de multistrat a construcției de îngrădire, în care este dispus suprafața maximală de umidificare;

Δw - sporul maxim admisibil de umiditate în stratul de material umezit, %, conform masei, pentru perioada de acumulare a umidităţii z_0, admisă din Tabelul 7.

În cazul în care suprafața maximală de umiditate cade pe joncțiunea între două straturi, $\rho w \delta w \Delta w$ în formula (37) se acceptă egală cu suma $\rho w \delta w1 \Delta w1 + \rho w \delta w2 \Delta w2$, unde $\delta w1$ și $\delta w2$ corespunde jumătăților grosimii straturilor îmbinate.

Tabelul 7 - Sporul maxim admisibil de umiditate în stratul de material umezit Δw

(listă exhaustivă)

Materialul construcției de îngrădire	**Pas maxim admisibil de umiditate în stratul de material umezit* Δw, % conform masei**
1 Zidărie din cărămidă de argilă și blocuri ceramice	1,5
2 Zidărie din cărămizi de silicat	2,0
3 Beton ușor cu agregate poroase (beton de cheramzit, beton de shungit, beton de perlit, beton de zgură ponce)	5
4 Beton celular (gazbeton, beton înspumat, gaz de silicat, etc.)	6
5 Sticlă gaz înspumată	1,5
6 Fibrolit și arbolit de ciment	7,5
7 Plăci de vată minerală și carpete	3
8 Polistiren expandat și spumă poliuretanică	25
9 Expandant fenol-rezolic	50
10 Strat izolator de umplutură din cheramzit, shungit, zgură	3
11 Beton greu, mortar de nisip-ciment	2

* În cazul dacă semnificația umidității de sorbție al materialului la umiditatea relativă a aerului 97% este mai mică decât valoarea umidității materialului la condițiile de exploatare B, diferența dintre aceste valori constituie Δw_c, % conform masei, atunci sporul maxim admisibil de umiditate în stratul de material umezit Δw se mărește cu valoarea Δw_c.

E – presiunea parţială a vaporilor de apă, Pa, în suprafața maximală de umidificare pentru perioada de exploatare, Pa, ce se calculează conform formulei:

$$E = \left(E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3\right) / 12 \quad (39)$$

unde,

E_1, E_2, E_3 - presiunea parţială a vaporilor de apă saturați în suprafața maximală de umidificare, corespunzător perioadelor de iarnă, primăvară-toamnă și vară, Pa, care se determină în baza pct. 8.6, conform temperaturii în suprafața maximală de umidificare referitor perioadei date;

z_1, z_2, z_3 — durata perioadelor anului de iarnă, primăvară-toamnă și vară, luni cu evidența următoarelor condiții:

a) perioadei de iarnă se referă lunile cu temperaturile medii lunare ale aerului exterior mai joase de minus 5 °C;

b) perioadei de primăvară-toamnă se referă lunile cu temperaturile medii lunare ale aerului exterior de la minus 5 °C până la plus 5 °C;

c) perioadei de vară se referă lunile cu temperaturile medii lunare ale aerului exterior mai înalte de plus 5 °C;

η - coeficientul ce se calculează conform formulei:

$$\eta = \frac{0,0024(\mathrm{E}_0 - \mathrm{e}_{e,neg})}{R_{v,n}} \quad (40)$$

unde,

$\mathrm{e}_{e,neg}$ - presiunea parţială medie a vaporilor de apă ale aerului exteriorîn perioada lunilor cu temperaturi medii lunare negative, Pa.

NOTĂ - La stabilirea presiunii parţiale E_3 pentru perioada de vară, temperatura în suprafața umidificării maximale în toate cazurile trebuie adoptat nu mai joasă decât temperatura medie a aerului exterior pentru sezonul de vară, presiunea parţială a vaporilor de apă ale aerului interior $e_в$ – nu mai mică decât presiunea parţială medie a vaporilor de apă ale aerului exterior pentru această perioadă.

8.2 Orientări metodologice privind controlul protecției împotriva supraumidificării ale construcției de îngrădire

8.2.1 Rezistența de permeabilitate la vapori R_v, (m²·h·Pa)/mg, a planşeelor de pod sau a părţilor construcției ventilate ale acoperişului, amplasate între suprafaţa interioară a acoperișului şi stratul intermediar de aer ventilat, în clădiri cu acoperişuri înclinate nu trebuie să fie mai mică decât rezistenţa normată de permeabilitate la vapori R_v^{nec}, (m²·h·Pa)/mg, determinată conform formulei:

$$R_v^{nec} = 0,0012(\mathrm{e}_{\mathrm{int}} - \mathrm{e}_0^e) \quad (41)$$

unde,

$\mathrm{e}_{\mathrm{int}}$, e_0^e - de asemenea, conform semnificațiilor din formulele (36) și (40).

8.2.2 Pentru protecția stratului termoizolant (strat termoizolator) contra umezirii în acoperişurile clădirilor cu regim umed sau foarte umed trebuie de prevăzut o barieră de vapori mai jos de stratul termoizolant, care trebuie evidențiat la calcularea rezistenţei de permeabilitate la vapori a acoperişului în corespundere cu pct. 8.2.6.

8.2.3 Pentru a proteja sistemele de fațadă suspendate cu stratul intermediar a aerului ventilat este necesar suplimentar de efectuat verificarea pentru ”condensatul prizonier” în stratul intermediar al aerului ventilat în conformitate cu calculele prezentate în pct. 11.1.

8.2.4 Suprafața maximală de umidificare se determină pentru perioada cu temperaturile medii lunare negative în modul următor:

Pentru fiecare strat multistrat al construcției conform formulei (42) se calculează valoarea complexului $f_i(t_{M.y.})$, ce caracterizează temperatura în suprafața maximală de umidificare.

$$f_i(\mathrm{t}_{m.y.}) = 5330 \frac{R_{o,v}(\mathrm{t}_{\mathrm{int}} - \mathrm{t}_{e,neg})}{R_o^{conv}(\mathrm{e}_{\mathrm{int}} - \mathrm{e}_{e,neg})} \cdot \frac{\mu_i}{\lambda_i} \qquad (42)$$

unde,

$R_{o,v}$ – rezistența totală de permeabilitate la vapori ale construcției de îngrădire, (m²·h·Pa)/mg, determinată conform pct. 8.7;

R_o^{conv} – rezistența convențională de transfer termic omogen a construcției de îngrădire cu multe straturi, (m² °C)/W, determinată în baza formulei (6);

$\mathrm{t}_{e,neg}$ – temperatura medie a aerului exterior pentru perioada cu temperaturi medii lunare negative, °C;

e_{int} - de asemenea, conform semnificației din formula (36);

$e_{e,neg}$ – de asemenea, conform semnificației din formula (40);

λ_i, μ_i – coeficienții de calcul ai conductibilității termice, W/(m²·°C) și permeabilității la vapori, mg/(m·h·Pa) a materialului corespunzător stratului.

n conformitate cu valorile obținute ale complexului $f_i(t_{m.y.})$ în baza Tabelului 8 se determină valorile de temperatură în suprafața maximală de umidificare, $t_{m.y}$ pentru fiecare strat al construcției multistrat.

Se întocmește tabelul, care conține: numărul stratului, $t_{m.y}$ pentru acest strat, temperaturile la limitele stratului, obținute prin calcul conform pct. 8.8 (la temperatura medie a aerului exterior a perioadei de luni cu temperaturi medii negative).

Pentru determinarea stratului, în care se află suprafața maximală de umidificare, se realizează compararea valorilor obținute $t_{m.y.}$ cu temperaturile la limitele straturilor construcțiilor. Dacă temperatura $t_{M.y.}$ în unele dintre straturi este situată în intervalul de temperaturi la limitele acestui strat, se ajunge la concluzia existenței în acest strat a suprafeței maximale de umidificare și se determină coordonatele suprafeței – $x_{m.y.}$ (în ipoteza unei distribuții a temperaturii liniare în interiorul stratului).

Dacă în fiecare dintre cele două straturi adiacente ale construcției lipsește suprafața cu temperatura $t_{m.y}$, în timp ce la $t_{m.y}$ a stratului mai rece peste temperatura lui, iar la un strat cald $t_{m.y.}$ mai joasă de temperatura lui, atunci suprafața maximală de umidificare se află la joncțiunea acestor straturi.
Dacă umiditatea maximă în interiorul structurii plane lipsește, atunci ea este amplasată pe suprafața exterioară a structurii.

Dacă în cazul calculului s-a depistat două suprafețe cu $t_{m.y}$ în construcții, atunci pentru suprafața maximală de umidificare se acceptă suprafața amplasată în stratul termoizolator.

Tabelul 8 - Dependența complexului $f_i(t_{m.y.})$ de temperatură în suprafața maximală de umidificare

$f_i(t_{m.y.})$, °C	$f_i(t_{m.y.})$, °C²/Pa	$f_i(t_{m.y.})$, °C	$f_i(t_{m.y.})$, °C²/Pa	$f_i(t_{m.y.})$, °C	$f_i(t_{m.y.})$, °C²/Pa	$f_i(t_{m.y.})$, °C	$f_i(t_{m.y.})$, °C²/Pa
-25	712,5	-14	312,3	-3	146,9	8	73,51
-24	658,9	-13	290,8	-2	137,6	9	69,22
-23	609,8	-12	270,9	-1	128,9	10	65,22
-22	564,7	-11	252,5	0	120,9	11	61,47
-21	523,2	-10	235,5	1	113,4	12	57,96
-20	485,2	-9	219,8	2	106,5	13	54,68
-19	450,1	-8	205,2	3	100,0	14	51,6
-18	417,9	-7	191,8	4	93,91	15	48,72
-17	388,2	-6	179,2	5	88,27	16	46,02
-16	360,8	-5	167,6	6	83,01	17	43,48
-15	335,6	-4	156,9	7	78,1	18	41,11

Pentru construcțiile de îngrădire multistrat cu un strat izolator pronunțat (rezistența termică a stratului termoizolator este mai mare de 2/3 R_o^{conv}) și stratul exterior, coeficientul de permeabilitate la vapori este mai mic decât cel a stratului de material termoizolator, se permite admiterea suprafeței maximale de umidificare la limita exterioară a termoizolantului cu condiția îndeplinirii inegalității:

$$\frac{\mu_{iz}}{\lambda_{iz}} > 2$$

unde,

λ_{iz} – coeficientul de calcul al conductibilității termice, W/(m² °C), al materialului cu strat termoizolator;

μ_{iz} – coeficientul de calcul de permeabilitate la vapori, mg/(m·h·Pa), al materialului cu strat termoizolator.

8.2.5 Presiunea parțială a vaporilor de apă saturați E, Pa, la temperatura t, °C, de la minus 40 °C până la plus 45 °C, se determină conform formulei:

$$E = 1{,}84 \cdot 10^{11} exp\left(-\frac{5330}{273+t}\right) \quad (43)$$

8.2.6 Rezistența de permeabilitate la vapori R_{vi}, (m²·h·Pa)/mg, monostrat sau strat separat al construcției de îngrădire multistrat se determină conform formulei:

$$R_{vi} = \frac{\delta_i}{\mu_i} \quad (44)$$

unde,

δ_i – grosimea stratului construcției de îngrădire, m;

μ_i – coeficientul de calcul de permeabilitate la vapori a materialului stratului construcției de îngrădire, mg/(m·h·Pa).

Rezistența de permeabilitate la vapori $R_{v.o}$, (m²·h Pa)/mg, a construcției de îngrădire cu mai multe straturi (sau a părții acesteia) este egală cu suma rezistențelor de permeabilitate la vapori constituite din straturile componente acesteia.

$$R_{v,o} = \sum R_{vi} \quad (45)$$

Rezistența de permeabilitate la vapori $R_{v.o}$, (m²·h Pa)/mg, a plăcilor materialelor și a straturilor subțiri ale izolației de vapori trebuie acceptată în conformitate cu Anexa C.

NOTA 1 - Rezistența de permeabilitate la vapori ale straturilor intermediare aeriene închise în construcțiile de îngrădire trebuie acceptate egale cu zero, indiferent de localizarea și grosimea acestor intercalații.

NOTA 2 - Pentru asigurarea rezistenței de permeabilitate la vapori R_v^{nec} a construcției de îngrădire este necesar de determinat rezistența de permeabilitate la vapori R_v a construcției în limitele de la suprafața interioară până la suprafețele de umidificare maximală.

NOTA 3 - În încăperile cu regim umed sau foarte umed trebuie de prevăzut izolația de vapori a etanșoarelor termoizolante ajustate cu elementele construcției de îngrădire (locuri de joncțiune cu umplerea golurilor din pereți, etc.) de la sediul încăperilor, rezistența de permeabilitate la vapori în astfel de locuri de ajustare se verifică din condițiile de limitare a acumulării umidității în joncțiuni pentru perioada cu temperatura medie lunară negativă a aerului exterior pe baza calculului cîmpurilor de temperatură și umiditate.

8.2.7 Temperatura t_x, °C, construcției de îngrădire în planul decantat de la suprafața interioară la distanța x, m, trebuie determinată conform formulei:

$$t_x = t_{\text{int}} - \frac{t_{\text{int}} - t_e}{R_0^{conv}} R_x \tag{46}$$

unde,

t_{int} și t_e - temperatura aerului interior și exterior corespunzător, °C;

R_x – rezistența de transfer termic a părții cu mai multe straturi ale construcției de îngrădire de la suprafața interioară până la planul decantat de la suprafața interioară la distanța x, (m² °C)/W, determinată conform formulei:

$$R_x = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_{până\ \text{int}er\ \text{sec}tie} \frac{\delta_i}{\lambda_i} \tag{47}$$

9 Absorbția termică a suprafeței pardoselilor

9.1 Cerințe privind absorbția termică a suprafeței pardoselilor

Cerințele privind absorbția termică a suprafeței pardoselilor se formulează în felul următor:

Suprafaţa pardoselii în clădirile de locuit și publice, în clădirile auxiliare, în încăperile întreprinderilor industriale şi în încăperile încălzite ale clădirilor de producţie (în zonele cu locuri permanente de muncă) trebuie să aibă un coeficient de absorbție termică Y_{pard}, W/(m²·°C), nu mai mare de valoarea normată Y_{pard}^{nec}, indicată în Tabelul 9.

Tabelul 9 - Valori normate ale coeficientului Y_{pard}^{nec}

Clădiri, încăperi, sectoare separate	Coeficientul de absorbție termică a suprafeței pardoselilor, Y_{pard}^{nec}, W/(m²·°C)
1 Clădiri de locuit, instituții medicale (spitale, clinice, ambulatorii și spitale), dispansere, instituții policlinice ambulatorii, maternităţi, case pentru copii, case internat pentru bătrîni şi invalizi, școli de cultură generală, grădinițe, creşe, creșe-grădiniţe de copii (combinate), case pentru copii și orfelinate	12
2 Clădiri publice (cu excepţia celor indicate în pct. 1); clădiri auxiliare şi încăperi ale întreprinderilor industriale, sectoare cu locuri permanente de muncă în încăperile încălzite ale clădirilor de producţie, unde se depune o muncă uşoară (categoria I)	14

Tabelul 9 - Valori normate ale coeficientului Y_{pard}^{nec} (sfîrșit)

Clădiri, încăperi, sectoare separate	Coeficientul de absorbție termică a suprafeței pardoselilor, Y_{pard}^{nec}, W/(m²·°C)
3 Sectoare cu locuri de muncă permanente în încăperile încălzite ale clădirilor de producţie, unde se depune o muncă fizică de greutate medie (categoria II)	17
4 Sectoarele clădirilor pentru animale, în locurile de odihnă ale animalelor cu întreţinere fără aşternut:	
a) vaci şi juninci cu 2-3 luni înainte de fătare, tauri de reproducţie, viţei până la 6 luni, creșterea de vite tinere mari cornute, porcine, vieri, purcei înţărcaţi;	11
b) vaci destinate pentru fătare şi fătare, purcei, porci la îngrăşat;	13
c) vite mari cornute la îngrăşat.	14

9.2 Orientări metodologice privind calculul absorbției termice a suprafeței pardoselelor

9.2.1 Valoarea de calcul a coeficientului de absorbție termică a suprafeței pardoselilor Y_{pard}, W/(m²·°C) se determină în felul următor:

a) dacă acoperirea de pardoseală (primul strat al construcției pardoselei) are inerție termică $D_1=R_1s_1\geq 0,5$, atunci coeficientul de absorbție al căldurii al suprafeței pardoselei trebuie determinată prin formula:

$$Y_{pard} = 2s_1 \tag{48}$$

b) dacă primele n straturi ale construcției pardoselei ($n \geq 1$) au inerția termică totală $D_1 + D_2 + ... + D_n < 0,5$, dar inerția termică a (n + 1) a straturilor D1 + D2 + ... + Dn + l ≥ 0,5, atunci coeficientul de absorbție termică al suprafeței pardoselei Y_{pard} trebuie să fie determinat consecutiv calculului coeficienților ai suprafeței pardoselei straturilor construcției, începând cu numărul n până la 1:

pentru stratul n – conform formulei:

$$Y_n = \left(2R_n s_n^2 + s_{n+1}\right)/\left(0,5 + R_n s_{n+1}\right) \tag{49}$$

pentru stratul i (i = n-1; n-2; ...; 1) – conform formulei:

$$Y_i = \left(4R_i s_i^2 + Y_{n+1}\right)/\left(1 + R_i Y_{i+1}\right) \tag{50}$$

Coeficientul de absorbție termică a suprafeței pardoselei Y_{pard} se adoptă egal coeficientului de absorbție termică a suprafeței stratului 1 Y_1.

În formulele (48) - (50) și în inegalitățile:

D_1, D_2, ..., D_{n+l} - inerția termică corespunzător straturilor 1, 2, ..., (n+1) construcției pardoselei, determinată conform formulelor:

$$D_1 = R_1 s_1 ; D_2 = R_2 s_2 ; \ldots ; D_n = R_n s_n \tag{51}$$

R_1, R_2, ,R_n — rezistența termică, (m²·°C)/W, corespunzător straturilor 1, 2, ..., (n+1) construcției pardoselei, determinată conform formulelor:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1}; \quad R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2}; \ldots; \quad R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n} \tag{52}$$

S_1, S_i, S_n, S_{n+1} — coeficienții de calcul ai absorbției termice ale materialului corespunzător straturilor 1, 2, ..., (n+1) construcției pardoselei, W/(m²·°C), admise în conformitate cu rezultatele cercetărilor în laboratorul acreditat, în lipsa datelor, acestea se valorifică în baza anexei P;

$\delta_1, \delta_2, \ldots, \delta_n$ grosimile corespunzător straturilor 1, 2, … , n construcției pardoselei, m;

$\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ Conductibilitățile termice de calcul ale materialului corespunzător straturilor 1, 2, ..., n construcției pardoselei, W/(m²·°C), acceptate în conformitate cu rezultatele cercetărilor.

Dacă valoarea de calcul Y_{pard} al coeficientului de absorbție al suprafeței pardoselei se va depista nu mai mare de valoarea normată Y_{pard}^{nec}, specificate în Tabelul 9.1, atunci această pardoseală satisface cerințele în privința absorbției termice. Dacă $Y_{pard} > Y_{pard}^{nec}$, atunci trebuie de elaborat o altă construcție a pardoselei sau de modificat grosimea straturilor sale separate până la satisfacerea condițiilor $Y_{pard} \leq Y_{pard}^{nec}$.

9.2.2 Nu se normează coeficientul de absorbție termică al suprafeţei pardoselilor:

a) cu temperatura suprafeţei mai înaltă de 23 °C;

b) în încăperile încălzite ale clădirilor de producţie, unde se depune o muncă fizică grea (categoria III);

c) în clădirile de producţie în condițiile de stivuire pe sectoarele locurilor de muncă permanente ale scuturilor de lemn sau covoare termoizolante;

d) încăperile clădirilor publice, exploatarea cărora nu este legată de aflarea permanenta a oamenilor în ele (săli de muzee şi expoziţii, foaere în teatre, cinematografe etc.).

9.2.3 Calculul termotehnic al pardoselilor clădirilor de creştere a vitelor, pasărilor şi animalelor de blană, trebuie de efectuat în conformitate cu cerințele normelor în vigoare în construcții.

10 Cerințe privind consumul de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii

10.1 Cerințe privind caracteristica specifică de consum a energiei termice pentru încălzirea și ventilarea clădirii

10.1.1 Consumul de energie al clădirilor rezidențiale și publice se caracterizează prin coeficientul consumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii rezidențiale sau publice la etapa de elaborare a documentației de proiectare, este caracteristica specifică a consumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii numeric egală cu debitul de căldură per 1 m³ de volum încălzit al clădirii pe o unitate de timp, la o scădere a temperaturii de 1 °C , $q_{înc}$, W / (m³ °C).

Valoarea estimată a caracteristicii specifice ale consumului de energie termică pentru încălzire și ventilare a clădirilor, $q_{înc}^{c}$, W / (m³ °C), se determină conform metodologiei din anexa D, ținând cont de condițiile climatice ale zonei de construcție, deciziile de planificare ale spațiului selectat, orientarea clădirii, proprietăți de protecție termică ale construcției de îngrădire, admisă în sistemul de ventilare al clădirii, precum și de aplicarea tehnologiilor de conservare ale energiei.

Valoarea estimată a caracteristicii specifice ale consumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii trebuie să fie mai mică sau egală cu valoarea normată $q_{înc}^{nec}$, W/(m³·°C):

$$q_{înc}^{c} \leq q_{înc}^{nec} \quad (53)$$

unde,

$q_{înc}^{nec}$ - caracteristica specifică normată al consumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii, W/(m^3 °C), determinată pentru diferite tipuri de clădiri rezidențiale și publice conform SM EN ISO 52000-1.

10.1.2 Referitor necesităților termice ale clădirii se includ numai acei factori, pentru care acțiunea comportamentului omului la exploatarea încăperilor clădirii este exclusă. Aceste pierderi termice prin construcțiile de îngrădire , volumul încălzit al încăperilor clădirii și pierderile termice sunt necesare pentru formarea regimului aerian al clădirii.

Necesitățile termice, ce caracterizează formarea regimului aerian se includ în calcul, în pofida acțiunii mediate al factorului uman la determinarea schimbului de aer în unele cazuri.

Cu toate că utilizarea aporturilor termice existente: interne, ce apar în rezultatul activității umane, și de radiațiile solare - pot permite reducerea necesităților termice ale clădirii: degajări de căldură de uz casnic și aporturile de căldură de la radiațiile solare sunt luate în calculul caracteristicii specifice ale consumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii, $q_{înc}^{nec}$, W/(m^3·°C).

Raportul dintre necesitățile termice către cheltuielile de energie pentru încălzire și ventilare caracterizează efectul util al sistemului de încălzire și al alimentării cu căldură internă al utilajului de ventilare și corespunzător eficiența lor energetică.

10.1.3 Sistemele de inginerie ale clădirii, ce consumă energie și se caracterizează prin comportamentul oamenilor și percepția lor subiectivă asupra condițiilor meteorologice curente nu sunt incluse în parametrul de bază, ce caracterizează consumul de energie de către clădire - caracteristica specifică de calcul al consumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii pentru perioada de încălzire $q_{înc}^{nec}$, W/(m^3·°C).

La astfel de sisteme de inginerie se referă sistemele de aer condiționat și de răcire, alimentarea cu apă caldă menajeră și rece, electricitate.

Evaluarea eficienței energetice enumerate în prezentul punct se realizează conform raportului dintre necesitățile de energie, ceea ce constituie un efect util și cheltuielile de energie, necesare pentru a obține efectul util – satisfacerea necesităților, și anume, cu ajutorul coeficientului de acțiune utilă al întregului sistem, inclusiv al utilajului component.

10.2 Metodologia de calcul a caracteristicii specifice al cosumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii

Metodologia de calcul a caracteristicii specifice al cosumului de energie termică pentru încălzirea clădirilor rezidențiale și publice este descrisă în felul următor:

10.2.1 Caracteristica specifică de calcul al consumului de energie termică pentru încălzirea și ventilarea clădirii, $q_{înc}^{c}$, W/(m^3·°C) trebuie determinat ca diferența dintre pierderile termice și aporturile termice, exprimate prin caracteristicile specifice corespunzătoare în baza formulei:

$$q_{înc}^{c} = k_{anv} + k_{vent} - \beta_{pard} (k_{casn} + k_{rad}) \quad (54)$$

unde,

k_{anv} - caracteristica specifică de protecție temică a clădirii, W/(m^3·°C), se determină în corespundere cu pct. 5.7.1;

k_{vent} - caracteristica specifică de ventilare a clădirii, W/(m^3·°C);

k_{casn} - caracteristica specifică de uz casnic de degajare a căldurii în clădire, W/(m^3·°C);

k_{rad} - caracteristica specifică de debit al căldurii în clădire de la radiația solară, W/(m³·°C);

β_{pard} - coeficientul utilizării eficiente al aportului de căldură.

10.2.2 Caracteristica specifică de ventilare a clădirii, k_{vent}, W/(m³·°C), trebuie de determinat conform formulei:

$$k_{vent} = \frac{0,28 \cdot c \cdot (L_{vent} \cdot \rho_{aer}^{vent} \cdot z_{vent} \cdot f_{ef} + G_{inf} \cdot z_{inf})}{V_{înc}} \quad (55)$$

unde,

c - capacitatea termică specifică a aerului, egală numeric cu 1 kJ(kg·°C);

L_{vent} – cantitatea normată a aerului exterior, ce parvine în încăperile clădirii, printr-o organizare (mecanică) sau neorganizare a sistemului de ventilare prin refulare, m³/h, determinat în conformitate cu documentele de proiect cu evidențierea mărimii totale al aerului refulat pentru formarea regimului de aer:

ρ_{aer}^{vent} - densitatea medie a aerului refulat pentru perioada de încălzire kg/m³

$$\rho_{aer}^{vent} = \frac{353}{(273 + t_{înc})} \quad (56)$$

$t_{înc}$ – temperatura medie a perioadei de încălzire, °C.

G_{inf} - cantitatea aerului infiltrat în clădire prin construcțiile de îngrădire , kg/h:

pentru clădiri rezidențiale – cantitatea aerului parvenit în casa scării în decursul zilelor perioadei de încălzire, determinat în conformitate cu pct. 10.2.3;

pentru clădiri publice – cantitatea aerului parvenit prin neetanșeitatea construcțiilor și ușilor translucide. Se permite pentru clădirile publice în orele de recreare, în dependență de numărul de etaje ale clădirii: până la trei etaje – egal numeric cu $0,1\beta_v V_{tot}$; de la patru până la nouă etaje - $0,15\beta_v V_{tot}$; nouă etaje și mai sus - în cazul în care $0,2\beta_v V_{tot}$, unde V_{tot} - volumul părții locative încălzite ale clădirii;

z_{vent} - coeficientul timpului de lucru al sistemului mecanic de ventilare, determinat conform formulei:

$$z_{vent} = \frac{n_{vent}}{168} \quad (57)$$

n_{vent} – numărul orelor de lucru al sistemului de ventilare în decursul săptămînii, h;

168 – numărul orelor în săptămînă, h;

z_{inf} - coeficientul timpului de evidență a infiltrației, determinat conform formulei:

$$z_{inf} = \frac{n_{inf}}{168} \quad (58)$$

n_{inf} - numărul orelor de evidență a infiltrației în decursul săptămînii, h, egal numeric cu 168 pentru clădirile cu ventilarea echilibrată de refulare-aspirare și (168 - $n_{вент}$) pentru clădirile, în încăperile cărora se menține dozarea aerului în decursul acțiunii ventilării mecanice;

168 – de asemenea ce și în formula (57).

f_{ef} – coeficientul rezultant de utilizare a recuperării termice al aerului aspirat, determinat conform formulei:

$$f_{ef} = 1 - \sum_i \left(k_{\text{ef},i} \cdot \left[\frac{L_{\text{vent},i}}{L_{vent}} \right] \right) \quad (59)$$

unde,

$k_{ef,i}$ – coeficientul de eficiență a recuperatorului termic sistemului de ventilare, ce deservește partea i a clădirii;

$L_{vent,i}$ – cantitatea normată a aerului exterior, ce parvine în încăperile clădirii, deservite de sistemul de ventilare refulat organizat i cu recuperator termic corespunzător, m^3/h;

L_{vent} – de asemenea ce și în formula (55);

$V_{înc}$ – volumul încălzit al clădirii, egal numeric volumului, limitat de suprafețele interioare ale construcțiilor exterioare de protecție ale clădirii, m^3.

Coeficientul de eficiență al recuperatorului, $k_{ef,i}$ poate fi diferit de zero în cazul, dacă se îndeplinesc cerințele SM EN 16798-7 privind permeabilitatea la aer ale apartamentelor de locuit și ale încăperilor clădirilor publice (la orificiile de ventilare închise de aspirare-refulare), aprovizionează în perioada de cercetare a schimbului de aer cu factorul n_{50}, h-1, la diferența de presiune 50 Pa al aerului exterior și interior la ventilare cu acționare mecanică $n_{50} \leq 2\ h^{-1}$.

Factorul schimbului de aer al clădirii și ale încăperilor la diferența de presiune 50 Pa și a permeabilității la aer medii.

La utilizarea aerului refulat parțial recirculat în calitate de mărime L_{vent}, m^3/h, pentru calculul caracteristicii specifice de ventilare se întrebuințează o parte din aerul refulat, care nemijlocit se ia din mediul ambiant exterior – aer exterior propriu.

Privind neorganizarea sistemelor de ventilare prin refulare, mărimea L_{vent}, m^3/h, se determină ca maximală din cantitatea normată proprie al aerului refulat și cantitatea aerului infiltrat, ce parvine prin construcțiile de îngrădire ale încăperilor, deservite de sistemele de ventilare indicate.

În cazurile, cînd clădirea este alcătuită din mai multe zone cu schimb de aer diferit în formula (55) mărimile L_{vent} și G_{inf} se substituie cu valori rezultative ale coeficienților z_{vent} și z_{inf}, care se estimează cu evidența intercalării acestora în valoarea finală analog (59). De asemenea este posibilă substituirea nemijlocită a produsului valorilor compuse în calitate de componente conform formulei:

$$k_{vent} = \frac{0,28 \cdot c \cdot \left[\sum_i (L_{vent,i} \cdot \rho_{aer,i}^{vent} \cdot f_{ef,i}) + \sum_i (G_{\text{inf},i} \cdot z_{\text{inf},i}) \right]}{V_{înc}} \quad (60)$$

unde,

$L_{vent,i}$ – cantitatea normată a aerului exterior, ce parvine în încăperile i ale părții clădirii, printr-o organizare (mecanică) sau neorganizare a sistemului de ventilare prin refulare, m^3/h, determinat în conformitate cu documentele de proiect cu evidențierea mărimii totale al aerului refulat pentru formarea regimului de aer;

$\rho_{\text{aer,i}}^{vent}$ - densitatea medie al aerului refulat pentru perioada de încălzire a părții clădirii i, $кg/m^3$;

$G_{inf,i}$ – cantitatea aerului infiltrat în încăpere a părții clădirii i prin construcțiile de îngrădire , кg/h;

$Z_{vent,i}$ – coeficientul timpului de lucru al sistemului de ventilare mecanic în încăperea părții clădirii i;

$Z_{inf,i}$ – coeficientul timpului de evidență a infiltrației în încăperile părții clădirii i;

$f_{ef,i}$ – coeficientul rezultant de utilizare a recuperării termice al aerului aspirat, determinat conform formulei:

$$f_{ef,i} = 1 - k_{ef,i} \tag{61}$$

unde,

$k_{ef,i}$ – coeficientul de eficiență a recuperării termice al sistemului de ventilare, ce deservește partea i a clădirii.

Valorile coeficienților timpului de lucru al sistemului de ventilare mecanic z_{vent} și timpul de evidență al infiltrației z_{inf} pot fi estimate cu ajutorul Tabelului 10.

Tabelul 10 – Coeficienții timpului de lucru al sistemului de ventilare mecanic z_{vent} și timpul de evidență al infiltrației z_{inf}

Tipul încăperii clădirii și a sistemelor de ventilare	z_{vent}	z_{inf}
Pentru camerele de locuit:	1	1
Pentru încăperile clădirilor publice:		
– cu ventilare echilibrată de aspirare-refulare	x/168	1
– cu menținerea selecției aerului în timpul lucrului sistemelor, ce asigură regimul de aer	x/168	(168-x)/168
x – numărul orelor de lucru al sistemului de ventilare în decursul unei săptămîni		

În lipsa sistemului de recuperare termică al aerului aspirat, coeficientul de utilizare a recuperării termice $f_{ef,i}$ pentru *i* încăperi este egal cu 1.

10.2.3 Cantitatea aerului infiltrat, ce parvine în casa scării blocului locativ sau în încăperile clădirii publice prin umplerea golurilor neetanșe, considerând că toate se află pe latura expusă la vânt, trebuie să se determine conform formulei:

$$G_{\text{inf}} = \left(\frac{A_{fer}}{R^{nec}_{u,\,fer}}\right)\cdot\left(\frac{\Delta p}{10}\right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{A_{usi}}{R^{nec}_{u,\text{usi}}}\right)\cdot\left(\frac{\Delta p}{10}\right)^{\frac{1}{2}} \tag{62}$$

unde,

A_{fer} și A_{usi} – corespunzător aria totală a ferestrelor și ușilor de balcon și ușilor exterioare de intrare, m²;

$R^{nec}_{u,\text{fer}}$ și $R^{nec}_{u,\text{usi}}$ - corespunzător rezistența necesară de permeabilitate la aer ale ferestrelor și ușilor de balcon și ușilor exterioare de intrare, m²;

Δp_{fer} și Δp_{usi} – corespunzător diferența de calcul a presiunii aerului exterior și interior, Pa, pentru ferestre și uși de balcon și uși exterioare de intrare, se determină conform formulei (31) pentru ferestre și uși de balcon cu înlocuirea valorii 0,55 la 0,28 și cu estimarea greutății specifice conform formulei (32) la temperatura aerului egal $t_{înc}$, unde $t_{înc}$ – de asemenea, ca și în formula (62).

Pentru clădirile publice nu în timpul orelor de lucru – cantitatea aerului infiltrat, ce parvine prin construcțiile neetanșe translucide și uși, se permite de acceptat în dependență de numărul de etaje ale clădirii: până la trei etaje – egal cu $0{,}1\beta_v V_{tot}$, de la patru până la nouă etaje - $0{,}15\beta_v V_{tot}$, mai mult de nouă etaje - $0{,}2\beta_v V_{tot}$, unde V_{tot} – volumul încălzit a părții publice ale clădirii.

Pentru nodurile scări-ascensoare (NSA) ale clădirii publice – cantitatea aerului infiltrat, ce intră prin umplerea golurilor neetanșe, se permite de acceptat în dependență de numărul de etaje ale clădirii: până la trei etaje – egal cu $0{,}3\beta_v V_{NSA}$, de la patru până la nouă etaje - $0{,}45\beta_v V_{NSA}$, mai mult de nouă etaje - $0{,}6\beta_v V_{NSA}$, unde V_{NSA} – volumul încălzit ale vestibulurilor casa scării-ascensor ale clădirii. Pentru

NSA fără a avea acces la balcoanele etajelor, cantitatea aerului infiltrat obținut prin formule simplificate trebuie să se micșoreze de două ori.

10.2.4 Coeficientul utilizării eficiente al aportului de căldură trebuie determinat conform formulei:

$$\beta_{pard} = \frac{K_{reg}}{(1+0,5\cdot K_{aer})} \quad (63)$$

K_{reg} – coeficientul de eficiență al reglajului de alimentare cu căldură în sistemele de încălzire; valori recomandate:

K_{reg} = 0,95 – în sistemul de încălzire cu termoregulatoare locale și cu autoreglarea fațadelor la intrare;

K_{reg} = 0,9 – în sistemul de încălzire cu termoregulatoare locale și cu autoreglarea centrală la intrare;

K_{reg} = 0,85 – în sistemul de încălzire fără termoregulatoare locale și cu autoreglarea fațadelor la intrare;

K_{reg} = 0,8 – în sistemul de încălzire cu termoregulator local și fără autoreglarea fațadelor la intrare;

K_{reg} = 0,7 – în sistemul de încălzire fără termoregulatoare locale și cu autoreglarea centrală la intrare;

K_{reg} = 0,6 – în sistemul de încălzire fără termoregulatoare locale și fără autoreglare la intrare.

K_{aer} – coeficientul schimbului de aer, кg/(m^3·h), se determină conform formulei:

$$K_{aer} = \frac{G_{aer}}{V_{înc}} \quad (64)$$

G_{aer} – consumul de masă total al aerului, ce parvine în încăperea clădirii, se determină conform formulei:

$$G_{aer} = L_{vent}\cdot \rho_{aer}^{vent} + G_{\inf} \quad (65)$$

L_{vent} – de asemenea ca și în formula (55);

G_{inf} – de asemenea ca și în formula (55);

$V_{înc}$ – de asemenea ca și în formula (56);

ρ_{aer}^{vent} - de asemenea ca și în formula (56).

10.2.5 Caracteristica specifică de uz casnic de degajare a căldurii clădirii k_{casn}, W/(m^3·°C), trebuie determinată conform formulei:

$$k_{casn} = \frac{q_{casn}\cdot A_l}{V_{înc}\cdot(t_{int} - t_{înc})} \quad (66)$$

unde,

q_{casn} – mărimea degajărilor de căldură de uz casnic pentru 1 m^2 de suprafață a încăperilor locative (A_l), W/m^2, sau suprafața de calcul ale clădirii publice (A_c), W/m^2, admisă pentru:

a) blocuri locative cu o populație estimată per apartamente mai puțin 20 m^2 din suprafața totală per persoană q_{casn} = 17 W/m^2;

b) blocuri locative cu o populație estimată per apartamente 45 m^2 din suprafața totală per persoană q_{casn} = 10 W/m^2;

c) alte blocuri locative – în dependență de estimarea populației apartamentelor în conformitate cu interpolarea valorilor q_{casn} între 17 și 10 W/m^2;

d) pentru clădirile publice și administrative, degajările de căldură de uz casnic se estimează conform calculului numărului de persoane (90 W/pers), ce se află în clădire, iluminării (conform puterii stabilite) și tehnicii (10 W/m^2) cu evidența orelor de lucru în săptămână;

t_{int}– de asemenea, corespunzător formulei (13), °C;

$t_{înc}$ – de asemenea, corespunzător formulei (56), °C;

A_l – aria încăperilor de locuit, m^2.

Caracteristica specifică de debit al căldurii în clădire de la radiația solară, k_{rad}, W/(m^3 °C), trebuie determinat conform formulei:

$$k_{rad} = \frac{11,6 \cdot Q_{rad}^{înc}}{(\mathrm{V}_{înc} \cdot \mathrm{GZPI})} \quad (67)$$

unde,

$Q_{rad}^{înc}$ - aportul de căldură prin ferestre și luminătoare de la radiațiile solare în decursul perioadei de încălzire, MJ/an pentru cele patru fațade ale clădirii, orientate în patru direcții, definite prin formula:

$$Q_{rad}^{înc} = \sum_{j}^{J} \left[I_j^{vert} \cdot \sum_{l=1}^{L} g_{jl} \cdot \tau_{2\,jl} \cdot A_{jl} \right] + I^{oriz} \cdot \sum_{y=1}^{Y} g_{lum} \cdot \tau_{2lum} \cdot A_{lum} \quad (68)$$

unde,

I_j^{vert} - radiația totală pentru perioada de încălzire pentru suprafața verticală, orientată conform direcției j, MJ/an·m^2;

I^{oriz} - radiația totală pentru perioada de încălzire pentru suprafața orizontală, MJ/an·m^2;

A_{jl}, A_{lum} – aria ferestrelor, orientate în direcția j, și luminătoarelor de zenit, corespunzător, m^2;

g_{jl}, g_{lum} - coeficienții de trecere totală a energiei solare pentru ferestre, orientate conform direcției j, și luminătoarelor de zenit, corespunzător, determinate ca suma coeficientului de trecere directă a energiei solare și coeficientului secundar de transfer termic în interiorul încăperii, unitate relativă, ferestrele de mansardă cu un unghi de înclinare de umplere spre orizont 45° și mai mult ar trebui să fie considerate ca ferestre verticale, cu unghiul de înclinare mai mic de 45 ° - ca și luminătoarele de zenit, estimate experimental sau conform anexei;

$\tau_{2\,jl}$, τ_{2lum} - coeficienți de penetrație relativă a radiației solare pentru permebialitatea la lumină de completare, corespunzător, ferestre și luminătoare de zenit, se calculează conform formulei:

$$\tau_2 = \frac{1}{A_0} \sum A_i \cdot \left\{ K_{Gi} + \frac{\beta_i \cdot \rho \cdot (1 - \mathrm{K}_{Gi})^2}{2 - \rho \cdot \left[K_{Gi} \cdot (2 + \beta_i) - \beta_i \right]} \right\} \quad (69)$$

unde,

β_i – indexul celulei *i* de legătură, unitate relativă, pentru legătura formei dreptunghiulare $\beta_i = \frac{2a_i b_i}{d_i \sqrt{\pi}(a_i + b_i)}$, pentru legătura formei rotunde $\beta_i = \frac{r_i}{d_i}$;

d_i – grosimea celulei *i* de legătură, m;

r_i – raza celulei de legătură, m.

A_0 – aria unității ferestrelor conform măsurărilor exterioare, m²;

$A_i = a_i \cdot b_i$ – aria celulei *i* în lumină, m²;

a_i, b_i – lățimea și înălțimea celulei *i* în lumină, m;

K_{Gi} – componentă a coeficientului de transfer de lumină, care depinde de dimensiunile geometrice ale celulei de legătură.

$$K_{Gi} = 0,25\left[\sqrt{\left(\frac{1}{\beta_i}\right)^2 + 4} - \left(\frac{1}{\beta_i}\right)\right]^2 \quad (70)$$

Radiația solară totală (directă plus difuză) pe suprafața orizontală (acoperire, luminătoare de zenit) I_{oriz}, MJ/an·m², în condiții reale de nebulozitate pentru perioada de încălzire pe regiunea climaterică de construcții se determină conform formulei:

$$I^{oriz} = \sum_{i=1}^{m} I_i^{oriz} \quad (71)$$

unde,

I^{oriz} - radiația solară totală pe suprafața orizontală în condiții reale de nebulozitate pentru luna i al perioadei de încălzire, MJ/an·m²;

m – numărul lunilor perioadei de încălzire cu temperatura medie a zilei al aerului exterior, egală și mai joasă de 8 °C.

Radiația solară totală (directă, difuză și reflectată) pe suprafața verticală (pereți și ferestre), I_j^{vert} MJ/an·m², în condiții reale de nebulozitate pentru perioada de încălzire se determină conform formulei:

$$I_j^{vert} = \sum_{i=1}^{m} I_i^{vert} = \sum_{i=1}^{m} (S_{ji}^{vert} + D_i^{vert} + R_i^{vert}) = \sum_{i=1}^{m} \left(S_i^{oriz} \cdot k_{ji} + D_i^{oriz} \cdot \varepsilon_j + I_i^{oriz} \cdot \frac{A_i}{200} \right) \quad (72)$$

unde,

S_{ji}^{vert} - radiația solară directă pe suprafața verticală în condiții reale de nebulozitate în luna i a perioadei de încălzire pentru orientarea j, MJ/m²;

D_i^{vert}, R_i^{vert} - radiația solară difuză și reflectată pe suprafața verticală în condiții reale de nebulozitate în luna i a perioadei de încălzire, MJ/m²;

S_i^{oriz}, D_i^{oriz} - radiația solară directă și difuză pe suprafața orizontală în condiții reale de nebulozitate în luna i a perioadei de încălzire, MJ/m².

m – de asemenea ca și în formula (71);

A_i – albedoul pe suprafața pământului în luna i a perioadei de încălzire, %.

k_{ji} – coeficientul de recalculare a radiației solare directe cu suprafața orizontală pe verticală a lunii i a perioadei de încălzire pentru orientarea j, admisă conform datelor Tabelului E.1.

ε_j – coeficientul de suprapunere a bolții cerești opus clădirilor.

10.2.5 Consumul specific de consum al energiei termice pentru încălzirea și ventilarea clădirii pentru perioada de încălzire *q*, (kW h)/(m³·an) sau, kW h/(m²·an) trebuie determinat în baza formulelor de calcul:

$$q = 0,024 \cdot GZPI \cdot q_{înc}^{c}, \quad \text{(kW h)/(m}^3\text{an)} \tag{73}$$

$$q = 0,024 \cdot GZPI \cdot q_{înc}^{c} \cdot h, \quad \text{(kW h)/(m}^2\text{ an)} \tag{74}$$

unde,

$q_{înc}^{c}$ - de asemenea, corespunzător pct. 10.2.1;

GZPI – grade zile a perioadei de încălzire;

h – înălțimea medie al etajului clădirii, m, egală cu V_{om}/A_{om};

$A_{înc}$ – suma ariilor suprafețelor etajelor, măsurate în limitele suprafețelor interioare ale pereților externi, m², cu excepția etajelor tehnice și garajelor;

$V_{înc}$ - de asemenea, corespunzător pct. 10.2.4.

Consumul energiei termice pentru încălzirea și ventilarea clădirii pentru perioada de încălzire $Q_{înc}^{an}$, (kW h)/an trebuie determinat conform formulei:

$$Q_{înc}^{an} = 0,024 \cdot GZPI \cdot V_{înc} \cdot q_{înc}^{c} \tag{75}$$

10.2.6 Pierderile termice totale ale clădirii pentru perioada de încălzire Q_{tot}^{an}, (kW h)/an, trebuie estimate în baza formulei:

$$Q_{tot}^{an} = 0,024 \cdot GZPI \cdot V_{înc} \cdot (k_{anv} + k_{vent}) \tag{76}$$

unde,

GZPI – grade zile a perioadei de încălzire;

$V_{înc}$ - de asemenea, corespunzător pct. 10.2.2;

K_{anv} , k_{vent} - de asemenea, corespunzător pct. 10.2.1.

10.2.7 Regulile de determinare ale suprafețelor încălzite și ale volumelor clădirii:

Suprafața încălzită a clădirii trebuie determinată ca suprafața etajelor (inclusiv și celor de mansardă, de soclu și de subsol încălzit) ale clădirii, măsurată în limitele suprafețelor pereților exteriori, cuprinzînd suprafața ocupată de îngrădiri și pereți interiori. Astfel, suprafața casei scării și casei ascensorului se includ în suprafața etajului.

În suprafața încălzită a clădirii nu se include suprafața podurilor calde și subsolurilor, etaje tehnice neîncălzite, subsol (spațiul între planșeu și sol), verande neîncălzite reci, casa scării neîncălzite, precum și podul rece sau o parte a acesteia, ce nu este ocupat de mansardă. La determinarea suprafeței etajului

de mansardă se ia în considerare suprafața cu înălțimea până la tavanul înclinat de 1,2 m la o înclinare de 30° către orizont; 0,8 m – la 45° - 60°; la 60° și mai mult - suprafața se măsoară până la plintă.

Suprafața încăperilor de locuit ale clădirii se calculează ca suma suprafețelor tuturor camerelor comune (saloane) și dormitoare.

Volumul încălzit al clădirii se determină ca produsul suprafeței încălzite al etajului la înălțimea interioară, măsurată de la suprafața pardoselii al primului etaj până la suprafața tavanului de la ultimul etaj.

Abordînd forme complicate ale volumului interior al clădirii, volumul încălzit se determină ca volumul spațiului, limitat de suprafețele interioare ale îngrădirilor exterioare (pereți, acoperiș sau planșeu de pod, planșeu de soclu).

Suprafața construcțiilor de îngrădire exterioare se determină conform măsurărilor interioare ale clădirii. Suprafața totală ale pereților exteriori (cu evidența golurilor ferestrelor și ușilor) se estimează ca produsul perimetrului pereților exteriori în baza suprafeței interioare la înălțimea interioară a clădirii, măsurată de la suprafața pardoselei primului etaj până la suprafața tavanului ultimului etaj cu evidența suprafețelor glafurilor ferestrelor și ușilor cu adîncimea de la suprafața interioară a peretelui până la suprafața interioară a blocului ferestrelor și ușilor. Suprafața totală a ferestrelor se determină în baza mărimilor golurilor în lumină. Suprafața pereților externi (părți opace) se determină ca diferența suprafeței totale ale pereților externi și suprafața ferestrelor și ușilor.

Suprafața îngrădirilor orizontale exterioare (acoperiș, planșeu de pod și soclu) se determină ca suprafața etajului clădirii (în limitele suprafețelor interioare ale pereților exteriori).

La înclinarea suprafețelor tavanelor ale ultimului etaj, suprafața acoperirii, planșeului de pod se determină ca suprafața interioară a tavanului.

11 Calcule termofizice ale elementelor individuale clădirii

11.1 Metodologia de calcul termofizic al sistemelor fațadelor suspendate (SFS) cu stratul intermediar de aer ventilat

11.1.1 Componența și secvența de calcul

În prezentul compartiment se abordează metodologia calculelor termotehnice, ce permit de a determina parametrii regimului de căldură și umiditate ale pereților cu SFS.

Calculul termotehnic constă în:

- selectarea grosimii izolației pentru perete cu SFS, minimul necesar pentru satisfacerea cerințelor normative privind rezistența de transfer de căldură;
- calculul regimului de umiditate al construcției și controlul umidității materialelor pentru satisfacerea cerințelor normative;
- precizarea caracteristicii materialelor cu evidența umidității medii în perioada de calcul;
- calculul schimbului de aer în stratul intermediar de aer;
- controlul cantității suficiente de îndepărtare din stratul intermediar de aer a umidității în perioada de calcul;
- calculul valorii necesare a rezistenței permeabilității la aer al peretului.

11.1.2 Metodologia de calcul

1. Se determină rezistența de transfer termic necesară reieșind din calculul caracteristicilor climaterice ale regiunii de construcții și mărimile de calcul ale temperaturii clădirii proiectate.
2. Se determină grosimea preventivă al stratului izolat termic (11.1.3).

3. Din considerente constructive se prevede grosimea stratului intermediar de aer ventilat.

4. Privind evidența numărului de etaje și regiunea de construcții, se determină viteza de mișcare a aerului în stratul intermediar de aer (11.1.4).

5. Se determină regimul de umiditate a construcției vizualizate (11.1.5).

6. Conform rezultatelor pct. 5, în caz de necesitate, se corectează sau se adaugă straturi de izolare la vapori și se introduc schimbări în stratul de placaj al construcției.

7. Se calculează presiunea parțială a vaporilor de apă la ieșire din stratul intermediar de aer (11.1.6).

8. În baza rezultatelor pct. 7, se verifică posibilitatea de cădere a condensatului în stratul intermediar de aer și în caz de necesitate se corectează grosimea stratului intermediar de aer și jocul la îmbrăcarea cu plăci (11.1.6).

9. Se calculează mărimea necesară a rezistenței de permeabilitate la aer a peretelui, este suficient ca filtrarea aerului să nu încalce starea termică și de umiditate a peretelui (11.1.7).

10. Luând în considerare toate ajustările construcției, se calculează rezistență redusă de transfer termic al peretelui (11.1.8).

11.1.3 Determinarea grosimii minime necesare a izolantului termic al sistemelor fațadelor cu stratul intermediar de aer ventilat

În continuare se presupune că caracteristicile de protecție termică și geometrice ale tuturor elementelor peretelui cu SFS sunt cunoscute. În cazul lipsei oricăror date, acestea trebuie determinate în corespundere cu pct. 5.2.3, 5.2.4.

Grosimea stratului izolat termic se determină conform formulei:

$$\delta_{iz} = \left(\frac{1}{\frac{1}{R_0^{nec}} - \sum l_j \Psi_j - \sum n_c \chi_c} - \frac{\delta_c}{\lambda_c} - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_e} \right) \lambda_{iz} \qquad (77)$$

unde,

R_0^{nec} - rezistența de transfer termic necesară al peretelui, (m²·°C)/W, determinat în corespundere cu SM EN ISO 6946;

δ_{iz} – grosimea stratului izolat termic, m;

λ_{iz} – coeficientul de conductibilitate termică a izolantului termic, W/(m·°C);

δ_{iz} – grosimea stratului constructiv, m;

λ_c - coeficientul de conductibilitate termică a stratului constructiv, W/(m·°C);

Ψ_j, χ_c, l_c, n_c – de asemenea, ca și în formula (1).

11.1.4 Determinarea parametrilor schimbului de aer în stratul intermediar de aer

Mișcarea aerului în stratul intermediar de aer ventilat se realizează datorită gravitației (termică) și presiunii vântului.

În cazul amplasării orificiilor de refulare și aspirare în diferiți pereți, viteza de mișcare a aerului în stratul intermediar V_{str} poate fi determinată în baza următoarei formule:

$$V_{str} = \sqrt{\frac{K(\mathrm{K}_n - \mathrm{K}_z)\,\mathrm{V}_n^2 + 0,08h(\mathrm{t}_{str} - \mathrm{t}_e)}{\sum_i \xi_i}} \qquad (78)$$

unde,

K_n, K_z – coeficienți aerodinamici pentru diferiți pereți ai clădirii, conform SM SR EN ISO 10456;

V_n – viteza de mișcare a aerului exterior, m/s;

K – coeficientul de evidență a schimbării vitezei fluxului în conformitate cu înălțimea în baza SM SR EN ISO 10456;

h – diferența de înălțime de la intrarea aerului în stratul intermediar până la ieșirea acestuia din ea, m;

t_{str}, t_e – temperatura medie a aerului în stratul intermediar și temperatura aerului exterior, °C;

$\sum_i \xi_i$ - suma coeficienților locali de rezistență;

La amplasarea orificiilor de refulare și aspirare ale intercației de aer pe o parte a clădirii, se admite K_n=K_z și formula (79) se simplifică:

$$V_{str} = \sqrt{\frac{0,08h(\mathrm{t}_{str} - \mathrm{t}_e)}{\sum_i \xi_i}} \qquad (79)$$

În formulele (79) și (80) se utilizează temperatura medie a aerului în stratul intermediar t_{str}, care la rândul său depinde de viteza de mișcare a aerului din stratul intermediar:

$$t_{str} = t_0 - (\mathrm{t}_0 - \mathrm{t}_e)\frac{x_0}{h}\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{x_0}\right)\right] \qquad (80)$$

unde,

t_o – limita de temperatură a aerului în stratul intermediar, °C, se determină conform formulei:

$$t_0 = \frac{\frac{t_{\mathrm{int}}}{R_{\mathrm{int}}} + \frac{t_e}{R_e}}{\frac{1}{R_{\mathrm{int}}} + \frac{1}{R_e}} \qquad (81)$$

x_o – înălțimea convențională, la care temperatura aerului în stratul intermediar se deosebește de temperatura limită t_o de e ori ($e \approx 2,7$) mai puțin, decât se deosebea la intrare în stratul intermediar, m, se determină conform formulei:

$$x_0 = \frac{c_{aer} V_{str} \delta_{str} \rho_{aer}}{\frac{1}{R_{\mathrm{int}}} + \frac{1}{R_e}} \qquad (82)$$

c_{aer}=1005 J/(kg·°C) - căldura specifică a aerului;

ρ_{aer} =353/(273+t_{np}) kg/m^3 – densitatea medie a aerului în stratul intermediar;

$R_e=1/\alpha_e+1/\alpha_{str}+R_{anv}$ – rezistența termică a peretelui de la stratul intermediar de aer până la aerul exterior, $(m^2 \cdot {}^oC)/W$;

R_{anv} - rezistența termică a jocului la îmbrăcarea cu plăci, $(m^2 \cdot {}^oC)/W$;

Pentru calcul în calitate de R_{int} se ia sau rezistența necesară de transfer termic din 11.1.3, sau rezistența redusă de transfer termic al peretelui din 11.1.7 (în cazul dacă grosimea izolantului termic aprobat în proiect se diferențiază mai mult cu 20% de la cea minimă admisibilă conform 11.1.3).

Coeficientul de cedare a căldurii α_{str} este egal cu suma coeficienților de cedare a căldurii convective și radiante:

$$\alpha_{str} = \alpha_c + 2\alpha_r$$

Coeficientul convectiv de cedare a căldurii se determină conform formulei:

$$\alpha_к = 7,34V_{np}^{0,656} + 3,78e^{-1,91V_{np}} \quad (83)$$

Coeficientul radiant de cedare a căldurii se determină conform formulei:

$$\alpha_r = \frac{m}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0}} \quad (84)$$

unde,
C_o - coeficientul de radiație a corpului absolut negru, $W/(m^2 \cdot K^4)$, egal cu 5,77;

C_1, C_2 – coeficientul de radiație a suprafețelor, $W/(m^2 \cdot K^4)$, în cazul lipsei datelor conform materialelor acceptate se admit egal cu 4,4 pentru vata minerală, 5,3 pentru acoperiri nemetalice, 0,5 pentru acoperiri de metal (din partea stratului intermediar) lustruit;

m – coeficientul de temperatură, care se determină conform formulei:

$$m = 0,04\left(\frac{273 + t_{str}}{100}\right)^3 \quad (85)$$

În procesul de calcul, temperatura stratului intermediar se schimbă, dar coeficientul de temperatură în acest caz se schimbă neînsemnat. De aceea, acesta la rîndul său se află o dată la începutul calculelor de temperatură t_e+1.

Temperatura și viteza de mișcare a aerului în stratul intermediar se află prin metoda iterației: conform formulei (82) se determină temperatura medie a aerului în stratul intermediar cu coeficientul schimbului de căldură în stratul intermediar α_{str}, apoi conform formulei (78) sau (79) se determină viteza medie de mișcare a aerului în stratul intermediar la temperatura rezultată, se recalculează coeficientul schimbului de căldură în stratul intermediar, se recalculează R_e, conform formulei (82) se determină temperatura medie a aerului în stratul intermediar pentru viteza de mișcare a aerului în stratul intermediar obținut în etapa anterioară, etc.

În prima etapă viteza medie de mișcare a aerului în stratul intermediar se admite 0 m/s.

Etapele iterației se prelungesc până cînd diferența dintre vitezele aerului la etapele vecine nu va devia mai puțin de 5%.

În rezultatul calculului se prezintă temperatura și viteza de mișcare a aerului în stratul intermediar, precum și coeficientul schimbului de căldură în stratul intermediar α_{str}.

11.1.5 Calculul regimului de umiditate ai pereților exteriori cu SFS cu stratul intermediar de aer ventilat

Pentru determinarea acestor caracteristici ale construcției, cum ar fi durabilitatea și conductivitatea termică de calcul, se calculează regimul de umiditate al construcției într-un ciclu multianual de exploatare (regim de umiditate nestaționar).

În condițiile de limite exterioare se iau în considerare rezistența de permeabilitate la vaporii de apă de protecție împotriva vîntului și căptușeală exterioară, precum și schimbul de aer în stratul intermediar de aer.

Rezultatul calculului prezintă distribuția umidității conform grosimii construcției în orice moment al timpului de exploatare, în baza căreia se determină umiditatea de exploatare a materialelor construcției.

Conform rezultatelor de calcul stabilesc respectarea a două cerințe privind construcțiile.

Umiditatea maximală a izolantului termic nu trebuie să depășească valoarea critică, care se acceptă egală cu suma w_B – umiditatea de calcul al materialului pentru condițiile de exploatare B pentru izolantul termic utilizat și Δw_{med} – sporul de umiditate maxim admisibil al materialului conform Tabelului 7.

Umiditatea medie a izolantului termic și umiditatea maximă de bază în lună nu trebuie să depășească umiditatea de calcul al materialului pentru condițiile de exploatare.

Dacă pentru oricare din straturile construcției, cerințele privind regimul de umiditate al peretelui nu se îndeplinesc, se recomandă de consolidat tencuiala interioară, sau de mărit schimbul de aer în stratul intermediar de aer, sau de micșorat rezistența de permeabilitate la vaporii de apă de protecție împotriva vîntului.

Rezultatul suplimentar de calcul al regimului de umiditate nestaționar este mărimea fluxului vaporilor de apă din construcție în stratul intermediar de aer q_a^{vap}, mg/(h·m²), în cea mai rece lună.

11.1.6 Calculul umidității aerului la ieșire din stratul intermediar de aer ventilat

Presiunea vaporilor de apă în stratul intermediar de aer se determină de echilibrul venit din construcție în stratul intermediar și plecat din stratul intermediar în afară a umezelei. Calculul se efectuează pentru cea mai rece lună. Rezolvarea ecuației de echilibru este descrisă de formula:

$$e_{str} = e_1 - (\mathrm{e}_1 - \mathrm{e}_e)\exp(-\frac{h}{x_1}) \tag{86}$$

unde,

e_{str} – presiunea parțială a vaporilor de apă în stratul intermediar de aer, Pa;

e_1 – presiunea parțială maximală a vaporilor de apă în stratul intermediar, Pa, se determină conform formulei:

$$e_1 = \frac{e_e + R_{ec}^{vap} k e_{\mathrm{int}}}{k R_{ec}^{vap} + 1}$$

x_1 – înălțimea convențională, la care presiunea parțială a vaporilor de apă în stratul intermediar se diferențiază de cea maximală de e ori ($e \approx 2{,}7$) mai mică, decât se diferența la intrare în stratul intermediar, m, se determină conform formulei:

$$x_1 = 22100 \frac{V_{str} \delta_{str} \gamma_{\mathrm{int}} R_{ec}^{vap}}{k R_{ec}^{vap} + 1}$$

e_e – presiunea parțială a vaporilor de apă al aerului exterior, Pa;

R_{ec}^{vap} - rezistența de permeabilitate la vaporii de apă a căptușelii fațadei, (m²·h·Pa)/mg;

k – coeficient, mg/(m²·h·Pa), determinat conform formulei:

$$k = \frac{q_a^{ab}}{e_{\text{int}} - E_e}$$

q_a^{ab} - fluxul specific de abur din construcție în stratul intermediar de aer, mg/(m²·h), se determină în baza rezultatelor pct. 7.1.5.

Valoarea e_{str} se compară cu presiunea vaporilor de apă saturați la temperatura aerului, egală cu t_e, și dacă $e_{str} > E_e$, atunci se admit măsuri de îmbunătățire a regimului de umiditate a stratului intermediar de aer: se mărește lățimea stratului intermediar de aer, se micșorează înălțimea stratului intermediar de aer continue (se stabilesc secționări ale stratului intermediar ventilate), se mărește lățimea jocului între căptușeala de plăci.

În cazul divizării stratului intermediar ventilate de secționări trebuie de prevăzut cavități de aer pentru ieșirea aerului din partea inferioară a stratului intermediar și prizei de aer în partea superioară a stratului intermediar.

În cazul în care este posibil, trebuie de împiedicat amestecarea aerului emis și admis.

11.1.7 Calculul valorii necesare a rezistenței de permeabilitate la aer a peretelui cu SFS cu strat intermediar de aer ventilat

Permeabilitatea la aer necesară G_{nec} a peretelui cu deriva căptușelii, кg/(m²·h), se determină conform formulei:

$$G^{nec} = \frac{F}{6{,}14 R_0^{vap}} \tag{87}$$

unde,

F – parametrul obținut din Tabelul 11;

R_0^{vap} - rezistența totală de permeabilitate la vaporii de apă al peretului, (m²·h·Pa)/mg.

Tabelul 11 - Valoarea parametrului *F*, pentru diferite valori ale parametrilor *D* și *k*

D	k									
	0,005	**0,01**	**0,015**	**0,02**	**0,03**	**0,04**	**0,06**	**0,08**	**0,1**	**0,12**
0,02	3,96	1,61	0,62							
0,04	8,16	4	2,5	1,64	0,63					
0,06		6,17	4,05	2,92	1,66	0,92				
0,08	16,7		5,54	4,1	2,55	1,68	0,65			
0,1		10,5		5,24	3,39	2,38	1,22	0,51		
0,12	25,6		8,52		4,19	3,03	1,73	0,96	0,42	
0,14		15,1		7,54		3,67	2,22	1,39	0,81	
0,16	34,9		11,6		5,8		2,69	1,79	1,17	0,7
0,18		19,8		9,92		4,92		2,17	1,51	1,02
0,2	44,6		14,9		7,43		3,61		1,84	1,32

Parametrul D se determină conform formulei:

$$D = \frac{E_{iz} - e_e}{e_{\text{int}} - e_e} \tag{88}$$

unde,

E_{iz} – presiunea vaporilor de apă saturați la limita între izolantul termic și stratul intermediar de aer ventilat, Pa.

Parametrul *k* se determină conform formulei:

$$k = \frac{R_e^{vap}}{R_0^{vap}} \tag{89}$$

unde,

R_e^{vap} - rezistența schimbului de umiditate la limita exterioară a construcției de îngrădire, (m²·h·Pa)/mg, determinată conform formulei:

$$R_e^{vap} = R_{vent}^{vap} + \frac{1}{\frac{1}{R_{anv}^{vap}} + \frac{28573}{1+\frac{t_{str}}{273}} \times \frac{\delta_{str}}{h} \times V_{str}} \tag{90}$$

Rezistența totală de permeabilitate la vapori a peretelui se estimează ca suma rezistențelor de permeabilitate la vapori a tuturor straturilor construcției plus rezistența schimbului de umiditate la limitele exterioare și interioare ale peretelui.

Permeabilitatea la aer a construcției nu trebuie să o depășească pe cea normată. Permeabilitatea la aer a construcției se determină în corespundere cu pct. 7 pentru condițiile celei mai reci luni.

11.1.8 După toate ajustările, pentru construcții se precizează rezistența redusă de transfer termic.

Rezistența redusă de transfer termic se estimează în corespundere cu pct. 5.2.

11.2 Calculul termotehnic al construcțiilor de îngrădire pentru podurile calde

11.2.1 Rezistența de transfer termic necesară a planșeului de pod cald $R_{o,\text{pod.c}}^{nec}$, m²·°C/W se determină conform formulei:

$$R_{o,\text{pod.c}}^{nec} = n_t \cdot R_0^{nec} \tag{91}$$

unde,

R_o^{nec} - rezistența normată de transfer termic a acoperirii, determinată conform Tabelului [5] în dependență de grade-zile a perioadei de încălzire a regiunii climaterice de construcții;

n_t – coeficient, care se aplică pentru podul cald are forma:

$$n_t = \frac{t_{\text{int}} - t_e^{pod}}{t_{\text{int}} - t_e} \tag{92}$$

t_{int} – de asemenea, ca și în formula (13);

t_e – de asemenea, ca și în formula (14);

t_e^{pod} - temperatura de calcul al aerului în pod, °C, stabilită pentru calculul bilanțului termic pentru clădiri cu 6–8 etaje - 14 °C, pentru clădiri cu 9–12 etaje - 15–16 °C, pentru clădiri cu 14–17 etaje - 17–18 °C.

Pentru clădiri cu etaje mai puțin de 6 podul, de regulă, se proiectează rece, dar canalele de aspirație din fiecare apartament se scot pe acoperiș.

11.2.2 Se verifică condiția $\Delta t \le \Delta t^e$ pentru planșeu conform formulei:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^{pod}}{R_{o,pod.c}^{nec}\alpha_{\text{int}}} \quad (93)$$

unde,

t_{int} , t_{int}^{pod} , $R_{o,\text{pod.c}}^{nec}$ - de asemenea, ca și în (91) și (92);

α_{int} - de asemenea, ca și în formula (6);

Δt^e - diferența normată de temperatură, admisă în conformitate cu СНиП 2.04.05 egală cu 3 °C.

Dacă condiția $\Delta t \le \Delta t^e$ nu se îndeplinește, atunci trebuie de majorat rezistența de transfer termic a planșeului $R_{o,\text{pod.c}}^{nec}$ până la valoarea, ce asigură această condiție.

11.2.3 Rezistența necesară de transfer termic a acoperirii $R_{o,\text{acop}}^{nec}$, m²·°C/W, se determină conform formulei:

$$R_{o,acop}^{nec} = \left(t_{\text{int}}^{pod} - t_e\right) / \left[0,28G_{vent}c(\text{t}_{vent} - \text{t}_{\text{int}}^{pod}) + (\text{t}_{\text{int}} - \text{t}_{\text{int}}^{pod}) / \text{R}_{o,pod.c}^{nec} + (\sum_{i=l}^{n} q_{nec,i}) / \text{A}_{pod.c} - (\text{t}_{\text{int}}^{pod} - \text{t}_e)\alpha_{pod.per.} / R_{o,pod.per}^{nec}\right]$$

(94)

t_{int} , t_{int}^{pod} , t_e - de asemenea, ca și în (92);

G_{vent} - consumul redus de aer (referit la 1 m² de pardoseală a podului) în sistemul de ventilare, кg/(m²·h), determinat conform Tabelului 12;

c – capacitatea termică specifică a aerului, egală cu 1 кJ/(кg·°C);

t_{vent} – temperatura aerului, emis din canalele de ventilare, °C, acceptat egal cu $t_в$ + 1,5;

$R_{o,\text{pod.c}}^{nec}$ - rezistența necesară de transfer termic a planșeului de pod al podului cald, m²·°C/W, stabilit conform SM EN ISO 6946;

$q_{nec,i}$ – densitatea liniară a fluxului cald prin suprafața de termoizolare, ce revine unui 1 m lungime de conductă cu diametrul i cu evidența pierderilor termice prin pilonii izolați termic, îmbinare prin flanșe și armătură, W/m; pentru poduri și subsoluri valoarea q_{pi} se estimează în Tabelul 12;

$l_{nec,i}$ – lungimea conductei cu diametrul i, m, admis conform proiectului;

$a_{pod.per.}$ – aria redusă (referită la 1 m² de pardoseală a podului) a pereților exteriori pentru podul cald, m²/m², determinată conform formulei:

$$\alpha_{\text{pod.per.}} = \frac{A_{\text{pod.per.}}}{A_{\text{pod.c.}}} \quad (95)$$

$A_{\text{pod.per.}}$ - aria pereților exteriori ai podului, m²;

$A_{\text{pod.c.}}$ - aria planșeului de pod cald, m²;

$R^{nec}_{o,\text{pod.per}}$ - rezistența normată de transfer termic ai pereților externi a podului cald, m²·°C/W, determinat în conformitate cu pct. 11.2.4.

Tabelul 12 – Consumul redus de aer în sistemul de ventilare

Numărul de etaje ale clădirii	**Consum redus de aer G_{vent}, кg/(m²·h), la prezența în apartamente**	
	aragazuri cu gaz	**aragazuri cu electricitate**
5	12	9,6
9	19,5	15,6
12	—	20,4
16	—	26,4

Tabelul 13 – Densitatea normată a fluxului termic prin suprafața conductelor izolate termic pe poduri și subsoluri

Diametrul convențional al conductei, mm	**Temperatura medie a agentului termic, °C**				
	60	**70**	**95**	**105**	**125**
	Densitatea liniară a fluxului termic $q_{nec,i}$, W/m				
10	7,7	9,4	13,6	15,1	18
15	9,1	11	15,8	17,8	21,6
20	10,6	12,7	18,1	20,4	25,2
25	12	14,4	20,4	22,8	27,6
32	13,3	15,8	22,2	24,7	30
40	14,6	17,3	23,9	26,6	32,4
50	14,9	17,7	25	28	34,2
70	17	20,3	28,3	31,7	38,4
80	19,2	22,8	31,8	35,4	42,6
100	20,9	25	35,2	39,2	47,4
125	24,7	29	39,8	44,2	52,8
150	27,6	32,4	44,4	49,1	58,2

NOTĂ — Densitatea fluxului termic în tabel este determinată la temperatura aerului ambiant 18 °C. La o temperatură mai joasă, densitatea fluxului termic se majorează cu evidența următoarei dependențe:

$$q_i = q_{18}\left[\frac{(t_T - t)}{(t_T - 18)}\right]^{1,283} \quad (96)$$

unde,

q_{18} — densitatea liniară a fluxului termic conform tabelului 12;

t_T — temperatura agentului termic, ce circulează în conducte în condiții de calcul, °C;

t — temperatura aerului în încăpere, unde este trasată conducta, °C.

11.2.4 Rezistența normată de transfer termic ai pereților externi a podului cald $R^{nec}_{o,\text{pod.per}}$, m²·°C/W, se determină în conformitate cu SM EN ISO 6946 în dependență de grade-zile a perioadei de încălzire a regiunii climaterice de construcții la temperatura de calcul al aerului în pod t^{pod}_{int}.

11.2.5 Se verifică construcțiile de îngrădire exterioare la asigurarea condensatului pe suprafețele interioare. Temperatura suprafeței interioare a pereților $\tau_{\text{p.int}}^{per}$, planșeuri $\tau_{\text{p.int}}^{plans}$ și acoperiri $\tau_{\text{p.int}}^{acop}$ ale podului trebuie determinată conform formulei:

$$q_i = q_{18}\left[\frac{(t_T - t)}{(t_T - 18)}\right]^{1,283} \tag{97}$$

unde,

t_{int}^{pod}, t_e - de asemenea, ca și în 11.2.1;

$\alpha_{\text{int}}^{pod}$ - coeficientul de cedare a căldurii suprafeței interioare a îngrădirii exterioare a podului cald, W/(m²·°C), se admite: pentru pereți – 8,7; pentru acoperiri a clădirilor cu 7–9 etaje – 9,9; 10–12 etaje – 10,5; 13–16 etaje – 12 W/(m²·°C);

R_o — rezistența normată de transfer termic ai pereților externi $R_{o,\text{pod.per}}^{nec}$, planșeuri $R_{o,\text{plans.}}^{nec}$ și acoperiri $R_{o,\text{acop}}^{nec}$ a podului cald, m²·°C/W.

Temperatura punctului de rouă t_p se calculează în felul următor: se determină conținutul de umiditate al aerului podului f_{pod} conform formulei:

$$f_{pod} = f_e + \Delta f \tag{98}$$

unde,

f_e – conținutul de umiditate al aerului exterior, g/m³, la temperatura nominală t_e, se determină conform formulei:

$$f_e = \frac{0,794 \cdot e_e}{(1 + t_e / 273)} \tag{99}$$

e_e – presiunea parțială medie a vaporilor de apă pentru luna ianuarie, hPa;

Δf – creșterea conținutului de umiditate datorită pătrunderii umezelei cu aerul din canalele de ventilare, g/m³, se admite pentru casele cu aragaze cu gaz – 4,0 g/m³, pentru casele cu aragaze cu electricitate— 3,6 g/m³;

Se calculează presiunea parțială a vaporilor de apă a aerului în podul cald e_g, hPa, conform formulei:

$$e_{pod} = f_{pod}\left(1 + \frac{t_e}{273}\right) \Big/ 0,794 \tag{100}$$

Conform tabelelor presiunea parțială a vaporilor de apă saturați, se determină temperatura punctului de rouă t_p după destinație $E = e_{pod}$.

Valoarea obținută t_p se substituie cu valorile corespunzătoare $\tau_{\text{p.int}}$ (pereți $\tau_{\text{p.int}}^{per}$, planșeuri $\tau_{\text{p.int}}^{plans}$ și acoperiri $\tau_{\text{p.int}}^{acop}$) pentru satisfacerea condiției $t_r < \tau_{\text{p.int}}$.

11.3 Calculul termotehnic ale construcțiilor de îngrădire subsolului tehnic

11.3.1 Subsolurile tehnice (teh-subsoluri) – prezintă subsoluri în componența cărora se află conductele de distribuție ale sistemului de încălzire, alimentare cu apă caldă menajeră, precum și conducte ale sistemului de alimentare cu apă și canalizare.

11.3.2 Rezistența normată de transfer termic $R^{nec}_{o,\text{socl.per}}$ m²·°C/W, a părții componente ale peretelui de soclu, amplasat mai sus de nivelul pământului, se determină în conformitate cu pct. 5.1.2 pentru pereți în dependență de grade-zile ale perioadei de încălzire regiunii climaterice de construcții. Cu toate acestea, în calitate de temperatură de calcul al aerului interior se admite temperatura de calcul al aerului în subsolul tehnic t^{subs}_{int}, °C, egală numeric cu cel puțin plus 2°C în condiții de calcul.

11.3.3 Se determină rezistența redusă de transfer termic $R^{nec}_{o,\text{socl.înf}}$, m²·°C/W, ale construcțiilor de îngrădire părții înfundate ale subsolului tehnic, amplasate mai jos de nivelul pământului în conformitate cu metodologia pct. 5.2.7.

11.3.4 Rezistența normată de transfer termic al planșeului de soclu deasupra subsolului tehnic $R^{nec}_{o,\text{socl.1}}$, m²·°C/W, se determină conform formulei:

$$R^{nec}_{o,socl.1} = n_t \cdot R^{nec}_0 \tag{101}$$

unde,

R^{nec}_0 R_{req} – rezistența normată de transfer termic al planșeului deasupra subsolului tehnic, determinată în dependență de grade-zile ale perioadei de încălzire regiunii climaterice de construcții;

n_t – coeficient, determinat conform formulei (3), care în cazul de față are forma:

$$n_t = \frac{t_{\text{int}} - t^{subs}_{\text{int}}}{t_{\text{int}} - t_e} \tag{102}$$

t_{int}, t_e – de asemenea, ca și în 11.2.2;

t^{subs}_{int} – de asemenea, ca și în 11.3.5.

11.3.5 Temperatura aerului în subsolul tehnic t^{subs}_{int}, °C, se determină conform formulei:

$$t^{subs}_{\text{int}} = \frac{\left[t_{\text{int}} A_{socl1} \Big/ R^{norm}_{o,\text{socl1}} + \sum_{i=1}^{n} q_{\text{nec},i} l_{\text{nec},i} + 0,28 V_{subs} n_{\text{int}} \rho t_e + t_e A_{socl3} \Big/ R^{nec}_{o,\text{socl3}} + t_e A_{o,\text{socl.per}} \Big/ R^{nec}_{o,\text{socl.per}} \right]}{\left[A_{socl1} \Big/ R^{norm}_{o,\text{socl1}} + 0,28 V_{subs} n_{\text{int}} \rho + A_{socl3} \Big/ R^{nec}_{o,\text{socl3}} + A_{o,\text{socl.per}} \Big/ R^{nec}_{o,\text{socl.per}} \right]} \tag{103}$$

unde,

t_{int} – temperatura de calcul al aerului în încăpere deasupra subsolului tehnic, °C;

t_e, $q_{nec,i}$, $l_{nec,i}$, c – de asemenea, ca și în formula (93);

$A_{socl.1}$ – aria subsolului tehnic (planșeu de soclu), m²;

$R^{norm}_{o,\text{socl1}}$ - rezistența normată de transfer termic a planșeului de soclu, m²·°C/W, stabilită în conformitate cu pct. 11.3.4;

V_{subs} – volumul aerului, ce umple spațiul subsolului tehnic, m³;

n_{int} – rata schimbului de aer în subsol, h^{-1}: la pozarea în subsol a conductelor de gaz $n_в$ = 1,0 h^{-1}, în cazurile remanente $n_в$ = 0,5 h^{-1};

ρ – densitatea aerului în subsolul tehnic, kg/m³, admisă egală ρ = 1,2 kg/m³;

$A_{socl.3}$ – aria pardoselei și pereților a subsolului tehnic, ce contactează cu solul, m²;

$R_{o,\text{socl}3}^{nec}$ - de asemenea, ca și în 11.2.3;

$A_{socl.per}$ – aria pereților externi a subsolului tehnic deasupra nivelului pământului, m²;

$R_{o,\text{socl.per}}^{nec}$ - de asemenea, ca și în 11.2.3.

Dacă t_{int}^{subs} se diferă de temperatura stabilită inițial mai mult cu 0,1 °C, calculul se repetă acceptând temperatura în subsolul tehnic egală cu cea obținută t_{int}^{subs} conform pct. 11.3.3 – 11.3.5 până la egalarea valorilor în etapele precedente și următoare.

11.3.6 Se determină valoarea Δt conform formulei:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^{pod}}{R_{o,\text{socl}1}^{norm}\alpha_{\text{int}}} \qquad (104)$$

unde,

t_{int} – de asemenea ca și în pct. 11.3.4;

t_{int}^{subs} – de asemenea ca și în 11.3.5;

$R_{o,\text{socl}1}^{norm}$ - de asemenea ca și în 11.3.5;

α_{int} – de asemenea ca și în formula (6).

Se verifică valoarea obținută Δt privind satisfacerea cerințelor conform diferenței de temperatură normată pentru pardoseala primului etaj, nu mai mult Δt^{e} = 2 °C.

11.4 Calculul rezistenței reduse de transfer termic a construcției translucide

Calculul aproximativ a rezistenței reduse de transfer termic a construcției de îngrădire translucide se efectuează în corespundere cu metodologia expusă în anexa pct. 5.2.

Cu toate acestea, în calitate de element plan participă termopanul în partea sa centrală (omogenă), iar în calitate de elemente liniare se admit nodurile de joncțiune a termopanului cu ramă, incluzînd rama.

11.4.1 Rezistența de transfer termic a părții centrale a termopanului se admite conform rezultatelor de cercetare în laboratorul acreditat. În cazul lipsei rezultatelor cercetării se permite de acceptat valorile rezistenței de transfer termic a părții centrale a termopanului conform Tabelului 14.

11.4.2 Cantitatea elementelor liniare trebuie să corespundă cifrei ce se deosebește prin mărimi (grosime sau lățime) sau componența părților ramei, ale termopanelor înconjurătoare. De exemplu, pentru blocul de ferestre cu două batante în cel mai simplu caz se diferențiază: 1 – limita laterală și superioară, 2 – limita inferioară, 3 – limita între batante.

Calculul pierderilor specifice ale căldurii prin elementele liniare se realizează în corespundere cu pct. 5.2.

La calcularea pierderilor de căldură, atît prin joncțiune, cât și prin ramă se referă la elementul liniar.

Formal se acceptă, că toată suprafața blocului de ferestre să fie umplută cu termopane omogene.

Pierderi prin elementele liniare servesc ca suplimente ale pierderilor prin termopane.

La calcularea cîmpurilor de temperatură pentru aflarea pierderilor specifice de căldură prin elementele liniare trebuie de considerat structura internă de profil și rama la distanță în termopan.

Termopanul se substituie printr-un panou de sticle și un material echivalent în locul straturilor intermediare cu păstrarea dimensiunilor.

Coeficientul de conductivitate termică al materialului echivalent se află din egalitatea rezistențelor de transfer termic a termopanului și a panoului introdus. Coeficientul de conductivitate termică al sticlei se admite egal cu 1 W/(m·°C).

11.4.3 În cazul calculului construcțiilor translucide pentru o clădire concretă și disponibilitatea datelor despre modalitatea acestora de montare, se permite în calculele cîmpurilor de temperatură pentru elementele liniare de considerat piesele de umplere. În special se permite de considerat în calcule suprapunerea izolantului termic sau finisajului interior pe ramă.

În cazul calculului construcțiilor translucide în afara clădirii (pentru obiecte) calculul se efectuează pentru joncțiunea standardă cu peretele fără suprapuneri pe construcție și stratul din spumă poliuretanică, ce desparte peretele de obiect cu grosimea nu mai mare de 20 mm.

Tabelul 14 - Rezistența de transfer termic a părții centrale a termopanului (evaluare)

Tipul termopanului	**Rezistența de transfer termic a părții centrale a termopanului, $R_{0termopan}$, m² °C/W**		
Termopane cu o cameră			
	Distanța dintre sticle 12 mm	**Distanța dintre sticle 16 mm**	**Distanța dintre sticle 20 mm**
Din sticlă fără acoperiri cu umplere de aer	0,34	0,35	0,35
Din sticlă fără acoperiri cu umplere de argon	0,36	0,37	0,37
Cu o sticlă cu acoperire moale de emisie redusă cu umplere de aer	0,59	0,65	0,64
Cu o sticlă cu acoperire moale de emisie redusă cu umplere de argon	0,76	0,81	0,79
Cu o sticlă cu acoperire moale de emisie redusă cu umplere de kripton	0,86	0,84	0,82
Termopane cu două camere			
	Distanța dintre sticle 10 mm și 10 mm	**Distanța dintre sticle 14 mm și 14 mm**	**Distanța dintre sticle 18 mm și 18 mm**
Din sticlă fără acoperiri cu umplere de aer	0,46	0,5	0,53
Cu o sticlă cu acoperire moale de emisie redusă cu umplere de aer	0,64	0,78	0,9
Cu o sticlă cu acoperire moale de emisie redusă cu umplere de argon	0,78	0,95	1,05
Cu două sticle cu acoperire moale de emisie redusă cu umplere de aer	0,82	1,06	1,27

Tabelul 14 - Rezistența de transfer termic a părții centrale a termopanului (evaluare) - sfârșit

Tipul termopanului	**Rezistența de transfer termic a părții centrale a termopanului, $R_{0termopan}$, m² ⁰C/W**		
Termopane cu două camere			
	Distanța dintre sticle 10 mm și 10 mm	**Distanța dintre sticle 14 mm și 14 mm**	**Distanța dintre sticle 18 mm și 18 mm**
Cu două sticle cu acoperire moale de emisie redusă cu umplere de argon	1,1	1,4	1,55
Cu două sticle cu acoperire moale de emisie redusă cu umplere de kripton	1,73	1,71	1,67

Valorile intermediare dintre sticle se admite de interpolare.
Datele din tabel se raportează la calculul pentru diferențe de temperatură medii pentru perioada de încălzire.

NOTA 1 - Nu se recomandă de înlocuit în termopane aerul cu gaze inerte fără utilizarea acoperirilor de emisie redusă, astfel încât această măsură practic nu are nici un efect.
NOTA 2 - Se recomandă de combinat sticlele cu acoperire de emisie redusă cu umplerea spațiului dintre sticle cu gaze inerte, astfel încât în acest caz se atinge un efect maxim de la fiecare măsură.

11.5 Calculul rezistențelor necesare de transfer termic ale secțiunilor pereților și ferestrelor, amplasate în spatele loggiilor vitrate și balcoanelor

11.5.1 La vitrarea loggiilor și balcoanelor se formează un spațiu închis, temperatura căruia se constituie în rezultatul acțiunii construcției de îngrădire ale acestui spațiu, mediului încăperii clădirii și condițiilor exterioare. Temperatura în interiorul acestui spațiu se determină în baza soluționării egalării ecuației bilanțului termic ale loggiilor vitrate sau balcoane (în continuare - loggie).

$$(\mathrm{t_{int}} - \mathrm{t}_{bal})\sum_{i=1}^{n}(\mathrm{A}_i^{+} / \mathrm{R}_{0,i}^{nec+}) = (\mathrm{t}_{bal} - \mathrm{t}_e)\sum_{j=1}^{m}(\mathrm{A}_j^{-} / \mathrm{R}_{o,j}^{nec-}) \qquad (105)$$

unde,

t_{int} – temperatura de calcul al aerului interior al încăperii, °C, admisă în conformitate cu indicațiile pct. 5.2.13;

t_e – temperatura de calcul al aerului exterior, °C, admisă în conformitate cu indicațiile pct. 5.2.14;

t_{bal} – temperatura aerului spațiului loggiei vitrate, °C;

A_i^{+}, $R_{o,i}^{nec+}$ - corespunzător aria, m², și rezistența redusă de transfer termic, m²·°C/W, a secțiunii de îngrădire i dintre încăperile clădirii și loggiei;

n – numărul secțiunilor de îngrădire dintre încăperile clădirii și loggiei;

A_j^{-}, $R_{o,j}^{nec-}$ - corespunzător aria, m², și rezistența redusă de transfer termic, m²·°C/W, a secțiunii de îngrădire i dintre loggie și aerul exterior;

m – numărul secțiunilor de îngrădire i dintre loggie și aerul exterior.

11.5.2 Temperatura aerului în interiorul loggiei vitrate t_{bal} trebuie determinată din ecuația bilanțului termic conform formulei:

$$t_{bal} = \frac{\left[t_{\text{int}} \sum_{i=1}^{n} (A_i^+ \Big/ R_{o,i}^{nec+}) + t_e \sum_{j=1}^{m} \left(A_j^- \Big/ R_{o,j}^{nec-} \right) \right]}{\left[\sum_{i=1}^{n} (A_i^+ \Big/ R_{o,i}^{nec+}) + \sum_{j=1}^{m} \left(A_j^- \Big/ R_{o,j}^{nec-} \right) \right]} \quad (106)$$

11.5.3 La determinarea valorilor normate ale rezistențelor de transfer termic ale construcției de îngrădire loggiei vitrate $R_{o,\text{per}}^{nec}$ și $R_{o,\text{fer}}^{nec}$, ce despart mediul intern și extern în conformitate cu pct. 5.2 [5] valori de bază ale rezistențelor necesare de transfer termic ale pereților și ferestrelor conform Tabelului 3 trebuie de înmulțit la coeficientul n_t, calculat conform formulei (3), care în cazul de față va arăta:

$$n_t = \frac{t_{int} - t_{bal}}{t_{int} - t_e} \quad (107)$$

unde,

n_t – coeficientul, ce depinde de poziția suprafeței construcției de îngrădire a clădirii în relație cu mediul exterior; pentru pereții externi și ferestrele loggiilor vitrate;

$R_{o,\text{per}}^{nec}$ - rezistența redusă de transfer termic al peretelui exterior în limitele loggiei vitrate, m²·°C/W;

$R_{o,\text{fer}}^{nec}$ - rezistența redusă de transfer termic de umplere a golurilor ferestrelor și a golurilor loggiilor, amplasate în peretele exterior în limitele loggiei vitrate, m²·°C/W.

11.6 Reguli de utilizare ale izolației termice reflectante

11.6.1 Pentru sporirea calităților de protecție termică ale îngrădirilor exterioare se utilizează izolația termică reflectantă (folie de aluminiu, materiale de folie, materiale cu coeficientul de radiație scăzut).

11.6.2 Izolația termică reflectantă se stabilește în construcția de îngrădireexterioară cu dispozitivul stratului intermediar de aer. Grosimea stratului intermediar de aer trebuie să fie de 20 – 50 mm, dar nu mai mult de 100 mm, înălțimea – nu mai mare de înălțimea etajului. Suprafața strălucitoare ale materialelor de folie sau suprafața cu coeficientul scăzut de radiație trebuie să fie îndreptată în stratul intermediar de aer.

Izolația termică reflectantă din materiale de folie cu rezistență mică de permeabilitate la vaporii de apă se permite de utilizat în calitate de izolare de abur. În acest caz izolația termică reflectantă trebuie de stabilit pe partea caldă a construcției de îngrădire exterioare cu dispozitivul stratului intermediar de aer.

11.6.3 Calculul temperaturilor pe suprafețe și rezistența termică a stratului intermediar de aer vertical închisă cu izolație termică reflectantă sau cu material cu coeficient scăzut de radiație trebuie prevăzut în corespundere cu normele în vigoare.

La calculul rezistenței termice a stratului intermediar de aer vertical închisă, coeficientul de radiație al materialelor pe suprafețele straturilor intermediare de aer trebuie de prevăzut conform Anexei E al prezentului cod practic.

12 Proiectarea la nivel NZEB al unei clădiri

12.1 Proiectarea la nivel NZEB a unei clădirii trebuie realizată pe principiile conceptelor de clădiri performante energetic construite cât mai ecologic și monitorizate pe durata utilizării (de exemplu: Casa Pasivă, Casa Activă, Clădiri Verzi etc.). În acest sens, o deosebită atenție trebuie acordată următoarelor aspecte, cu condiția prioritară de asigurare a condițiilor interioare de confort și sănătate pentru utilizatori:

1. Conformarea arhitecturală cu o geometrie cât mai compactă (raport A/V cât mai mic) și o amplasare avantajoasă pe sit precum și o poziționare a încăperilor în funcție de orientarea cardinală și de vecinătăți;

2. Prevederea unui strat termoizolant continuu pe conturul anvelopei clădirii și realizarea unui nivel de izolare termică care să asigure valorile rezistenţelor termice cerute pentru NZEB, inclusiv un impact minim al punților termice prin tratarea adecvată a detaliilor de îmbinare care reprezintă punți termice;
3. Tâmplărie exterioară cu performanță termică ridicată: rama termoizolantă și vitraj dublu sau triplu (două sau trei foi de geam), cu tratare low-e și/sau de protecție solară, cu aer sau cu gaze rare între foile de geam și, cu baghetă caldă), permeabilitate la aer redusă; poziționarea corectă a acestora în raport cu alcătuirea constructivă a parții opace și etanșarea corectă pe contur, alegerea unui factor de transmisie a energiei solare, *g*, adaptat la condițiile particulare ale fiecărei fațade în funcție de destinație, procent de vitrare, condiții de confort, orientare etc. precum și prevederea de dispozitive de protecție solară termică adecvate;
4. Prevederea unui strat continuu de etanșare la aer a anvelopei;
5. Evaluarea soluţiilor de anvelopă la transferul de masă;
6. Utilizarea inerţiei termice a clădirii și întocmirea verificărilor privind stabilitatea termică pentru alcătuirile constructive ușoare;
7. Prevederea de elemente de stocaj a energiei termice și/sau electrice produse local;
8. Materiale ecologice sau cu impact minim asupra sănătății utilizatorilor clădirii;
9. Surse de energie regenerabilă înglobate în elementele de construcție ale anvelopei (de exemplu: celule PV în învelitoarea clădirii sau în structura unor suprafețe vitrate);
10. Utilizarea unor materiale și/sau soluții constructive care să permită economia circulară după terminarea duratei de viață a acestora;
11. Utilizarea unor materiale și sisteme tehnice cu valori cât mai scăzute de energie înglobată (și cu amprentă de carbon cât mai redusă);
12. Prevederea de sisteme tehnice adaptate corespunzător pentru încălzirea, răcirea, sau ventilarea aerului.

NOTĂ – Pentru clădirile cu consum scăzut de energie, de tip NZEB, soluțiile tehnice recomandate vor face obiectul unei reglementări tehnice specifice.

12.2 Se recomandă de acordat atenție următoarelor aspecte:
– prevederea straturilor termoizolante continuu pe conturul anvelopei clădirilor;
– asigurarea unor detalii de îmbinare a elementelor care alcătuiesc anvelopa termică astfel încât influența punților termice, cuantificată prin transmitanțele termice liniare și punctuale, să fie atenuate (valoarea a transmitanței termice liniare medii la nivelul anvelopei clădirii Ψ_{med}< 0,15 W/mK);
– montarea corespunzătoare în peretele opac a tâmplăriei exterioare performante, în scopul minimizării efectului de punte termică;
– minimizarea infiltraţiilor (scurgerilor) de aer prin zonele de neetanşeitate ale clădirii, respectiv prevederea unui strat continuu de etanșare la aer.

12.3 La clădirile rezidențiale noi (NZEB) se recomandă prevederea sistemelor de ventilare cu recuperarea căldurii cu eficiența nominală ≥ 75% și consumul specific electric ≤ 0,15...0,30 Wh/m^3 iar la clădirile nerezidențiale noi (NZEB) se impune introducerea sistemelor de ventilare mecanică cu recuperarea căldurii cu eficiența nominală ≥ 75% și consumul specific electric ≤ 0,15...0,30 Wh/m^3.

12.4 Pentru sistemele de încălzire, răcire, preparare și consum a.c.c., și iluminat ale clădirilor rezidențiale sau nerezidențiale, noi sau renovate, se vor utiliza doar echipamente de instalații ale căror caracterisitici tehnice și energetice respectă reglementările naționale și/sau regulamentele europene de proiectare ecologică, acolo unde există; dacă pentru anumite echipamente de instalații nu există reglementări naționale sau regulamente europene de proiectare ecologică care să conțină cerințe minime de performanță, atunci cerințele minime de performanță energetică ale acestora se vor stabili ca medie aritmetică a minim 3 produse similare tehnic, existente pe piață.

NOTĂ - Performanța energetică a unei clădiri reprezintă o fațetă a sustenabilității acesteia, conferind calitățile și capacitățile clădirii de a atenua impactul mediului înconjurător. Și reciproca este valabilă, astfel, devine foarte important și impactul construcției asupra mediului înconjurător, inclusiv asupra mediului construit existent. Abordarea în contextul implementării conceptului NZEB devine complexă, având în vedere diversitatea parametrilor care intră în analiză, și:
– se răsfrânge asupra întregului ciclu de viață al clădirilor;
– se adresează tuturor etapelor care intervin în existența unei construcții, prin managementul întregului proces (concept, proiectare în toate fazele sale, execuție, exploatare, post-utilizare – reutilizare, reciclare);
– se referă la posibilitățile de intervenție operate de proiectantul-arhitect (încă) din faza de concept, astfel conformarea arhitecturală constituind un răspuns pasiv la solicitările mediului.

Conceptul arhitectural al unei clădiri noi se bazează obligatoriu, în contextul actual al încălzirii globale, al schimbărilor climatice caracterizate de fenomene meteorologice extreme, pe o abordare analitică și se referă la: conformarea geometrică, raportul arie anvelopă /volum închis, respectarea în cazul clădirilor rezidențiale a prevederilor legislative cu privire la locuințe în vigoare, cu modificările și completările ulterioare, privind ariile minime ale încăperilor și poziția acestora în raport cu orientarea cardinală, asigurarea unui nivel de asigurare a luminii naturale corespunzător utilizării încăperilor prin aria vitrată prevăzută, dimensiunile și proporțiile încăperilor, orientarea cardinală, evaluarea impactului exercitat de construcție prin poziționarea în sit, în relație cu mediul construit existent (distanțe impuse față de vecinătăți, înălțimea clădirilor etc.), din punct de vedere al asigurării însoririi, din punct de vedere al securității la incendiu, evaluarea necesității prevederii dispozitivelor de protecție solară.

12.5 Parametrii energetici și de mediu adaptabili clădirilor NZEB se recomandă a fi în raport cu cerințele minime actuale impuse clădirilor noi și cu restricțiile climatice și tehnologice zonale. Definirea clădirii cu consum energetic aproape de zero reprezintă rezultanta respectării a două componente care condiționează performanța energetică a unei clădiri, după cum urmează:

- configurația arhitecturală a clădirii cu respectarea principiilor Dezvoltării Durabile și, în special, cu minimizarea impactului asupra mediului natural, inclusiv asupra microclimatului zonal;
- asigurarea necesarului de utilități energetice, prin dotarea clădirilor cu surse de energie regenerabile - amplasate fie pe clădire, fie pe un teren aflat în proprietatea clădirii; echiparea cu surse regenerabile trebuie însă atent analizată, în stadiul de proiect zonal urban, din punct de vedere al impactului asupra mediului natural, pe de o parte, și din punct de vedere propriu clădirii, pe de altă parte.

12.6 Pentru verificarea unui consum minim din energia primară totală utilizată de sistemele tehnice ale clădirii, ca provenind din surse regenerabile de energie (SRE), se vor considera:

- cota de energie consumată de sistemele tehnice ale clădirii din energia totală produsă de sursele regenerabile individuale montate în/pe clădire, respectiv amplasate pe proprietatea (terenul) aferentă clădirii respective;
- cota de energie consumată de sistemele tehnice ale clădirii din energia totală produsă de sursele regenerabile amplasate în apropierea (vecinătatea) clădirii, la o distanță în apropierea clădirii, inclusiv surse regenerabile centralizate, neracordate la SEN (sistemul electroenergetic național), care pot fi utilizate în comun de mai multe clădiri ale căror terenuri sunt adiacente proprietății clădirii respective;
- cota din energia electrică consumată de sistemele tehnice ale clădirii racordate la SEN, egală cu cota medie națională de contribuție energetică a surselor regenerabile racordate la SEN;
- cotele de energie termică și/sau electrică consumate de sistemele tehnice ale clădirii din energia produsă cu unități de cogenerare locale, neracordate la SEN, care poate folosi fie biomasă, biocombustibili sau alte surse regenerabile de energie.

12.7 Se acceptă, deci, ca la un procent minim acceptat de legislația în vigoare aferent consumului din surse regenerabile să contribuie și sistemul electroenergetic național (SEN) sau local de alimentare cu energie electrică și/sau termică, sistem al cărui mix energetic include energie din SRE; aceeași regulă se aplică și unui SACET (Sistemul de Alimentare Centralizată cu Energie Termică) la care este racordat obiectivul analizat, atunci când sunt utilizate surse regenerabile pentru producerea energiei furnizate prin SACET.

12.8 Nivelurile maxime de consum total de energie primară se referă la energia totală utilizată din surse neregenerabile și regenerabile, în condițiile respectării calității mediului interior, în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice în vigoare.

12.9 Clădiri rezidențiale NZEB

12.9.1 Pentru clădirile rezidenţiale noi (NZEB) cerințele minime de performanță pentru proiectarea clădirilor din punct de vedere energetic se referă la:

a) valorile limită maxim admise ale consumului total de energie primară (din surse regenerabile și neregenerabile) – conform NCM M 01.01;

b) valorile limită maxim admise ale emisiilor echivalente de CO_2 – conform NCM M 01.01;

c) consumul de energie primară totală care să provină în proporție de minim 30% din surse regenerabile, inclusiv din surse regenerabile instalate la fața locului sau în apropiere, pe o rază de 30 de km față de coordonatele GPS ale clădirii.

12.9.2 Pentru îndeplinirea cerințelor minime de performanță energetică definite mai sus se recomandă ca toate elementele de construcție care formează anvelopa clădirii să respecte relația $R' \geq R'_{min}$,

respectiv $U' \leq U'_{max}$, unde R'/R'_{min} [m²K/W] este rezistenţa termică corectată calculată / corectată minimă (de referință) pentru fiecare element de anvelopă termică iar U'/U'_{max} [W/(m²K)] este transmitanţa termică corectată calculată/corectată maximă (inversul lui R' respectiv lui R'_{min}), având valorile conform tabelului 12.1.

Tabel 12.1 - Rezistenţe/transmitanțe termice corectate recomandate (valori normate/de referinţă) pentru clădiri rezidențiale NZEB

ELEMENT DE ANVELOPĂ	R'_{min} [m²K/W]	U'_{max} [W/(m²K)]
Pereţi exteriori (exclusiv suprafeţele vitrate, inclusiv pereţii adiacenţi rosturilor deschise)	4,00 1)	0,25
Tâmplărie exterioară (ferestre și ferestre de mansardă)	0,90 2,3)	1,11
Tâmplărie exterioară (uși cu acționare manuală)	0,77 2,3)	1,30
Tâmplărie exterioară (luminatoare verticale)	0,83 2,3)	1,20
Planşee peste ultimul nivel, sub terase sau poduri	6,67 1)	0,15
Planşee peste subsoluri neîncălzite şi pivniţe	3,40 1)	0,29
Pereţi adiacenţi rosturilor închise	1,50 1)	0,67
Planşee care delimitează clădirea la partea inferioară, de exterior (la bowindouri, ganguri de trecere ş.a.)	5,00 1)	0,20
Plăci pe sol (peste cota terenului sistematizat - CTS)	5,00 1)	0,20
Plăci la partea inferioară a demisolurilor sau a subsolurilor încălzite (sub CTS)	5,30 1)	0,19
Pereţi exteriori, sub CTS, la demisolurile sau la subsolurile încălzite	3,40 1)	0,29

NOTA 1 - Pentru elementele de construcție opace ale anvelopei, rezistența termică poate fi redusă (respectiv transmitanța termică poate fi mai mare) în cazurile în care montarea termoizolației este limitată din considerente tehnico-economice justificate în raportul de conformare NZEB (de exemplu la calcanele învecinate ale clădirilor, separate sau nu cu rost, în cazul fațadelor cu valoare arhitecturală etc.).

NOTA 2 - Sunt obligatorii măsurile pentru asigurarea ventilării corecte a clădirii (exemplu: aplicarea unui concept de ventilare care poate include grile higroreglabile pentru asigurarea necesarului de aer proaspăt). Este obligatorie și reducerea punților termice generate de tâmplărie prin montarea acesteia cât mai aproape de fața exterioară a pereților exteriori sau chiar în exteriorul acestora.

NOTA 3 - Valorile R'_{min} respectiv U'_{max} indicate ca recomandare în tabelul 12.1 se determină conform prevederilor standardelor de produs aferente, elementele de anvelopă fiind considerate așezate în poziție verticală și nu sunt valabile pentru uși culisante automate, uși culisante telescopice, uși culisante cu funcție break-out, uși circulare, uși semicirculare precum și pentru ușile rotative. Aceste valori sunt valabile pentru tâmplăria montată, prevăzută sau nu cu dispozitive de protecție solară și reprezintă o valoare medie a tuturor elementelor de anvelopă de același tip.

12.9.3 Îndeplinirea condiţiilor cerinţelor minime de performanță energetică și a celor privind confortul higrotermic rămâne obligatorie și în cazul clădirilor rezidenţiale NZEB pentru care nu se poate respecta relația $R' \geq R'_{min}$, respectiv $U' \leq U'_{max}$, pentru unul sau mai multe elemente ale anvelopei clădirii.

12.9.4 Pentru elementele vitrate care fac parte din anvelopa unei clădiri rezidențiale, este necesară și alegerea unui factor solar optim, g_n (factorul solar *g* reprezintă fracția din energia solară incidentă care trece prin elementul vitrat). Se recomandă:

a) în cazul în care există sisteme de umbrire exterioare, cu ajutorul cărora se poate regla cantitatea de energie solară incidentă pe vitraj, factorul solar g_n se recomandă să fie mai mare de 0,50;
b) în cazul în care se folosesc vitraje cu factor solar g_n scăzut nu mai sunt necesare elemente exterioare de umbrire.

12.9.5 Sunt considerate expuse la radiația solară vitrajele care au orientarea cuprinsă în unghiul AOB indicat cu albastru, din figura 12.1:

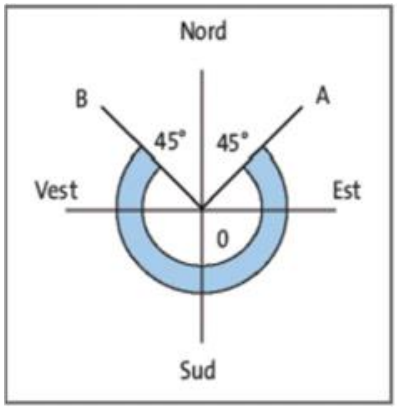


Figura 12.1 - Orientarea vitrajelor expuse la radiația solară

12.9.6 Factorul solar g_n optim se alege în funcție de mai mulți factori, cum ar fi:
- minimizarea energiei necesare pe perioada unui an pentru încălzire + răcire;
- ponderea ariei vitrate în cadrul anvelopei.

12.9.7 Prin alegerea unui factor solar optim, dimensionarea instalațiilor de încălzire, ventilare și condiționare va fi de asemenea optimă.

12.9.8 Pentru vitrajele care nu sunt expuse la radiația solară directă, factorul solar g_n se recomandă a fi > 0,50 indiferent de zona climatică. Dacă se dorește același aspect al vitrajelor pe toate orientările, se poate pune și pe orientarea neexpusă la radiația solară directă vitrajul ales pentru orientarea expusă la radiația solară directă.

12.9.9 Valorile normate pentru aprecierea stabilității termice la clădirile de locuit sunt indicate în tabelele următoare.

Tabel 12.2 - Stabilitatea termică a elementelor de construcție

ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE		**VALORI MINIME**		
		ϑ_T	ε	Φ_i
		-	ore	-
Zona opacă a pereților exteriori		15	8	5
Planșeul peste ultimul nivel (parte opacă)	Sub terase	25	10	6
	Sub poduri	10	8	3

Tabel 12.3 - Stabilitatea termică a încăperilor

Amplitudinea de oscilație a temperaturii interioare	iarna	$A_{Ti} \leq$	1 ℃

12.10 Clădiri nerezidențiale NZEB

12.10.1 Pentru clădirile nerezidenţiale noi (NZEB) cerințele minime de performanță pentru proiectarea clădirilor din punct de vedere energetic se referă la:

a) valorile limită maxim admise ale consumului total de energie primară (din surse regenerabile și neregenerabile) – conform NCM M 01.01;

b) valorile limită maxim admise ale emisiilor echivalente de CO_2 – conform NCM M 01.01;

c) consumul de energie primară totală care să provină în proporție de minim 30% din surse regenerabile, inclusiv din surse regenerabile instalate la fața locului sau în apropiere, pe o rază de 30 de km față de coordonatele GPS ale clădirii.

12.10.2 Pentru îndeplinirea cerințelor minime de performanță energetică definite mai sus se recomandă ca toate elementele de construcție care formează anvelopa clădirii să respecte relația $R' \geq R'_{min}$, respectiv $U' \leq U'_{max}$, unde R'/R'_{min} [m²K/W] este rezistenţa termică corectată calculată / corectată

minimă (de referință) pentru fiecare element de anvelopă termică iar U'/U'_{max} [W/(m²K)] este transmitanţa termică corectată calculată/corectată maximă (inversul lui R' respectiv lui R'_{min}), având valorile conform tabelului 12.4.

Tabel 12.4 - Rezistenţe/transmitanţe termice corectate recomandate (valori normate/de referinţă) pentru clădiri nerezidențiale NZEB

ELEMENT DE ANVELOPĂ	R'_{min} [m²K/W]	U'_{max} [W/(m²K)]
Pereţi exteriori (exclusiv suprafeţele vitrate, inclusiv pereţii adiacenţi rosturilor deschise)	3,00 1)	0,33
Tâmplărie exterioară (ferestre și ferestre de mansardă)	0,83 2,3)	1,30
Tâmplărie exterioară (uși cu acționare manuală)	0,77 2,3)	1,30
Tâmplărie exterioară (luminatoare verticale)	0,77 2,3)	1,17
Planşee peste ultimul nivel, sub terase sau poduri	6,00 1)	0,29
Planşee peste subsoluri neîncălzite şi pivniţe	3,40 1)	0,67
Pereţi adiacenţi rosturilor închise	1,50 1)	0,20
Planşee care delimitează clădirea la partea inferioară, de exterior (la bowindouri, ganguri de trecere ş.a.)	5,00 1)	0,20
Plăci pe sol (peste cota terenului sistematizat - CTS)	5,00 1)	0,20
Plăci la partea inferioară a demisolurilor sau a subsolurilor încălzite (sub CTS)	5,30 1)	0,19
Pereţi exteriori, sub CTS, la demisolurile sau la subsolurile încălzite	3,40 1)	0,29

NOTA 1 - Pentru elementele de construcție opace ale anvelopei, rezistența termică poate fi redusă (respectiv transmitanța termică poate fi mai mare) în cazurile în care montarea termoizolației este limitată din considerente tehnico-economice justificate în raportul de conformare NZEB (de exemplu la calcanele învecinate ale clădirilor, separate sau nu cu rost, în cazul fațadelor cu valoare arhitecturală etc.).

NOTA 2 - Sunt obligatorii măsurile pentru asigurarea ventilării corecte a clădirii (exemplu: aplicarea unui concept de ventilare care poate include grile higroreglabile pentru asigurarea necesarului de aer proaspăt). Este obligatorie și reducerea punților termice generate de tâmplărie prin montarea acesteia cât mai aproape de fața exterioară a pereților exteriori sau chiar în exteriorul acestora.

NOTA 3 - Valorile R'_{min} respectiv U'_{max} indicate ca recomandare în tabelul 12.4 se determină conform prevederilor standardelor de produs aferente, elementele de anvelopă fiind considerate așezate în poziție verticală și nu sunt valabile pentru uși culisante automate, uși culisante telescopice, uși culisante cu funcție break-out, uși circulare, uși semicirculare precum și pentru ușile rotative. Aceste valori sunt valabile pentru tâmplăria montată, prevăzută sau nu cu dispozitive de protecție solară și reprezintă o valoare medie a tuturor elementelor de anvelopă de același tip.

12.10.3 Îndeplinirea condiţiilor cerințelor minime de performanță energetică și a celor privind confortul higrotermic rămâne obligatorie și în cazul clădirilor rezidenţiale NZEB pentru care nu se poate respecta relația $R' \geq R'_{min}$, respectiv $U' \leq U'_{max}$, pentru unul sau mai multe elemente ale anvelopei clădirii.

12.10.4 Pentru elementele vitrate care fac parte din anvelopa unei clădiri rezidențiale, este necesară și alegerea unui factor solar optim, g_n (factorul solar *g* reprezintă fracția din energia solară incidentă care trece prin elementul vitrat). Se recomandă:

a) în cazul în care există sisteme de umbrire exterioare, cu ajutorul cărora se poate regla cantitatea de energie solară incidentă pe vitraj, factorul solar g_n se recomandă să fie mai mare de 0,50;
b) în cazul în care se folosesc vitraje cu factor solar g_n scăzut nu mai sunt necesare elemente exterioare de umbrire.

12.10.5 Pentru vitrajele care nu sunt expuse la radiația solară directă, factorul solar g_n se recomandă a fi $>$ 0,50 indiferent de zona climatică. Dacă se dorește același aspect al vitrajelor pe toate orientările, se poate pune și pe orientarea neexpusă la radiația solară directă vitrajul ales pentru orientarea expusă la radiația solară directă.

12.10.6 Factorul solar g_n optim se alege în funcție de mai mulți factori, cum ar fi:

- minimizarea energiei necesare pe perioada unui an pentru încălzire + răcire;
- ponderea ariei vitrate în cadrul anvelopei;
- modul de ocupare / funcționare al clădirii (exemplu, unitățile de învățământ nu funcționează sau au funcționare foarte scăzută în perioada vacanței de vară, deci se poate alege un factor solar mai ridicat).

12.10.7 Prin alegerea unui factor solar optim, dimensionarea instalațiilor de încălzire/ climatizare/ventilare va fi afectată pozitiv.

Anexa A
(informativă)

Coeficientul de absorbţie a radiaţiei solare în materialul suprafeţei exterioare a construcției de îngrădire

Nr. crt.	Materialul suprafeţei exterioare a elementului de închidere	Coeficientul de absorbţie a radiaţiei solare ρ
1	Aluminiu	0,5
2	Foi de asbociment	0,65
3	Beton asfaltic	0,9
4	Beton	0,7
5	Lemn nevopsit	0,6
6	Strat de protecţie din petriş deschis a învelitorii în rulouri	0,65
7	Cărămidă roşie	0,7
8	Cărămidă silicioasă	0,6
9	Placaj din piatră albă	0,45
10	Strat de vopsea silicioasă sură-închisă	0,7
11	Strat de vopsea albă de var	0,3
12	Plăci de finisare de ceramică	0,8
13	Plăci de finisare de sticlă albastră	0,6
14	Plăci de finisare albe sau pale	0,45
15	Ruberoid cu strat de nisip	0,9
16	Tablă de oţel vopsită alb	0,45
17	Tablă de oţel vopsită roşu închis	0,8
18	Tablă de oţel vopsită verde	0,6
19	Tablă de oţel zincată de învelitoare	0,65
20	Sticlă de placaj	0,7
21	Tencuială de nisip şi var sură închisă sau teracotă	0,7
22	Tencuială de nisip şi ciment albastră deschisă	0,3
23	Tencuială de ciment verde închisă	0,6
24	Tencuială de ciment crem	0,4

Anexa B
(informativă)

Rezistența de permeabilitate la aer ale straturilor construcției de îngrădire

Tabelul B.1

Nr. crt.	Materialul şi elementul de construcţie	Grosimea, mm	Rezistenţa la permeabilitate la aer R_{inf} m²·h·Pa/kg
1	Beton compact,(fără îmbinări)	100	20 000
2	Gazsilicat compact	140	21
3	Calcar cochifilat	500	6
4	Carton pentru construcţii (fără îmbinări)	1,3	64
5	Zidărie compactă din cărămidă cu mortar din ciment şi nisip cu grosimea de 1 cărămidă şi mai mult	250 și mai mult	18
6	Zidărie compactă din cărămidă cu mortar din ciment şi nisip cu grosimea de jumătate de cărămidă	120	1
7	Zidărie din cărămidă de ceramică cu găuri cu mortar de ciment şi nisip cu grosimea de jumătate de cărămidă	-	2
8	Zidărie din blocuri de beton uşor cu mortar de ciment şi nisip	400	13
9	Plăci de azbociment cu rostuire	6	200
10	Tapete obişnuite din hîrtie	-	20
11	Căptuşeală din scînduri cap la cap sau în falţ	20-25	0,1
12	Căptuşeală din scîndură în lambă	20-25	1,5
13	Căptuşeală dublă din scînduri cu hîrtie de construcţii între ele	50	100
14	Căptuşeală din fibrolit sau plăci fibrolemnoase moi fără cu rostuire	15-70	2,5
15	Căptuşeală din fibrolit sau plăci fibrolemnoase moi fără rostuire	15-70	0,5
16	Căptuşeală din fibrolit sau plăci fibrolemnoase rigide cu rostuire	10	3,3
17	Căptuşeală cu tencuială uscată cu rostuire	10	20
18	Beton expandat autoclavizat compact (fără rostuire)	100	2000
19	Beton expandat neautoclavizat (fără rostuire)	100	200
20	Polistiren expandat	50-100	80
21	Sticlă expandată comactă (fără rostuire)	120	>2000
22	Plăci rigide din vată minerală	50	2
23	Ruberoid	1,5	Impermeabil
24	Carton gudronat	1,5	490
25	Contraplacaj fără rosturi	3-4	2900
26	Beton compact din zgură (fără rosturi)	100	14
27	Tencuială din var şi ciment pe zidărie de piatră sau de cărămidă	15	373

Tabelul B.1 - sfârșit

Nr. crt.	Materialul şi elementul de construcţie	Grosimea, mm	Rezistenţa la permeabilitate la aer R_{inf} m²·h·Pa/kg
28	Tencuială din var pe zidărie din cărămidă sau piatră	15	142
29	Tencuială din var şi ipsos pe lemn (pe şipci)	20	17
30	Beton cu umplutură de argilă expandată cu densitatea de 1000 kg/m^3	250-400	53-80
31	Beton cu umplutură de argilă expandată cu densitatea de 1100-1300 kg/m^3	250-450	390-590

NOTA 1 - Pentru zidăria din cărămidă şi blocuri cu rostuire pe suprafaţa exterioară rezistenţa la permeabilitate la aer prezentată în acest tabel trebuie majorată cu 20 m^{2}h·Pa/kg.

NOTA 2 - Rezistenţa la permeabilitate la aer a straturilor de aer şi a straturilor din materiale friabile (zgură, argilă expandată, piatră ponce ş.a.), materiale afînate sau fibroase (vată minerală, paie, talaş etc.) trebuie considerată egală cu zero indiferent de grosimea stratului.

NOTA 3 - Pentru materialele şi elementele de construcţie, care nu sunt indicate în prezentul tabel rezistenţa la permeabilitate la aer se determină pe cale experimentală.

Anexa C
(informativă)

Rezistența de permeabilitate la aer ale straturilor construcției de îngrădire

Nr. crt.	Materialul	Grosimea, mm	Rezistenţa la permeabilitatea la vapori R_{vp}, $m^2 \cdot h \cdot Pa/mg$
1	Carton obișnuit	1,3	0,016
2	Foi de azbociment	6	0,3
3	Foi de ipsos pentru înveliş (tencuială uscată)	10	0,12
4	Plăci fibrolemnoase rigide	10	0,11
5	Plăci fibrolemnoase moi	12,5	0,05
6	Vopsite cu bitum fierbinte o singură dată	2	0,3
7	Vopsite cu bitum fierbinte de două ori	4	0,48
8	Vopsite cu vopsea de ulei de două ori cu chituire şi grunduire în prealabil	-	0,64
9	Vopsite cu vopsea de email	-	0,48
10	Lustruirea cu mastic de isol o singură dată	2	0,60
11	Lustruirea cu mastic de bitum şi cuchersol o singură dată	1	0,64
12	Lustruirea cu mastic de bitum şi cuchersol de două ori	2	1,1
13	Pergamin pentru învelitori	0,4	0,33
14	Peliculă de polietilenă	0,16	7,3
15	Ruberoid	1,5	1,1
16	Carton gudronat pentru învelitori	1,9	0,4
17	Furnir încleiat în trei straturi	3	0,15

Anexa D
(informativă)

Rezistența de permeabilitate la aer ale straturilor construcției de îngrădire

Material	Coeficient de radiație, C, $W/(m^2K^4)$
Aluminiu lustruit	0,23–0,34
Aluminiu cu suprafață aspră	0,34–0,4
Folie de aluminiu cu suprafață netedă lustruită (clasa de prelucrare nu mai mică de 14)	0,3
Folie de aluminiu în construcții	0,5
Aluminiu oxidat	0,63 -1,09
Vopsea de aluminiu	2,88
Lac de aluminiu pe o placă aspră	2,25
Lac negru lucios, pulverizat pe placă	4,95
Lac alb	4,6
Lac negru mat	5,52
Cupru electrolitic cu lustruire superioară	0,1
Cupru lustruit	0,13
Cupru, oxidat la temperatura de 600^0 C, acoperit cu un strat gros de oxidare	4,49
Hîrtie albă	4,08
Hîrtie galbenă	4,14
Hîrtie roșie	4,37
Hîrtie verde	4,95
Hîrtie albastră	4,83
Gips-carton	4,14
Vopsea emailată	5,18
Beton cu suprafață aspră	3,61
Azbociment aspru	5,52
Molid rindeluit prelucrat	4,44
Stejar rindeluit prelucrat	5,16
Cărămidă obișnuită de argilă cu suprafață aspră	5,1–5,3
Polistiren expandat	4,9
Sticlă pentru geam netedă	5,41
Sticlă mată	5,52
Tencuială din var cu suprafață aspră	5,23
Teracotă de gresie netedă	4,69

Anexa E
(informativă)

Coeficienții k_{ij} de recalcul a radiaţiei solare directe din plan orizontal în plan vertical

Tabelul E.1.

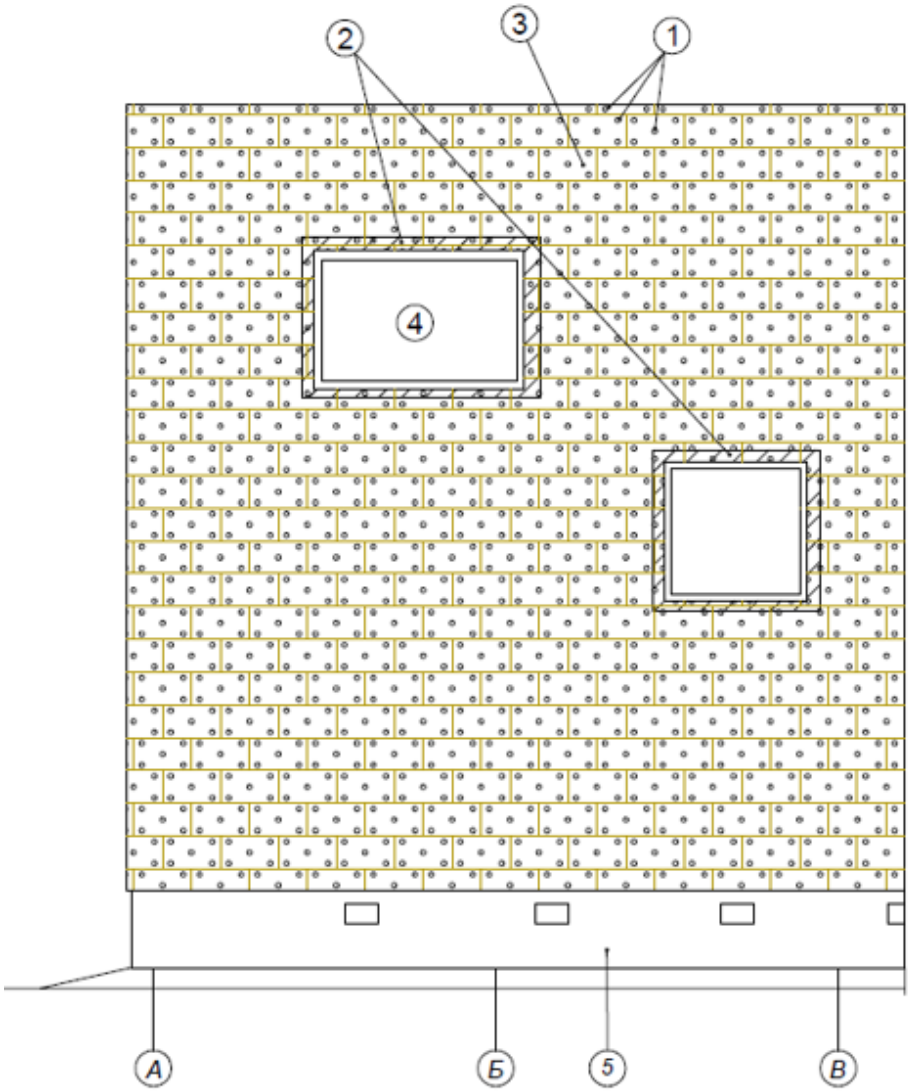
Grade lat. med.	Lunile											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Orientarea de Sud												
46	2,85	1,85	1,08	0,63	0,36	0,28	0,32	0,51	0,86	1,50	2,40	3,10
48	3,20	2,00	1,20	0,68	0,40	0,30	0,35	0,54	0,93	1,60	2,60	3,60
Orientarea de Sud-Est												
46	1,85	1,30	0,90	0,65	0,49	0,39	0,42	0,55	0,79	1,17	1,65	2,15
48	2,05	1,40	0,95	0,70	0,50	0,41	0,46	0,59	0,81	1,25	1,80	2,50
Orientarea de Sud-Vest												
46	2,05	1,40	0,92	0,62	0,47	0,40	0,41	0,55	0,78	1,15	1,75	2,15
48	2,35	1,60	1,03	0,65	0,47	0,41	0,43	0,59	0,83	1,23	1,90	2,55
Orientarea de Est												
46	0,63	0,57	0,58	0,48	0,44	0,43	0,44	0,45	0,50	0,56	0,61	0,72
48	0,65	0,62	0,60	0,50	0,46	0,44	0,46	0,48	0,54	0,58	0,64	0,80
Extremul Orient (orientarea de Est)												
46 48	0,60 0,64	0,60 0,62	0,49 0,55	0,46 0,49	0,42 0,44	0,36 0,40	0,35 0,40	0,43 0,47	0,52 0,53	0,56 0,60	0,65 0,70	0,66 0,76

Tabelul E.1 - sfârșit

Grade lat. med.	Lunile											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Orientarea de Vest												
46	0,64	0,57	0,58	0,44	0,39	0,37	0,42	0,42	0,46	0,52	0,61	0,72
48	0,70	0,62	0,60	0,46	0,40	0,38	0,42	0,42	0,48	0,55	0,64	0,80
Extremul Orient (orientarea de Vest)												
46	0,63	0,60	0,53	0,46	0,42	0,48	0,48	0,50	0,52	0,56	0,58	0,64
48	0,69	0,66	0,57	0,49	0,44	0,48	0,48	0,53	0,53	0,56	0,59	0,68
Orientarea de Nord-Est												
46	0,02	0,06	0,13	0,20	0,24	0,27	0,25	0,22	0,16	0,09	0,04	0,01
48	0,01	0,06	0,13	0,20	0,25	0,28	0,26	0,22	0,16	0,09	0,03	0,01
Orientarea de Nord-Vest												
46	0,02	0,06	0,13	0,18	0,22	0,23	0,23	0,21	0,15	0,08	0,04	0,01
48	0,02	0,06	0,14	0,19	0,23	0,25	0,25	0,21	0,16	0,08	0,03	0,01
Orientarea de Nord												
46	0,02	0,05	0,09	0,07	0,02							
48	0,02	0,05	0,09	0,08	0,03							

Anexa F
(informativă)

Sisteme de fațade suspendate ventilare pentru izolarea externă a clădirilor



1 *Diblu de fixare rotund*

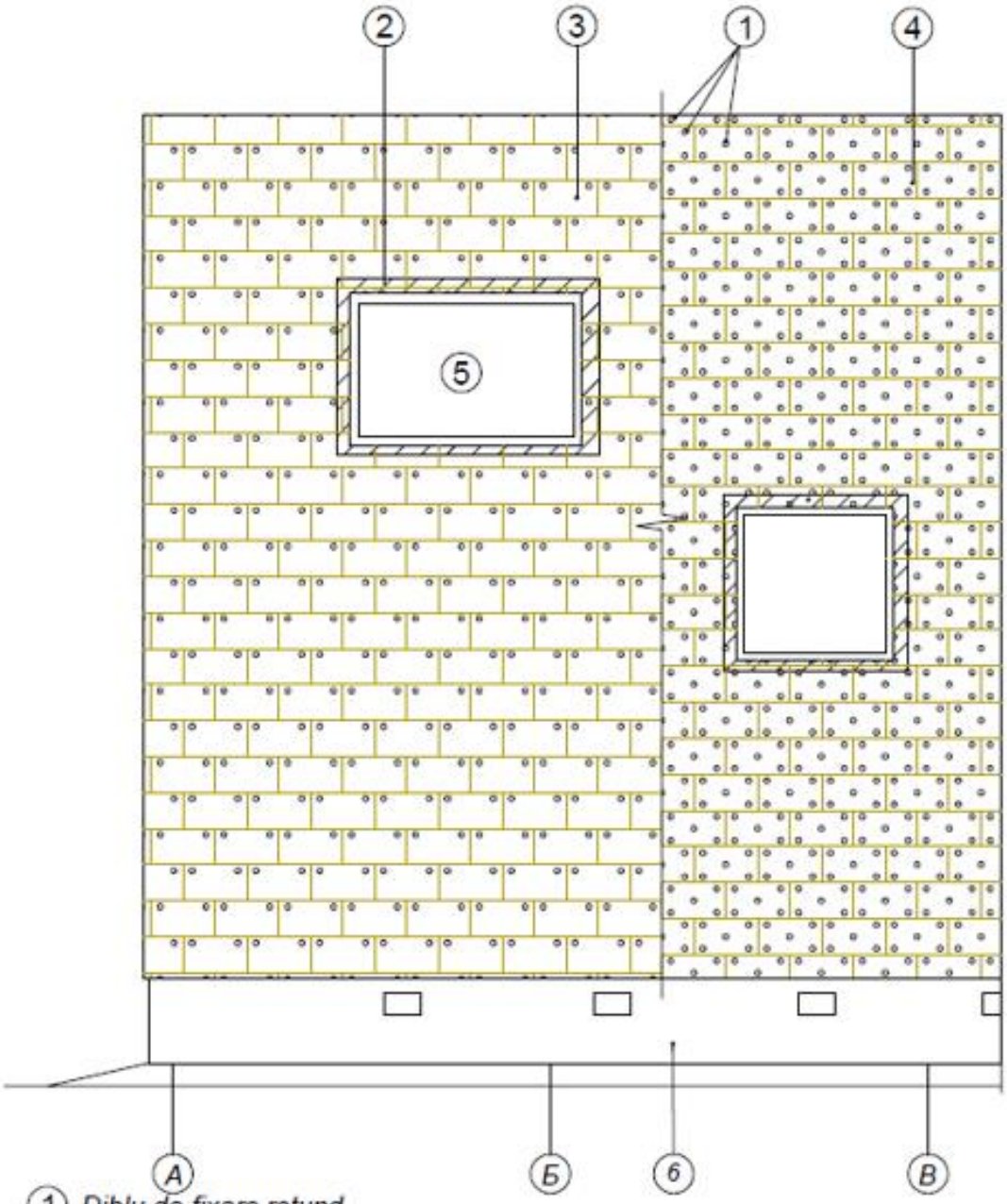
2 *Ancadramentul golului de fereastră*

3 *Izolarea termică unistrată - vată mnerală*

4 *Rama blocului de fereastră*

5 *Soclu*

Figura F1 - Schema de amenajare a izolaţiei termice într-un strat



1 *Diblu de fixare rotund*

2 *Ancadramentul golului de fereastră*

3 *Primul strat de izolare termică - vată mnerală*

4 *Al-doilea strat de izolare termică (cu resipire de rosturi) -vată minerală*

5 *Rama blocului de fereastră*

6 *Soclu*

Figura F2 - Schema de amenajare a izolatorului termic bistrată

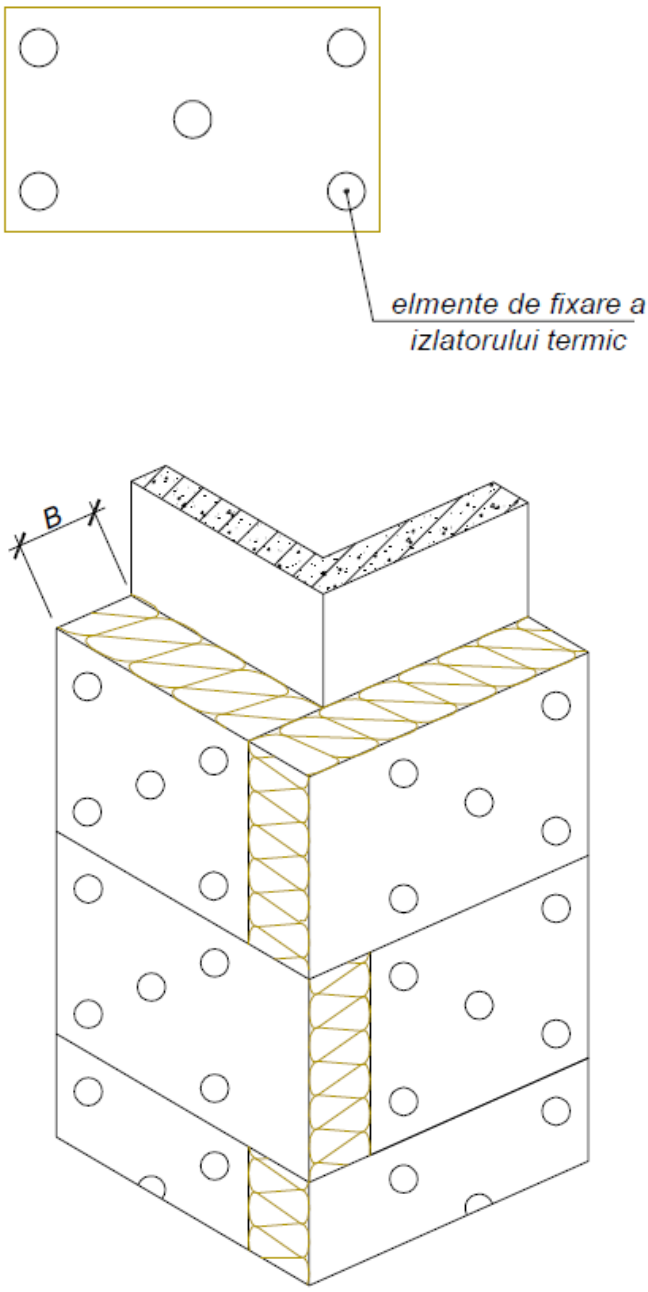
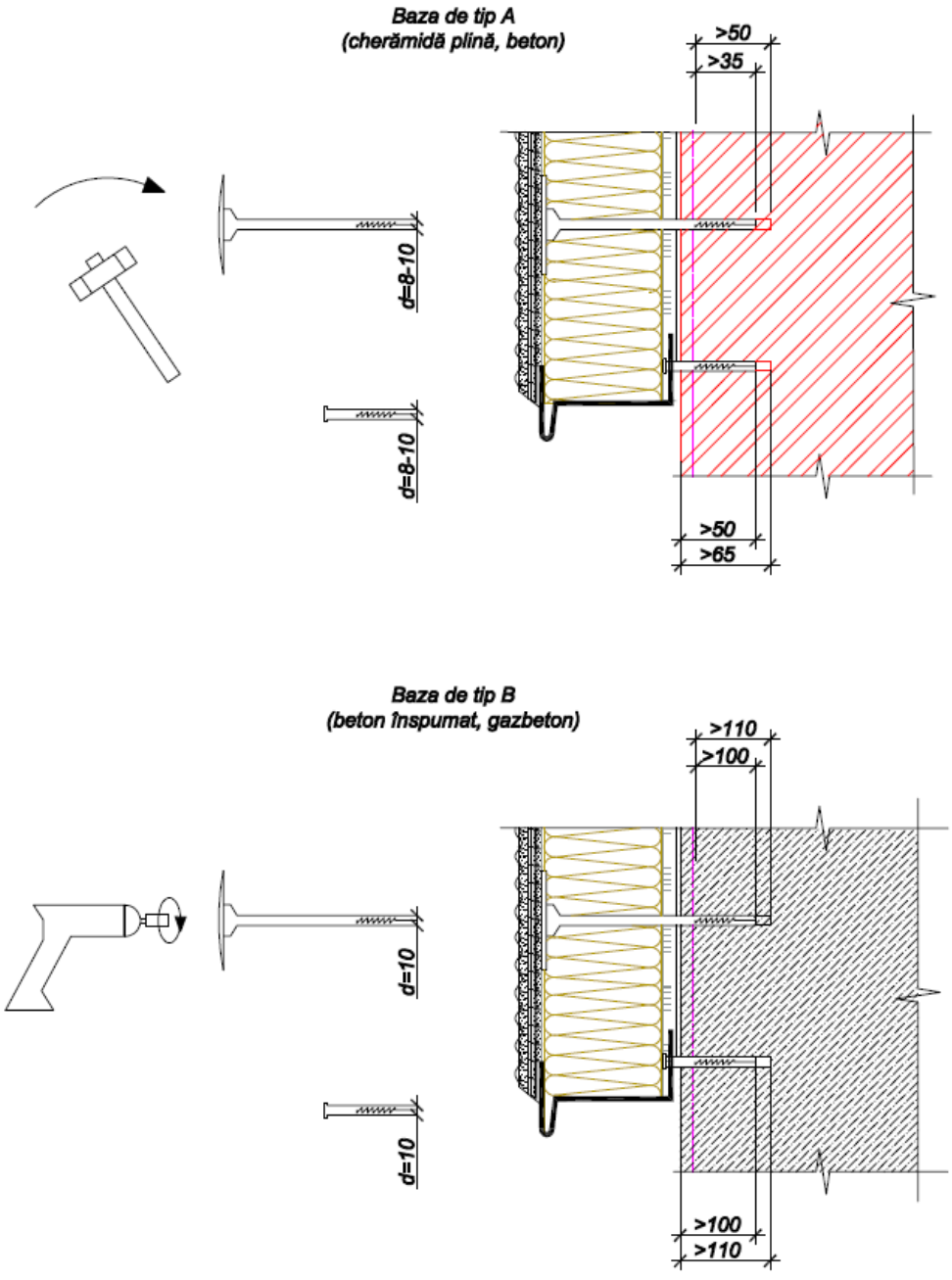


Figura F3 - Schema de fixare a izolatorului termic la colțul clădirii

NOTA 1 - Principalele tipuri de dimensiuni al plăcilor din vată minerală pentru fațade ventilate - 500x1000 şi 600x1200 mm.
NOTA 2 - Fixarea este efectuată cu dibluri de fixare rotunde
NOTA 3 - V - grosimea izolatorului termic
NOTA 4 - În cazul montării de două straturi de izolator termic este efectuată montarea prealabilă primului strat cu două dibluri în placă

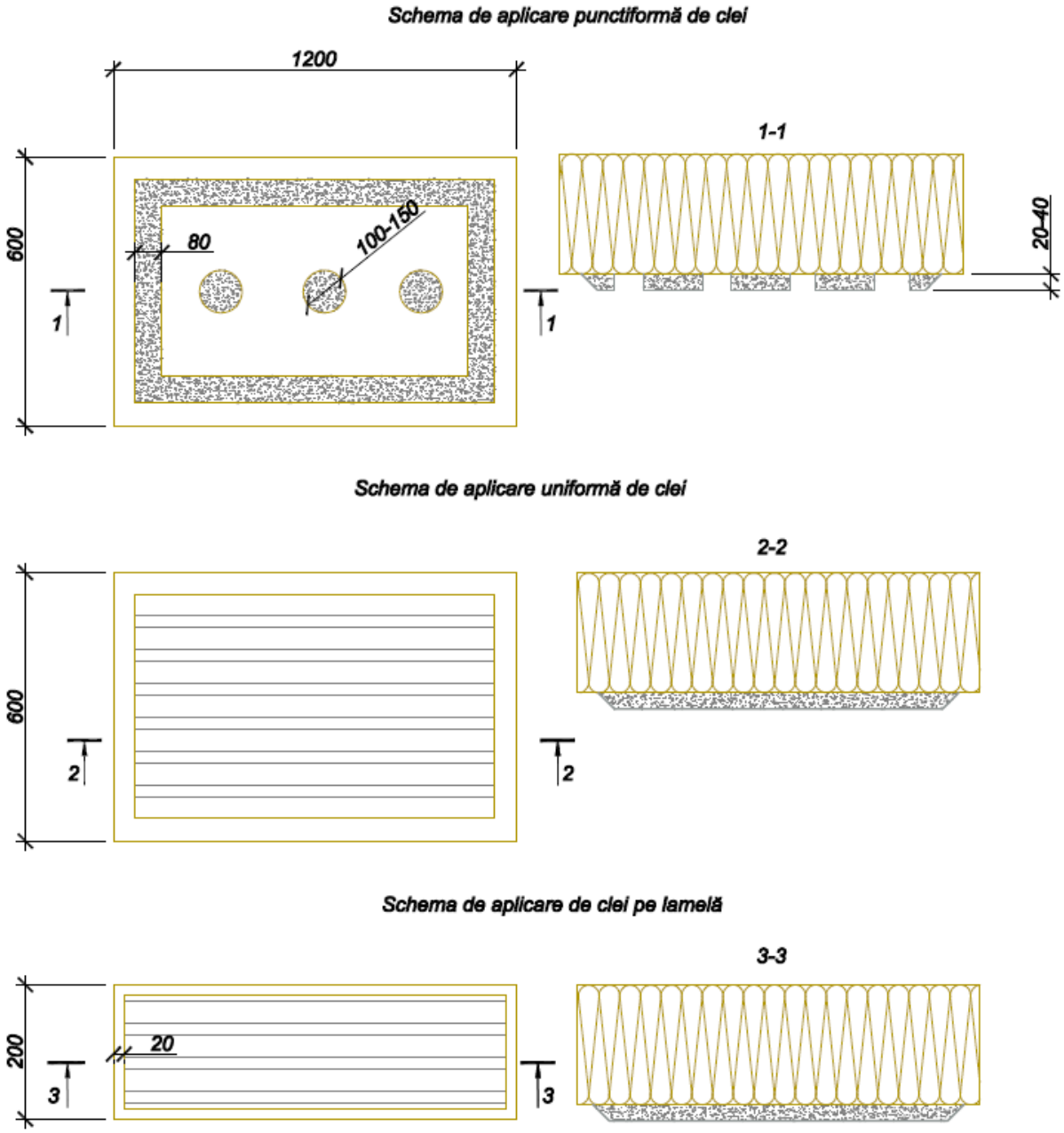
Anexa G
(informativă)

Sisteme de fațadă pentru izolarea externă a clădirilor cu strat de finisare din tencuială în strat subțire



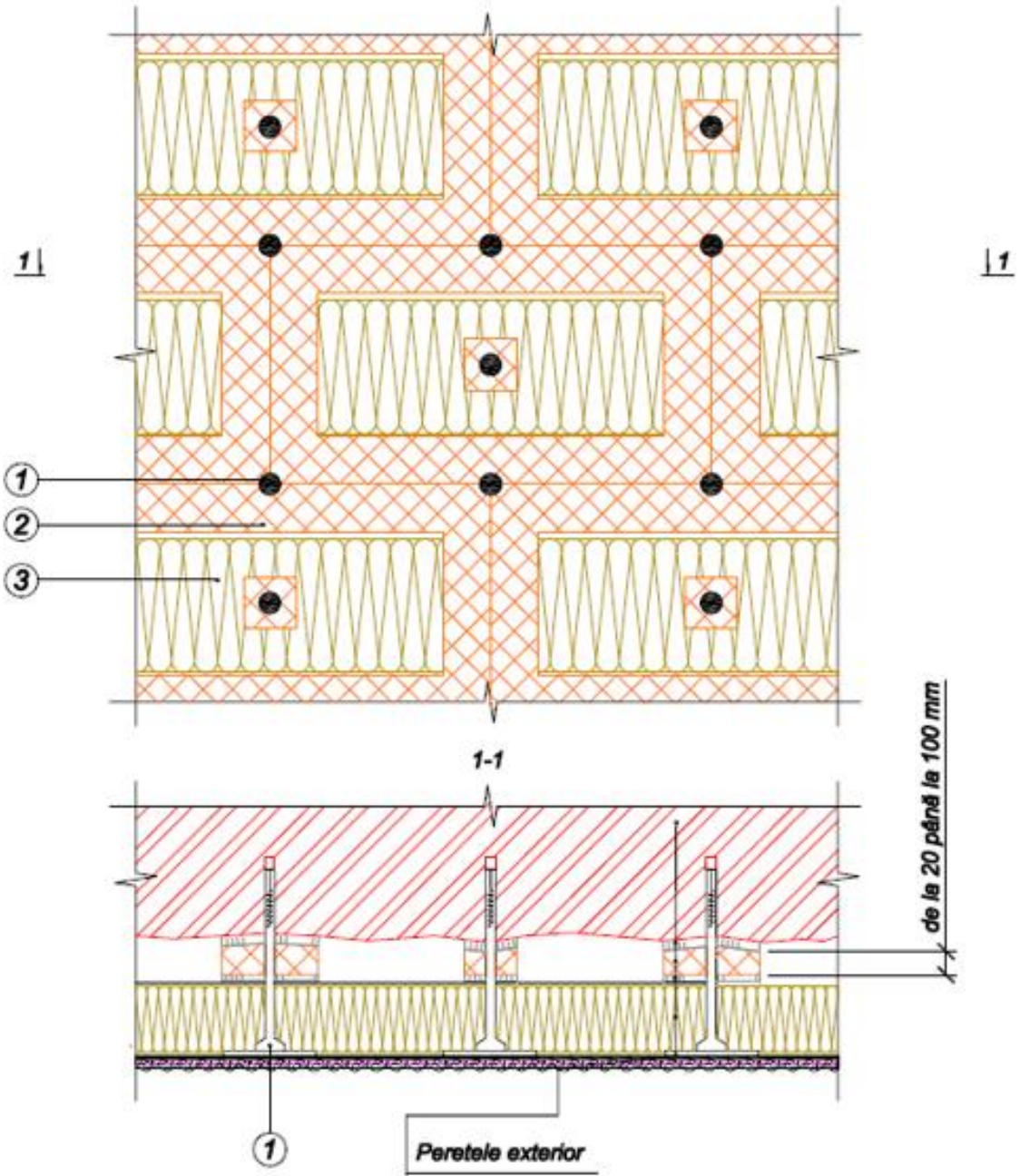
NOTA 1 - Lungimea de ancherare depinde de tipul diblului de la diferiți producători

Figura G1 - Schema de amenajare izolaţiei termice într-un strat. Adâncime de fixare de dibluri în baze diferite



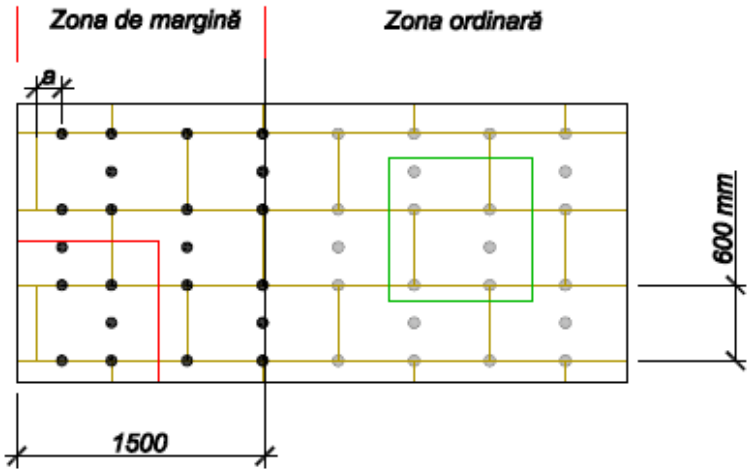
NOTA 1 - La aplicarea punctiformă a cleiului suprafața de lipire trebuie să constituie nu mai puțin de 40%. Metoda este aplicabilă pentru suprafețele cu neregularități ale bazei mai mult de 3 mm.
NOTA 2 - La aplicarea uniform a cleiului suprafața de lipire trebuie să constituie nu mai puțin de 85% de suprafață a izolatorului termic. Metoda este aplicabilă pentru suprafața preventive nivelată termoizolată.

Figura G2 - Schema de aplicare a amestecului de lipire pe placă



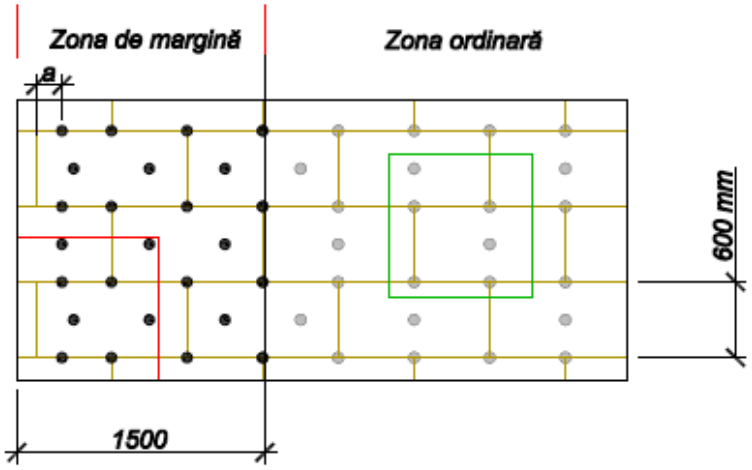
NOTA 1 - Suprafața de lipire a plăcilor și de căptușeală trebuie să constituie nu mai puțin de 60%.

Figura G3 - Schema de încleiere a plăcilor cu ajutorul de căptușeală de nivelare



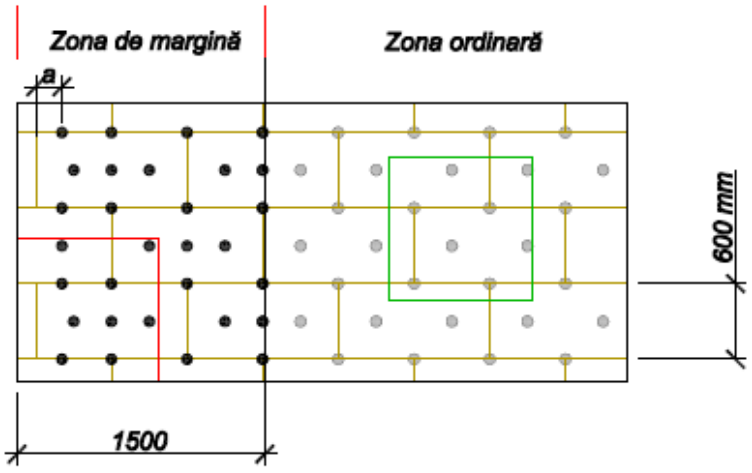
Schema de ampasare de dipluri pentru termoizolare la clădiri cu înălţime mai puţin de 20 m.

Zona ordinară ≥ 5 buc/m²
Zona de margină ≥ 6 buc/m²



Schema de ampasare de dipluri pentru termoizolare la clădiri cu înălţime de la de 20 m până la 40 m.

Zona ordinară ≥ 5 buc/m²
Zona de margină ≥ 6 buc/m²

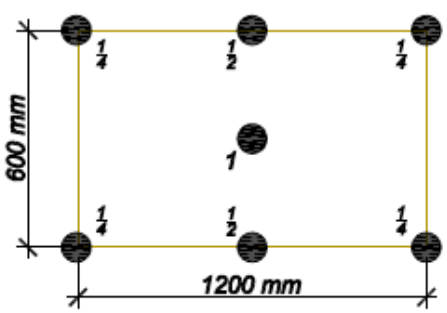


Schema de ampasare de dipluri pentru termoizolare la clădiri cu înălţime mai mult de 40 m.

Zona ordinară ≥ 6 buc/m²
Zona de margină ≥ 9 buc/m²

NOTA 1 - a – distanța de la colțul vertical exterior a peretelui exterior până la dibluri de margină, pentru beton ≥ 50 mm, pentru cărămidă ≥ 100 mm
NOTA 2 - Pentru alte dimensiuni a plăcilor este necesar de a efectua recalcul cantității de dibluri pentru 1 m^2 pentru zona de margină și zona de rând.

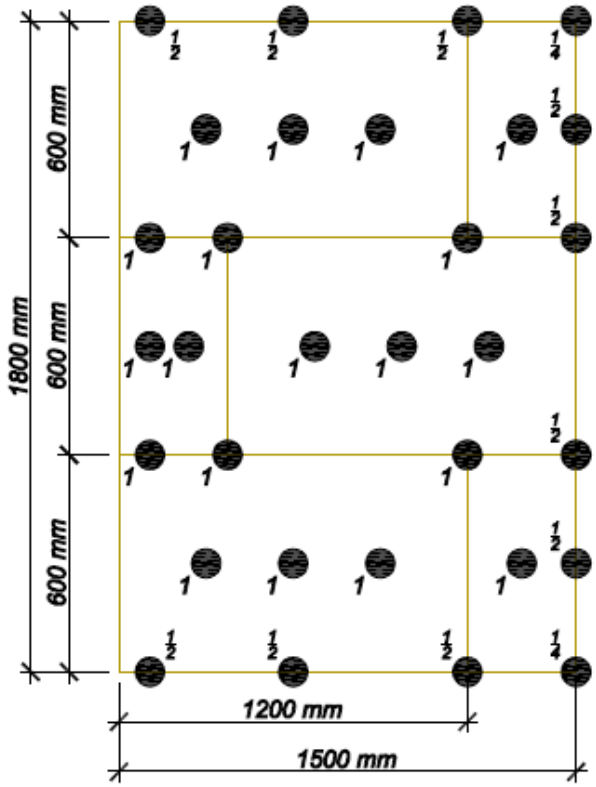
Figura G4 - Scheme recomandate de amplasare ale diblurilor de termoizolare



Suprafaţa plăcii de termoizolare: *1200mm * 600mm = 0,72 m²*

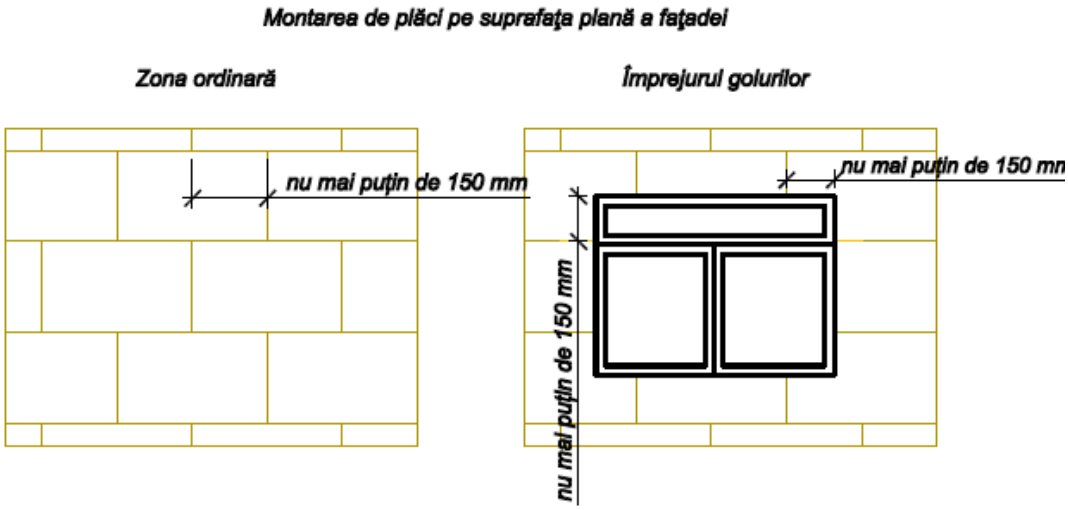
Cantitatea de dibluri pe placă: *1*1 + ½*2 + ¼*4= 3 dibluri*

Cantitatea de dibluri pe 1m²: *3/0,72 = 4,16 dibluri/m²*



Suprafaţa elementului periodic a zonei de margină:
1800 mm x 1500 mm = 2,7 m²
Cantitatea de dibluri pe element periodic:
*1*19 + ½*10 + ¼*2 = 24,5 dibluri*
Cantitatea de dibluri pe 1 m²:
24,5/2,7 = 9,07 dibluri/m²

Figura G5 - Exemplul de calcul al cantității de dibluri pentru termoizolare



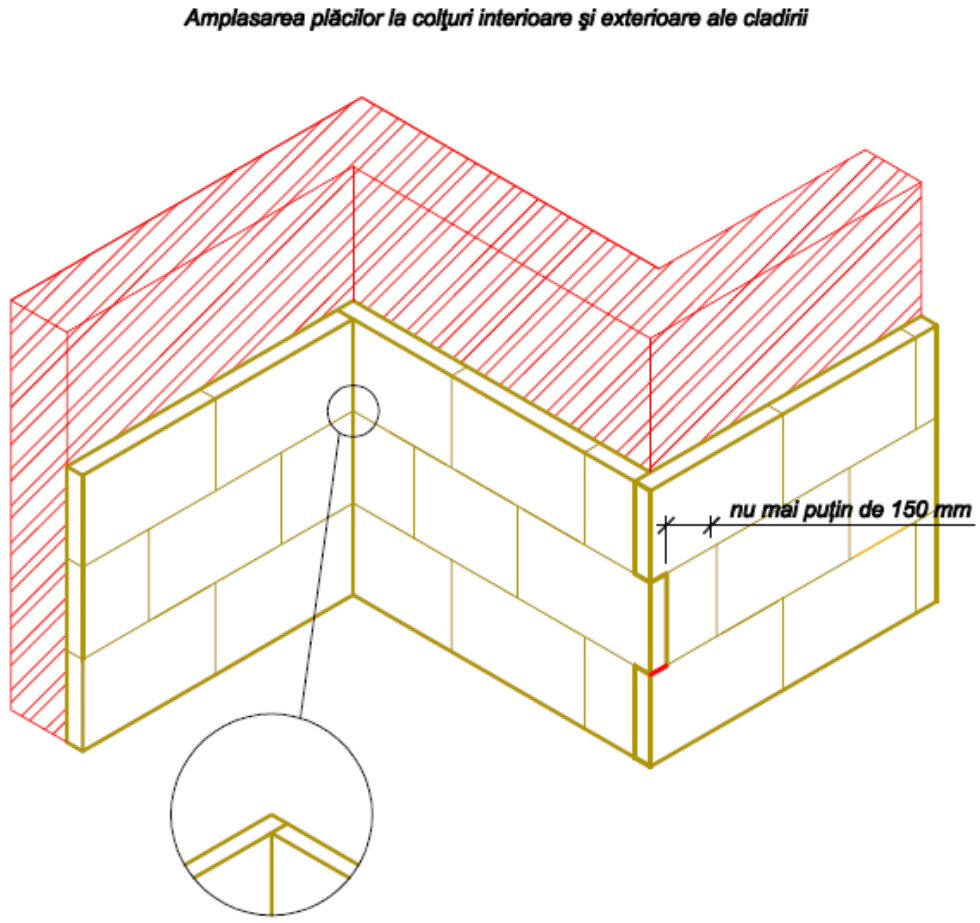
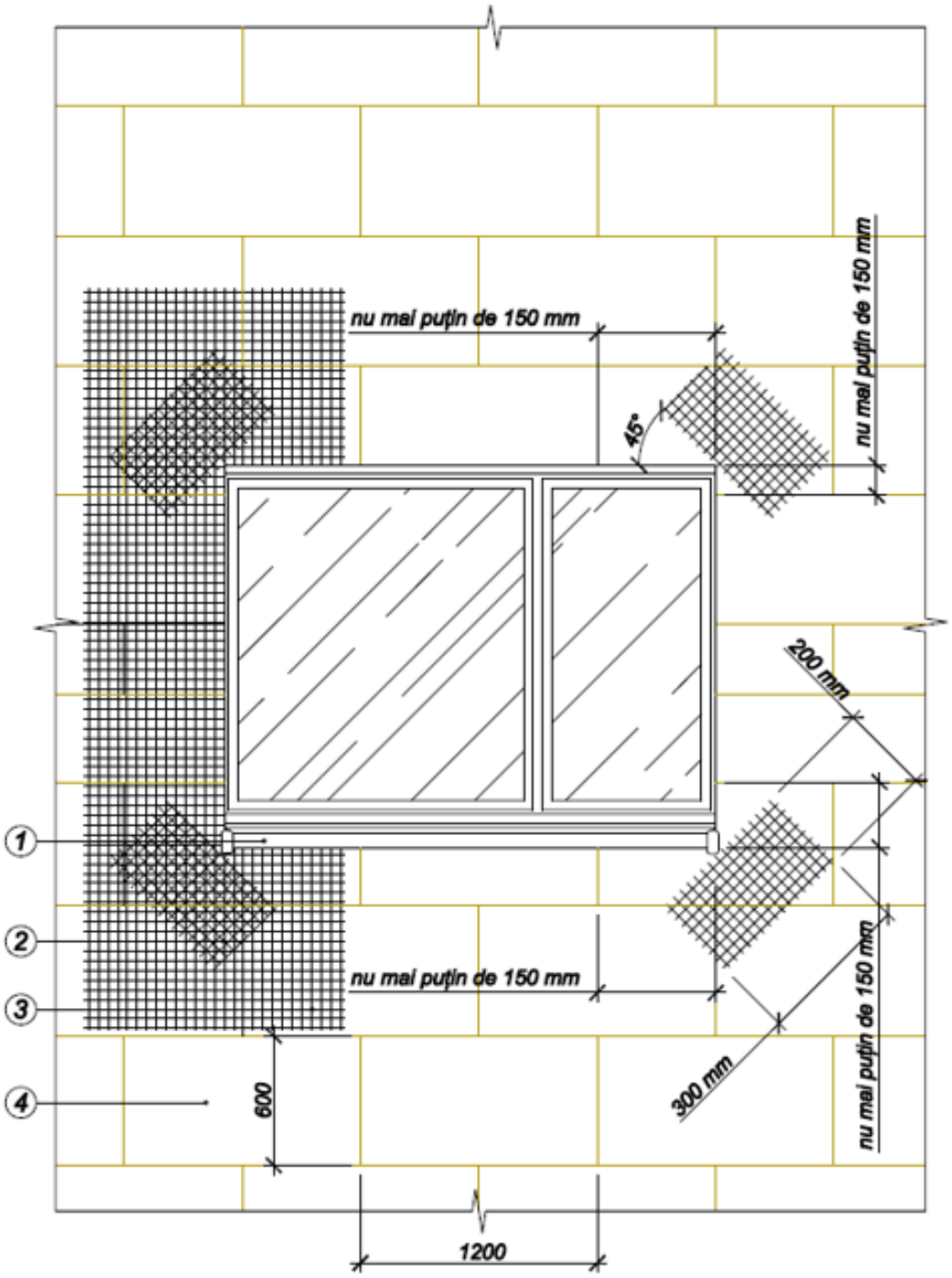


Figura G6 - Amplasarea plăcilor la colțuri ale clădirii, suprafața ordinară și goluri



1 Diversorul ferestrei
2 Fragment de plasă minimal 200x300 mm
3 Plasă din pânză de sticlă a stratului de armare
4 Vata minerală

Figura G7 - Schema de instalare a elementelor de colț și plasei de armare împrejurul golurilor pentru ferestre

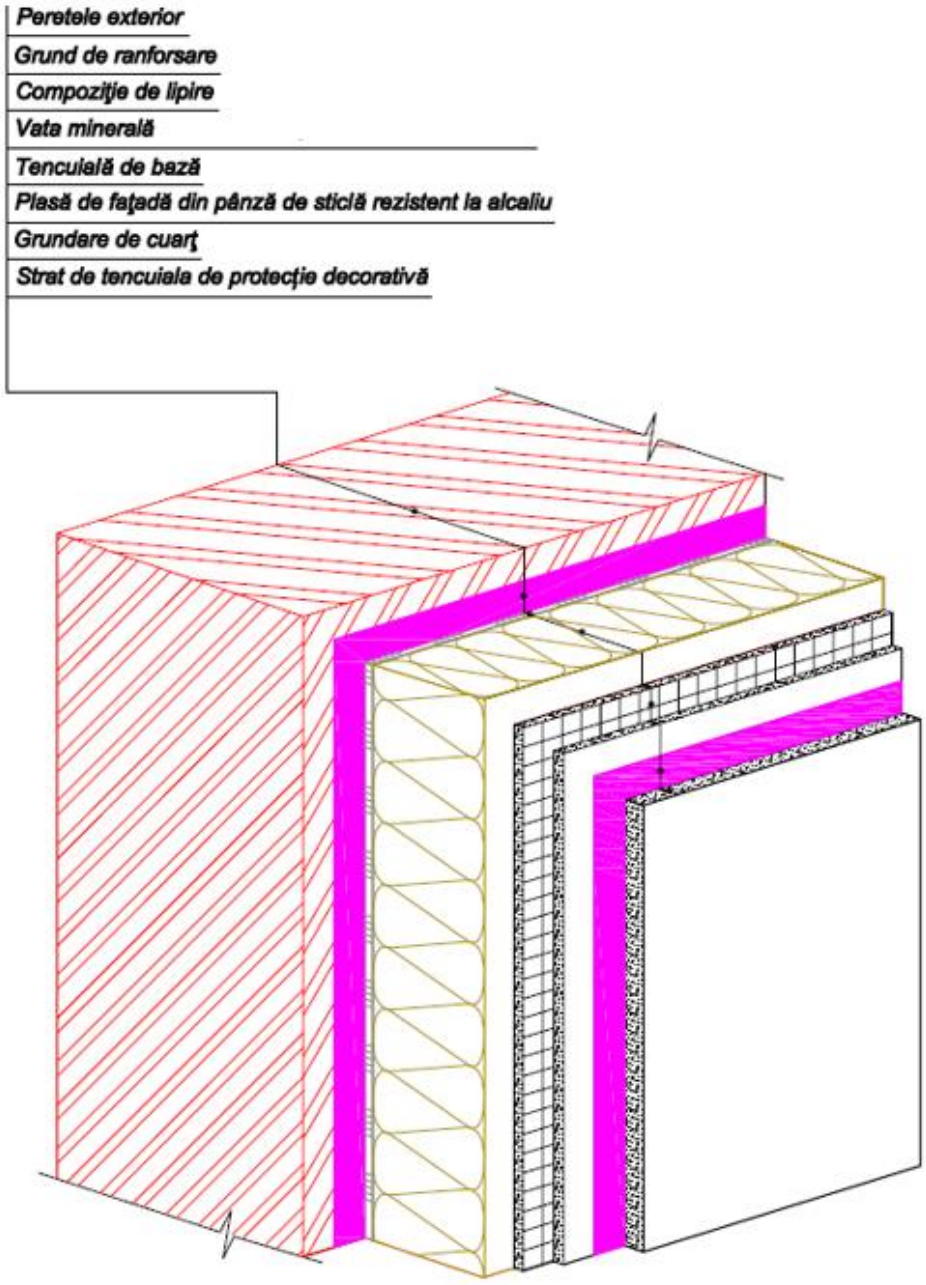


Figura G8 - Construcție de tencuială de termoizolare

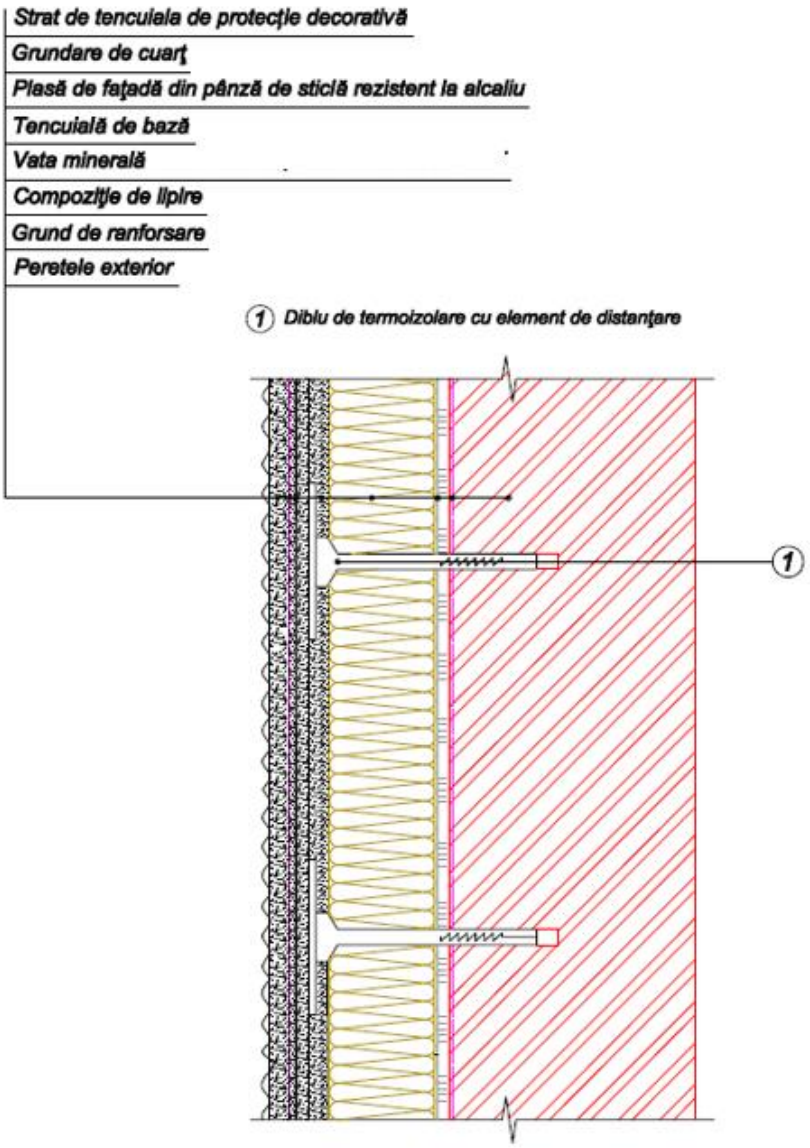


Figura G9 - Aranjarea straturilor în sistem de termoizolare, profil vertical

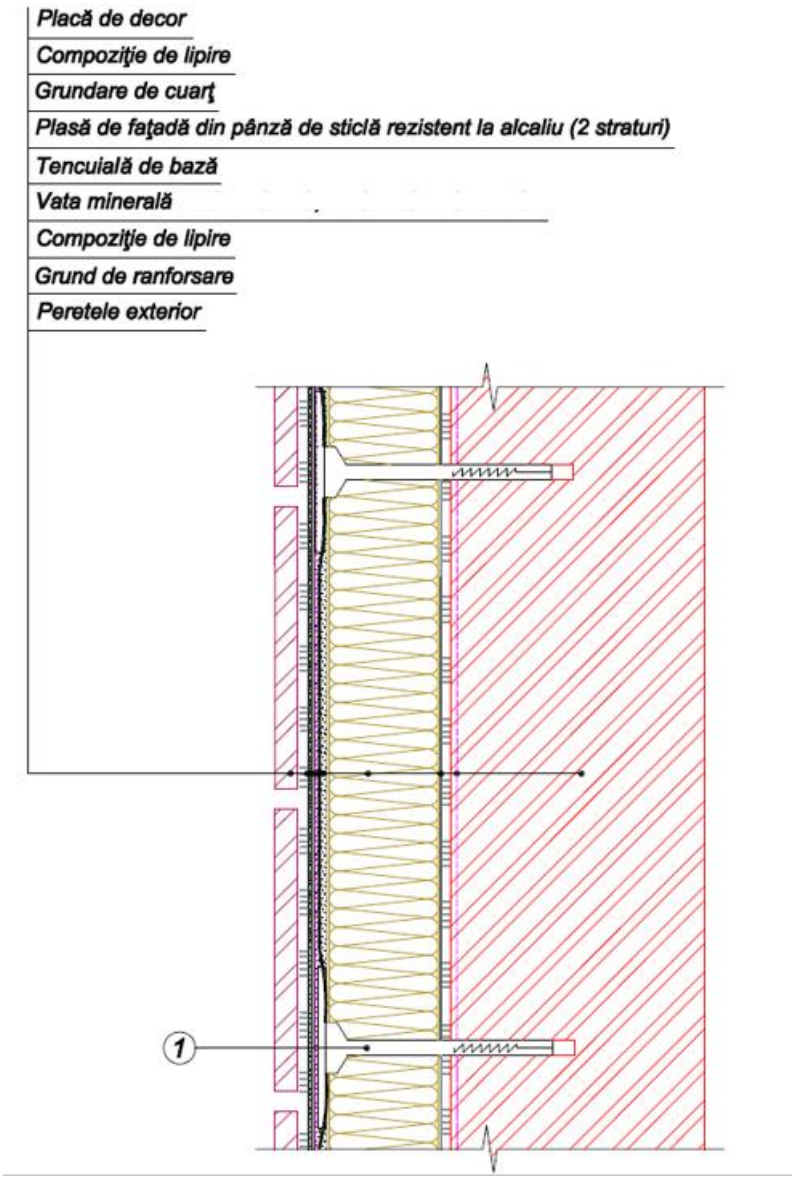


Figura G10 - Sistemul de termoizolare cu îmbrăcarea din plăci de decor

NOTA 1 - La secțiune de fațadă cu mască din plăci prevăzută cu mortar de bază pentru tencuială trebuie să fie cu grosime de cel puțin 7 mm. Este necesar de amenajat stratul suplimentar de plasă din pânză de sticlă pentru primul strat este recomandat de a se utiliza plasă ranforsată cu densitatea nu mai puțin de 320 g/m^2 care este suplimentar fixată cu dibluri de fațadă în cantitate minima de buc/m^2. Diblarea suplimentară trebuie să fie efectuată pe strat de clei umed.
NOTA 2 - Îmbrăcare a fațadei termoizolate cu plăci la înălțime mai sus de 5 m este permisă cu utilizarea măsurilor suplimentare destinate fiabilității și siguranței cu condiția aprobării măsurilor de către organelle locale de pompieri, reieșind din cerințele regionale cu privire la securitatea antiincendiară a clădirilor.
NOTA 3 - În cazul îmbrăcării fațadei cu plăci la înălțime mai sus de 6 m este necesar de efectuat montarea profilului orizontal portant din aluminiu cu interval ulterior de 6m.

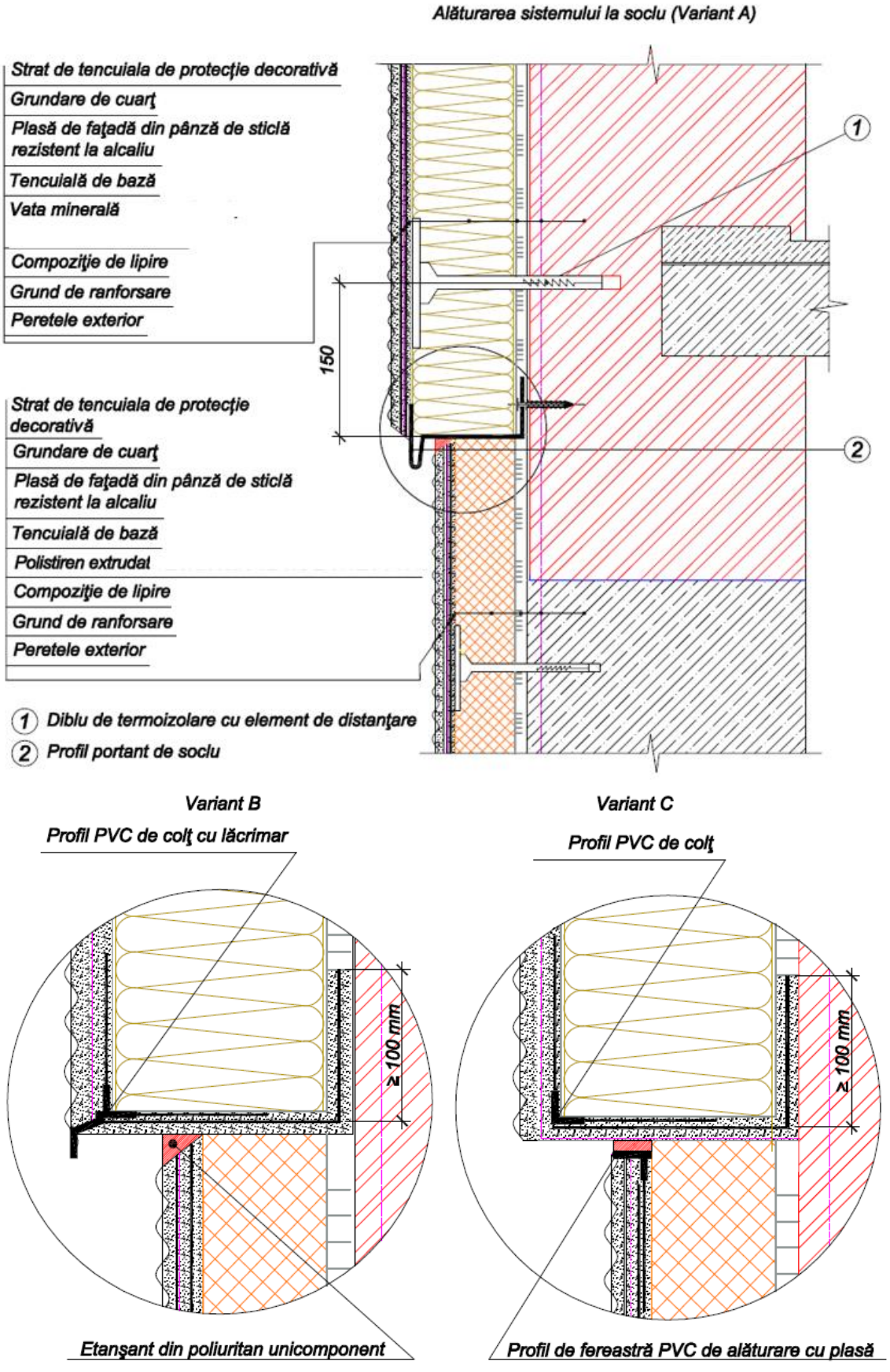


Figura G11 - Alăturarea sistemului la soclu (Variante A, B, C)

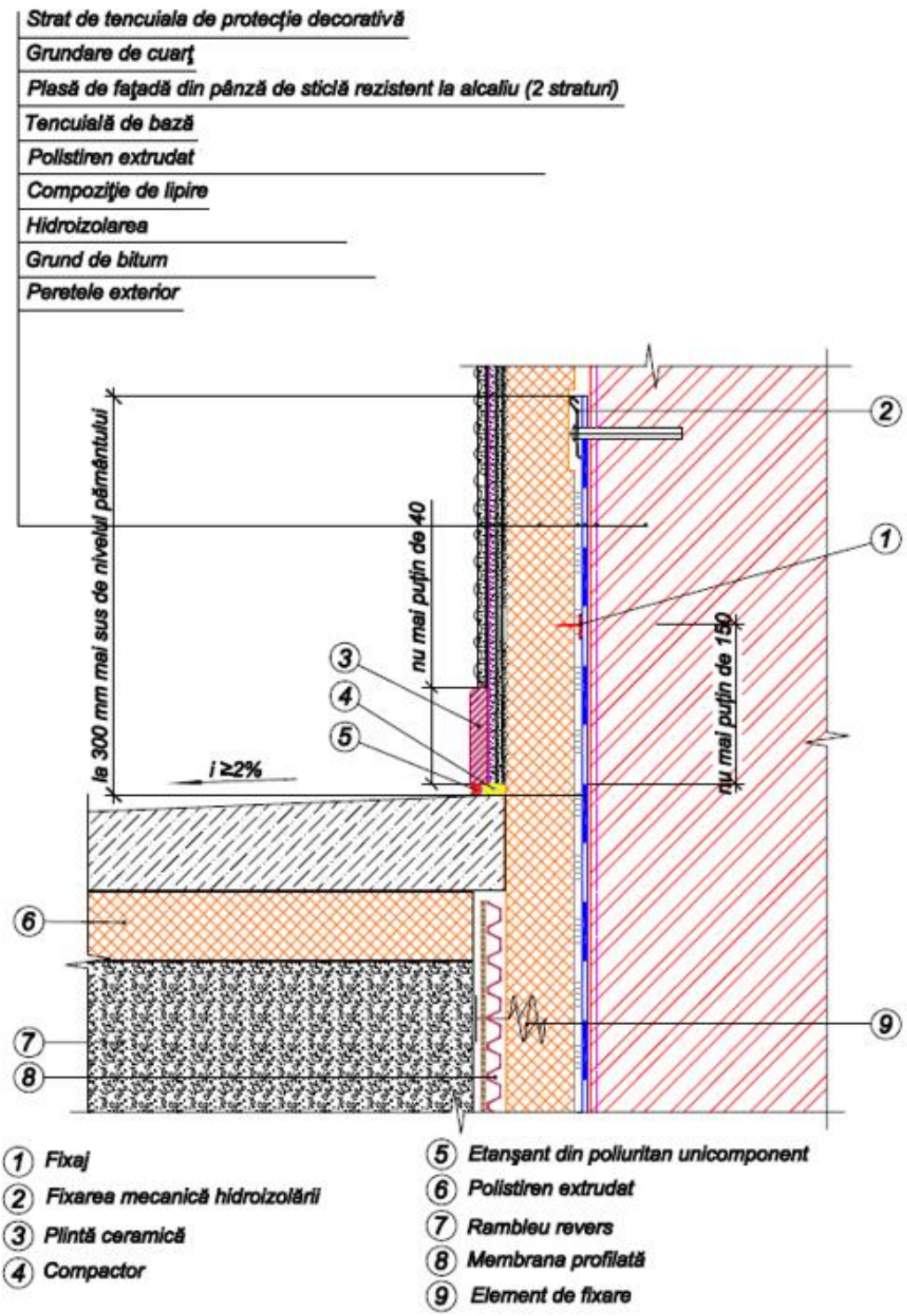


Figura G12 - Amenajarea soclului cu pereu termoizolant

NOTĂ - Izolarea termică de soclu este efectuată până la adâncimea de înghețare

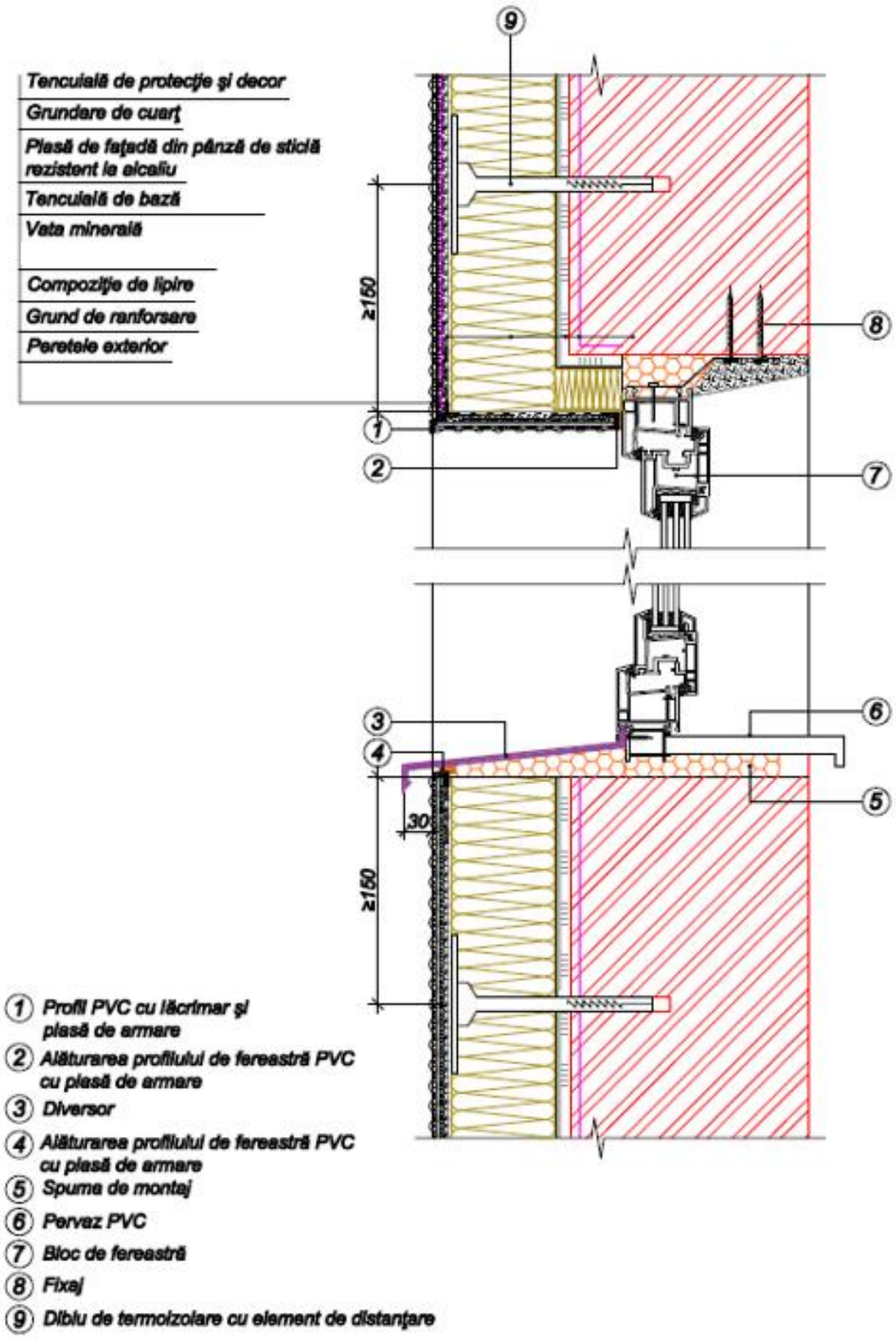


Figura G13 - Alăturarea sistemului de izolare termică la bloc de fereastră montat la nivel cu suprafața peretelui termoizolat. Profil vertical.

Bibliografie

[1] SR EN 13499 - Produse termoizolante pentru clădiri. Sisteme compozite de izolare termică la exterior pe bază de polistiren expandat. Specificaţie.

[2] SR EN 13500 - Produse termoizolante pentru clădiri. Sisteme compozite de izolare termică la exterior pe bază de vată minerală. Specificaţie.

[3] SR EN 14351-1 - Ferestre şi uşi. Standard de produs, caracteristici de performanţă. Partea 1: Ferestre și uși exterioare pentru pietoni

[4] SR EN 13501-1 - Clasificare la foc a produselor şi elementelor de construcţie. Partea 1: Clasificare folosind rezultatele încercărilor de reacție la foc.

[5] Codul civil al Republicii Moldova Nr. 1107 din 06-06-2002 (Republicat în Monitorul Oficial nr.66-75 din 01.03.2019 art.132);

[6] Legea Nr. 92 din 29.05.2014 “Cu privire la energia termică și promovarea cogenerării” (MODIFICAT LP225 din 31.07.24, MO380-382/05.09.24 art.585; în vigoare 05.10.24);

[7] Legea Nr.75 din 30.04.2015 “Cu privire la locuințe” (MODIFICAT LP124 din 30.05.24, MO236-237/31.05.24 art.336; în vigoare 31.05.24);

[8] Legea Nr. 282 din 05-10-2023 privind performanța energetică a clădirilor;

[9] Legii Nr. 187 din 14-07-2022 cu privire la condominiu (MODIFICAT LP124 din 30.05.24, MO236-237/31.05.24 art.336; în vigoare 31.05.24)

Traducerea autentică a prezentului document normativ în limba rusă

Начало перевода

1 Область применения

1.1 Настоящий Кодекс Правил распространяется на проектирование тепловой защиты ограждающих конструкций вновь возводимых и реконструируемых зданий различного назначения (далее - зданий) с нормируемыми параметрами микроклимата помещений (температурой и влажностью).

1.2 Уровень тепловой защиты указанных зданий устанавливается соответствующими нормами, а при их отсутствии - по решению собственника (заказчика) при соблюдении санитарно-гигиенических норм.

1.3 Настоящие нормы при строительстве и реконструкции существующих зданий, имеющих архитектурно-историческое значение, применяются в каждом конкретном случае с учетом их исторической ценности на основании решений органов власти и согласования с органами государственного контроля в области охраны памятников истории и культуры.

1.4. Эти правила также применяются к:

– оценке и сертификации энергетических характеристик существующих и новых зданий/сооружений с почти нулевой энергией (NZEB).
– оценке уровня тепловой защиты тепловой оболочки новых зданий (NZEB), а также зданий, подвергающихся тепловой и энергетической модернизации (капитальный ремонт, масштабный ремонт) в следующих категориях: жилой сектор - многоквартирные или одноквартирные дома - и нежилой сектор - здания/здания государственных учреждений, учебные здания, здания больниц, коммерческие здания, здания социально-культурного назначения и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ - В европейском стандарте SM EN ISO 52000-1, приложение H - информативное, приводится схема показателей для оценки зданий с почти нулевой энергией (NZEB).

2 Нормативные ссылки

В настоящих Нормах использованы ссылки на следующие нормативные документы:

NCM E.04.01	Protecția termică a clădirilor
CP E. 04.02	Reguli tehnice de execuție a sistemelor de termoizolație exterioară şi interioară a clădirilor
NCM M.01.01	Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor
NCM M.01.02	Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor
NCM M.01.04	Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul al nivelurilor optime din punctul de vedere al costurilor, al cerințe minime de performanță energetică a clădirilor și a elementelor acestora
CP E. 0X.XX:2025	Termotehnica în construcții (în proces de elaborare)
CP E.0X.XX:2025	Clădiri și construcții. Eficiența energetică (în proces de elaborare)
SM EN ISO 52016-1	Performanţa energetică a clădirilor. Necesarul de energie pentru încălzire şi răcire, temperaturi interioare şi sarcini termice sensibile şi latente. Partea 1: Metode de calcul.

SM EN ISO 14683	Punţi termice în clădiri. Coeficient de transfer termic liniar. Metode simplificate şi valori implicite
SM EN 16798-5-1	Performanţa energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 5-1: Metode de calcul al consumului de energie ale sistemelor de ventilaţie şi de condiţionare a aerului (Modulele M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8). Metoda 1: Distribuţie şi generare
SM EN 16798-7	Performanţa energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 7: Metode de calcul pentru determinarea debitelor de aer în clădiri, inclusiv infiltraţia (modulele M5-5)
SM EN 12831-3	Performanţa energetică a clădirilor. Metodă de calcul al sarcinii termice de dimensionare. Partea 3: Necesarul de căldură pentru prepararea apei calde de consum şi caracterizarea necesarului, Modulele M8-2, M8-3
SM EN ISO 52000-1	Performanţa energetică a clădirilor. Evaluarea de ansamblu a PEC. Partea 1: Cadru general şi metode
SM EN ISO 52000-1	Performanţa energetică a clădirilor. Evaluarea de ansamblu a PEC. Partea 1: Cadru general şi metode
SM EN ISO 6946	Componente şi elemente de clădire. Rezistenţa termică şi transmitanţa termică. Metode de calcul
SM EN ISO 13370	Performanţa termică a clădirilor. Transfer termic prin sol. Metode de calcul
SM EN ISO 13789	Performanţa termică a clădirilor. Coeficienţi de transfer termic prin transmisie şi prin ventilare. Metodă de calcul
SM EN ISO 52016-1	Performanţa energetică a clădirilor. Necesarul de energie pentru încălzire şi răcire, temperaturi interioare şi sarcini termice sensibile şi latente. Partea 1: Metode de calcul
SM EN ISO 14683	Punţi termice în clădiri. Coeficient de transfer termic liniar. Metode simplificate şi valori implicite
SM EN 16798-3	Performanţa energetică a clădirilor. Ventilarea în clădiri. Partea 3: Ventilarea clădirilor nerezidenţiale. Cerinţe de performanţă pentru sistemele de ventilare şi de condiţionare a aerului în încăpere (modulele M5-1, M5-4)
SM EN 15459-1	Performanța energetică a clădirilor. Procedură de evaluare economică pentru sistemele energetice din clădiri - Partea 1: Proceduri de calcul, Modulul M1-14
SM EN 822	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea lungimii şi lăţimii
SM EN 823	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea grosimii
SM EN 824	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea perpendicularităţii
SM EN 825	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea planităţii
SM EN 826	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea comportării la compresiune
SM EN 1604	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea stabilităţii dimensionale în condiţii specificate de temperatură şi umiditate

SM EN 1607	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea rezistenţei la tracţiune perpendicular pe feţe
SM EN ISO 29767	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea absorbţiei apei de scurtă durată prin imersie parţială
SM EN 12089	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea comportării la încovoiere
SM EN 13498	Produse termoizolante destinate utilizării la clădiri. Determinarea rezistenţei la penetrare a sistemelor compozite de izolare termică la exterior (ETICS)
SM EN 13497	Produse termoizolante pentru clădiri. Determinarea rezistenţei la impact a sistemelor compozite de izolare termică la exterior (ETICS)

ПРИМЕЧАНИЕ - При пользовании настоящим Кодексом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национальных органов Республики Молдова по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим Кодексом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем нормативном документе используются понятия и определения приведенные ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ - Большая часть терминологии, используемой в настоящем Кодексе практики, является общей с терминологией, используемой в европейских стандартах по энергоэффективности зданий (EPB/PEC).

3.1
теплоусвоение поверхности пола
свойство поверхности пола поглощать теплоту в контакте с какими-либо предметами.

3.2
тепловые поступления здания, Вт
количество тепловой энергии, поступающее в здание от внутренних источников, образующихся в результате жизнедеятельности человека, и от солнечной радиации с учетом возможности полезного использования для сокращения тепловых потребностей здания, в единицу времени.

3.3
оболочка здания
неотъемлемые элементы здания, отделяющие его внутренние помещения от внешней среды.

3.4
класс энергосбережения
характеристика энергосбережения здания, представленная интервалом значений удельного годового потребления энергии на отопление и вентиляцию, % от базового нормируемого значения.

3.5
удельная теплозащитная характеристика здания
характеристика теплозащитной оболочки здания. Физическая величина численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в 1°С через теплозащитную оболочку здания.

3.6
удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания
физическая величина численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема здания в единицу времени, отнесенная к перепаду температуры, с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений.

3.7
энергетический паспорт здания
документ, содержащий энергетические, теплотехнические и геометрические характеристики как существующих зданий, так и проектов зданий и их ограждающих конструкций, и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов и класс энергетической эффективности.

3.8
условия эксплуатации ограждающих конструкций
характеристика совокупности параметров воздействия внешней и внутренней среды, оказывающих существенное влияние на влажность материалов наружной ограждающей конструкции.

3.9
коэффициент теплотехнической однородности
безразмерный показатель, численно равный отношению потока теплоты через фрагмент ограждающей конструкции к потоку теплоты через условную ограждающую конструкцию с той же площадью поверхности, что и фрагмент.

3.10
коэффициент остекленности фасада здания
отношение площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включая светопроемы.

3.11
энергосбережение
реализация организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг).

3.12
расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период
суммарное количество тепловой энергии, необходимое для отопления и вентиляции объекта в течение отопительного периода

3.13
удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период
количество тепловой энергии, необходимое для компенсации теплопотерь здания за отопительный период с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади или к единице отапливаемого объема.

3.14
здание с почти нулевым энергопотреблением (NZEB-nearly zero energy building)
здание с очень высокими энергетическими характеристиками, в котором энергопотребление практически нулевое или очень низкое, а не менее 30% потребляемой энергии покрывается за счет энергии из возобновляемых источников, включая энергию из возобновляемых источников, производимую на месте или поблизости.

3.15
температурный перепад
разность двух значений температуры.

3.16
дополнительные тепловыделения в здании
теплота, поступающая в помещения здания от людей, включенных энергопотребляющих приборов, оборудования, электродвигателей, искусственного освещения и др., а также от проникающей солнечной радиации.

3.17
продолжительность отопительного периода
расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 10°С в зависимости от вида здания.

3.18
энергетическая эффективность
характеристика, отражающая отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю.

3.19
фрагмент теплозащитной оболочки здания
совокупность наружных ограждающих конструкций, соединенная между собой и образующая часть теплозащитной оболочки здания.

3.20
теплотехнически неоднородный фрагмент ограждающей конструкции (Теплотехническая неоднородность)
фрагмент ограждающей конструкции, в котором линии равной температуры располагаются не параллельно друг другу.

3.21
показатель компактности здания
отношение общей площади внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему.

3.22
микроклимат помещения
состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха по [1].

3.23
тепловые потребности здания, Вт
количество тепловой энергии, необходимое для отопления и вентиляции совокупности помещений здания, т.е. тепловые потери здания за вычетом полезной используемой доли теплопоступлений от внутренних источников и от Солнца, в единицу времени.

3.24
оптимальные параметры микроклимата помещений
сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении по [1].

3.25
теплый период года
период года, характеризующийся средней суточной температурой воздуха выше 10°С в зависимости от вида здания по [1].

3.26
воздухопроницаемость ограждающей конструкции
физическое явление, заключающееся в фильтрации воздуха в ограждающей конструкции вызванной перепадом давления воздуха Физическая величина численно равная массе воздуха

усредненной по площади поверхности ограждающей конструкции, прошедшего через единицу площади поверхности ограждающей конструкции при наличии перепада давления воздуха.

3.27
холодный (отопительный) период года
период года, характеризующийся средней суточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 10 °С в зависимости от вида здания по [1].

3.28
удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность
удельные потери теплоты, отнесенные к единице длины линейной теплотехнической неоднородности.

3.29
удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность
удельные потери теплоты, приходящиеся на одну точечную теплотехническую неоднородность.

3.30
защита от переувлажнения ограждающей конструкции
мероприятия, обеспечивающие влажностное состояние ограждающей конструкции при котором влажность материалов ее составляющих не превышает нормируемых значений.

3.31
тепловая защита здания
теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений.

3.32
тепловая защита ограждающих конструкций
теплофизические свойства и характеристики наружных и внутренних ограждающих конструкций здания. К тепловой защите ограждающих конструкций относятся теплофизические характеристики теплозащитных элементов ограждающих конструкций, в т. ч. приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции.

3.33
точка росы
температура, при которой начинается образование конденсата в воздухе с определенной температурой и относительной влажностью.

3.34
влажностный режим помещения
изменение во времени влажности воздуха помещения.

3.35
условное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции
физическая величина численно равная приведенному сопротивлению теплопередаче условной ограждающей конструкции, в которой отсутствуют теплотехнические неоднородности.

3.36
приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции, $м^2$ °С/Вт
физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи, численно равная отношению разности температур по разные стороны фрагмента к усредненной по площади плотности потока теплоты через фрагмент.

3.37
теплоустойчивость ограждающей конструкции
свойство ограждающей конструкции сохранять относительное постоянство температуры при периодическом изменении тепловых воздействий со стороны наружной и внутренней сред помещения.

3.38
влажностное состояние ограждающей конструкции
состояние ограждающей конструкции, характеризующееся влажностью материалов из которых она состоит.

3.39
средняя температура наружного воздуха отопительного периода
расчетная температура наружного воздуха, осредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха.

3.40
теплоотдача внутренней поверхности ограждающей конструкции
физический процесс, заключающийся в теплообмене внутренней поверхности ограждающей конструкции с окружающей средой.

3.41
отапливаемый объем здания
объем, ограниченный внутренними поверхностями наружных ограждений здания - стен, покрытий (чердачных перекрытий), перекрытий пола первого этажа или пола подвала при отапливаемом подвале.

3.42
зона влажности района строительства
характеристика района территории страны, на котором осуществляется строительство.

3.43
здание с почти нулевым энергопотреблением (NZEB-nearly zero energy building)
здание с очень высокими энергетическими характеристиками, в котором энергопотребление практически нулевое или очень низкое, а не менее 30% потребляемой энергии покрывается за счет энергии из возобновляемых источников, включая энергию из возобновляемых источников, производимую на месте или поблизости.

4 Общие положения

4.1 Проектирование зданий и сооружений должно осуществляться с учетом требований к ограждающим конструкциям, приведенных в настоящих нормах, в целях обеспечения:

- заданных параметров микроклимата, необходимых для жизнедеятельности людей и работы технологического или бытового оборудования;
- тепловой защиты;
- защиты от переувлажнения ограждаю-щих конструкций;
- эффективности расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию;
- необходимой надежности и долговеч-ности конструкций.

Долговечность ограждающих конструкций следует обеспечивать применением материалов, имеющих надлежащую стойкость (морозостойкость, влагостойкость, бистойкость, коррозионную стойкость, стойкость к температурным воздействиям, в том числе циклическим, к другим разрушительным воздействиям окружающей среды), предусматривая в случае необходимости специальную защиту элементов конструкций.

4.2 Здание должно удовлетворять требованиям к:

- тепловой защите;
– воздухопроницаемости ограждающих конструкций;
– защите от переувлажнения ограждающих конструкций;
– теплоустойчивости ограждающих конструкций;
– теплоусвоению поверхности полов;
– расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию помещений здания;
– отдельным элементам зданий.

4.3 Настоящий свод правил заключает в себе методики определения обозначенных в п. 4.2 и определенных в требованиях SM EN ISO 52000-1.

4.4 Влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха следует устанавливать по таблице 1 (NCM E.04.01).

4.5 Условия эксплуатации ограждаю-щих конструкций А или Б в зависимости от влажностного режима помещений и зон влажности района строительства, необхо-димые для выбора теплотехнических показателей материалов наружных ограждений, следует устанавливать по таблице 2 (NCM E.04.01).

4.6 В новых жилых зданиях (NZEB) рекомендуется предусматривать системы вентиляции с рекуперацией тепла с номинальным КПД ≥ 75% и удельным электропотреблением ≤ 0,15...0,30 Вт-ч/м^3, а в новых нежилых зданиях (NZEB) - механические системы вентиляции с рекуперацией тепла с номинальным КПД ≥ 75% и удельным электропотреблением ≤ 0,15...0,30 Вт-ч/м^3.

4.7 Для систем отопления, охлаждения, приготовления и потребления горячей воды для бытовых нужд, а также освещения жилых и нежилых зданий, новых или отремонтированных, будет использоваться только то монтажное оборудование, технические и энергетические характеристики которого соответствуют национальным нормам и/или европейским нормам экологического проектирования, если таковые имеются; Если для определенного установочного оборудования отсутствуют национальные нормативы или европейские нормативы по экодизайну, содержащие минимальные требования к производительности, то их минимальные требования к энергоэффективности будут установлены как среднее арифметическое не менее 3 технически аналогичных продуктов, существующих на рынке.

5 Тепловая защита зданий

В развитие раздела 5 и приложения настоящего Свода Правил, с целью повышения уровня проектирования тепловой защиты зданий, упрощения и упорядочивания работы специалистов, проектирующих тепловой контур здания, следует руководствоваться таблицами с расчетными характеристиками различных узлов конструкций из СР Е.04.08, позволяющие частично или полностью исключить расчеты температурных полей в процессе проектирования или экспертной оценки конструкций.

5.1 Требования к тепловой защите зданий

5.1.1 Требования к тепловой защите зданий устанавливаются в SM EN ISO 52016-1. Теплозащитная оболочка здания должна отвечать следующим требованиям:

a) приведенные сопротивления теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования);

b) удельная теплозащитная характеристика здания должна быть не больше нормируемого значения (комплексное требование);

c) температура на внутренних поверхностях ограждающих конструкций должна быть не ниже минимально допустимых значений (санитарно-гигиеническое требование).

Требования тепловой защиты здания будут выполнены при одновременном выполнении требований a), b) и c).

5.2 Методика расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции

Расчет основан на представлении фрагмента теплозащитной оболочки здания в виде набора независимых элементов, каждый из которых влияет на тепловые потери через фрагмент.

Удельные потери теплоты, обусловленные каждым элементом, находятся на основе сравнения потока теплоты через узел, содержащий элемент, и через тот же узел, но без исследуемого элемента.

5.2.1 Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания R_0^{red}, (м² ºС)/Вт, следует определять по формуле:

$$R_0^{red} = \frac{1}{\frac{1}{R_0^{conv}} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k K_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k K_k} \quad (1)$$

где,

R_0^{conv} – осредненное по площади условное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания либо выделенной ограждающей конструкции, (м² ºС)/Вт;

l_j – протяженность линейной неоднородности *j*-ого вида, приходящаяся на 1 м² фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, м/м²;

Ψ_j – удельные потери теплоты через линейную неоднородность *j*-ого вида, Вт/(м·ºС);

n_k – количество точечных неоднородностей *k*-ого вида, приходящихся на 1 м² фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, шт/м²;

K_k – удельные потери теплоты через точечную неоднородность *k*-ого вида, Вт/ºС;

a_i – площадь плоского элемента конструкции *i* – го вида, приходящаяся на 1 м² фрагмента теплозащитной оболочки здания, или выделенной ограждающей конструкции, м²/м², определяется по формуле:

$$a_i = \frac{A_i}{\sum A_i} \quad (2)$$

где,

A_i – площадь *i*-ой части фрагмента, м²;
U_i - коэффициент теплопередачи однородной *i*-ой части фрагмента теплозащитной оболочки здания (удельные потери теплоты через плоский элемент *i* - го вида), Вт/(м²·ºС), определяется по формуле:

$$U_i = \frac{1}{R_{0,i}^{conv}} \quad (3)$$

5.2.2 Коэффициент теплотехнической однородности, *r*, вспомогательная величина, характеризующая эффективность утепления конструкции, определяется по формуле:

$$r = \frac{R_0^{red}}{R_0^{conv}} \quad (4)$$

Величина R_0^{conv} определяется осреднением по площади значений условных сопротивлений теплопередаче всех частей фрагмента теплозащитной оболочки здания:

$$R_0^{conv} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{R_{0,i}^{conv}}} = \frac{1}{\sum a_i U_i} \quad (5)$$

$R_{0,i}^{conv}$ - условное сопротивление теплопередаче однородной части фрагмента теплозащитной оболочки здания *i*-го вида, (м²·°С)/Вт, которое определяется либо экспериментально либо расчетом по формуле:

$$R_{0,i}^{conv} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_s R_s + \frac{1}{\alpha_e} \quad (6)$$

где,

α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), для стены принимаемый равным 8,7 Вт/(м²·°С) согласно таблице 1;

α_e - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°С), принимаемый согласно таблице 2;

R_S – термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, (м²·°С)/Вт, определяемое для невентилируемых воздушных прослоек по таблице 4, для материальных слоев по формуле:

$$R_s = \frac{\delta_s}{\lambda_s} \quad (7)$$

δ_S – толщина слоя, м;

λ_S – теплопроводность материала слоя, Вт/(м °С), принимаемая по результатам испытаний в аккредетированной лабораториии; при отсутствии данных оно оценивается по SM SR EN ISO 10456.

Таблица 1 – Коэффициенты теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции

Внутренняя поверхность ограждения	**Коэффициент теплоотдачи, α_{int}, Вт/(м²·°С)**
1. Стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами при отношении высоты ***h*** ребер к расстоянию ***a*** между гранями соседних ребер ***h/a ≤ 0,3***	8,7
2. Потолков с выступающими ребрами при отношении ***h/a > 0,3***	7,6
3. Окон	8,0
4. Зенитных фонарей	9,9
ПРИМЕЧАНИЕ – Коэффициент теплоотдачи α_{int} внутренней поверхности ограждающих конструкций животноводческих и птицеводческих зданий следует принимать в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.	

Таблица 2 – Коэффициенты теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции

Наружная поверхность ограждающих конструкций	Коэффициент теплоотдачи, α_e, Вт/(м²·°С)
1. Наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне.	23
2. Перекрытий над холодными подвалами, сообщающимися с наружным воздухом, перекрытий над холодными (с ограждающими стенками) подпольями и холодными этажами в Северной строительно-климатической зоне.	17
3. Перекрытий чердачных и над неотапливаемыми подвалами со световыми проемами в стенах, а также наружных стен с воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом.	12
4. Перекрытий над неотапливаемыми подвалами и техническими, подпольями не вентилируемых наружным воздухом.	6

ПРИМЕЧАНИЕ - смотреть SM EN ISO 52000-1, SM EN ISO 52016-1, SM SR EN ISO 10456.

5.2.3 Удельные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность определяются по результатам расчета двухмерного температурного поля узла конструкций при температуре внутреннего воздуха t_{int} и температуре наружного воздуха t_e по формуле:

$$\Psi_j = \frac{\Delta Q_j^L}{t_{\text{int}} - t_e} \tag{8}$$

где,

t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

t_e – расчетная температура наружного воздуха, °С;

ΔQ_j^L - дополнительные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность *j*-го вида, приходящиеся на 1 м ре unitate de lungime, Вт/м, определяемые по формуле:

$$\Delta Q_j^L = Q_j^L - Q_{j,1} - Q_{j,2} \tag{9}$$

где,

Q_j^L - потери теплоты через расчетную область с линейной теплотехнической неоднородностью *j*-го вида, приходящиеся на 1 m ре unitate de lungime стыка, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт/м;

$Q_{j,1}$, $Q_{j,2}$ - потери теплоты через участки однородных частей фрагмента, вошедшие в расчетную область при расчете температурного поля области с линейной теплотехнической неоднородностью *j*-го вида, Вт/м, определяемые по формулам:

$$Q_{j,1} = \frac{t_{\text{int}} - t_e}{R_{0,j,1} \cdot 1m} \cdot S_{j,1} \quad Q_{j,2} = \frac{t_{\text{int}} - t_e}{R_{0,j,2} \cdot 1m} \cdot S_{j,2} \tag{10}$$

где,

$S_{j,1}$, $S_{j,2}$– площади однородных частей конструкции, вошедшие в расчетную область при расчете температурного поля, м².

При этом величина $S_{j,1} + S_{j,2}$ равна площади расчетной области при расчете температурного поля;

Ψ_j – удельные линейные потери теплоты через линейную теплотехническую неоднородность *j*-го вида, Вт/(м·°С).

5.2.4 Удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность *k*-го вида, определяются по результатам расчета трехмерного температурного поля участка конструкции, содержащего точечную теплотехническую неоднородность по формуле:

$$\chi_k = \frac{\Delta Q_k^K}{t_{\text{int}} - t_e} \tag{11}$$

где,

χ_k - удельные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность *k*-го вида, Вт/°С;

ΔQ_k^K - дополнительные потери теплоты через точечную теплотехническую неоднородность *k*-го вида, Вт, определяемые по формуле:

$$\Delta Q_k^K = Q_k - \tilde{Q}_k \tag{12}$$

Q_k – потери теплоты через узел, содержащий точечную теплотехническую неоднородность *k*-го вида, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт;

$\tilde{Q}_k$ - потери теплоты через тот же узел, не содержащий точечную теплотехническую неоднородность *k*-го вида, являющиеся результатом расчета температурного поля, Вт;

5.2.5 Результатом расчета температурного поля узла конструкции является распределение температур в сечении узла, в том числе по внутренней и наружной поверхности.

Поток теплоты через внутреннюю поверхность узла определяется по формуле:

$$Q_{\text{int}} = \alpha_{\text{int}} \cdot S_{\text{int}} \cdot \left(t_{\text{int}} - \tau_{\text{int}}^{mn}\right) \tag{13}$$

Поток теплоты через наружную поверхность узла определяется по формуле:

$$Q_e = \alpha_e \cdot S_e \cdot \left(t_e - \tau_e^{mn}\right) \tag{14}$$

где,

t_e, t_{int} - расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха соответственно, °С;

τ_{int}^{mn}, τ_e^{mn} - осредненные по площади температуры внутренней и наружной поверхностей узла ограждающей конструкции соответственно, °С;

α_{int}, α_e - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей узла конструкции соответственно, Вт/(м^2·°С);

S_{int}, S_e - площади внутренней и наружной поверхностей узла ограждающей конструкции, м^2.

5.2.6 Описание расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции должен содержать следующие части:

1. Четкое наименование конструкции и указание места занимаемого ею в оболочке здания.

2. Перечисление всех элементов составляющих конструкцию.

Для каждого из перечисленных элементов представить:

3. Удельную геометрическую характеристику элемента (*s, l* или *n*).

4. Схему или чертеж, позволяющие понять состав и устройство элемента.

5. Температурное поле узла содержащего элемент.

6. Принятые в расчете температурного поля температуры наружного и внутреннего воздуха, а также геометрические размеры узла конструкции, включенного в расчетную область.

7. Минимальную температуру на внутренней поверхности конструкции и поток теплоты через узел полученные в результате расчетов.

8. Удельные потери теплоты через элемент.

9. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче по формуле (5.2.1).

10. Таблицу с геометрическими и теплозащитными характеристиками элементов, а также промежуточными данными расчетов согласно СР Е.04.08.

Форма приведена в таблице 3 NCM E.04.01.

5.2.7 Приведенное сопротивление теплопередаче полов, $R_{o,pard}$, (м^2·°С)/Вт, определяется в следующей последовательности:

Для неутепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности $\lambda \geq 1{,}2$ Вт/(м^2·°С) по зонам шириной 2 м, параллельным наружным стенам, принимая R_{pard}, (м^2·°С)/Вт, равным:

- 2,1 — для I зоны;
- 4,3 — " II " ;
- 8,6 — " III " ;
- 14,2 — " IV " ; (для оставшейся площади пола);

Для утепленных полов на грунте и стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности λ_h<1,2 Вт/(м^2·°С) утепляющего слоя толщиной δ, м, принимая $R_{o,pard}$, (м^2·°С)/Вт по формуле:

$$R_{o,pard} = R_{pard} + \frac{\delta}{\lambda} \tag{15}$$

Для полов на лагах, принимая $R_{o,pard}$, (м^2·°С)/Вт, по формуле:

$$R_{o,pard} = 1{,}18(\mathrm{R}_{pard} + \frac{\delta}{\lambda}) \tag{16}$$

5.3 Упрощенная методика расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции

Упрощенная методика расчета приведенного сопротивления теплопередаче заключается в том, что расчет производится по той же формуле (1), в которую подставляются геометрические характеристики a_i, l_i, n_i, определяемые в соответствии с их описанием в п. 1 и удельные потери теплоты через плоские элементы, U_i, а также линейные, Ψ_j и точечные, χ_k, неоднородности. Причем, значения Ui определяются по формулам (3) и (6), а Ψ_j и χ_k принимаются приближенно по таблицам SM EN ISO 14683.

5.4 Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки

Термические сопротивления замкнутых воздушных прослоек приведены в таблице 4 NCM E.04.01.

5.5 Методика расчета удельной теплозащитной характеристики здания

5.5.1 Удельная теплозащитная характеристика здания, k_{anv} , рассчитывается по формуле:

$$k_{anv} = \frac{1}{V_{\hat{i}nc}} \sum_i \left(n_{t,i} \frac{A_{fr,i}}{R_{o,i}^{red}} \right) = K_{comp} \cdot K_{tot} \qquad (17)$$

где,

$R_{o,i}^{red}$ - приведенное сопротивление теплопередаче *i*-го фрагмента теплозащитной оболочки здания, (м^2 ºС)/Вт;

$A_{fr,i}$ – площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания, м^2;

$V_{\hat{i}nc}$ – отапливаемый объем здания, м^3;

$n_{t,i}$ – коэффициент учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП, определяется по SM EN ISO 52016-1;

K_{tot} - общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м^2·°С), определяемый по формуле:

$$K_{tot} = \frac{1}{A_{\text{int}}^{sum}} \sum \left(n_{t,i} \frac{A_{fr,i}}{R_{o,i}^{red}} \right) \qquad (18)$$

K_{comp} – коэффициент компактности здания, м$^{-1}$, определяемый по формуле:

$$K_{comp} = \frac{A_{\text{int}}^{sum}}{V_{\hat{i}nc}} \qquad (19)$$

A_{int}^{sum} - сумма площадей (по внутреннему обмеру всех наружных ограждений отапливаемой оболочки здания, м^2.

Совокупность фрагментов теплозащитной оболочки здания, характеристики которых используются в формуле (17) должна полностью замыкать оболочку отапливаемой части здания.

5.5.2 Удельная теплозащитная характеристика может быть найдена непосредственно через характеристики элементов составляющих все конструкции оболочки здания по формуле:

$$k_{anv}\frac{1}{V_{înc}}\left[\sum(\mathrm{n}_{t,i}\frac{A_{fr,i}}{R_{o,i}^{conv}})+\sum n_{t,j}L_j\Psi_j+\sum n_{t,k}N_k\chi_k\right] \quad (20)$$

где,

$R_{o,i}^{conv}$, Ψ_j, χ_k – принимаются по разделу 5.2 или 5.4;

L_j – суммарная протяженность линейной неоднородности *j*-ого вида по всей оболочке здания, м;

N_k – суммарное количество точечных неоднородностей *k*-ого вида по всей оболочке здания, шт.

5.5.3 Расчет удельной теплозащитной характеристики здания оформляется в виде таблицы, которая должна содержать следующие сведения:

5. Наименование каждого фрагмента, составляющего оболочку здания.

6. Площадь каждого фрагмента.

7. Приведенное сопротивление теплопередаче каждого фрагмента со ссылкой на расчет согласно разделу 5.2.

8. Коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у фрагмента конструкции от принятых в расчете GZPI.

Форма таблицы представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Расчет удельной теплозащитной характеристики здания

Наименование фрагмента	$n_{t,i}$	$A_{fr,i}$, **м²**	$R_{o,i}^{red}$, **(м²·°С)/Вт**	$n_{t,i}\cdot A_{fr,i}/R_{o,i}^{red}$, **Вт/°С**	**%**
Сумма	-	-	-		100

6 Теплоустойчивость ограждающих конструкций

6.1 Требования к теплоустойчивости ограждающих конструкций

В районах со среднемесячной температурой июля +21 °С и выше расчетная амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций (наружных стен и перекрытий/покрытий) Ат, °С, зданий жилых, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов, а также производственных зданий, в которых необходимо соблюдать оптимальные параметры температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне в теплый период года или по условиям технологии поддерживать постоянными температуру или температуру и относительную влажность воздуха, не должна быть более нормируемой амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности ограждающей конструкции A_τ^{mp}, °С, определяемой по формуле:

$$A_{\tau}^{nec} = 2,5 - 0,1(t_e - 21) \quad (21)$$

где,

t_e – средняя месячная темературанаружного воздуха за июль, °С.

6.2 Методические указания по расчету теплоустойчивости ограждающих конструкций

6.2.1 Амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций $A_{\tau_{int}}$, °С, следует определять по формуле:.

$$A_{\tau_{int}} = \frac{A_{t_e}^{calc}}{\upsilon} \quad (22)$$

где,

$A_{t_e}^{calc}$ - расчетная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха, °С, определяемая согласно 6.3;

υ - величина затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха $A_{t_e}^{calc}$ в ограждающей конструкции, определяемая согласно 6.4.

6.2.2 Расчетную амплитуду колебаний температуры наружного воздуха $A_{t_e}^{calc}$, °С, следует определять по формуле:

$$A_{t_e}^{calc} = 0,5A_{t_e} + \frac{\rho(I_{max} - I_{med})}{\alpha_e} \quad (23)$$

где,

A_{t_e} - максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха в июле, °С, принимаемая согласно SM SR EN ISO 15927-1;

ρ — коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по приложению Н;

I_{max}, I_{med} — соответственно максимальное и среднее значения суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной), Вт/м², принимаемые согласно SM SR EN ISO 10456 для наружных стен — как для вертикальных поверхностей западной ориентации и для покрытий — как для горизонтальной поверхности;

α_e — коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям, Вт/(м²·°С), определяемый по формуле (6.9).

6.2.3 Величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха v в ограждающей конструкции, состоящей из однородных слоев, следует определять по формуле:

$$\nu = 0,9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1 + \alpha_{int})(s_2 + Y_1)...(s_n + Y_{n-1})(\alpha_e + Y_n)}{(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2)...(s_n + Y_n)\alpha_e} \quad (24)$$

где,

e = 2,718— основание натуральных логарифмов;

D — тепловая инерция ограждающей конструкции, определяемая по согласно п. 6.5.;

s_1, s_2, ..., s_n — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м^{2}·°С);

Y_1, Y_2, ..., Y_{n-1}, Y_n — коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции, Вт/(м^{2}·°С), определяемые согласно п. 6.5;

α_{int} — то же, что в формуле (14);

α_e — то же, что в формуле (23).

ПРИМЕЧАНИЕ – порядок нумерации слоев в формуле (23) принят в направлении от внутренней поверхности к наружной.

Для многослойной неоднородной ограждающей конструкции с теплопроводными включениями величину затухания расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха v в ограждающей конструкции следует определять в соответствии с действующими стандартами.

6.2.4 Тепловую инерцию D ограждающей конструкции следует определять как сумму значений тепловой инерции Di всех слоев многослойной конструкции, определяемых по формуле:

$$D_i = R_i s_i \qquad (25)$$

где,

R_i — термическое сопротивление отдельных i - го слоя ограждающей конструкции, (м^{2}·°С)/Вт, определяемое по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \qquad (26)$$

где,

δ_i,— толщина i - го слоя конструкции, м;

λ_i — расчетный коэффициент теплопроводности материала i - го слоя конструкции, Вт/(м·°С).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Расчетный коэффициент теплоусвоения воздушных прослоек принимается равным нулю.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 - При суммарной тепловой инерции ограждающей конструкции $D \geq 4$, расчет на теплоустойчивость не требуется.

6.2.5 Для определения коэффициентов теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающей конструкции следует предварительно вычислить тепловую инерцию D каждого слоя по формуле (25).

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя Y, Вт/(м^{2}·°С), с тепловой инерцией D ≥ 1 следует принимать равным расчетному коэффициенту теплоусвоения s материала этого слоя конструкции.

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя Y с тепловой инерцией D < 1 следует определять расчетом, начиная с первого слоя (считая от внутренней поверхности ограждающей конструкции) следующим образом:

а) для первого слоя — по формуле:

$$Y_1 = \frac{R_1 s_1^2 + \alpha_{\text{int}}}{1 + R_1 \alpha_{\text{int}}} \quad (27)$$

b) для i-го слоя — по формуле:

$$Y_1 = \frac{R_i s_i^2 + Y_{\text{i}-1}}{1 + R_i Y_{\text{i}-1}} \quad (28)$$

где,

R_1, R_i — термические сопротивления соответственно первого и i-го слоев ограждающей конструкции, (м^2·°С)/Вт, определяемые по формуле (6.6);

s_1, s_i — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно первого и i-го слоев, Вт/(м^2·°С);

α_{int} — то же, что в формуле (14);

Y_1, Y_i, Y_{i-1} — коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно первого, i-го и (i-1)-го слоев ограждающей конструкции, Вт/(м^2·°С).

6.2.6 Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции по летним условиям α_e, Вт/(м^2·°С), следует определять по формуле:

$$\alpha_e = 1{,}16(5 + 10\sqrt{\nu}) \quad (29)$$

где,

ν — минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, повторяемость которых составляет 16 % и более, но не менее 1 м/с.

6.2.7 В районах со среднемесячной температурой июля +21 °С и выше для окон и фонарей зданий жилых, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов, а также производственных зданий, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха, следует предусматривать солнцезащитные устройства.

Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства должен быть не более нормируемой величины β_{ps}^e, установленной таблицей 5.

(Намеренно оставлено свободное место)

Таблица 5 – Нормируемые значения коэффициента теплопропускания солнцезащитного устройства

Здания	Коэффициент теплопропускания солнцезащитного устройства β_{ps}^{e}
1 Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов) и детских домов	0,2
2 Производственные здания, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы температуры и относительной влажности воздуха в рабочей зоне или по условиям технологии должны поддерживаться постоянными температура или температура и относительная влажность воздуха	0,4

7 Воздухопроницаемость ограждающих конструкций

7.1 Требования к воздухопроницаемости ограждающих конструкций

Требования к воздухопроницаемости ограждающих конструкций принимаются согласно SM EN 16798-1 и SM EN 16978-5-1 и сформулированы следующим образом:

Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций, за исключением заполнений световых проемов (окон, балконных дверей и фонарей), зданий и сооружений R_u должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_u^{nec}, (м²·ч·Па)/кг, определяемого по формуле:

$$R_u^{nec} = \Delta p / G_{\text{n}} \tag{30}$$

где,

Δр — разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций, Па, определяемая в соответствии с 7.2;

G_n — нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(м2·ч), принимаемая в соответствии с 7.2.2.

7.2 Методические указания по расчету воздухопроницаемости ограждающих конструкций

7.2.1 Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δр, Па, следует определять по формуле:

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_e - \gamma_{\text{int}}) + 0,03\gamma_e v^2 \tag{31}$$

где,

Н - высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м;

γ_e, γ_{int} - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха, Н/м³, определяемый по формуле:

$$\gamma = 3463/(273 + t) \tag{32}$$

где,

t - температура воздуха: внутреннего (для определения γ_{int}) - принимается согласно оптимальным параметрам; наружного (для определения γ_e) — принимается равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

ν - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16 % и более.

7.2.2 Нормируемую поперечную воздухопроницаемость G_n, кг/(м²·ч), ограждающей конструкции зданий следует принимать по таблице 6.

Таблица 6 — Нормируемая поперечная воздухопроницаемость ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции	Поперечная воздухопроницаемость Gn, кг/(м²·ч), не более
1 Наружные стены, перекрытия и покрытия жилых, общественных, административных и бытовых зданий и помещений	0,5
2 Наружные стены, перекрытия и покрытия производственных зданий и помещений	1,0
3 Стыки между панелями наружных стен:	
а) жилых зданий	0,5*
б) производственных зданий	1,0*
4 Входные двери в квартиры	1,5
5 Входные двери в жилые, общественные и бытовые здания	7,0
6 Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в деревянных переплетах; окна и фонари производственных зданий с кондиционированием воздуха	6,0
7 Окна и балконные двери жилых, общественных и бытовых зданий и помещений в пластмассовых или алюминиевых переплетах	5,0
8 Окна, двери и ворота производственных зданий	8,0
9 Фонари производственных зданий	10,0
10 окна и фонари производственных зданий с кондиционированием	10,0
* В кг/(м·ч).	

7.2.3 Сопротивление воздухопроницанию R_u многослойной ограждающей конструкции следует рассчитывать как сумму сопротивлений воздухопроницанию отдельных слоев по формуле:

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + ... + R_{un} \quad (33)$$

где,

R_{u1}, R_{u2}, …, $R_{u\ n}$ — сопротивления воздухопроницанию отдельных слоев ограждающей конструкции, (м²·ч·Па)/кг.

7.2.4 Сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей жилых и общественных зданий, а также окон и фонарей производственных зданий R_u должно быть не менее нормируемого сопротивления воздухопроницанию R_u^{nec}, (м²·ч)/кг, определяемого по формуле:

$$R_u^{nec} = (1/G_n) \cdot (\Delta p/\Delta p_0)^{2/3} \quad (34)$$

где,

G_n - то же, что и в формуле (30);

Δp - то же, что и в формуле (31);

Δp_0 = 10 Па - разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой экспериментально определяется сопротивление воздухопроницанию конструкций выбранного типа R_u.

7.2.5 Сопротивление воздухопроницанию выбранного типа светопрозрачной конструкции $R_и$, (м²·ч)/кг, определяют по формуле:

$$R_u^{nec} = (1/G_t) \cdot (\Delta p/\Delta p_0)^n \quad (35)$$

где,

G_t - воздухопроницаемость светопрозрачной конструкции, кг/(м²·ч), при Δp_0 = 10 Па, полученная в результате испытаний;

n - показатель режима фильтрации светопрозрачной конструкции, полученный в результате испытаний.

7.2.6 В случае выполнения $R_u \geq R_u^{nec}$, выбранная ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям п.7.1.

В случае $R_u < R_u^{nec}$ необходимо применить ограждающую конструкцию другого типа, добиваясь выполнения требований п.7.1.

7.2.7 Для обеспечения нормируемого воздухообмена при оборудовании помещений только вытяжной вентиляцией в наружных ограждениях (стенах, окнах) следует предусмотреть регулируемые приточные устройства.

8 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций

8.1 Требования к сопротивлению паропроницанию ограждающих конструкций

Защита от переувлажнения ограждающих конструкций обеспечивается путем проектирования ограждающих конструкций с сопротивлением паропроницанию внутренних слоев не менее требуемого значения, определяемого расчетом одномерного влагопереноса (осуществляемому по механизму паропроницаемости).

Сопротивление паропроницанию R_v, (м²·ч·Па)/мг, ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения определяемой в соответствии с п. 8.2.4) должно быть не менее наибольшего из следующих требуемых сопротивлений паропроницанию:

a) требуемого сопротивления паропроницанию R_{v1}^{nec}, (м²·ч·Па)/мг (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле:

$$R_{v1}^{nec} = \frac{(e_{int} - E) R_{v.n}}{E - e_e} \quad (36)$$

b) требуемого сопротивления паропрони-цанию R_{v2}^{nec}, (м²·ч·Па)/мг (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле:

$$R_{v2}^{nec} = \frac{0,0024 z_0 (e_{int} - E_0)}{\rho_w \delta_w \Delta w + \eta} \quad (37)$$

где,

e_{int} - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, определяемое по формуле:

$$e_{int} = (\frac{\varphi_{int}}{100}) E_{int} \quad (38)$$

E_{int} - парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре внутреннего воздуха помещения tв, рассчитывается в соответствии с п. 8.2.5;

φ_{int} - относительная влажность внутреннего воздуха, %, приняты для различных зданий в соответствии с действующими нормами;

$R_{v.n}$ - сопротивление паропроницанию, (м²·ч·Па)/мг, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения, определяемое по п.8.2.6;

$e_н$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период, Па;

z_0 - продолжительность периода влагонакопления, сут., принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха;

E_0 - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления z_0 согласно п.8.2.6 и п.8.2.7;

ρ_w - плотность материала увлажняемого слоя, кг/м³, принимаемая равной ρ_0 согласно SM SR EN ISO 10456;

δ_w - толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, м, принимаемая равной 2/3 толщины однородной (однослойной) стены или толщине слоя многослойной ограждающей конструкции, в котором располагается плоскость максимального увлажнения;

Δw - предельно допустимое приращение влажности в материале увлажняемого слоя, % по массе, за период влагонакопления z_0, принимаемое по таблице 7;

В случае, когда плоскость максимального увлажнения приходится на стык между двумя слоями, $\rho w \delta w \Delta w$ в формуле (37) принимается равной сумме $\rho w \delta w1 \Delta w1 + \rho w \delta w2 \Delta w2$, где $\delta w1$ и $\delta w2$ соответствуют половинам толщин стыкующихся слоев.

Таблица 7 - Значения предельно допустимого приращения влажности в материале Δw

(примерный перечень)

Материал ограждающей конструкции	Предельно допустимое приращение влажности в материале* Δw, % по массе
1 Кладка из глиняного кирпича и керамических блоков	1,5
2 Кладка из силикатного кирпича	2,0
3 Легкие бетоны на пористых заполнителях (керамзитобетон, шугизитобетон, перлитобетон, шлакопемзобетон)	5
4 Ячеистые бетоны (газобетон, пенобетон, газосиликат и др.)	6
5 Пеногазостекло	1,5
6 Фибролит и арболит цементные	7,5
7 Минераловатные плиты и маты	3
8 Пенополистирол и пенополиуретан	25

Материал ограждающей конструкции	Предельно допустимое приращение влажности в материале* Δw, % по массе
9 Фенольно-резольный пенопласт	50
10 Теплоизоляционные засыпки из керамзита, шунгизита, шлака	3
11 Тяжелый бетон, цементно-песчаный раствор	2
* В случае, если значение сорбционной влажности материала при относительной влажности воздуха 97% меньше, чем значение влажности материала при условии эксплуатации Б, и разница между этими значениями составляет Δwc, % по массе, то значение предельно допустимого приращения влажности в материале Δw увеличивается на величину Δwc.	

E - парциальное давление водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, Па, определяемое по формуле:

$$E = \left(E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3\right) / 12 \quad (39)$$

где,

E_1, E_2, E_3 – парциальные давления насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, Па, определяемые согласно п. 8.6, по температуре в плоскости максимального увлажнения при средней температуре наружного воздуха соответствующего периода;

z_1, z_2, z_3 — продолжительность зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов года, мес., с учетом следующих условий:

a) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;

b) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5 °С;

c) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами воздуха выше плюс 5 °С;

η - коэффициент, определяемый по формуле:

$$\eta = \frac{0,0024(\mathrm{E}_0 - \mathrm{e}_{e,neg})}{R_{v,n}} \quad (40)$$

где,

$\mathrm{e}_{e,neg}$ - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, Па.

ПРИМЕЧАНИЕ - При определении парциального давления E_3 для летнего периода температуру в плоскости максимального увлажнения во всех случаях следует принимать не ниже средней температуры наружного воздуха летнего периода, парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха $e_в$ - не ниже среднего парциального давления водяного пара наружного воздуха за этот период.

8.2 Методические указания по проверке защиты от переувлажнения ограждающих конструкций

8.2.1 Сопротивление паропроницанию R_v, (м²·ч·Па)/мг, чердачного перекрытия или части конструкции вентилируемого покрытия, расположенной между внутренней поверхностью покрытия и воздушной прослойкой, в зданиях со скатными кровлями должно быть не менее требуемого сопротивления паропроницанию R_v^{nec}, (м²·ч·Па)/мг, определяемого по формуле:

$$R_v^{nec} = 0,0012(\mathrm{e}_{\mathrm{int}} - \mathrm{e}_0^e) \quad (41)$$

где,

e_{int}, e_0^e - то же, что и в формулах (36) и (40).

8.2.2 Для защиты от увлажнения теплоизоляционного слоя (утеплителя) в покрытиях зданий с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию ниже теплоизоляционного слоя, которую следует учитывать при определении сопротивления паропроницанию покрытия в соответствии с п.8.2.6.

8.2.3 Для защиты от переувлажнения навесных фасадных систем с вентилируемой воздушной прослойкой необходимо дополнительно выполнить проверку на «невыпадение конденсата» в вентилируемой воздушной прослойке в соответствии с расчетом, представленным в п. 11.1.

8.2.4 Плоскость максимального увлажнения определяется для периода с отрицательными среднемесячными температурами следующим образом:

Для каждого слоя многослойной конструкции по формуле (42) вычисляется значение комплекса $f_i(t_{м.у.})$, характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

$$f_i(\mathrm{t}_{m.y.}) = 5330\,\frac{R_{o,v}(\mathrm{t}_{\mathrm{int}} - \mathrm{t}_{e,neg})}{R_o^{conv}(\mathrm{e}_{\mathrm{int}} - \mathrm{e}_{e,neg})} \cdot \frac{\mu_i}{\lambda_i} \qquad (42)$$

где,

$R_{o,v}$ – общее сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции, (м2·ч·Па)/мг, определяемое согласно п. 8.7;

R_o^{conv} – условное сопротивление теплопередаче однородной многослойной ограждающей конструкции, (м^2 °С)/Вт, определяемое по формуле (6);

$\mathrm{t}_{e,neg}$ –средняя температура наружного воздуха для периода с отрицательными среднемесячными температурами, °С;

e_{int} - то же, что и в формуле (36);
$e_{e,,neg}$ - то же, что и в формуле (40);

λ_i, μ_i - расчетные коэффициенты теплопроводности, Вт/(м^2·°С), и паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), материала соответствующего слоя.

По полученным значениям комплекса $f_i(t_{м.у.})$ по таблице 8 определяются значения температур в плоскости максимального увлажнения, $t_{м.у.}$ для каждого слоя многослойной конструкции.
Составляется таблица, содержащая: номер слоя, $t_{м.у.}$ для этого слоя, температуры на границах слоя, полученные расчетом по п. 8.8 (при средней температуре наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними температурами).

Для определения слоя, в котором находится плоскость максимального увлажнения, производится сравнение полученных значений $t_{м.у.}$ с температурами на границах слоев конструкции. Если температура $t_{м.у.}$ в каком-то из слоев расположена в интервале температур на границах этого слоя, то делается вывод о наличии в данном слое плоскости максимального увлажнения и определяется координата плоскости – $x_{м.у.}$ (распределение температуры внутри слоя линейно).

Если в двух соседних слоях конструкции отсутствует плоскость с температурой $t_{м.у.}$, при этом у более холодного слоя $t_{м.у.}$ выше его температуры, а у более теплого слоя $t_{м.у.}$ ниже его температуры, то плоскость максимального увлажнения находится на стыке этих слоев.
Если внутри конструкции плоскость максимального увлажнения отсутствует, то она расположена на наружной поверхности конструкции.

Если при расчете обнаружилось две плоскости с $t_{м.у}$ в конструкции, то за плоскость максимального увлажнения принимается плоскость расположенная в слое утеплителя.

Таблица 8 - Зависимость комплекса $f_i(t_{м.у.})$ от температуры в плоскости максимального увлажнения

$f_i(t_{м.у.})$, °С	$f_i(t_{м.у.})$, °С²/Па	$f_i(t_{м.у.})$, °С	$f_i(t_{м.у.})$, °С²/Па	$f_i(t_{м.у.})$, °С	$f_i(t_{м.у.})$, °С²/Па	$f_i(t_{м.у.})$, °С	$f_i(t_{м.у.})$, °С²/Па
-25	712,5	-14	312,3	-3	146,9	8	73,51
-24	658,9	-13	290,8	-2	137,6	9	69,22
-23	609,8	-12	270,9	-1	128,9	10	65,22
-22	564,7	-11	252,5	0	120,9	11	61,47
-21	523,2	-10	235,5	1	113,4	12	57,96
-20	485,2	-9	219,8	2	106,5	13	54,68
-19	450,1	-8	205,2	3	100,0	14	51,6
-18	417,9	-7	191,8	4	93,91	15	48,72
-17	388,2	-6	179,2	5	88,27	16	46,02
-16	360,8	-5	167,6	6	83,01	17	43,48
-15	335,6	-4	156,9	7	78,1	18	41,11

Для многослойных ограждающих конструкций с выраженным теплоизоляционным слоем (термическое сопротивление теплоизоляционного слоя больше 2/3 R_o^{conv}) и наружным слоем, коэффициент паропроницаемости которого меньше, чем у материала теплоизоляционного слоя, допускается принимать плоскость максимального увлажнения на наружной границе утеплителя при условии выполнения неравенства:

$$\frac{\mu_{iz}}{\lambda_{iz}} > 2$$

где,

λ_{iz} - расчетный коэффициент теплопроводности, Вт/(м² °С), материала теплоизоляционного слоя;

μ_{iz} - расчетный коэффициент паропроницаемости, мг/(м·ч·Па), материала теплоизоляционного слоя.

8.2.5 Парциальное давление насыщенного водяного пара Е, Па, при температуре t, °С, от минус 40 °С до плюс 45 °С, определяется по формуле:

$$E = 1{,}84 \cdot 10^{11} exp\left(-\frac{5330}{273+t}\right) \quad (43)$$

8.2.6 Сопротивление паропроницанию R_{vi}, (м²·ч·Па)/мг, однослойной или отдельного слоя многослойной ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_{vi} = \frac{\delta_i}{\mu_i} \quad (44)$$

где,

δ_i – толщина слоя ограждающей конструкции, м;

μ_i - расчетный коэффициент паропроницаемости материала слоя ограждающей конструкции, мг/(м·ч·Па).

Сопротивление паропроницанию $R_{v.o}$, (м²·ч·Па)/мг, многослойной ограждающей конструкции (или ее части) равно сумме сопротивлений паропроницанию составляющих ее слоев.

$$R_{v,o} = \sum R_{vi} \quad (45)$$

Сопротивление паропроницанию $R_{v,o}$, (м²·ч·Па)/мг, листовых материалов и тонких слоев пароизоляции следует принимать по приложению В.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Сопротивление паропроницанию замкнутых воздушных прослоек в ограждающих конструкциях следует принимать равным нулю независимо от расположения и толщины этих прослоек.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Для обеспечения требуемого сопротивления паропроницанию R_v^{nec} ограждающей конструкции следует определять сопротивление паропроницанию R_v конструкции в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 - В помещениях с влажным или мокрым режимом следует предусматривать пароизоляцию теплоизолирующих уплотнителей сопряжений элементов ограждающих конструкций (мест примыкания заполнений проемов к стенам и т. п.) со стороны помещений; сопротивление паропроницанию в местах таких сопряжений проверяется из условия ограничения накопления влаги в сопряжениях за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха на основании расчета температурного и влажностного полей.

8.2.7 Температуру t_x, °С, ограждающей конструкции в плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии x, м, следует определять по формуле:

$$t_x = t_{\text{int}} - \frac{t_{\text{int}} - t_e}{R_0^{conv}} R_x \qquad (46)$$

где,

t_{int} и t_e - температура внутреннего и наружного воздуха соответственно, °С;

R_x – сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии x, (м² °С)/Вт, определяемое по формуле:

$$R_x = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \sum_{până\,\text{int}er\,\text{sec}tie} \frac{\delta_i}{\lambda_i} \qquad (47)$$

9 Теплоусвоение поверхности полов

9.1 Требования к теплоусвоению поверхности полов

Требования к теплоусвоению поверхности полов сформулированы следующим образом:

Поверхность пола жилых и общественных зданий, вспомогательных зданий и помещений промышленных предприятий и отапливаемых помещений производственных зданий (на участках с постоянными рабочими местами) должна иметь расчетный показатель теплоусвоения Y_{pard}, Вт/(м²·°С), не более нормируемой величины Y_{pard}^{nec}, установленной в таблице 9.

Таблица 9 - Нормируемые значения показателя Y_{pard}^{nec}

Здания, помещения и отдельные участки	**Показатель теплоусвоения поверхности пола Y_{pard}^{nec}, Вт/(м²·°С)**
1 Здания жилые, больничных учреждений (больниц, клиник, стационаров и госпиталей), диспансеров, амбулаторно-поликлинических учреждений, родильных домов, домов ребенка, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, общеобразовательных детских школ, детских садов, яслей, яслей-садов (комбинатов), детских домов и детских приемников-распределителей	12

Здания, помещения и отдельные участки	Показатель теплоусвоения поверхности пола Y_{pard}^{nec}, Вт/(м²·°С)
2 Общественные здания (кроме указанных в поз. 1); вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий; участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются легкие физические работы (категория I)	14
3 Участки с постоянными рабочими местами в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются физические работы средней тяжести (категория II)	17
4 Участки животноводческих зданий в местах отдыха животных при бесподстилочном содержании:	
а) коровы и нетели за 2—3 месяца до отела, быки-производители, телята до 6 месяцев, ремонтный молодняк крупного рогатого скота, свиньи-матки, хряки, поросята-отъемыши	11
б) коровы стельные и новотельные, молодняк свиней, свиньи на откорме	13
в) крупный рогатый скот на откорме	14

9.2 Методические указания по расчету теплоусвоения поверхности полов

9.2.1 Расчетная величина показателя теплоусвоения поверхности пола Y_{pard}, Вт/(м²·°С) определяется следующим образом:

а) если покрытие пола (первый слой конструкции пола) имеет тепловую инерцию $D_1=R_1s_1\geq 0,5$, то показатель теплоусвоения поверхности пола следует определять по формуле:

$$Y_{pard} = 2s_1 \quad (48)$$

b) если первые n слоев конструкции пола ($n \geq 1$) имеют суммарную тепловую инерцию $D_1 + D_2 + ... + D_n < 0,5$, но тепловая инерция (n + 1) слоев $D_1 + D_2 + ... + D_n + I \geq 0,5$, то показатель теплоусвоения поверхности пола Y_{pard} следует определять последовательно расчетом показателей теплоусвоения поверхностей слоев конструкции, начиная с n-го до 1-го:

для n-го слоя - по формуле:

$$Y_n = \left(2R_n s_n^2 + s_{n+1}\right)/\left(0,5 + R_n s_{n+1}\right) \quad (49)$$

для i-го слоя (i = n-1; n-2; ...; 1) - по формуле:

$$Y_i = \left(4R_i s_i^2 + Y_{n+1}\right)/\left(1 + R_i Y_{i+1}\right) \quad (50)$$

Показатель теплоусвоения поверхности пола $Y_{пол}$ принимается равным показателю теплоусвоения поверхности 1-го слоя Y_1.

В формулах (48) - (50) и неравенствах:

$D_1, D_2, ..., D_{n+I}$ - тепловая инерция соответственно 1-го, 2-го, ..., (n+1)-го слоев конструкции пола, определяемая по формулам:

$$D_1 = R_1 s_1\,; D_2 = R_2 s_2\,;\ldots; D_n = R_n s_n \quad (51)$$

$R_1, R_2, ,R_n$ — термические сопротивления, (м²·°С)/Вт, соответственно 1-го, 2-го, , n-го слоев конструкции пола, определяемые по формулам:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1};\quad R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2};\ldots;\quad R_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n} \tag{52}$$

s_1, s_i, s_n, s_{n+1} — расчетные коэффициенты теплоусвоения материала соответственно 1-го,... 2-го, … , n-го, (n+1)-го слоев конструкции пола, Вт/(м²·°С), принимаемые по результатам испытаний;

δ_1, δ_2, … ,δ_n - толщины соответственно 1-го, 2-го, … , n-го слоев конструкции пола, м;

λ_1, λ_2, … , λ_n - расчетные теплопроводности материала соответственно 1-го, 2-го, … , n-го слоев конструкции пола, Вт/(м²·°С), Вт/(м·°С), принимаемые по результатам испытаний.

Если расчетная величина Y_{pard} показателя теплоусвоения поверхности пола окажется не более нормируемой величины Y_{pard}^{nec}, установленной в таблице 9.1, то этот пол удовлетворяет требованиям в отношении теплоусвоения; если $Y_{pard} > Y_{pard}^{nec}$ то следует разработать другую конструкцию пола или изменить толщины его отдельных слоев до удовлетворения требованиям $Y_{pard} \le Y_{pard}^{nec}$.

9.2.2 Не нормируется показатель теплоусвоения поверхности полов:

a) имеющих температуру поверхности выше 23 °С;

b) в отапливаемых помещениях производственных зданий, где выполняются тяжелые физические работы (категория III);

c) в производственных зданиях при условии укладки на участке постоянных рабочих мест деревянных щитов или теплоизолирующих ковриков;

d) помещений общественных зданий, эксплуатация которых не связана с постоянным пребыванием в них людей (залы музеев и выставок, фойе театров, кинотеатров и т.п.).

9.2.3 Теплотехнический расчет полов животноводческих, птицеводческих и звероводческих зданий следует выполнять с учетом требований действующих строительных норм.

10 Требования к расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий

10.1 Требования к удельной характеристике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий

10.1.1 Потребление энергии жилыми и общественными зданиями характеризуется показателем расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию жилого или общественного здания на стадии разработки проектной документации, является удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания численно равная расходу тепловой энергии на 1 м³ отапливаемого объема здания в единицу времени при перепаде температуры в 1 °С, $q_{înc}$, Вт/(м³·°С).

Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, $q_{înc}^{c}$, Вт/(м³·°С), определяется по методике приложения D с учетом климатических условий района строительства, выбранных объемно-планировочных решений, ориентации здания, теплозащитных свойств ограждающих конструкций, принятой системы вентиляции здания, а также применения энергосберегающих технологий.

Расчетное значение удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания должно быть меньше или равно нормируемому значению $q_{înc}^{nec}$, Вт/(м³·°С):

$$q_{inc}^{c} \leq q_{inc}^{nec} \quad (53)$$

где,

q_{inc}^{nec} - нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий, Вт/(м³·°С), определяемая для различных типов жилых и общественных зданий по SM EN ISO 52000-1.

10.1.2 К тепловым потребностям здания относят только те факторы, для которых влияние поведения человека при эксплуатации помещений здания исключено. Это тепловые потери через конструкции, ограждающие отапливаемый объем здания, и тепловые потери, необходимые для формирования воздушного режима здания.

Тепловые потребности, характеризующие формирование воздушного режима, включаются в расчет, несмотря на опосредованное воздействие человеческого фактора при определении воздухообменов в некоторых случаях.

При этом использование имеющихся тепловых поступлений: внутренних, появляющихся в результате жизнедеятельности человека, и от солнечной радиации – может позволить снизить тепловые потребности здания: бытовые тепловыделения и поступления теплоты от солнечной радиации берутся в расчет удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий q_{inc}^{nec}, Вт/(м³·°С).

Отношение тепловых потребностей к энергетическим затратам на отопление и вентиляцию характеризует полезный эффект систем отопления и внутреннего теплоснабжения вентоборудования и соответственно их энергетическую эффективность.

10.1.3 Инженерные системы здания, потребляющие энергию и характеризующиеся поведением людей и их субъективным восприятием текущих погодных условий не включаются в основной параметр, характеризующий потребление энергии зданием – расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии отопление и вентиляцию здания за отопительный период q_{inc}^{nec}, Вт/(м³·°С).

К таким инженерным системам относятся системы кондиционирования воздуха и холодоснабжения, горячего и холодного водоснабжения, электроснабжения.

Оценка энергетической эффективности перечисленных в настоящем пункте систем осуществляется по соотношению энергетических потребностей, составляющих собой полезный эффект, и энергетических затрат, необходимых для достижения полезного эффекта – удовлетворения потребностей, т.е. с помощью коэффициента полезного действия системы в целом, в т.ч. составляющего оборудования.

10.2 Методика расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий

Методика расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление жилых и общественных зданий изложена следующим образом:

10.2.1 Расчетную удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания, q_{inc}^{c}, W/(m³·ºC) следует определять как разность тепловых потерь и тепловых поступлений, выраженных в соответствующих удельных характеристиках по формуле:

$$q_{inc}^{c} = k_{anv} + k_{vent} - \beta_{pard} (k_{casn} + k_{rad}) \quad (54)$$

где,

k_{anv} - удельная теплозащитная характеристика здания, W/(m^3·°C), определяется в соответствии с п. 5.7.1;

k_{vent} - удельная вентиляционная характеристика здания, W/(m^3·°C);

k_{casn} - удельная характеристика бытовых тепловыделений здания, W/(m^3·°C);

k_{rad} - удельная характеристика теплопоступлений в здание от солнечной радиации, W/(m^3·°C);

β_{pard} - коэффициент полезного использования теплопоступлений.

10.2.2 Удельную вентиляционную характеристику здания, k_{vent}, W/(m^3·°C), следует определять по формуле:

$$k_{vent} = \frac{0,28 \cdot c \cdot (\mathrm{L}_{vent} \cdot \rho_{aer}^{vent} \cdot \mathrm{z}_{vent} \cdot \mathrm{f}_{ef} + \mathrm{G}_{\inf} \cdot \mathrm{z}_{\inf})}{V_{înc}} \quad (55)$$

где,

c - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж(кг·°C);

L_{vent} - нормируемое количество наружного воздуха, поступающего в помещения здания, при организованной (механической) либо неорганизованной приточной системе вентиляции, м^3/ч, определяемое согласно проектной документации с учетом общей величины приточного воздуха для формирования воздушного режима;

ρ_{aer}^{vent} - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м^3

$$\rho_{aer}^{vent} = \frac{353}{(273 + \mathrm{t}_{înc})} \quad (56)$$

$t_{înc}$ - средняя температура отопительного периода, °C.

G_{inf} - количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч:

для жилых зданий – количество воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое согласно 10.2.3;

для общественных зданий – количество воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей. Допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время в зависимости от этажности здания: до трех этажей – равным $0,1\beta_v V_{tot}$; от четырех до девяти этажей - $0,15\beta_v V_{tot}$; выше девяти этажей – $0,2\beta_v V_{tot}$, где V_{tot} – отапливаемый объем общественной части здания;

z_{vent} - коэффициент времени работы систем механической вентиляции, определяемый по формуле:

$$z_{vent} = \frac{n_{vent}}{168} \quad (57)$$

n_{vent} – число часов работы систем вентиляции в течение недели, ч;

168 - число часов в неделе, ч;

$z_{\inf}$ - коэффициент времени учета инфильтрации, определяемый по формуле:

$$z_{\text{inf}} = \frac{n_{\text{inf}}}{168} \quad (58)$$

n_{inf} - число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и (168 – n_{vent}) для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

168 – то же что и в формуле (57).

f_{ef} – результирующий коэффициент использования теплоутилизации вытяжного воздуха, определяемый по формуле:

$$f_{ef} = 1 - \sum_i \left(k_{\text{ef},i} \cdot \left[\frac{L_{\text{vent},i}}{L_{vent}} \right] \right) \quad (59)$$

где,

$k_{ef,i}$ – коэффициент эффективности теплоутилизатора системы вентиляции, обслуживающей i-тую часть здания;

$L_{vent,i}$ – нормируемое количество наружного воздуха, поступающего в помещения здания, обслуживаемые i-той организованной приточной системой вентиляции с соответствующим тепоутилизатором, м^3/ч;

L_{vent} – то же что и в формуле (55);

$V_{înc}$ - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, м^3.

Коэффициент эффективности рекуператора, $k_{ef,i}$, может быть отличен от нуля в том случае, если выполняются требования SM EN 16798-7 к воздухопроницаемости ограждающих конструкций: средняя воздухопроницаемость квартир жилых и помещений общественных зданий (при закрытых приточно-вытяжных вентиляционных отверстиях) обеспечивает в период испытаний воздухообмен кратностью n_{50}, ч$^{-1}$, при разности давлений 50 Па наружного и внутреннего воздуха при вентиляции с механическим побуждением $n_{50} \leq 2$ ч$^{-1}$.

Кратность воздухообмена зданий и помещений при разности давлений 50 Па и их среднюю воздухопроницаемость.

При использовании частичной рециркуляции приточного воздуха в качестве величины L_{vent}, м^3/ч, для расчета удельной вентиляционной характеристики используется часть приточного воздуха, которая непосредственно забирается из наружной окружающей среды – собственно наружный воздух.

При неорганизованных системах приточной вентиляции величина L_{vent}, м^3/ч, определяется как наибольшая из собственно нормируемого количества приточного воздуха и количества инфильтрующегося воздуха, поступающего через ограждающие конструкции помещений, обслуживаемых указанными системами вентиляции.

В случаях, когда здание состоит из нескольких зон с различным воздухообменом в формулу (55) величины L_{vent} и G_{inf} подставляются с результирующим значением коэффициентов z_{vent} и z_{inf}, которые определяются с учетом вклада этих составляющих в итоговую величину аналогично (59). Также возможна непосредственная подстановка произведения составляющих величин в качестве слагаемых по формуле:

$$k_{vent} = \frac{0,28 \cdot c \cdot \left[\sum_i (\mathrm{L}_{vent,i} \cdot \rho_{aer,i}^{vent} \cdot \mathrm{f}_{ef,i}) + \sum_i (\mathrm{G}_{\mathrm{inf},i} \cdot \mathrm{z}_{\mathrm{inf},i}) \right]}{V_{inc}} \quad (60)$$

где,

$L_{vent,i}$ – нормируемое количество наружного воздуха, поступающего в помещения i-той части здания, при организованной (механической) либо неорганизованной приточной системе вентиляции, м³/ч, определяемое согласно проектной документации с учетом общей величины приточного воздуха для формирования воздушного режима;

$\rho_{aer,i}^{vent}$ - средняя плотность приточного воздуха i-той части здания за отопительный период, кг/м³;

$G_{inf,i}$ – количество инфильтрующегося воздуха в помещения i-той части здания через ограждающие конструкции, кг/ч;

$Z_{vent,i}$ – коэффициент времени работы систем механической вентиляции в помещения i-той части здания;

$Z_{inf,i}$ – коэффициент времени учета инфильтрации в помещениях i-той части здания;

$f_{ef,i}$ – результирующий коэффициент использования теплоутилизации вытяжного воздуха, определяемый по формуле:

$$f_{\mathrm{ef},i} = 1 - k_{\mathrm{ef},i} \quad (61)$$

где,

$k_{ef,i}$ – коэффициент эффективности теплоутилизатора системы вентиляции, обслуживающей i-тую часть здания.

Значения коэффициентов времени работы механических систем вентиляции z_{vent} и времени учета инфильтрации z_{inf} можно определить с помощью таблицы 10.

Таблица 10 – Коэффициенты времени работы механических систем вентиляции z_{vent} и времени учета инфильтрации z_{inf}

Тип помещений здания и вент. систем	Z_{vent}	Z_{inf}
Для жилых комнат:	1	1
Для помещений общественных зданий		
– со сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией	x/168	1
– с поддержанием подбора воздуха во время работы систем, обеспечивающих воздушный режим	x/168	(168-x)/168
x – число часов работы системы вентиляции за неделю		

При отсутствии систем теплоутилизации вытяжного воздуха коэффициент использования теплоутилизации $f_{ef,i}$ для i-тых помещений равен 1.

10.2.3 Количество инфильтрующегося воздуха, поступающего в лестничную клетку жилого здания или в помещения общественного здания через неплотности заполнений проемов, полагая, что все они находятся на наветренной стороне, следует определять по формуле:

$$G_{\mathrm{inf}} = \left(\frac{A_{fer}}{R_{u,fer}^{nec}} \right) \cdot \left(\frac{\Delta p}{10} \right)^{\frac{2}{3}} + \left(\frac{A_{usi}}{R_{u,\mathrm{usi}}^{nec}} \right) \cdot \left(\frac{\Delta p}{10} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (62)$$

где,

A_{fer} и A_{usi} – соответственно суммарная площадь окон и балконных дверей и входных наружных дверей, м^2

$R_{u,\text{fer}}^{nec}$ и $R_{u,\text{usi}}^{nec}$ - соответственно требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей и входных наружных дверей, м2;

Δp_{fer} и Δp_{usi} – соответственно расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха, Па, для окон и балконных дверей и входных наружных дверей, определяют по формуле (31) для окон и балконных дверей с заменой в ней величины 0,55 на 0,28 и с вычислением удельного веса по формуле (32) при температуре воздуха равной $t_{înc}$, где $t_{înc}$ – то же, что и в формуле (62).

Для общественных зданий в нерабочее время – количество инфильтрующегося воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать в зависимости от этажности здания: до трех этажей – равным $0,1\beta_v V_{tot}$, от четырех до девяти этажей – $0,15\beta_v V_{tot}$, выше девяти этажей – $0,2\beta_v V_{tot}$, где V_{tot} – отапливаемый объем общественной части здания.

Для лестнично-лифтовых узлов (NSA) жилых зданий – количество инфильтрующегося воздуха, поступающего через неплотности заполнения проемов; допускается принимать в зависимости от этажности здания: до трех этажей – равным $0,3\beta_v V_{NSA}$, от четырех до девяти этажей – $0,45\beta_v V_{NSA}$, выше девяти этажей – $0,6\beta_v V_{NSA}$, где V_{NSA} – отапливаемый объем лестнично-лифтовых холлов здания. Для NSA без поэтажных выходов на балконы количество инфильтрующегося воздуха, полученное по упрощенным формулам следует уменьшать в 2 раза.

10.2.4 Коэффициент полезного использования теплопоступлений следует определять по формуле:

$$\beta_{pard} = \frac{K_{reg}}{\left(1 + 0,5 \cdot K_{aer}\right)} \tag{63}$$

K_{reg} – coeficientul de eficiență al reglajului de alimentare cu căldură în sistemele de încălzire; valori recomandate:

K_{reg} = 0,95 – în sistemul de încălzire cu termoregulatoare locale și cu autoreglarea fațadelor la intrare;

K_{reg} = 0,9 – în sistemul de încălzire cu termoregulatoare locale și cu autoreglarea centrală la intrare;

K_{reg} = 0,85 – în sistemul de încălzire fără termoregulatoare locale și cu autoreglarea fațadelor la intrare;

K_{reg} = 0,8 – în sistemul de încălzire cu termoregulator local și fără autoreglarea fațadelor la intrare;

K_{reg} = 0,7 – în sistemul de încălzire fără termoregulatoare locale și cu autoreglarea centrală la intrare;

K_{reg} = 0,6 – în sistemul de încălzire fără termoregulatoare locale și fără autoreglare la intrare.

K_{aer} – coeficientul schimbului de aer, кg/(m^3·h), se determină conform formulei:

$$K_{aer} = \frac{G_{aer}}{V_{înc}} \tag{64}$$

G_{aer} – общий массовый расход воздуха, поступающего в помещения здания, определяемый по формуле:

$$G_{aer} = L_{vent} \cdot \rho_{aer}^{vent} + G_{\inf} \quad (65)$$

L_{vent} – то же что и в формуле (55);

G_{inf} – то же что и в формуле (55);

$V_{înc}$ – то же что и в формуле (56);

ρ_{aer}^{vent} - то же что и в формуле (56).

10.2.5 Удельную характеристику бытовых тепловыделений здания, k_{casn}, W/(m^3·°C), следует определять по формуле:

$$k_{casn} = \frac{q_{casn} \cdot A_l}{V_{înc} \cdot (t_{int} - t_{înc})} \quad (66)$$

где,

q_{casn} - величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 площади жилых помещений (A_l), Вт/м^2, или расчетной площади общественного здания (A_c), Вт/м^2, принимаемая для:

e) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир менее 20 м^2 общей площади на человека q_{casn} = 17 Вт/м^2;

f) жилых зданий с расчетной заселенностью квартир 45 м^2 общей площади и более на человека q_{casn} = 10 Вт/м^2;

g) других жилых зданий - в зависимости от расчетной заселенности квартир по интерполяции величины q_{casn} между 17 и 10 Вт/м^2;

h) для общественных и административных зданий бытовые тепловыделения учитываются по расчетному числу людей (90 Вт/чел), находящихся в здании, освещения (по установочной мощности) и оргтехники (10 Вт/ м^2) с учетом рабочих часов в неделю;

t_{int}, - то же что и в формуле (13), °C;

$t_{înc}$ - то же что и в формуле (56), °C;

A_l - площадь жилых помещений, м^2.

Удельную характеристику теплопоступлений в здание от солнечной радиации, k_{rad}, Вт/(м^3 °C), следует определять по формуле:

$$k_{rad} = \frac{11,6 \cdot Q_{rad}^{înc}}{(V_{înc} \cdot GZPI)} \quad (67)$$

где,

$Q_{rad}^{înc}$ - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, определяемые по формуле:

$$Q_{rad}^{înc} = \sum_{j}^{J} \left[I_j^{vert} \cdot \sum_{l=1}^{L} g_{jl} \cdot \tau_{2jl} \cdot A_{jl} \right] + I^{oriz} \cdot \sum_{y=1}^{Y} g_{lum} \cdot \tau_{2lum} \cdot A_{lum} \quad (68)$$

где,

I_j^{vert} - суммарная радиация за отопительный период для вертикальной поверхности, ориентированной по направлению j, МДж/год·м^2;

I^{oriz} - суммарная радиация за отопительный период для горизонтальной поверхности, МДж/год·м^2;

A_{jl}, A_{lum} – площадь окон, ориентированных по направлению *j*, и зенитных фонарей, соответственно, м^2;

g_{jl}, g_{lum} - коэффициенты общего пропускания солнечной энергии для окон, ориентированных по направлению *j*, и зенитных фонарей, соответственно, определяемые как сумма коэффициента прямого пропускания солнечной энергии и коэффициента вторичной теплопередачи внутрь помещения, отн.ед.; мансардные окна с углом наклона к горизонту 45^0 и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 45^0 – как зенитные фонари, определяемые экспериментально или по приложению;

$\tau_{2\,jl}$, τ_{2lum} - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений, соответственно, окон и зенитных фонарей, рассчитываемые по формуле:

$$\tau_2 = \frac{1}{A_0}\sum A_i \cdot \left\{ K_{Gi} + \frac{\beta_i \cdot \rho \cdot (1 - \mathrm{K}_{Gi})^2}{2 - \rho \cdot \left[K_{Gi} \cdot (2 + \beta_i) - \beta_i \right]} \right\} \quad (69)$$

где,

β_i – индекс *i*-той ячейки переплета, отн.ед.; для переплета прямоугольной формы $\beta_i = \frac{2a_i b_i}{d_i \sqrt{\pi}(\mathrm{a}_i + \mathrm{b}_i)}$, для переплета круглой формы $\beta_i = \frac{r_i}{d_i}$;

d_i – толщина *i*-той ячейки переплета, м;

r_i – радиус ячейки переплета, м.

A_0 – площадь оконного блока по наружному обмеру, м^2;

$A_i = a_i \cdot b_i$ – площадь *i*-той ячейки в свету, м^2;

a_i, b_i – ширина и высота *i*-той ячейки в свету, м;

K_{Gi} – составляющая коэффициента светопередачи, зависящая от геометрических размеров ячейки переплета.

$$K_{Gi} = 0,25\left[\sqrt{\left(\frac{1}{\beta_i}\right)^2 + 4} - \left(\frac{1}{\beta_i}\right) \right]^2 \quad (70)$$

Radiația solară totală (directă plus difuză) pe suprafața orizontală (acoperire, luminătoare de zenit) I_{oriz}, MJ/an·m^2, în condiții reale de nebulozitate pentru perioada de încălzire pe regiunea climaterică de construcții se determină conform formulei:

$$I^{oriz} = \sum_{i=1}^{m} I_i^{oriz} \quad (71)$$

где,

I^{oriz} - суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности для i-того месяца отопительного периода, МДж/год·м²;

m – число месяцев отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 8 °С.

Суммарная (прямая, рассеянная и отраженная) солнечная радиация на вертикальную поверхность (стены и окна), I_j^{vert} МДж/год·м², при действительных условиях облачности за отопительный период определяется по формуле:

$$I_j^{vert} = \sum_{i=1}^{m} I_i^{vert} = \sum_{i=1}^{m} (\mathrm{S}_{ji}^{vert} + \mathrm{D}_i^{vert} + \mathrm{R}_i^{vert}) = \sum_{i=1}^{m} \left(S_i^{oriz} \cdot k_{ji} + D_i^{oriz} \cdot \varepsilon_j + I_i^{oriz} \cdot \frac{A_i}{200} \right) \quad (72)$$

где,

S_{ji}^{vert} - прямая солнечная радиация на вертикальную поверхность при действительных условиях облачности в i-том месяце отопительного периода для j-й ориентации, МДж/м²;

D_i^{vert}, R_i^{vert} - рассеянная и отраженная солнечная радиация на вертикальную поверхность при действительных условиях облачности в i-том месяце отопительного периода, МДж/м²;

S_i^{oriz}, D_i^{oriz} - прямая и рассеянная солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности в i-том месяце отопительного периода, МДж/м²;

m – то же, что и в формуле (71);

A_i – альбедо поверхности земли в i-м месяце отопительного периода, %;

k_{ji} – коэффициент пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную i-го месяца отопительного периода для j-й ориентации, принимается по данным таблицы F.1.

ε_j – коэффициент перекрытия небосвода противостоящими зданиями.

10.2.5 Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период *q*, (кВт ч)/(м³·год) или, кВт ч/(м²·год) следует определять по формулам:

$$q = 0,024 \cdot GZPI \cdot q_{înc}^{c}, \quad \text{(kW h)/(m}^3\text{an)} \quad (73)$$

$$q = 0,024 \cdot GZPI \cdot q_{înc}^{c} \cdot h, \quad \text{(kW h)/(m}^2\text{ an)} \quad (74)$$

где,

$q_{înc}^{c}$ - то же, что в п. 10.2.1;

GZPI – градусо-сутки отопительного периода;

h - средняя высота этажа здания, м, равная V_{om}/A_{om};

$A_{înc}$ - сумма площадей этажей здания, измеренных в пределах внутренних поверхностей наружных стен, м², за исключением технических этажей и гаражей;

$V_{înc}$ - то же, что в п. 10.2.4.

Расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период $Q_{înc}^{an}$, (кВт ч)/год следует определять по формуле:

$$Q_{înc}^{an} = 0,024 \cdot GZPI \cdot V_{înc} \cdot q_{înc}^{c} \quad (75)$$

10.2.6 Общие теплопотери здания за отопительный период Q_{tot}^{an}, (кВт ч)/год, следует определять по формуле:

$$Q_{tot}^{an} = 0,024 \cdot GZPI \cdot V_{înc} \cdot (k_{anv} + k_{vent}) \quad (76)$$

где,

GZPI - градусо-сутки отопительного периода;

$V_{înc}$ - то же, что в п. 10.2.2;

K_{anv} , k_{vent} - то же, что в п. 10.2.1.

10.2.7 Правила определения отапливаемых площадей и объемов зданий:

Отапливаемую площадь здания следует определять как площадь этажей (в том числе и мансардного, отапливаемого цокольного и подвального) здания, измеряемую в пределах внутренних поверхностей наружных стен, включая площадь, занимаемую перегородками и внутренними стенами. При этом площадь лестничных клеток и лифтовых шахт включается в площадь этажа.

В отапливаемую площадь здания не включаются площади теплых чердаков и подвалов, неотапливаемых технических этажей, подвала (подполья), холодных неотапливаемых веранд, неотапливаемых лестничных клеток, а также холодного чердака или его части, не занятой под мансарду. При определении площади мансардного этажа учитывается площадь с высотой до наклонного потолка 1,2 м при наклоне 30° к горизонту; 0,8 м — при 45° — 60°; при 60° и более — площадь измеряется до плинтуса.

Площадь жилых помещений здания подсчитывается как сумма площадей всех общих комнат (гостиных) и спален.

Отапливаемый объем здания определяется как произведение отапливаемой площади этажа на внутреннюю высоту, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа.

При сложных формах внутреннего объема здания отапливаемый объем определяется как объем пространства, ограниченного внутренними поверхностями наружных ограждений (стен, покрытия или чердачного перекрытия, цокольного перекрытия).

Площадь наружных ограждающих конструкций определяется по внутренним размерам здания. Общая площадь наружных стен (с учетом оконных и дверных проемов) определяется как произведение периметра наружных стен по внутренней поверхности на внутреннюю высоту здания, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа с учетом площади оконных и дверных откосов глубиной от внутренней поверхности стены до внутренней поверхности оконного или дверного блока. Суммарная площадь окон определяется по размерам проемов в свету. Площадь наружных стен (непрозрачной части) определяется как разность общей площади наружных стен и площади окон и наружных дверей.

Площадь горизонтальных наружных ограждений (покрытия, чердачного и цокольного перекрытия) определяется как площадь этажа здания (в пределах внутренних поверхностей наружных стен).
При наклонных поверхностях потолков последнего этажа площадь покрытия, чердачного перекрытия определяется как площадь внутренней поверхности потолка.

11 Теплофизические расчеты отдельных элементов зданий

11.1 Metodologia de calcul termofizic al sistemelor fațadelor suspendate (SFS) cu stratul intermediar de aer ventilat

11.1.1 Состав и последовательность расчета

В настоящем разделе приводится методика теплотехнических расчетов, позволяющая определить параметры теплового и влажностного режима стен с НФС.

Теплотехнический расчет состоит из:

- подбора толщины утеплителя для стены с НФС, минимально необходимой для удовлетворения нормативным требованиям по сопротивлению теплопередаче;
- расчета влажностного режима конструкции и проверки влажности материалов на удовлетворение нормативным требованиям;
- уточнении характеристик материалов с учетом их средней влажности в расчетный период;
- расчета воздухообмена в воздушной прослойке;
- проверки достаточности количества удаляемой из воздушной прослойки влаги в расчетный период;
- расчета требуемой величины сопротивления воздухопроницанию стены.

11.1.2 Методика расчета

1. Определяется требуемое сопротивление теплопередаче исходя из расчетных климатических характеристик района строительства и расчетных значений температуры проектируемого здания.
2. Определяется предварительная толщина слоя теплоизоляции (11.1.3).
3. Из конструктивных соображений назначается толщина вентилируемой воздушной прослойки.
4. С учетом этажности здания и района строительства определяется скорость движения воздуха в воздушной прослойке (11.1.4).
5. Определяется влажностный режим рассматриваемой конструкции (11.1.5).
6. По результатам п. 5 при необходимости корректируются или добавляются слои пароизоляции и вносятся изменения в облицовочный слой конструкции.
7. Рассчитывается парциальное давление водяного пара на выходе из воздушной прослойки (11.1.6).
8. По результатам п. 7 проверяется возможность выпадения конденсата в воздушной прослойке и при необходимости корректируются толщина воздушной прослойки и зазор между плитками облицовки (11.1.6).
9. Рассчитывается требуемая величина сопротивления воздухопроницанию стены, достаточное чтобы фильтрация воздуха не нарушала теплового и влажностного состояния стены (11.1.7).
10. С учетом всех корректировок конструкции рассчитывается приведенное сопротивление теплопередаче стены (11.1.8).

11.1.3 Определение минимально необходимой толщины утеплителя фасадных систем с вентилируемой воздушной прослойкой

Далее предполагается, что теплозащитные и геометрические характеристики всех элементов стены с НФС известны. В случае отсутствия каких-либо данных их следует определять в соответствии с п. 5.2.3, 5.2.4.

Толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле:

$$\delta_{iz} = \left(\frac{1}{\frac{1}{R_0^{nec}} - \sum l_j \Psi_j - \sum n_c \chi_c} - \frac{\delta_c}{\lambda_c} - \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} - \frac{1}{\alpha_e} \right) \lambda_{iz} \quad (77)$$

где,

R_0^{nec} - требуемое сопротивление теплопередаче стены, (м²·°С)/Вт, определяемое в соответствии с SM EN ISO 6946;

δ_{iz} - толщина теплоизоляционного слоя, м;

λ_{iz} - коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/(м·°С);

δ_c - толщина конструкционного слоя, м;

λ_c - коэффициент теплопроводности материала конструкционного слоя, Вт/(м·°С);

Ψ_j, χ_c, l_c, n_k - то же, что и в формуле (1).

11.1.4 Определение параметров воздухообмена в воздушной прослойке

Движение воздуха в вентилируемой прослойке осуществляется за счет гравитационного (теплового) и ветрового напора.

В случае расположения приточных и вытяжных отверстий на разных стенах скорость движения воздуха в прослойке V_{str} может определяться по следующей формуле:

$$V_{str} = \sqrt{\frac{K(\mathrm{K}_n - \mathrm{K}_z)\,\mathrm{V}_n^2 + 0,08h(\mathrm{t}_{str} - \mathrm{t}_e)}{\sum_i \xi_i}} \quad (78)$$

где,,

K_n, K_z – аэродинамические коэффициенты для различных стен здания, согласно SM SR EN ISO 10456;

V_n – скорость движения наружного воздуха, м/с;

K – коэффициент выраженности изменения скорости потока по высоте, согласно SM SR EN ISO 10456;

h – перепад высот от входа воздуха в промежуточный слой до выхода из него, м;

t_{str}, t_e – средняя температура воздуха в промежуточном слое и температура наружного воздуха, °С;

$\sum_i \xi_i$ - - сумма местных коэффициентов сопротивлений;;

При размещении выходных и приточных отверстий воздухораспределительного устройства с одной стороны здания принимается согласно Kn=Kz и формула (79) упрощается::

$$V_{str} = \sqrt{\frac{0,08h(\mathrm{t}_{str} - \mathrm{t}_e)}{\sum_i \xi_i}} \tag{79}$$

В формулах (79) и (80) используется средняя температура воздуха в прослойке t_{str}, которая в свою очередь зависит от скорости движения воздуха в прослойке:

$$t_{str} = t_0 - (\mathrm{t}_0 - \mathrm{t}_e)\frac{x_0}{h}\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{x_0}\right)\right] \tag{80}$$

unde,

t_o – предельная температура воздуха в промежуточном слое, °С, определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{\frac{t_{\mathrm{int}}}{R_{\mathrm{int}}} + \frac{t_e}{R_e}}{\frac{1}{R_{\mathrm{int}}} + \frac{1}{R_e}} \tag{81}$$

x_o – условная высота, на которой температура воздуха в прослойке отличается от предельной температуры t_o в e раз ($e \approx 2,7$) меньше, чем отличалась при входе в прослойку, м, определяется по формуле:

$$x_0 = \frac{c_{aer} V_{str} \delta_{str} \rho_{aer}}{\frac{1}{R_{\mathrm{int}}} + \frac{1}{R_e}} \tag{82}$$

c_{aer}=1005 Дж/(кг·°С) - удельная теплоемкость воздуха;

ρ_{aer} =353/(273+$t_{пр}$) кг/м^3 - средняя плотность воздуха в прослойке;

$R_e=1/\alpha_e+1/\alpha_{str}+R_{anv}$ - термическое сопротивление стены от воздушной прослойки до наружного воздуха, (м^2·°С)/Вт;

R_{anv} - термическое сопротивление облицовочной плитки, (м^2·°С)/Вт;

Для расчета в качестве R_{int} берется либо требуемое сопротивление теплопередаче из 11.1.3, либо приведенное сопротивление теплопередаче стены из 11.1.7 (в случае если принятая в проекте толщина утеплителя более чем на 20% отличается от минимально допустимой по 11.1.3).

Коэффициент теплоотдачи α_{str} равен сумме конвективного и лучистого коэффициентов теплоотдачи:

$$\alpha_{str} = \alpha_c + 2\alpha_r$$

Конвективный коэффициент теплоотдачи определяется по формуле:

$$\alpha_к = 7,34V_{пр}^{0,656} + 3,78e^{-1,91V_{пр}} \tag{83}$$

Лучистый коэффициент теплоотдачи определяется по формуле:

$$\alpha_r = \frac{m}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0}} \quad (84)$$

где,

C_o - коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/(м²·К⁴), равный 5,77;

C_1, C_2 - коэффициент излучения поверхностей, Вт/(м²·К⁴), в случае отсутствия данных по применяемым материалам принимаются равными 4,4 для минеральной ваты, 5,3 для неметаллической облицовки, 0,5 для облицовки полированным (со стороны прослойки) металлом;

m - температурный коэффициент, который определяется по формуле:

$$m = 0,04\left(\frac{273 + t_{str}}{100}\right)^3 \quad (85)$$

В процессе расчетов температура прослойки изменяется, но температурный коэффициент при этом изменяется слабо. Поэтому он находится один раз в начале расчетов для температуры t_e+1.

Температура и скорость движения воздуха в прослойке находятся методом итераций: по формуле (82) определяется средняя температура воздуха в прослойке с коэффициентом теплообмена в прослойке α_{str}, затем по формуле (78) или (79) определяется средняя скорость движения воздуха в прослойке при полученной температуре, пересчитывается коэффициент теплообмена в прослойке, пересчитывается R_e, по формуле (82) определяется средняя температура воздуха в прослойке для скорости движения воздуха в прослойке, полученной на предыдущем шаге и т.д.

На первом шаге средняя скорость движения воздуха в прослойке принимается равной 0 м/с.

Шаги итерации продолжаются пока разница между скоростями воздуха на соседних шагах не станет меньше 5%.

В результате расчета находятся температура и скорость движения воздуха в прослойке, а также коэффициент теплообмена в прослойке α_{str}.

11.1.5 Расчет влажностного режима наружных стен с НФС с вентилируемой воздушной прослойкой

Для определения таких характеристик конструкции, как долговечность и расчетная теплопроводность, рассчитывают влажностный режим конструкции в многолетнем цикле эксплуатации (нестационарный влажностный режим).

В наружных граничных условиях учитывают сопротивление паропроницанию ветрозащиты и наружной облицовки, а также воздухообмен в воздушной прослойке.

Результатом расчета является распределение влажности по толщине конструкции в любой момент времени ее эксплуатации, по которому определяют эксплуатационную влажность материалов конструкции.

По результатам расчета устанавливают соблюдение двух требований к конструкции.

Максимальная влажность утеплителя не должна превышать критической величины, которую принимают равной сумме w_B - расчетной влажности материала для условий эксплуатации В для применяемого утеплителя и Δw_{med} - предельно допустимого приращения влажности материала по таблице 7.

Средняя влажность утеплителя и основания в месяц наибольшего увлажнения не должна превышать расчетную влажность материала для условий эксплуатации.

Если для какого-либо из слоев конструкции требования к влажностному режиму стены не выполняются рекомендуется усиливать внутреннюю штукатурку, или увеличивать воздухообмен в воздушной прослойке, или уменьшать сопротивление паропроницанию ветрозащиты.

Дополнительным результатом расчета нестационарного влажностного режима является величина потока водяного пара из конструкции в воздушную прослойку q_a^{vap} , мг/(ч·м^2), в наиболее холодный месяц.

11.1.6 Расчет влажности воздуха на выходе из вентилируемой воздушной прослойки

Давление водяного пара в воздушной прослойке определяется балансом пришедшей из конструкции в прослойку и ушедшей из прослойки наружу влаги. Расчет проводится для наиболее холодного месяца. Решение уравнения баланса описывается формулой:

$$e_{str} = e_1 - (\mathrm{e}_1 - \mathrm{e}_e)\exp(-\frac{h}{x_1}) \quad (86)$$

где,
e_{str} – парциальное давление водяного пара в воздушной прослойке, Па;
e_1 – предельное парциальное давление водяного пара в прослойке, Па, определяется по формуле:

$$e_1 = \frac{e_e + R_{ec}^{vap} k e_{\mathrm{int}}}{k R_{ec}^{vap} + 1}$$

x_1 - условная высота, на которой парциальной давление водяного пара в прослойке отличается от предельного в e раз ($e \approx 2{,}7$) меньше, чем отличалось при входе в прослойку, м, определяется по формуле:

$$x_1 = 22100 \frac{V_{str} \delta_{str} \gamma_{\mathrm{int}} R_{ec}^{vap}}{k R_{ec}^{vap} + 1}$$

e_e - парциальное давление водяного пара наружного воздуха, Па;

R_{ec}^{vap} - сопротивление паропроницанию облицовки фасада, (м^2·ч·Па)/мг;

k - коэффициент, мг/(м^2·ч·Па), определяемый по формуле:

$$k = \frac{q_a^{ab}}{e_{\mathrm{int}} - E_e}$$

q_a^{ab} - удельный поток пара из конструкции в воздушную прослойку, мг/(м^2·ч), определяется по результатам п. 7.1.5.

Величина e_{str} сравнивается с давлением насыщенного водяного пара при температуре воздуха, равной t_e, и если $e_{str} > E_e$, то принимаются меры по улучшению влажностного режима воздушной прослойки: увеличивается ширина воздушной прослойки, уменьшается высота непрерывной

воздушной прослойки (устанавливаются рассечки вентилируемой прослойки), увеличивается ширина зазора между плитками облицовки.

В случае разделения вентилируемой прослойки рассечками следует предусматривать продухи для выхода воздуха из нижней части прослойки и забора воздуха в верхнюю часть прослойки.

По возможности следует препятствовать смешиванию выбрасываемого и забираемого воздуха.

11.1.7 Расчет требуемой величины сопротивления воздухопроницанию стены с НФС с вентилируемой воздушной прослойкой

Требуемая воздухопроницаемость G_{nec} стены с облицовкой на относе, кг/(м²·ч), определяется по формуле:

$$G^{nec} = \frac{F}{6{,}14 R_0^{vap}} \tag{87}$$

где,
F - параметр получаемый из таблицы 11;
R_0^{vap} - полное сопротивление паропроницанию стены, (м²·ч·Па)/мг.

Таблица 11 - Значения параметра *F*, для различных значений параметров *D* и *k*

D	k									
	0,005	**0,01**	**0,015**	**0,02**	**0,03**	**0,04**	**0,06**	**0,08**	**0,1**	**0,12**
0,02	3,96	1,61	0,62							
0,04	8,16	4	2,5	1,64	0,63					
0,06		6,17	4,05	2,92	1,66	0,92				
0,08	16,7		5,54	4,1	2,55	1,68	0,65			
0,1		10,5		5,24	3,39	2,38	1,22	0,51		
0,12	25,6		8,52		4,19	3,03	1,73	0,96	0,42	
0,14		15,1		7,54		3,67	2,22	1,39	0,81	
0,16	34,9		11,6		5,8		2,69	1,79	1,17	0,7
0,18		19,8		9,92		4,92		2,17	1,51	1,02
0,2	44,6		14,9		7,43		3,61		1,84	1,32

Параметр D определяется по формуле:

$$D = \frac{E_{iz} - e_e}{e_{\text{int}} - e_e} \tag{88}$$

где,

E_{iz} - давление насыщенного водяного пара на границе между утеплителем и вентилируемой воздушной прослойкой, Па.

Параметр k определяется по формуле:

$$k = \frac{R_e^{vap}}{R_0^{vap}} \tag{89}$$

где,

R_e^{vap} - сопротивлению влагообмену на наружной границе ограждающей конструкции, (м²·ч·Па)/мг, определяемое по формуле:

$$R_e^{vap} = R_{vent}^{vap} + \frac{1}{\frac{1}{R_{anv}^{vap}} + \frac{28573}{1+\frac{t_{str}}{273}} \times \frac{\delta_{str}}{h} \times V_{str}} \quad (90)$$

Полное сопротивление паропроницанию стены определяется как сумма сопротивлений паропроницанию всех слоев конструкции плюс сопротивления влагообмену на наружной и внутренней границах стены.

Воздухопроницаемость конструкции не должна превышать требуемую. Воздухопроницаемость конструкции определяется в соответствии с п. 7 для условий наиболее холодного месяца.

11.1.8 Для конструкции после всех корректировок уточняется приведенное сопротивление теплопередаче.

Приведенное сопротивление теплопередаче рассчитывается в соответствии с п. 5.2.

11.2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций теплых чердаков

11.2.1 Требуемое сопротивление теплопередаче перекрытия теплого чердака $R_{o,\text{pod.c}}^{nec}$, м²·°С/Вт определяют по формуле:

$$R_{o,\text{pod.c}}^{nec} = n_t \cdot R_0^{nec} \quad (91)$$

где,

R_o^{nec} - нормируемое сопротивление теплопередаче покрытия, определяемое по таблице 5 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства;

n_t – коэффициент, которая применительно к теплому чердаку имеет вид:

$$n_t = \frac{t_{\text{int}} - t_e^{pod}}{t_{\text{int}} - t_e} \quad (92)$$

t_{int} – то же, что и в формуле (13);

t_e – то же, что и в формуле (14);

t_e^{pod} - расчетная температура воздуха в чердаке, °С, устанавливаемая для расчета теплового баланса для 6–8-этажных зданий 14 °С, для 9–12- этажных зданий 15–16 °С, для 14–17-этажных зданий 17–18 °С. Для зданий ниже 6 этажей чердак, как правило, выполняют холодным, а вытяжные каналы из каждой квартиры выводят на кровлю.

11.2.2 Проверяют условие $\Delta t \le \Delta t^e$ для перекрытия по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^{pod}}{R_{o,pod.c}^{nec} \alpha_{\text{int}}} \quad (93)$$

где,

t_{int}, t_{int}^{pod}, $R_{o,\text{pod.c}}^{nec}$ - то же, что и в (91) и (92);

α_{int} - то же, что и в формуле (6);

Δt^e - нормируемый температурный перепад, принимаемый согласно СНиП 2.04.05 равным 3 °С.

Если условие $\Delta t \le \Delta t^{e}$ не выполняется, то следует увеличить сопротивление теплопередаче перекрытия $R^{nec}_{o,\text{pod.c}}$ до значения, обеспечивающего это условие.

11.2.3 Требуемое сопротивление теплопередаче покрытия $R^{nec}_{o,\text{acop}}$, м²·°С/Вт, определяют по формуле:

$$R^{nec}_{o,acop} = \left(t^{pod}_{\text{int}} - t_e\right) / \left[0,28 G_{vent} c(\text{t}_{vent} - \text{t}^{pod}_{\text{int}}) + (\text{t}_{\text{int}} - \text{t}^{pod}_{\text{int}}) / \text{R}^{nec}_{o,pod.c} + (\sum_{i=l}^{n} q_{nec,i}) / \text{A}_{pod.c} - (\text{t}^{pod}_{\text{int}} - \text{t}_e)\alpha_{pod.per.} / R^{nec}_{o,pod.per} \right] \quad (94)$$

t_{int}, t^{pod}_{int}, t_e - то же, что и в (92);

G_{vent} - приведенный (отнесенный к 1 м² пола чердака) расход воздуха в системе вентиляции, кг/(м²·ч), определяемый по таблице 12;

с – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

t_{vent} – температура воздуха, выходящего из вентиляционных каналов, °С, принимаемая равной t_{int} + 1,5;

$R^{nec}_{o,\text{pod.c}}$ - требуемое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия теплого чердака, м²·°С/Вт, устанавливаемое согласно SM EN ISO 6946;

$q_{nec,i}$ – линейная плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции, приходящаяся на 1 м длины трубопровода i-го диаметра с учетом теплопотерь через изолированные опоры, фланцевые соединения и арматуру, Вт/м; для чердаков и подвалов значения q_{pi} приведены в таблице 12;

$l_{nec,i}$ – длина трубопровода i-го диаметра, м, принимается по проекту;

$a_{pod.per.}$ – приведенная (отнесенная к 1 м² пола чердака) площадь наружных стен теплого чердака, м²/м², определяемая по формуле:

$$\alpha_{\text{pod.per.}} = \frac{A_{\text{pod.per.}}}{A_{\text{pod.c.}}} \quad (95)$$

$A_{\text{pod.per.}}$ - площадь наружных стен чердака, м²;

$A_{\text{pod.c.}}$ - площадь перекрытия теплого чердака, м²;

$R^{nec}_{o,\text{pod.per}}$ - нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен теплого чердака, м²·°С/Вт, определяемое согласно п. 11.2.4.

Таблица 12 – Приведенный расход воздуха в системе вентиляции

Этажность здания	**Приведенный расход воздуха G_{vent}, кг/(м²·ч), при наличии в квартирах**	
	газовых плит	**электроплит**
5	12	9,6
9	19,5	15,6
12	—	20,4
16	—	26,4

Таблица 13 – Нормируемая плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции трубопроводов на чердаках и подвалах

Условный диаметр трубопровода, мм	Средняя температура теплоносителя, °С				
	60	70	95	105	125
	Линейная плотность теплового потока $q_{mp,i}$, Вт/м				
10	7,7	9,4	13,6	15,1	18
15	9,1	11	15,8	17,8	21,6
20	10,6	12,7	18,1	20,4	25,2
25	12	14,4	20,4	22,8	27,6
32	13,3	15,8	22,2	24,7	30
40	14,6	17,3	23,9	26,6	32,4
50	14,9	17,7	25	28	34,2
70	17	20,3	28,3	31,7	38,4
80	19,2	22,8	31,8	35,4	42,6
100	20,9	25	35,2	39,2	47,4
125	24,7	29	39,8	44,2	52,8
150	27,6	32,4	44,4	49,1	58,2

ПРИМЕЧАНИЕ — Плотность теплового потока в таблице определена при средней температуре окружающего воздуха 18 °С. При меньшей температуре воздуха плотность теплового потока возрастает с учетом следующей зависимости:

$$q_i = q_{18}\left[\frac{(t_T - t)}{(t_T - 18)}\right]^{1,283} \quad (11.3.6)$$

где,

q_{18} - линейная плотность теплового потока по таблице 12;

t_T - температура теплоносителя, циркулирующего в трубопроводе при расчетных условиях, °С;

t - температура воздуха в помещении, где проложен трубопровод, °С.

11.2.4 Нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен теплого чердака $R^{nec}_{o,\text{pod.per}}$, м²·°С/Вт, определяют согласно SM EN ISO 6946 в зависимости от градусо-суток \отопительного периода климатического района строительства при расчетной температуре воздуха в чердаке t^{pod}_{int}.

11.2.5 Проверяют наружные ограждающие конструкции на невыпадение конденсата на их внутренних поверхностях. Температуру внутренней по верхности стен $\tau^{per}_{\text{p.int}}$, перекрытий $\tau^{plans}_{\text{p.int}}$ и покрытий $\tau^{acop}_{\text{p.int}}$ чердака следует определять по формуле:

$$q_i = q_{18}\left[\frac{(t_T - t)}{(t_T - 18)}\right]^{1,283} \quad (97)$$

где,

t^{pod}_{int}, t_e - то же, что и в 11.2.1;

$\alpha^{pod}_{\text{int}}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности наружного ограждения теплого чердака, Вт/(м2·°С), принимаемый: для стен – 8,7; для покрытий 7–9-этажных домов – 9,9; 10–12-этажных – 10,5; 13–16-этажных – 12 Вт/(м²·°С);

R_o — нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен $R^{nec}_{o,\text{pod.per}}$, перекрытий $R^{nec}_{o,\text{plans.}}$ и покрытий $R^{nec}_{o,\text{acop}}$ теплого чердака, м²·°С/Вт.

Температура точки росы t_p вычисляется следующим образом: определяется влагосодержание воздуха чердака f_{pod} по формуле:

$$f_{pod} = f_e + \Delta f \tag{98}$$

где,

f_e – влагосодержание наружного воздуха, г/м³, при расчетной температуре t_e, определяется по формуле:

$$f_e = \frac{0,794 \cdot e_e}{(1 + t_e / 273)} \tag{99}$$

e_e – среднее за январь парциальное давление водяного пара, гПа;

Δf – приращение влагосодержания за счет поступления влаги с воздухом из вентиляционных каналов, г/м³, принимается: для домов с газовыми плитами – 4,0 г/м³, для домов с электроплитами — 3,6 г/м³;

Рассчитывается парциальное давление водяного пара воздуха в теплом чердаке e_g, гПа, по формуле:

$$e_{pod} = f_{pod} \left(1 + \frac{t_e}{273} \right) \Big/ 0,794 \tag{100}$$

По таблицам парциального давления насыщенного водяного пара определяется температура точки росы t_r по значению $E = e_{pod}$.

Полученное значение t_r сопоставляется с соответствующим значением $\tau_{\text{p.int}}$ (стен $\tau^{per}_{\text{p.int}}$, перекрытий $\tau^{plans}_{\text{p.int}}$ и покрытий $\tau^{acop}_{\text{p.int}}$) на удовлетворение условия $t_r < \tau_{\text{p.int}}$.

11.3 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций технических подполий

11.3.1 Технические подвалы (техподполье) – это подвалы при наличии в них нижней разводки труб систем отопления, горячего водоснабжения, а также труб системы водоснабжения и канализации.

11.3.2 Нормируемое сопротивление теплопередаче $R^{nec}_{o,\text{socl.per}}$ м²·°С/Вт, части цокольной стены, расположенной выше уровня грунта, определяют согласно п. 5.1.2 для стен в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства. При этом в качестве расчетной температуры внутреннего воздуха принимают расчетную температуру воздуха в техподполье t^{subs}_{int}, °С, равную не менее плюс 2°С при расчетных условиях.

11.3.3 Определяют приведенное сопротивление теплопередаче $R^{nec}_{o,\text{socl.înf}}$, м²·°С/Вт, ограждающих конструкций заглубленной части техподполья, расположенных ниже уровня земли согласно методике п. 5.2.7.

11.3.4 Нормируемое сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия над техподпольем $R^{nec}_{o,\text{socl.1}}$, м²·°С/Вт, определяют по формуле:

$$R_{o,socl.1}^{nec} = n_t \cdot R_0^{nec} \quad (101)$$

где,

R_0^{nec} R_{req} – нормируемое сопротивление теплопередаче перекрытий над техподпольем, определяемое в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства;

n_t – коэффициент, определяемый по формуле (3), которая в данном случае имеет вид:

$$n_t = \frac{t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^{subs}}{t_{\text{int}} - t_e} \quad (102)$$

t_{int}, t_e – то же, что и в п. 11.2.2;

t_{int}^{subs} – то же, что и в 11.3.5.

11.3.5 Температуру воздуха в техподполье t_{int}^{subs}, °С, определяют по формуле:

$$t_{\text{int}}^{subs} = \frac{\left[t_{\text{int}} A_{socl1} \Big/ R_{o,\text{socl1}}^{norm} + \sum_{i=1}^{n} q_{\text{nec},i} l_{\text{nec},i} + 0,28 V_{subs} n_{\text{int}} \rho t_e + t_e A_{socl3} \Big/ R_{o,\text{socl3}}^{nec} + t_e A_{o,\text{socl.per}} \Big/ R_{o,\text{socl.per}}^{nec} \right]}{\left[A_{socl1} \Big/ R_{o,\text{socl1}}^{norm} + 0,28 V_{subs} n_{\text{int}} \rho + A_{socl3} \Big/ R_{o,\text{socl3}}^{nec} + A_{o,\text{socl.per}} \Big/ R_{o,\text{socl.per}}^{nec} \right]} \quad (103)$$

где,

t_{int} – расчетная температура воздуха в помещении над техподпольем, °С;
t_e, $q_{nec,i}$, $l_{nec,i}$, c – то же, что и в формуле (93);

$A_{socl.1}$ – площадь техподполья (цокольного перекрытия), м^2;

$R_{o,\text{socl1}}^{norm}$ - нормируемое сопротивление теплопередаче цокольного перекрытия, м^2·°С/Вт, устанавливаемое согласно п. 11.3.4;

V_{subs} – объем воздуха, заполняющего пространство техподполья, м^3;

n_{int} – кратность воздухообмена в подвале, ч$^{-1}$: при прокладке в подвале газовых труб $n_в$ = 1,0 ч$^{-1}$, в остальных случаях $n_в$ = 0,5 ч$^{-1}$;

ρ – плотность воздуха в техподполье, кг/м^3, принимаемая равной ρ = 1,2 кг/м^3;

$A_{socl.3}$ – площадь пола и стен техподполья, контактирующих с грунтом, м^2;

$R_{o,\text{socl3}}^{nec}$ - то же, что и в 11.2.3;

$A_{socl.per}$ – площадь наружных стен техподполья над уровнем земли, м^2;
$R_{o,\text{socl.per}}^{nec}$ - то же, что и в 11.2.3.

Если t_{int}^{subs} отличается от первоначально заданной температуры более чем на 0,1 °С , расчет повторяют принимая температуру в подполье равной полученной t_{int}^{subs} по п. 11.3.3–11.3.5 до получения равенства величин в предыдущем и последующем шагах.

11.3.6 Определяют величину Δt по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^{pod}}{R_{o,\text{socl1}}^{norm}\alpha_{\text{int}}} \quad (104)$$

где,

t_{int} – то же, что и в п. 11.3.4;

t_{int}^{subs} – то же, что и в 11.3.5;

$R_{o,\text{socl1}}^{norm}$ - то же, что и в 11.3.5;

α_{int} – то же, что и в формуле (6).

Проверяют полученное значение Δt на удовлетворение требования по нормируемому температурному перепаду для пола первого этажа, не более Δt^{e} = 2 °С.

11.4 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций

Приближенный расчет приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций проводится в соответствии с методикой изложенной в приложении п. 5.2.

При этом, в качестве плоского элемента выступает стеклопакет в своей центральной (однородной) части, а в качестве линейных элементов принимаются узлы стыка стеклопакета с рамой, включая раму.

11.4.1 Сопротивление теплопередаче центральной части стеклопакета принимается по результатам испытаний в аккредитованной лаборатории. В случае отсутствия данных испытаний допускается принимать значения сопротивления теплопередаче центральной части стеклопакета по таблице 14.

11.4.2 Количество линейных элементов должно соответствовать числу различающихся по размерам (толщине или ширине) или составу участков рамы, окружающих стеклопакет. Например, для двухстворчатого оконного блока в наиболее простом случае можно выделить: 1 - боковую и верхнюю границу, 2 - нижнюю границу, 3 - границу между створками.

Расчет удельных потерь теплоты через линейные элементы производится в соответствии с п. 5.2.

При расчете потери теплоты, как через стык, так и через раму относятся к линейному элементу.

Формально принимается, что вся площадь оконного блока заполнена однородным стеклопакетом.

Потери через линейные элементы служат добавками к потерям через стеклопакет.

При расчете температурных полей для нахождения удельных потерь теплоты через линейные элементы следует учитывать внутреннюю структуру профиля и дистанционную рамку в стеклопакете.

Стеклопакет заменяется панелью из стекол и эквивалентного материала на месте прослоек с сохранением размеров.

Коэффициент теплопроводности эквивалентного материала находится из равенства сопротивления теплопередаче стеклопакета и вводимой в расчет панели. Коэффициент теплопроводности стекла принимается равным 1 Вт/(м·°С).

11.4.3 В случае расчета светопрозрачных конструкций для конкретного здания и наличия данных о способе их монтажа, допускается в расчетах температурных полей для линейных элементов учитывать детали заделки. В частности, допускается учитывать в расчетах нахлест утеплителя или внутренней отделки на раму.

В случае расчета светопрозрачных конструкций вне проекта здания (для изделия) расчет проводится для стандартного стыка со стеной без нахлестов на конструкцию и слоем ППУ, отделяющим стену от изделия толщиной не менее 20 мм.

Таблица 14 - Сопротивления теплопередаче центральной части стеклопакета (оценочные)

Вид стеклопакета	**Сопротивление теплопередаче центральной части стеклопакета, $R_{0termopan}$, $\left(м^2 \cdot {}^oC\right)/Вт$**		
Однокамерные стеклопакеты			
	Расстояние между стеклами 12 мм	**Расстояние между стеклами 16 мм**	**Расстояние между стеклами 20 мм**
Из стекла без покрытий с заполнением воздухом	0,34	0,35	0,35
Из стекла без покрытий с заполнением аргоном	0,36	0,37	0,37
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздухом	0,59	0,65	0,64
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением аргоном	0,76	0,81	0,79
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением криптоном	0,86	0,84	0,82
Из стекла без покрытий с заполнением воздухом	0,46	0,5	0,53
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздухом	0,64	0,78	0,9
С одним стеклом с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением аргоном	0,78	0,95	1,05
С двумя стеклами с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением воздухом	0,82	1,06	1,27
С двумя стеклами с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением аргоном	1,1	1,4	1,55
С двумя стеклами с низкоэмиссионным мягким покрытием с заполнением криптоном	1,73	1,71	1,67
Промежуточные значения расстояний между стеклами принимаются интерполяцией. Данные в таблице приведены по расчету для средних за отопительный период температурных перепадов. ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Не рекомендуется заменять в стеклопакетах воздух инертными газами без использования низкоэмиссионных покрытий, так как это мероприятие практически не дает эффекта.			

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Рекомендуется комбинировать стекла с низкоэмиссионным покрытием с заполнением межстекольного пространства инертными газами, так как в этом случае достигается максимальный эффект от каждого мероприятия.

11.5 Расчет требуемых сопротивлений теплопередаче участков стен и окон, расположенных за остекленными лоджиями и балконами

11.5.1 При остеклении лоджий и балконов образуется замкнутое пространство, температура которого формируется в результате воздействия ограждающих конструкций этого пространства, среды помещения здания и наружных условий. Температура внутри этого пространства определяется на основе решения уравнения теплового баланса остекленной лоджии или балкона (далее – лоджии).

$$(\mathrm{t}_{\mathrm{int}} - \mathrm{t}_{bal})\sum_{i=1}^{n}(\mathrm{A}_i^{+} / \mathrm{R}_{0,i}^{nec+}) = (\mathrm{t}_{bal} - \mathrm{t}_e)\sum_{j=1}^{m}(\mathrm{A}_j^{-} / \mathrm{R}_{o,j}^{nec-}) \quad (105)$$

где,

t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха помещения, °С, принимаемая согласно указаниям п. 5.2.13;

t_e – расчетная температура наружного воздуха, °С, принимаемая согласно указаниям п. 5.2.14;
t_{bal} – температура воздуха пространства остекленной лоджии, °С;

A_i^{+}, $R_{o,i}^{nec+}$ - соответственно площадь, м², и приведенное сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт, i-го участка ограждения между помещением здания и лоджией;

n – число участков ограждений между помещением здания и лоджией;

A_j^{-}, $R_{o,j}^{nec-}$ - соответственно площадь, м², и приведенное сопротивление теплопередаче, м²·°С/Вт, j-го участка ограждения между лоджией и наружным воздухом;

m – число участков ограждений между лоджией и наружным воздухом.

11.5.2 Температуру воздуха внутри остекленной лоджии t_{bal} следует определять из уравнения теплового баланса по формуле:

$$t_{bal} = \frac{\left[t_{\mathrm{int}}\sum_{i=1}^{n}(A_i^{+} \Big/ R_{o,i}^{nec+}) + t_e\sum_{j=1}^{m}\left(A_j^{-} \Big/ R_{o,j}^{nec-}\right)\right]}{\left[\sum_{i=1}^{n}(A_i^{+} \Big/ R_{o,i}^{nec+}) + \sum_{j=1}^{m}\left(A_j^{-} \Big/ R_{o,j}^{nec-}\right)\right]} \quad (106)$$

11.5.3 При определении нормируемых значений приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций остекленной лоджии $R_{\mathrm{o,per}}^{nec}$ и $R_{\mathrm{o,fer}}^{nec}$, разделяющих внутреннюю и наружную среды согласно п. 5.2 [5] базовые значения требуемых сопротивлений теплопередаче стен и окон по табл. 3 следует умножать на коэффициент n_t, рас- считанный по формуле (3), которая в данном случае будет иметь вид:

$$n_t = \frac{t_в - t_{бал}}{t_в - t_н} \quad (107)$$

где,

n_t – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций здания по отношению к наружному воздуху; для наружных стен и окон остекленной лоджии;

$R_{o,\text{per}}^{nec}$ - приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены в пределах остекленной лоджии, м²·°С/Вт;

$R_{o,\text{fer}}^{nec}$ - приведенное сопротивление теплопередаче заполнений оконных проемов и проемов лоджии, расположенных в наружной стене в пределах остекленной лоджии, м²·°С/Вт.

11.6 Правила применения отражательной теплоизоляции

11.6.1 Для повышения теплозащитных качеств наружных ограждений используют отражательную теплоизоляцию (алюминиевую фольгу, офольгированные материалы, материалы с низким коэффициентом излучения).

11.6.2 Отражательную теплоизоляцию устанавливают в наружной ограждающей конструкции с устройством воздушной прослойки. Толщина воздушной прослойки должна быть 20 – 50 мм, но не более 100 мм, высота – не более высоты этажа. Блестящая поверхность офольгированных материалов или поверхность с низким коэффициентом излучения должна быть обращена в воздушную прослойку.

Отражательную теплоизоляцию из офольгированных материалов с малым сопротивлением паропроницанию допускается использовать в качестве пароизоляции. В этом случае отражательную теплоизоляцию следует устанавливать на теплой стороне наружной ограждающей конструкции с устройством воздушной прослойки.

11.6.3 Расчет температур на поверхностях и термическое сопротивление вертикальной замкнутой воздушной прослойки с отражательной теплоизоляцией или с материалом с низким коэффициентом излучения следует проводить в соответствии с действуишими нормами.

При расчете термического сопротивления замкнутых воздушных прослоек коэффициент излучения материалов на поверхностях воздушных прослоек следует принимать по Приложению Е настоящего свода правил.

12 Проектирование зданий NZEB

12.1 Проектирование здания NZEB должно осуществляться на основе принципов энергоэффективных концепций зданий, которые строятся максимально экологично и контролируются в процессе эксплуатации (например, Passive House, Active House, Green Buildings и т.д.) В связи с этим особое внимание следует уделить следующим аспектам, при этом приоритетным условием является обеспечение внутреннего комфорта и здоровья пользователей:

1. Архитектурное соответствие с наиболее компактной геометрией (наименьшее соотношение A/V) и выгодным расположением на участке, а также расположение комнат в соответствии с ориентацией здания по отношению к его ориентации и соседству;
2. Обеспечение непрерывного теплоизоляционного слоя вокруг оболочки здания и достижение уровня теплоизоляции, обеспечивающего значения термического сопротивления, требуемые для NZEB, включая минимальное воздействие тепловых мостов за счет адекватной обработки деталей тепловых мостов;
3. Наружные столярные изделия с высокими теплотехническими характеристиками: Теплоизолирующая рама и двойное или тройное остекление (два или три стекла), с низким коэффициентом теплопередачи и/или солнцезащитным покрытием, с воздухом или редким газом между стеклами и, при теплом остеклении, с низкой воздухопроницаемостью; правильное расположение по отношению к конструкции непрозрачной части и правильное уплотнение по контуру, выбор коэффициента пропускания солнечной энергии, g, адаптированного к конкретным условиям каждого фасада в зависимости от его назначения, процента остекления, условий комфорта, ориентации и др. а также наличие соответствующих тепловых солнцезащитных устройств;
4. Обеспечение непрерывного слоя герметизации ограждающей конструкции;
5. Оценка решений для шин с точки зрения массопереноса;
6. Использование тепловой инерции здания и подготовка проверок тепловой устойчивости для легких конструкций;

7. Обеспечение хранения тепловой и/или электрической энергии местного производства;
8. Экологически чистые материалы или минимальное воздействие на здоровье пользователей здания;
9. Возобновляемые источники энергии, встроенные в конструктивные элементы оболочки здания (например, фотоэлектрические элементы в оболочке здания или в структуре остекленных поверхностей);
10. Использование материалов и/или строительных решений, обеспечивающих циркулярную экономию после окончания срока службы;
11. Использование материалов и технических систем с наименьшим количеством воплощенной энергии (и углеродным следом);
12. Обеспечение технических систем, подходящих для обогрева, охлаждения или вентиляции воздуха.

ПРИМЕЧАНИЕ - Для зданий с низким энергопотреблением NZEB рекомендуемые технические решения будут регулироваться специальным техническим регламентом.

12.2 Следует обратить внимание на следующие аспекты:
- обеспечение непрерывного теплоизоляционного слоя вокруг оболочки здания;
- обеспечение того, чтобы детали стыков элементов, составляющих тепловую оболочку, были такими, чтобы влияние тепловых мостов, измеряемое линейным и точечным тепловым пропусканием, было ослаблено (среднее значение линейного теплового пропускания в оболочке здания < 0,15 Вт/мК);
- соответствующая установка в непрозрачной стене наружных столярных изделий с высокими эксплуатационными характеристиками для минимизации эффекта теплового моста;
- минимизация инфильтрации (утечки) воздуха через герметичные участки здания, т.е. обеспечение непрерывного герметичного слоя.

12.3 В новых жилых зданиях (NZEB) рекомендуется предусматривать системы вентиляции с рекуперацией тепла с номинальным КПД ≥ 75% и удельным электропотреблением ≤ 0,15...0,30 Вт-ч/м^3, а в новых нежилых зданиях (NZEB) - механические системы вентиляции с рекуперацией тепла с номинальным КПД ≥ 75% и удельным электропотреблением ≤ 0,15...0,30 Вт-ч/м^3.

12.4 Для систем отопления, охлаждения, подготовки и потребления тепловой энергии, охлаждения, подготовки и потребления горячей воды и освещения в новых или реконструированных жилых или нежилых зданиях должно использоваться только то оборудование, технические и энергетические характеристики которого соответствуют национальным нормам и/или европейским нормам экологического дизайна, если они существуют; если для определенного оборудования не существует национальных норм или европейских норм экологического дизайна, содержащих минимальные эксплуатационные требования, то минимальные требования к энергоэффективности должны быть установлены как среднее арифметическое не менее 3 технически аналогичных продуктов на рынке.

ПРИМЕЧАНИЕ - Энергетические характеристики здания являются одним из аспектов его устойчивости, определяя качества и возможности здания по смягчению воздействия окружающей среды. Верно и обратное, поэтому влияние здания на окружающую среду, включая существующую застройку, становится очень важным. Подход в контексте реализации концепции NZEB становится сложным, учитывая разнообразие параметров, которые входят в анализ:
- охватывает весь жизненный цикл зданий;
- затрагивает все этапы существования здания, управляя всем процессом (концепция, проектирование во всех его фазах, исполнение, эксплуатация, последующее использование - повторное использование, переработка);
- относится к возможностям вмешательства, которыми оперирует дизайнер-архитектор (еще) на стадии концепции, таким образом, соответствие архитектуре является пассивной реакцией на требования окружающей среды.

Архитектурное концепция проектирование нового здания в современных условиях глобального потепления и изменения климата, характеризующихся экстремальными метеорологическими явлениями, обязательно основывается на аналитическом подходе и включает в себя: геометрическое соответствие, соотношение площади ограждающих конструкций к объему закрытых помещений, соблюдение в жилых зданиях действующего жилищного законодательства с изменениями и дополнениями, касающегося минимальных площадей помещений и их расположения по отношению к кардинальной ориентации, обеспечение уровня естественного дневного освещения, соответствующего использованию помещений, за счет площади

остекления, размеров и пропорций помещений, кардинальной ориентации, оценки воздействия строительства за счет его расположения на участке по отношению к существующей застройке (расстояния до соседей, высоты зданий и др.), с точки зрения обеспечения солнечного света, с точки зрения пожарной безопасности, оценка необходимости использования солнцезащитных устройств.

12.5 Энергетические и экологические параметры, адаптируемые к зданиям NZEB, рекомендуется соотносить с текущими минимальными требованиями к новым зданиям, а также с зональными климатическими и технологическими ограничениями. Определение здания с почти нулевым энергопотреблением является результатом выполнения двух следующих компонентов, характеризующих энергетические характеристики здания:

- архитектурная конфигурация здания в соответствии с принципами устойчивого развития и, в частности, с минимизацией воздействия на природную среду, в том числе на микроклимат территории;
- обеспечение потребностей в энергоснабжении путем оснащения зданий возобновляемыми источниками энергии - расположенными либо на здании, либо на земельном участке, принадлежащем зданию; однако оснащение возобновляемыми источниками должно быть тщательно проанализировано на стадии проекта градостроительного зонирования с точки зрения воздействия на природную среду, с одной стороны, и с точки зрения самого здания, с другой стороны.

12.6 Для подтверждения того, что минимальное потребление общей первичной энергии, используемой техническими системами здания, происходит из возобновляемых источников энергии (ВИЭ), необходимо учитывать следующее:

- доля энергии, потребляемой системами технического здания, от общей энергии, производимой отдельными возобновляемыми источниками, установленными в здании/на здании, т.е. расположенными на территории (земле), прилегающей к зданию;
- доля энергии, потребляемой системами технического здания, от общей энергии, производимой возобновляемыми источниками, расположенными вблизи (по соседству) здания, на расстоянии вблизи здания, включая централизованные возобновляемые источники, не подключенные к НЭС (национальной системе электроснабжения), которые могут использоваться совместно несколькими зданиями, земля которых прилегает к территории здания;
- доля электрической энергии, потребляемой техническими системами здания, подключенными к НЭС, равная средней по стране доле энергетического вклада возобновляемых источников, подключенных к НЭС;
- доля тепла и/или электричества, потребляемого техническими системами здания из энергии, произведенной на местных когенерационных установках, не подключенных к НЭС, которые могут использовать либо биомассу, либо биотопливо, либо другие возобновляемые источники энергии.

12.7 Поэтому считается, что минимальный процент, установленный действующим законодательством для потребления из возобновляемых источников, также вносит вклад в национальную или местную систему электро- и/или теплоснабжения (НЭС), в энергобаланс которой входит энергия из ВИЭ; это же правило применяется к централизованной системе теплоснабжения SACET, к которой подключен анализируемый объект, если возобновляемые источники используются для производства энергии, поставляемой SACET.

12.8 Максимальные уровни общего потребления первичной энергии относятся к общему количеству энергии, используемой из невозобновляемых и возобновляемых источников, при соблюдении качества окружающей среды в помещении, в соответствии с действующими техническими нормами.

12.1 Жилые здания NZEB

12.1.1 Для новых жилых зданий (NZEB) минимальные требования к энергетическим характеристикам при проектировании зданий касаются:

a) максимально допустимых предельных значений общего потребления первичной энергии (из возобновляемых и невозобновляемых источников) - в соответствии с NCM M 01.01;
b) максимально допустимые предельные значения выбросов CO_2-эквивалента - в соответствии с NCM M 01.01;
c) общее потребление первичной энергии должно не менее чем на 30% обеспечиваться возобновляемыми источниками, включая возобновляемые источники, установленные на месте или поблизости, в радиусе 30 км от GPS-координат здания.

12.1.2 Для выполнения минимальных требований к энергоэффективности, определенных выше, рекомендуется, чтобы все элементы здания, образующие оболочку здания, соответствовали соотношению $R' \geq R'_{min}$, соответственно $U' \leq U'_{max}$, где R'/R'_{min} [м²К/Вт] - минимальное (эталонное) расчетное/корректированное тепловое сопротивление для каждого элемента тепловой оболочки, а U'/U'_{max} [Вт/(м²К)] - максимальное (обратное R' соответственно R'_{min}) расчетное/корректированное тепловое пропускание, со значениями, указанными в таблице 12.1.

Таблица 12.1 - Рекомендуемые скорректированные термические сопротивления/ пропускания (нормативные/референтные значения) для жилых зданий NZEB

ЭЛЕМЕНТ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ	R'_{min} [м²К/Вт]	U'_{max} [Вт/(м²К)]
Наружные стены (за исключением остекленных участков, включая стены, примыкающие к открытым стыкам)	4,00 [1)]	0,25
Наружные столярные изделия (окна и мансардные окна)	0,90 [2,3)]	1,11
Наружные столярные изделия (двери с ручным управлением)	0,77 [2,3)]	1,30
Наружные столярные изделия (вертикальные световые люки)	0,83 [2,3)]	1,20
Настил над верхним уровнем, под террасами или чердаками	6,67 [1)]	0,15
Доски над неотапливаемыми подвалами и погребами	3,40 [1)]	0,29
Стены, примыкающие к закрытым стыкам	1,50 [1)]	0,67
Граничные доски, определяющие здание снизу, снаружи (у входных дверей, проходов и т.д.)	5,00 [1)]	0,20
Плиты перекрытия (выше систематизированного уровня земли)	5,00 [1)]	0,20
Плиты перекрытия на дне подвалов или отапливаемых подвалов (ниже СУЗ)	5,30 [1)]	0,19
Наружные стены, ниже СУЗ, в подвалах или отапливаемых подвалах	3,40 [1)]	0,29

ПРИМЕЧАНИЯ: 1 - Для непрозрачных элементов ограждающей конструкции здания термическое сопротивление может быть снижено (т.е. тепловое пропускание может быть выше) в случаях, когда установка теплоизоляции ограничена по техническим и экономическим причинам, обоснованным в отчете о соответствии NZEB (например, у соседних фундаментов зданий, разделенных или не разделенных швом, в случае фасадов, имеющих архитектурную ценность, и т.д.).).

ПРИМЕЧАНИЯ: 2 - Меры по обеспечению правильной вентиляции здания являются обязательными (например, применение концепции вентиляции, которая может включать решетки с регулировкой влажности для обеспечения потребностей в свежем воздухе). Также обязательно уменьшение тепловых мостов, создаваемых столярными изделиями, путем их установки как можно ближе к наружной поверхности внешних стен или даже за их пределами.

ПРИМЕЧАНИЯ: 3 - Значения R'_{min}, U'_{max} указанные в качестве рекомендаций в таблице 12.1, определены в соответствии с положениями соответствующих стандартов на продукцию, при этом элементы ограждающей конструкции рассматриваются как вертикально расположенные и не действительны для автоматических раздвижных дверей, телескопических раздвижных дверей, раздвижных дверей с функцией отрыва, круглых дверей, полукруглых дверей и вращающихся дверей. Эти значения действительны для встроенных столярных изделий с солнцезащитными экранами или без них и представляют собой среднее значение для всех ограждающих элементов одного типа.

12.1.3 Выполнение минимальных требований к энергоэффективности и гигротермическому комфорту также остается обязательным для жилых зданий NZEB, для которых эти требования не могут быть выполнены $R' \geq R'_{min}$для одного или нескольких элементов оболочки здания, соответственно $U' \leq U'_{max}$.

12.1.4 Для остекленных элементов, являющихся частью ограждающей конструкции жилого здания, также необходимо выбрать оптимальный солнечный фактор g_n (солнечный фактор g - это доля падающей солнечной энергии, которая проходит через остекленный элемент). Рекомендуется:

a) при использовании внешних систем затенения для регулирования количества солнечной энергии, попадающей на остекление, солнечный фактор g_n должен быть больше 0,50;
b) при использовании остекления с низким солнечным фактором g_n внешние элементы затенения больше не требуются.

12.1.5 Стекла, ориентированные под углом AOB, показанным синим цветом на рисунке 12.1, считаются подверженными воздействию солнечной радиации:

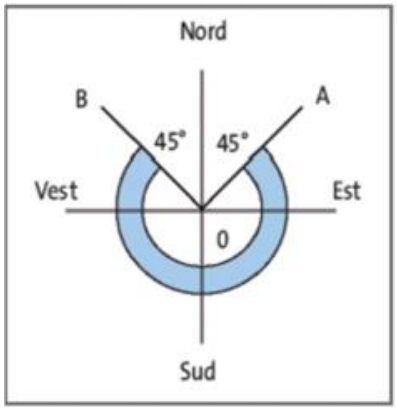


Рисунок 12.1 - Ориентация остекления, подверженного воздействию солнечной радиации

12.1.6 Оптимальный солнечный фактор g_n выбирается в зависимости от нескольких факторов, таких как:
- минимизация энергии, необходимой в течение года для отопления и охлаждения;
- доля площади остекления в ограждающей конструкции.

12.1.7 Выбрав оптимальный солнечный фактор, можно также оптимизировать размеры систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

12.1.8 Для остекления, которое не подвергается прямому воздействию солнечной радиации, рекомендуется использовать g_n солнечный фактор $>$ 0,50 независимо от климатической зоны. Если требуется одинаковый внешний вид остекления для всех ориентаций, то остекление, выбранное для ориентации, не подверженной прямому солнечному излучению, может быть использовано и для ориентации, подверженной прямому солнечному излучению.

12.1.9 Нормативные значения для оценки тепловой стабильности жилых зданий приведены в следующих таблицах.

Таблица 12.2 - Термостойкость строительных элементов

Элемент конструкции		**Минимальные значения**		
		ϑ_T	ε	Φ_i
		-	ore	-
Непрозрачные участки наружных стен		15	8	5
Пол над верхним этажом (непрозрачная часть)	Под террасами	25	10	6
	Под мостами	10	8	3

Таблица 12.3 - Тепловая стабильность помещений

Амплитуда колебаний температуры в помещении	зима	$A_{Ti} \leq$	1 ℃

12.2 Нежилые здания NZEB

12.2.1 Для новых жилых зданий (NZEB) минимальные требования к энергетическим характеристикам при проектировании зданий касаются:

d) максимально допустимых предельных значений общего потребления первичной энергии (из возобновляемых и невозобновляемых источников) - в соответствии с NCM M 01.01;
e) максимально допустимые предельные значения выбросов CO_2-эквивалента - в соответствии с NCM M 01.01;
f) общее потребление первичной энергии должно не менее чем на 30% обеспечиваться возобновляемыми источниками, включая возобновляемые источники, установленные на месте или поблизости, в радиусе 30 км от GPS-координат здания.

12.2.2 Для выполнения минимальных требований к энергоэффективности, определенных выше, рекомендуется, чтобы все элементы здания, образующие оболочку здания, соответствовали соотношению $R' \geq R'_{min}$, соответственно $U' \leq U'_{max}$, где R'/R'_{min} [м²К/Вт] - минимальное (эталонное) расчетное/корректированное тепловое сопротивление для каждого элемента тепловой оболочки, а U'/U'_{max} [Вт/(м²К)] - максимальное (обратное R' соответственно R'_{min}) расчетное/корректированное тепловое пропускание, со значениями, указанными в таблице 12.4.

Таблица 12.4 - Рекомендуемые скорректированные термические сопротивления/ пропускания (нормативные/референтные значения) для нежилых зданий NZEB

ЭЛЕМЕНТ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ	R'_{min} [м²К/Вт]	U'_{max} [Вт/(м²К)]
Наружные стены (за исключением остекленных участков, включая стены, примыкающие к открытым стыкам)	3,00 [1)]	0,33
Наружные столярные изделия (окна и мансардные окна)	0,83 [2,3)]	1,30
Наружные столярные изделия (двери с ручным управлением)	0,77 [2,3)]	1,30
Наружные столярные изделия (вертикальные световые люки)	0,77 [2,3)]	1,17
Настил над верхним уровнем, под террасами или чердаками	6,00 [1)]	0,29
Доски над неотапливаемыми подвалами и погребами	3,40 [1)]	0,67
Стены, примыкающие к закрытым стыкам	1,50 [1)]	0,20
Граничные доски, определяющие здание снизу, снаружи (у входных дверей, проходов и т.д.)	5,00 [1)]	0,20
Плиты перекрытия (выше систематизированного уровня земли)	5,00 [1)]	0,20
Плиты перекрытия на дне подвалов или отапливаемых подвалов (ниже СУЗ)	5,30 [1)]	0,19
Наружные стены, ниже СУЗ, в подвалах или отапливаемых подвалах	3,40 [1)]	0,29

ПРИМЕЧАНИЯ: 1 - Для непрозрачных элементов ограждающей конструкции здания термическое сопротивление может быть снижено (т.е. тепловое пропускание может быть выше) в случаях, когда установка теплоизоляции ограничена по техническим и экономическим причинам, обоснованным в отчете о соответствии NZEB (например, у соседних фундаментов зданий, разделенных или не разделенных швом, в случае фасадов, имеющих архитектурную ценность, и т.д.).).

ПРИМЕЧАНИЯ: 2 - Меры по обеспечению правильной вентиляции здания являются обязательными (например, применение концепции вентиляции, которая может включать решетки с регулировкой влажности для обеспечения потребностей в свежем воздухе). Также обязательно уменьшение тепловых мостов, создаваемых столярными изделиями, путем их установки как можно ближе к наружной поверхности внешних стен или даже за их пределами.

ПРИМЕЧАНИЯ: 3 - Значения R'_{min}, U'_{max} указанные в качестве рекомендаций в таблице 2.4, определены в соответствии с положениями соответствующих стандартов на продукцию, при этом элементы ограждающей конструкции рассматриваются как вертикально расположенные и не действительны для автоматических раздвижных дверей, телескопических раздвижных дверей, раздвижных дверей с функцией отрыва, круглых дверей, полукруглых дверей и вращающихся дверей. Эти значения действительны для встроенных столярных изделий с солнцезащитными экранами или без них и представляют собой среднее значение для всех ограждающих элементов одного типа.

12.2.3 Выполнение минимальных требований к энергоэффективности и гигротермическому комфорту также остается обязательным для нежилых зданий NZEB, для которых эти требования не могут быть выполнены $R' \geq R'_{min}$для одного или нескольких элементов оболочки здания, соответственно $U' \leq U'_{max}$.

12.2.4 Для остекленных элементов, являющихся частью ограждающей конструкции жилого здания, также необходимо выбрать оптимальный солнечный фактор g_n (солнечный фактор g - это доля падающей солнечной энергии, которая проходит через остекленный элемент). Рекомендуется:

a) при использовании внешних систем затенения для регулирования количества солнечной энергии, попадающей на остекление, солнечный фактор g_n должен быть больше 0,50;
b) при использовании остекления с низким солнечным фактором g_n внешние элементы затенения больше не требуются.

12.2.5 Для остекления, которое не подвергается прямому воздействию солнечной радиации, рекомендуется использовать g_n солнечный фактор $>$ 0,50 независимо от климатической зоны. Если требуется одинаковый внешний вид остекления для всех ориентаций, то остекление, выбранное для ориентации, не подверженной прямому солнечному излучению, может быть использовано и для ориентации, подверженной прямому солнечному излучению.

12.2.6 Оптимальный солнечный фактор g_n выбирается в зависимости от нескольких факторов, таких как:

- минимизация энергии, необходимой в течение года для отопления и охлаждения;
- доля площади остекления в ограждающей конструкции;
- заполненность/эксплуатация здания (например, учебные заведения не работают или работают очень мало в период летних каникул, поэтому можно выбрать более высокий солнечный коэффициент).

12.2.7 Выбор оптимального солнечного коэффициента положительно скажется на размерах установок отопления/кондиционирования/вентиляции.

Приложение А
(справочное)

Коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции

N п.п.	Материал наружной поверхности ограждающей конструкции	Коэффициент поглощения солнечной радиации ρ
1	Алюминий	0,5
2	Асбестоцементные листы	0,65
3	Асфальтобетон	0,9
4	Бетоны	0,7
5	Дерево неокрашенное	0,6
6	Защитный слой рулонной кровли из светлого гравия	0,65
7	Кирпич глиняный красный	0,7
8	Кирпич силикатный	0,6
9	Облицовка природным камнем белым	0,45
10	Окраска силикатная темно-серая	0,7
11	Окраска известковая белая	0,3
12	Плитка облицовочная керамическая	0,8
13	То же, стеклянная синяя	0,6
14	То же, белая или палевая	0,45
15	Рубероид с песчаной посыпкой	0,9
16	Сталь листовая, окрашенная белой краской	0,45
17	То же, окрашенная темно-красной краской	0,8
18	То же, окрашенная зеленой краской	0,6
19	Сталь кровельная оцинкованная	0,65
20	Стекло облицовочное	0,7
21	Штукатурка известковая темно-серая или терракотовая	0,7
22	Штукатурка цементная светло-голубая	0,3
23	То же, темно-зеленая	0,6
24	То же, кремовая	0,4

Приложение В
(справочное)

Сопротивления воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций

Таблица В.1.

N п.п.	Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	Сопротивление воздухопроницанию $R_ф$ ($м^2$·ч·Па)/кг
1	Бетон сплошной (без швов)	100	20 000
2	Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
3	Известняк-ракушечник	500	6
4	Картон строительный (без швов)	1,3	64
5	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в один кирпич и более	250 и более	18
6	Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в полкирпича	120	1
7	Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	-	2
8	Кладка из легкобетонных камней на цементно-песчаном растворе	400	13
9	Листы асбестоцементные с заделкой швов	6	200
10	Обои бумажные обычные	-	20
11	Обшивка из обрезных досок, соединенных впритык или в четверть	20-25	0,1
12	Обшивка из обрезных досок, соединенных в шпунт	20-25	1,5
13	Обшивка из досок двойная с прокладкой между обшивками строительной бумаги	50	100
14	Обшивка из фибролита или из древесно-волокнистых бесцементных мягких плит с заделкой швов	15-70	2,5
15	Обшивка из фибролита или из древесно-волокнистых бесцементных мягких плит без заделки швов	15-70	0,5
16	Обшивка из жестких древесно-волокнистых листов с заделкой швов	10	3,3
17	Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
18	Пенобетон автоклавный (без швов)	100	2000
19	Пенобетон неавтоклавный (без швов)	100	200
20	Пенополистирол	50-100	80
21	Пеностекло сплошное (без швов)	120	>2000
22	Плиты минераловатные жесткие	50	2

Таблица В.1 - окончание

N п.п.	Материалы и конструкции	Толщина слоя, мм	Сопротивление воздухопроницанию $R_ф$ ($м^2$·ч·Па)/кг
23	Рубероид	1,5	Воздухонепроницаем
24	Толь	1,5	490
25	Фанера клееная (без швов)	3-4	2900
26	Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
27	Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
28	Штукатурка известковая по каменной или кирпичной кладке	15	142
29	Штукатурка известково-гипсовая по дереву (по драни)	20	17
30	Керамзитобетон плотностью, 1000 кг/$м^3$	250-400	53-80
31	То же, 1100-1300 кг/$м^3$	250-450	390-590

ПРИМЕЧАНИЕ 1 - Для кладки из кирпича и камней с расшивкой швов на наружной поверхности приведенное в настоящей таблице сопротивление воздухопроницанию следует увеличивать на 20 ($м^2$·ч·Па)/кг.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 - Сопротивление воздухопроницанию воздушных прослоек и слоев ограждающих конструкций из сыпучих (шлака, керамзита, пемзы и т.п.), рыхлых и волокнистых (минеральной ваты, соломы, стружки и т.п.) материалов следует принимать равным нулю независимо от толщины слоя.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 - Для материалов и конструкций, не указанных в настоящей таблице, сопротивление воздухопроницанию следует определять экспериментально.

Приложение С
(справочное)

Сопротивления воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций

N п.п.	Материал	Толщина слоя, мм	Сопротивление паропроницанию R_{vp}, (м²·ч·Па)/мг
1	Картон обыкновенный	1,3	0,016
2	Листы асбестоцементные	6	0,3
3	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	10	0,12
4	Листы древесно-волокнистые жесткие	10	0,11
5	То же, мягкие	12,5	0,05
6	Окраска горячим битумом за один раз	2	0,3
7	То же, за два раза	4	0,48
8	Окраска масляная за два раза с предварительной шпатлевкой и грунтовкой	-	0,64
9	Окраска эмалевой краской	-	0,48
10	Покрытие изольной мастикой за один раз	2	0,60
11	Покрытие битумно-кукерсольной мастикой за один раз	1	0,64
12	То же, за два раза	2	1,1
13	Пергамин кровельный	0,4	0,33
14	Полиэтиленовая пленка	0,16	7,3
15	Рубероид	1,5	1,1
16	Толь кровельный	1,9	0,4
17	Фанера клееная трехслойная	3	0,15

Приложение D
(справочное)

Сопротивления воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций

Материал	Коэффициент излучения, С, Вт/(м^{2}К^4)
Алюминий полированный	0,23–0,34
Алюминий с шероховатой поверхностью	0,34–0,4
Алюминиевая фольга с зеркальной полированной поверхностью (класс обработки не менее 14)	0,3
Алюминиевая фольга в строительных конструкциях	0,5
Алюминий окисленный	0,63 -1,09
Алюминиевая окраска	2,88
Алюминиевый лак на шероховатой пластине	2,25
Лак черный блестящий, распыленный на пластине	4,95
Лак белый	4,6
Лак черный матовый	5,52
Медь тщательно полированная электролитная	0,1
Медь полированная	0,13
Медь, окисленная при нагревании до 600 оС, покрытая толстым слоем окиси	4,49
Бумага белая	4,08
Бумага желтая	4,14
Бумага красная	4,37
Бумага зеленая	4,95
Бумага синяя	4,83
Гипсокартон	4,14
Эмалевая краска	5,18
Бетон с шероховатой поверхностью	3,61
Асбестоцемент шероховатый	5,52
Ель строганная	4,44
Дуб строганный	5,16
Кирпич глиняный обыкновенный шероховатый	5,1–5,3
Пенополистирол	4,9
Стекло оконное гладкое	5,41
Стекло матовое	5,52
Штукатурка известковая шероховатая	5,23
Плитка метлахская гладкая	4,69

Приложение Е
(справочное)

Коэффициенты k_{ij} пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную

Таблица Е.1.

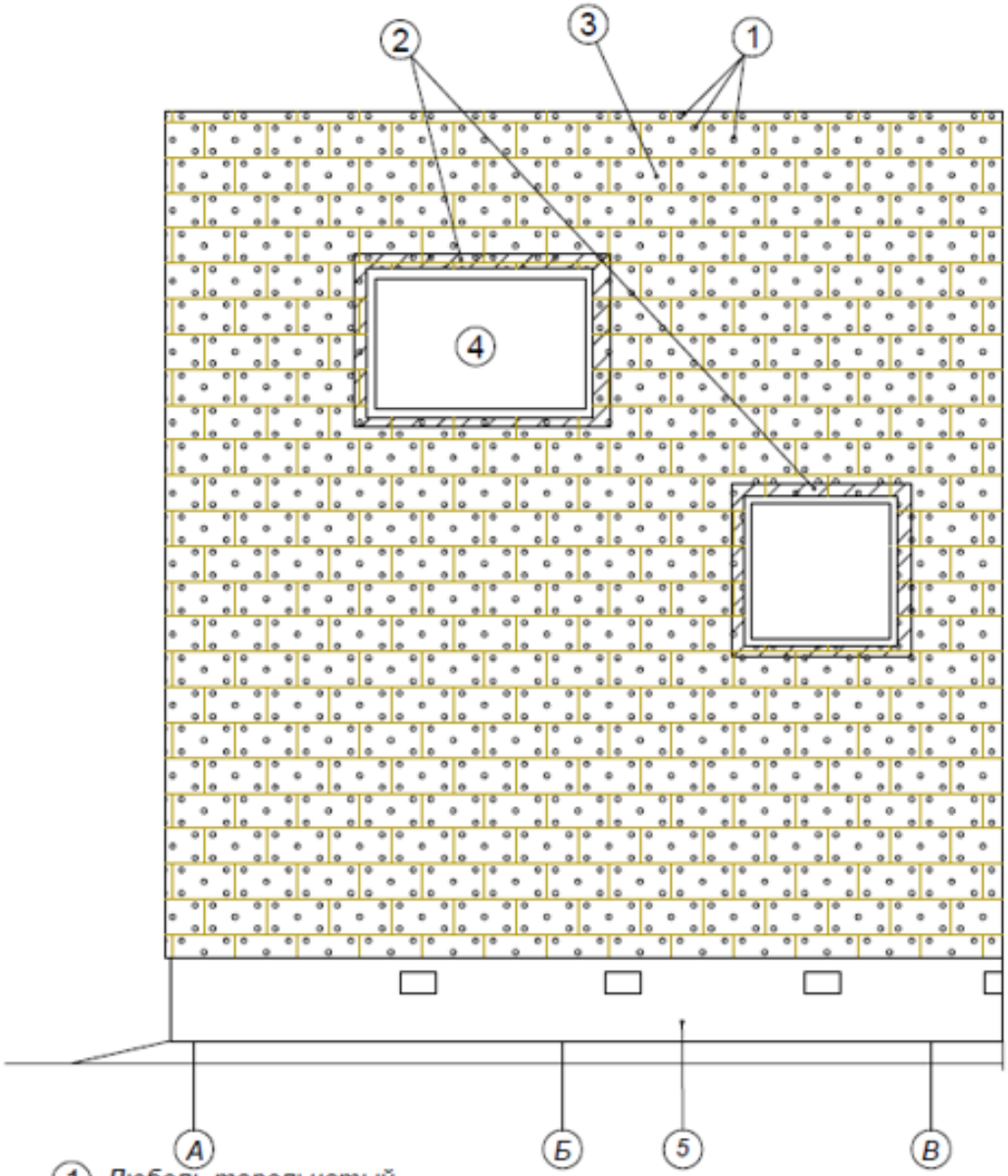
Градусы с.ш.	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Южная ориентация												
46	2,85	1,85	1,08	0,63	0,36	0,28	0,32	0,51	0,86	1,50	2,40	3,10
48	3,20	2,00	1,20	0,68	0,40	0,30	0,35	0,54	0,93	1,60	2,60	3,60
Юго-восточная ориентация												
46	1,85	1,30	0,90	0,65	0,49	0,39	0,42	0,55	0,79	1,17	1,65	2,15
48	2,05	1,40	0,95	0,70	0,50	0,41	0,46	0,59	0,81	1,25	1,80	2,50
Юго-западная ориентация												
46	2,05	1,40	0,92	0,62	0,47	0,40	0,41	0,55	0,78	1,15	1,75	2,15
48	2,35	1,60	1,03	0,65	0,47	0,41	0,43	0,59	0,83	1,23	1,90	2,55
Восточная ориентация[1]												
46	0,63	0,57	0,58	0,48	0,44	0,43	0,44	0,45	0,50	0,56	0,61	0,72
48	0,65	0,62	0,60	0,50	0,46	0,44	0,46	0,48	0,54	0,58	0,64	0,80
Дальний Восток (восточная ориентация)												
46 48	0,60 0,64	0,60 0,62	0,49 0,55	0,46 0,49	0,42 0,44	0,36 0,40	0,35 0,40	0,43 0,47	0,52 0,53	0,56 0,60	0,65 0,70	0,66 0,76
Западная ориентация												
46 48	0,64 0,70	0,57 0,62	0,58 0,60	0,44 0,46	0,39 0,40	0,37 0,38	0,42 0,42	0,42 0,42	0,46 0,48	0,52 0,55	0,61 0,64	0,72 0,80

Таблица Е.1 - окончание

Градусы с.ш.	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Дальний Восток (западная ориентация)												
46	0,63	0,60	0,53	0,46	0,42	0,48	0,48	0,50	0,52	0,56	0,58	0,64
48	0,69	0,66	0,57	0,49	0,44	0,48	0,48	0,53	0,53	0,56	0,59	0,68
Северо-восточная ориентация[3]												
46	0,02	0,06	0,13	0,20	0,24	0,27	0,25	0,22	0,16	0,09	0,04	0,01
48	0,01	0,06	0,13	0,20	0,25	0,28	0,26	0,22	0,16	0,09	0,03	0,01
Северо-западная ориентация												
46	0,02	0,06	0,13	0,18	0,22	0,23	0,23	0,21	0,15	0,08	0,04	0,01
48	0,02	0,06	0,14	0,19	0,23	0,25	0,25	0,21	0,16	0,08	0,03	0,01
Северная ориентация												
46	0,02	0,05	0,09	0,07	0,02							
48	0,02	0,05	0,09	0,08	0,03							

Приложение F
(справочное)

Навесные фасадные системы с воздушным зазором



1 *Дюбель тарельчатый*

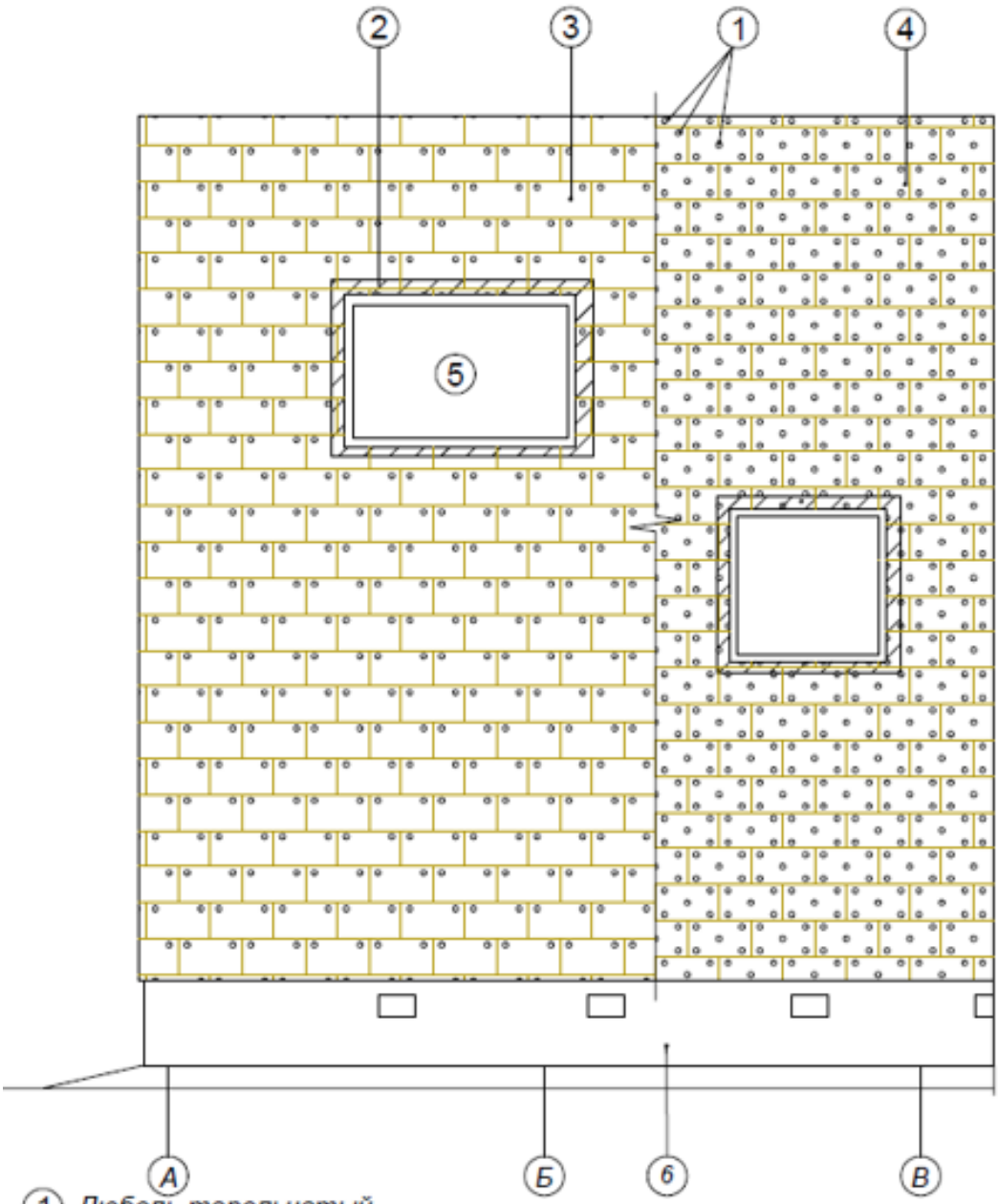
2 *Обрамление оконного проема*

3 *Однослойное утепление - каменная вата*

4 *Рама оконного блока*

5 *Цоколь*

Рисунок F1 - Схема установки утеплителя в один слой



1 Дюбель тарельчатый

2 Обрамление оконного проема

3 Первый слой теплоизоляции - каменная вата

4 Второй слой теплоизоляции (с разбежкой швов) - каменная вата

5 Рама оконного блока

6 Цоколь

Рисунок F2 - Схема установки утеплителя в два слоя

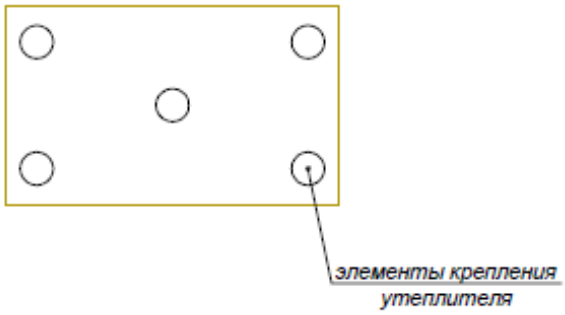


Схема крепления
утеплителя на углу здания

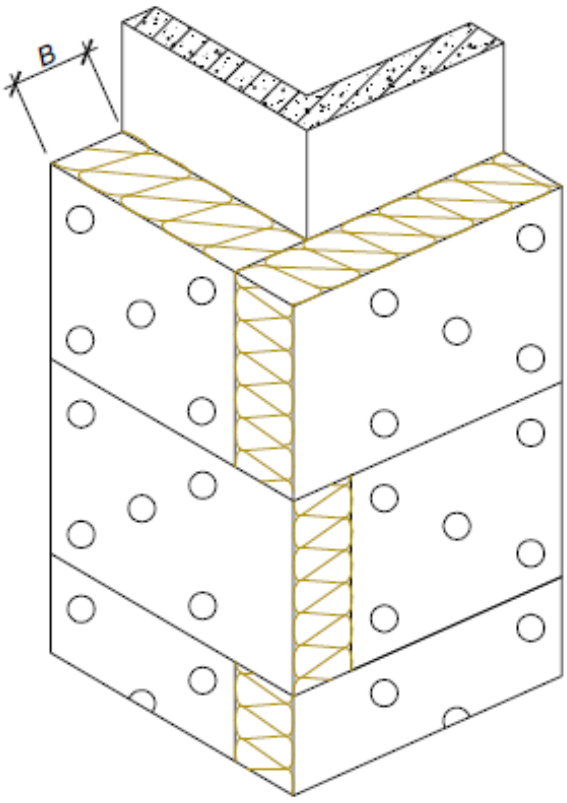
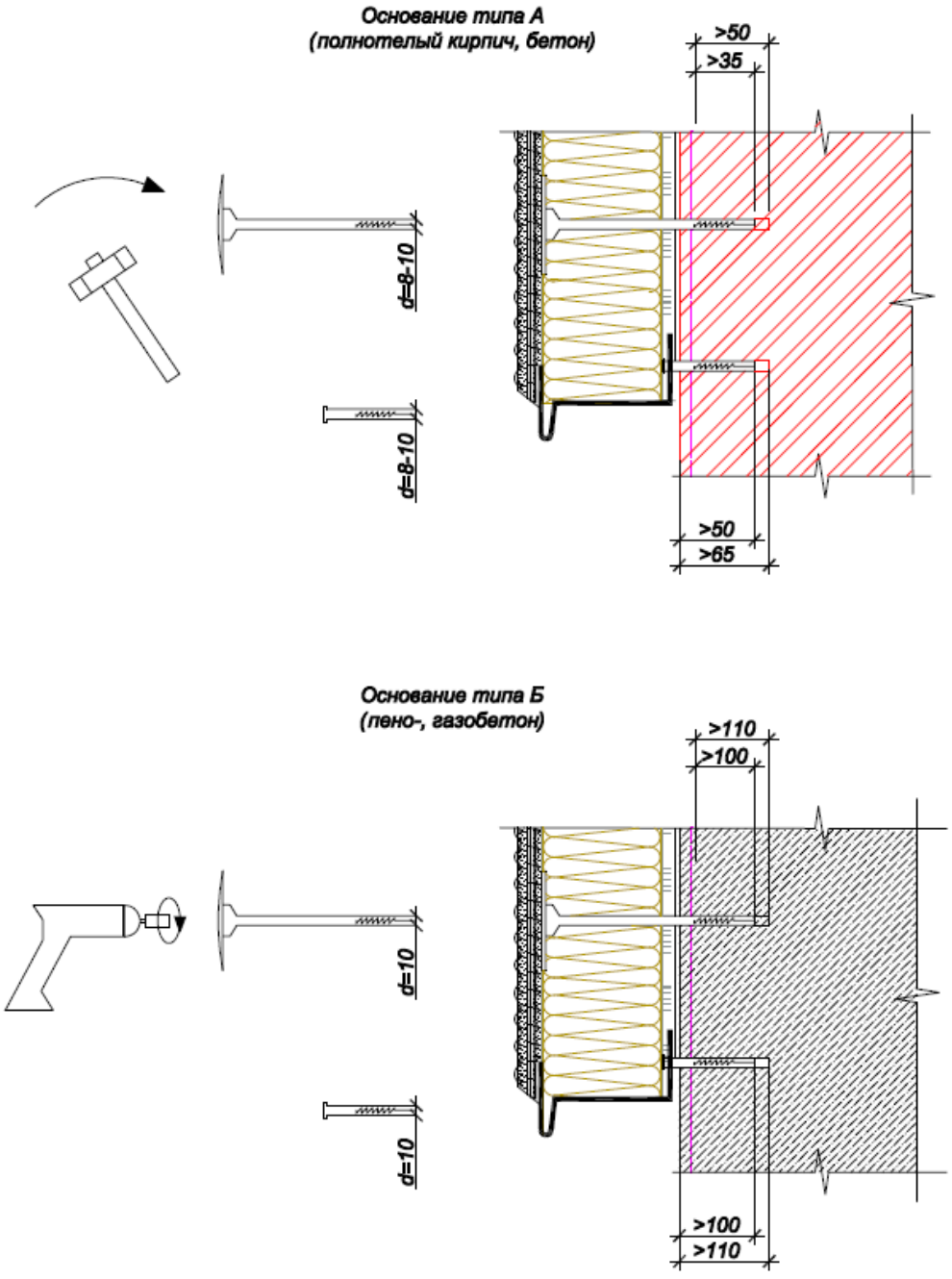


Рисунок F3 - Схема крепления утеплителя (минераловатные плиты)

Примечания: 1 - Основные типоразмеры минераловатных плит для вентилируемых фасадов - 500х1000 и 600х1200 мм.
Примечания: 2 - Крепление утеплителя осуществляется тарельчатыми дюбелями
Примечания: 3 - В - толщина утеплителя
Примечания: 4 - В случае установки двух слоев утеплителя производится предварительное крепление первого слоя двумя дюбелями на плиту

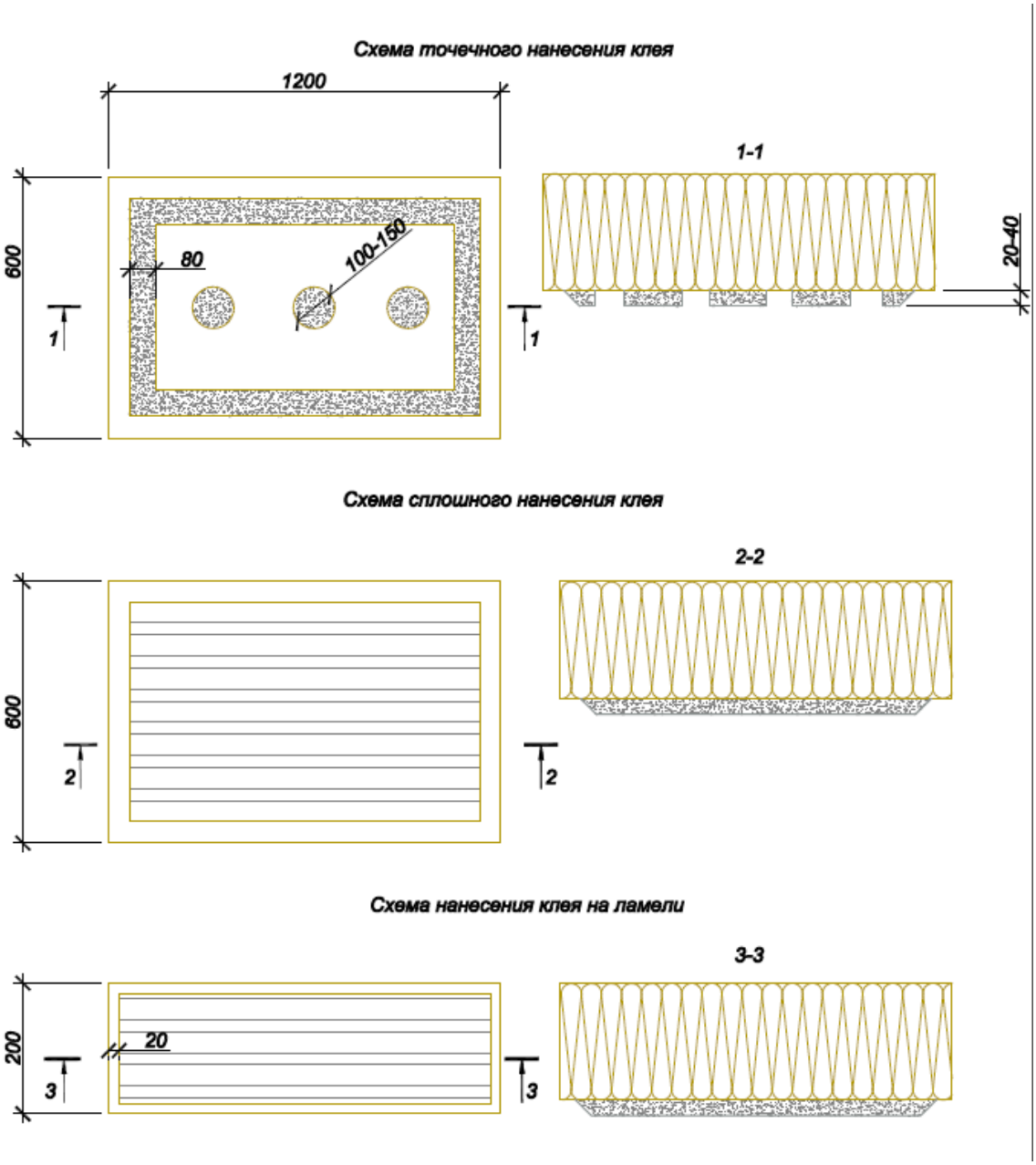
Приложение G
(справочное)

Системы наружного утепления стен зданий с отделочном слоем из тонкослойной штукатурки



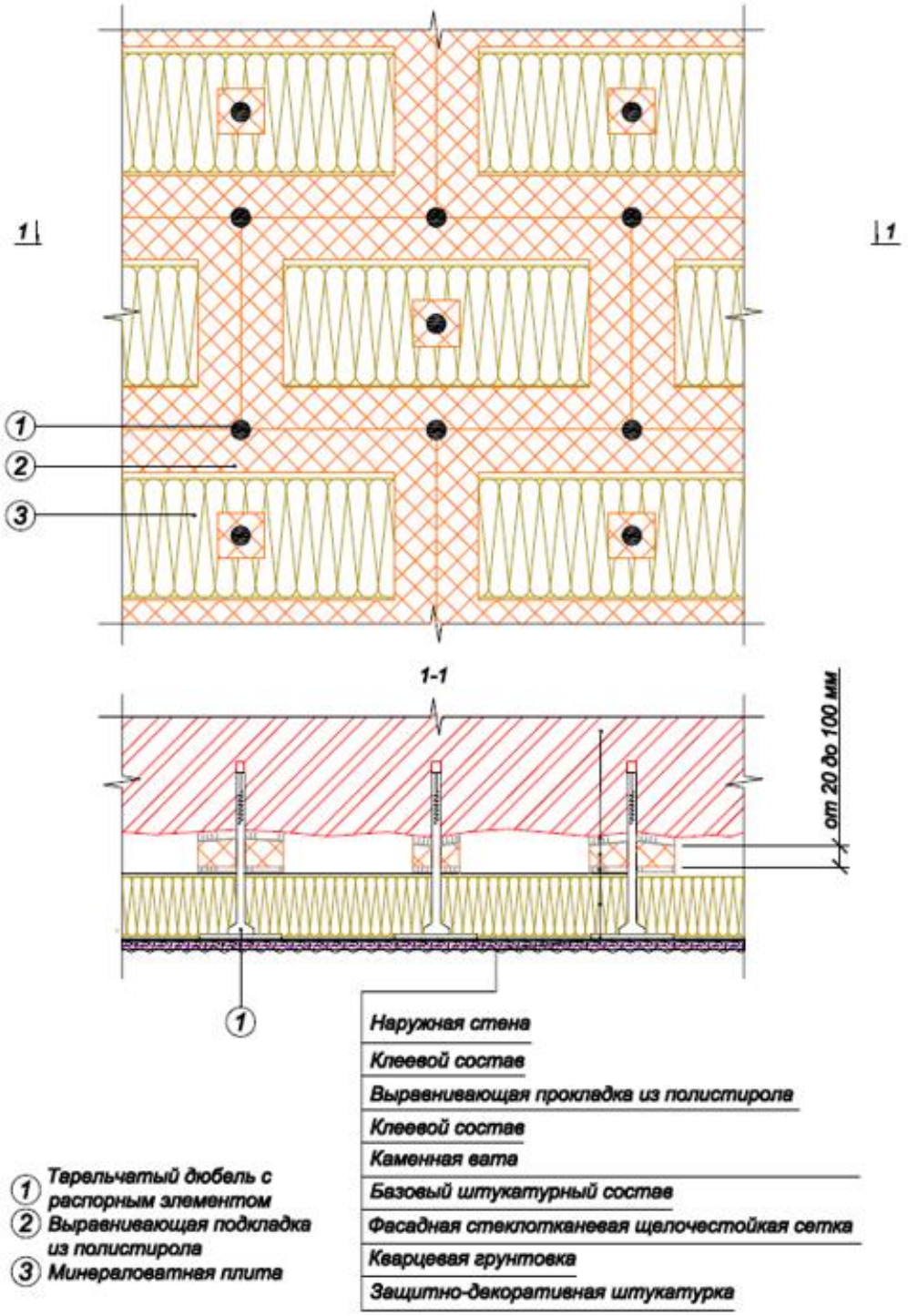
Примечания: 1 - Длина анкеровки зависит от типа дюбеля различных производителей

Рисунок G1 - Глубина крепления дюбелей в разных основаниях



Примечания: 1 - При точечном нанесении клея поверхность склеивания должна составлять не менее 40 %. Метод применим для поверхностей с неровностями основания более 3 мм.
Примечания: 2 - При равномерном нанесении клея поверхность склеивания должна составлять не менее 85% поверхности теплоизолятора. Метод применим для профилактически выровненной теплоизолированной поверхности.

Рисунок G2 - Схема нанесения клеевого состава на плиту



ПРИМЕЧАНИЯ: 1 - Площадь приклеивания плитки и облицовки должна составлять не менее 60%.

Рисунок G3 - Схема соединения плиток с помощью выравнивающей подкладки

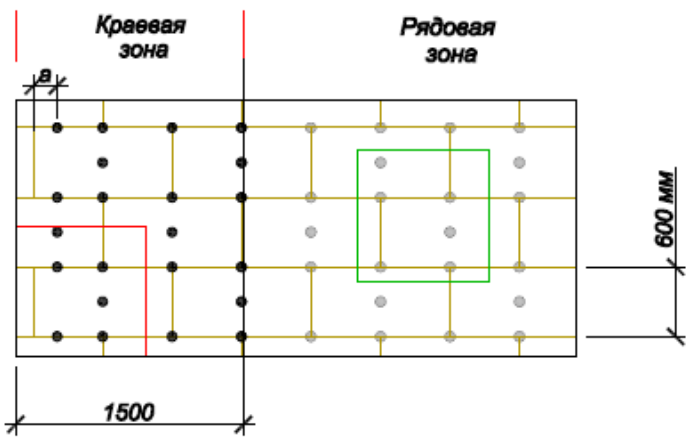


Схема расположения тарельчатых дюбелей при высоте здания менее 20 м.

Рядовая зона ≥ 5 шт/м²
Краевая зона ≥ 6 шт/м²

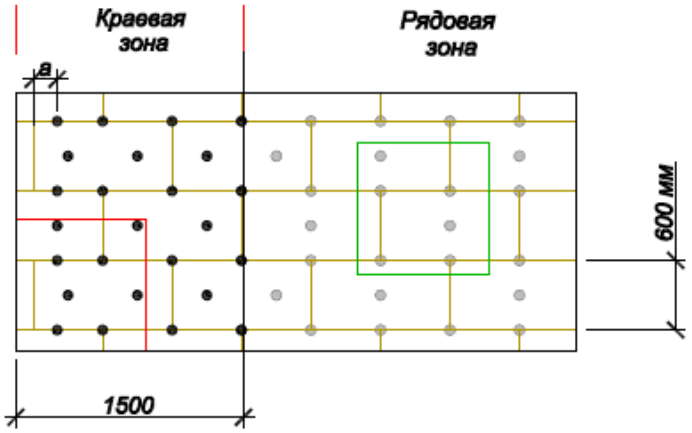


Схема расположения тарельчатых дюбелей при высоте здания от 20 м до 40м.

Рядовая зона ≥ 5 шт/м²
Краевая зона ≥ 7 шт/м²

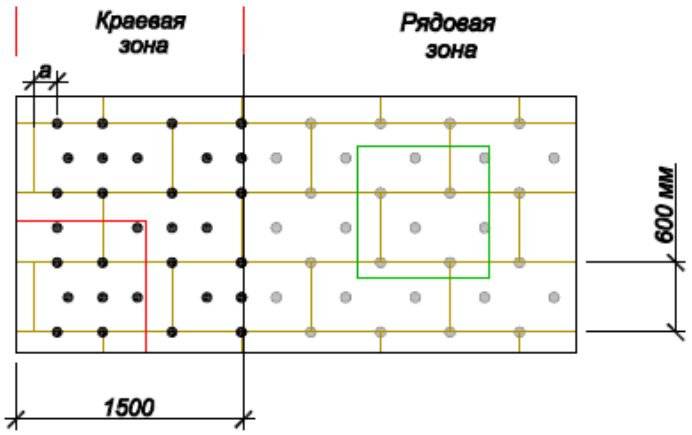


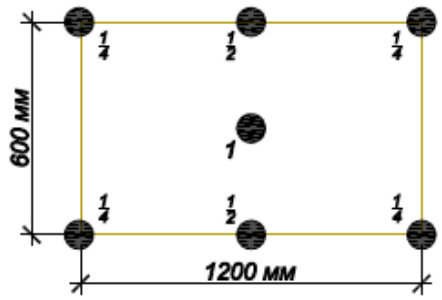
Схема расположения тарельчатых дюбелей при высоте здания свыше 40 м.

Рядовая зона ≥ 6 шт/м²
Краевая зона ≥ 9 шт/м²

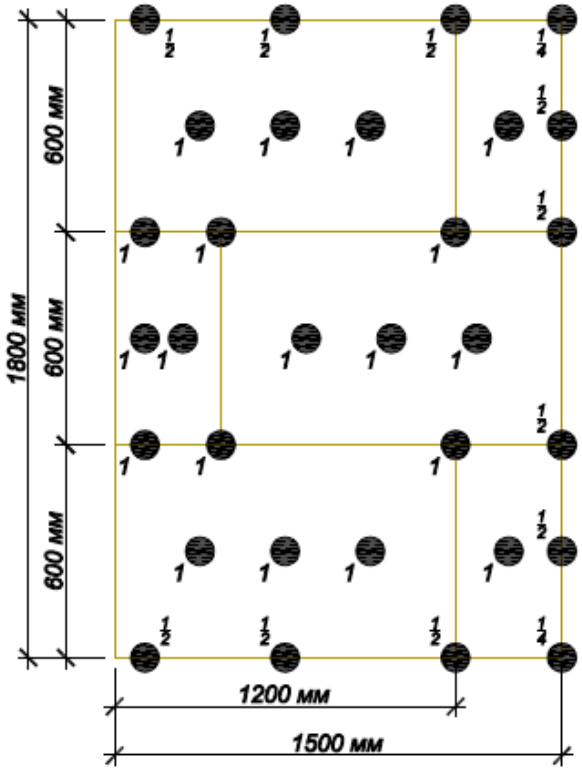
ПРИМЕЧАНИЯ: 1 - a - расстояние от внешнего вертикального угла наружной стены до крайних дюбелей, для бетона ≥ 50 мм, для кирпича ≥ 100 мм

ПРИМЕЧАНИЯ: 1 - Для перекрытий других размеров необходимо пересчитать количество дюбелей на 1 м^2 для площади края и площади ряда.

Рисунок G4 - Рекомендуемые схемы расположения изоляционных дюбелей



Площадь плиты утеплителя: *1200мм * 600мм = 0,72 м²*
Количество дюбелей на плиту: *1*1 + ½*2 + ¼*4= 3 дюбеля*
Количество дюбелей на 1 м²: *3/0,72 = 4,16 дюбеля/м²*



Площадь периодического элемента краевой зоны:
*1800мм * 1500мм = 2,7 м²*

Количество дюбелей на периодический элемент:
*1*19 + ½*10 + ¼*2 = 24,5 дюбеля*

Количество дюбелей на 1 м²:
24,5/2,7 = 9,07 дюбеля/м²

Рисунок G5 - Пример расчета количества дюбелей для теплоизоляции

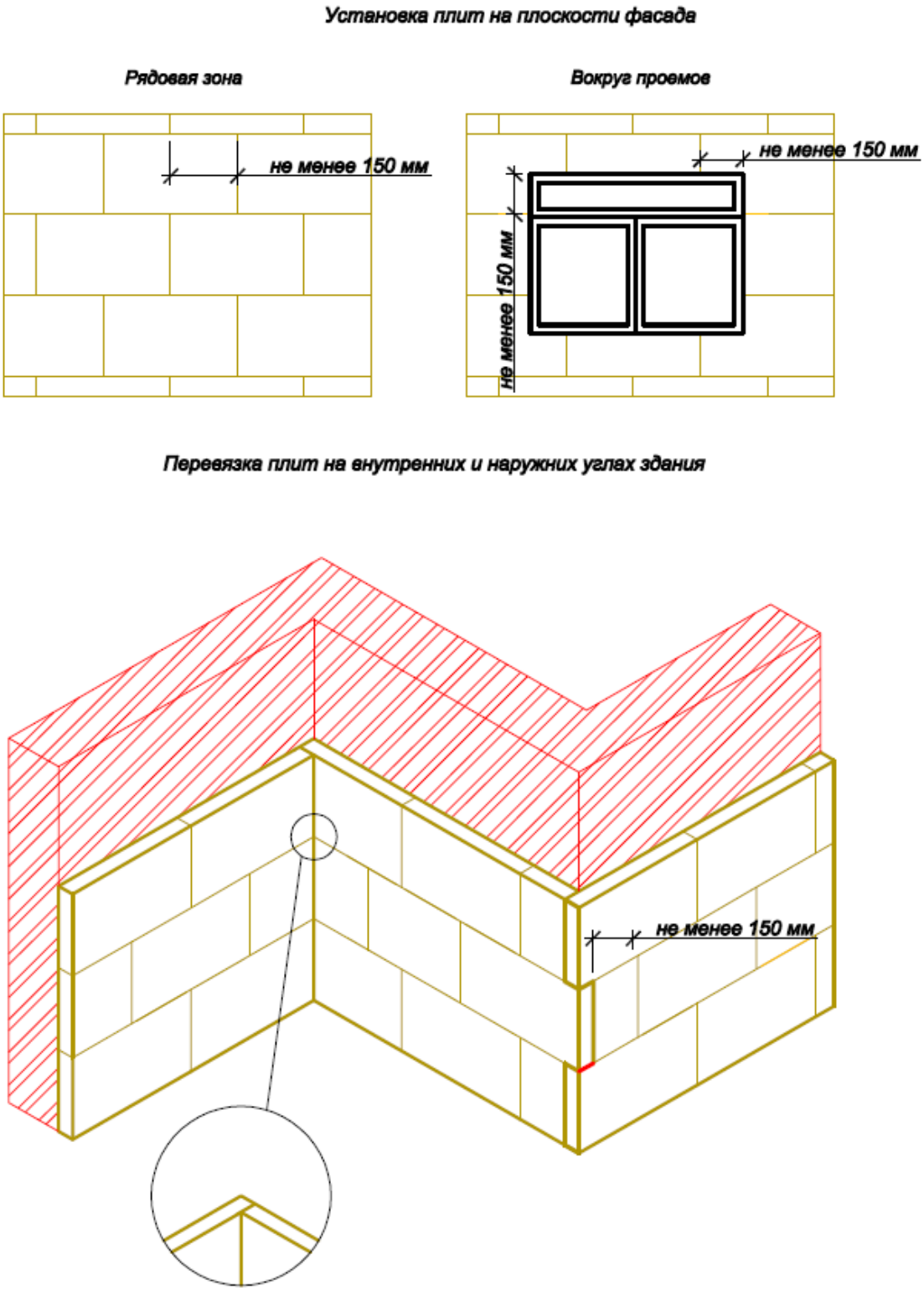
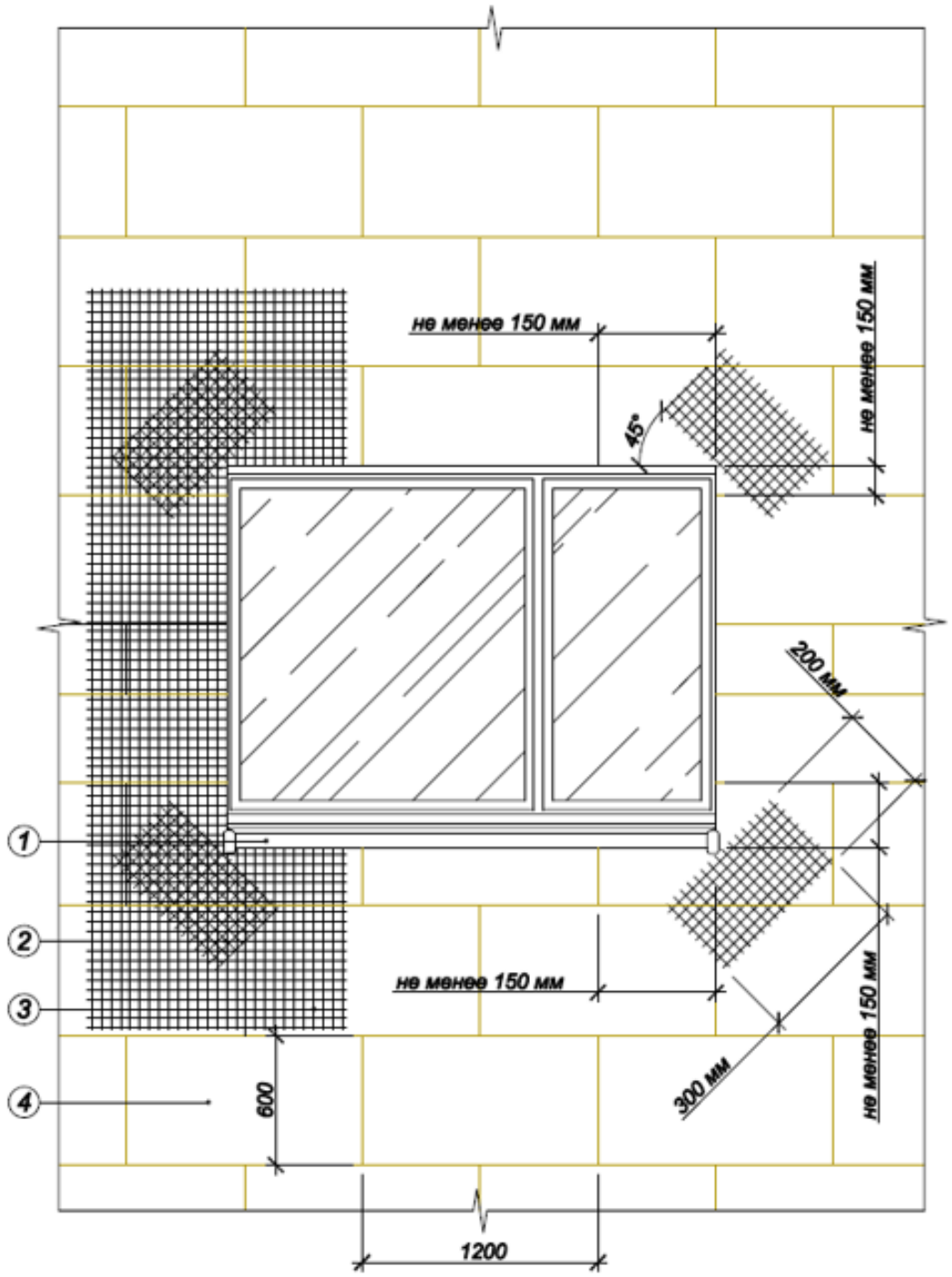


Рисунок G6 - Укладка плитки на углах здания, на обычной поверхности и в зазорах



1 Оконный отлив
2 "Косынка" - фрагмент сетки мин. 200 х300 мм
3 Стеклотканевая сетка армированного слоя
4 Каменная вата

Рисунок G7 - Схема установки угловых элементов и армирующей сетки вокруг оконных проемов

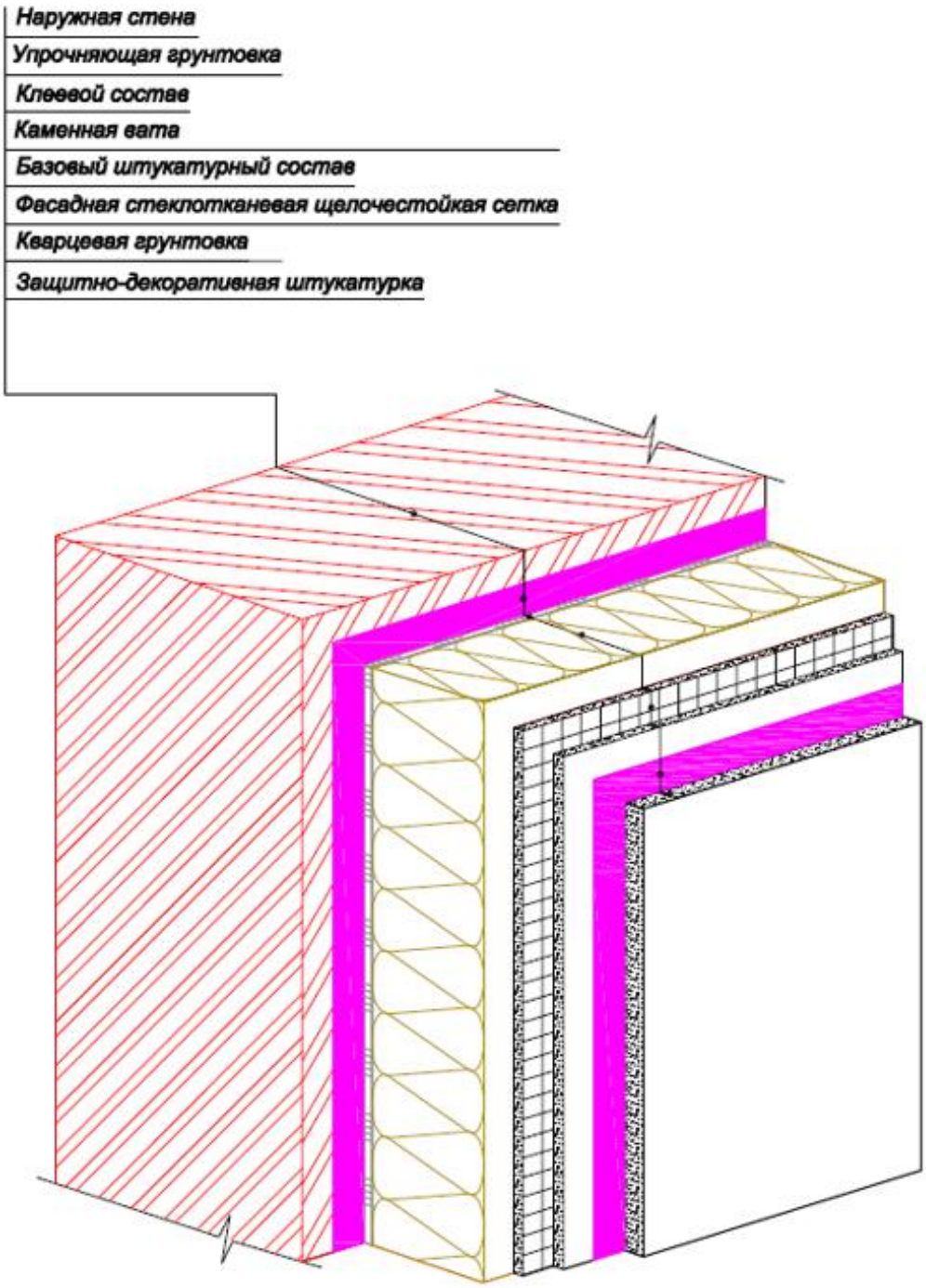


Рисунок G8 - Теплоизоляционная штукатурная конструкция

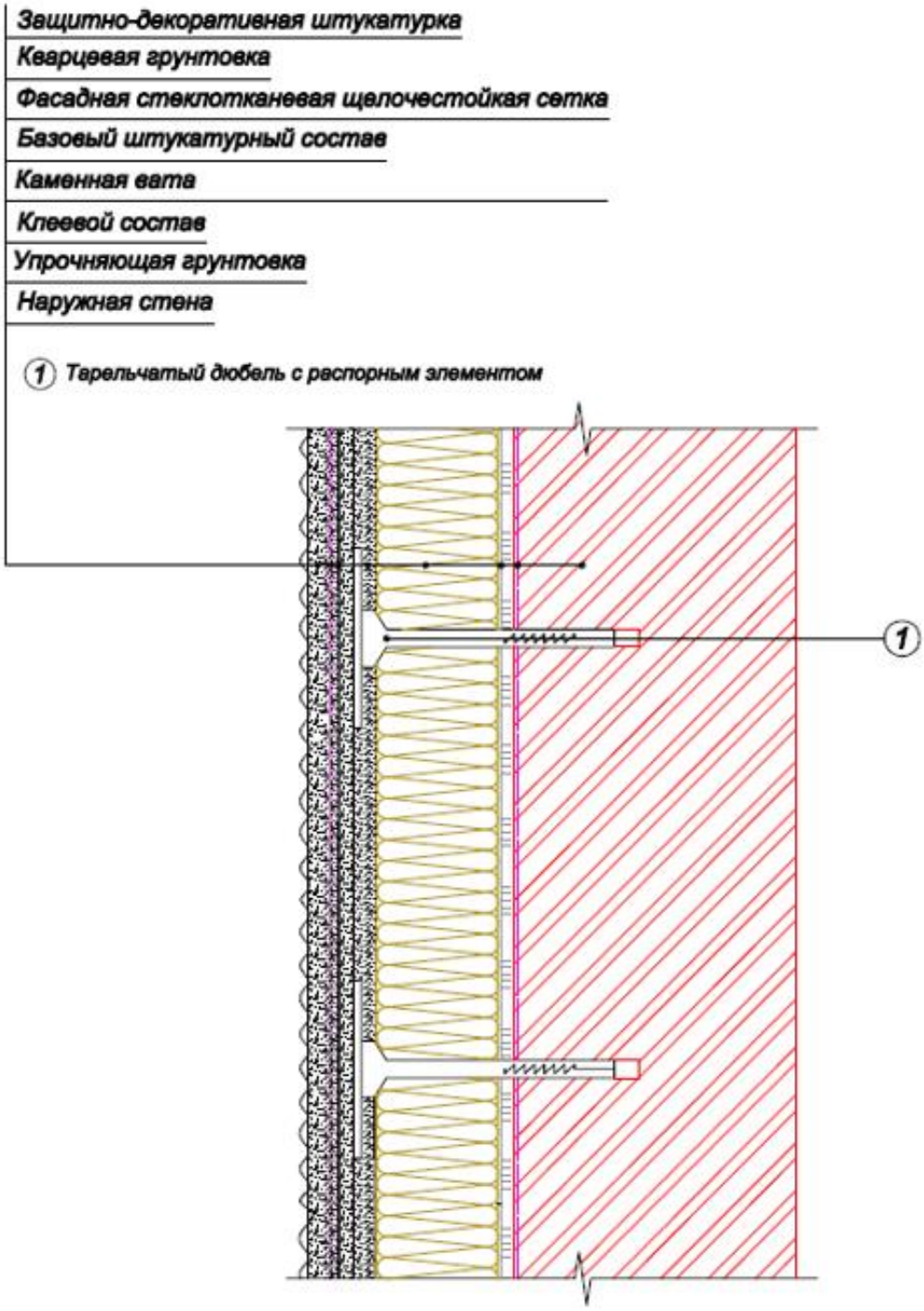


Рисунок G9 - Расположение слоев в системе теплоизоляции, вертикальный профиль

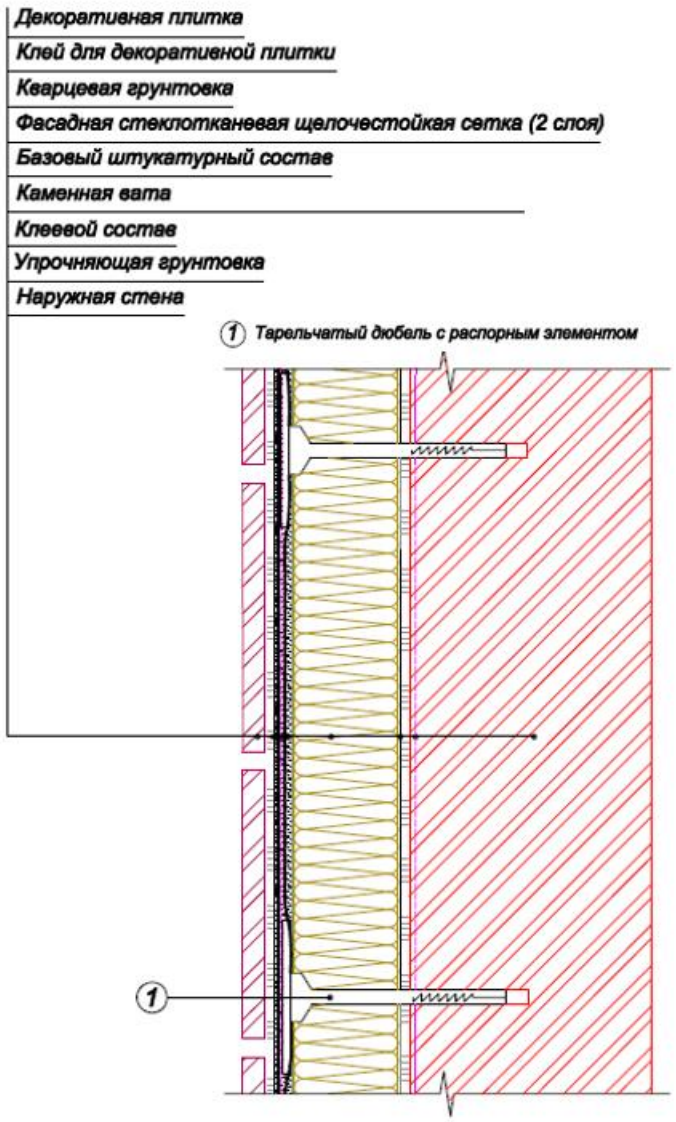


Рисунок G10 - Система теплоизоляции с декоративной облицовочной плиткой

ПРИМЕЧАНИЯ: 1 - На участке фасада с плитами маскировка обеспечивается штукатурным базовым раствором толщиной не менее 7 мм. Необходимо устроить дополнительный слой стеклотканевой сетки для первого слоя рекомендуется использовать армированную сетку плотностью не менее 320 г/м^2 , которая дополнительно крепится фасадными дюбелями в минимальном количестве шт/м^2. Дополнительное крепление гвоздями должно осуществляться на влажный клеевой слой.

ПРИМЕЧАНИЯ: 2 - Облицовка теплоизолированного фасада плитами на высоте более 5 м допускается с применением дополнительных мер, обеспечивающих надежность и безопасность, при условии согласования этих мер с местными органами пожарной охраны, исходя из региональных требований по пожарной безопасности зданий.

ПРИМЕЧАНИЯ: 3 - При облицовке фасада плитами на высоте более 6 м необходимо устанавливать горизонтальный алюминиевый несущий профиль с дополнительным интервалом 6 м.

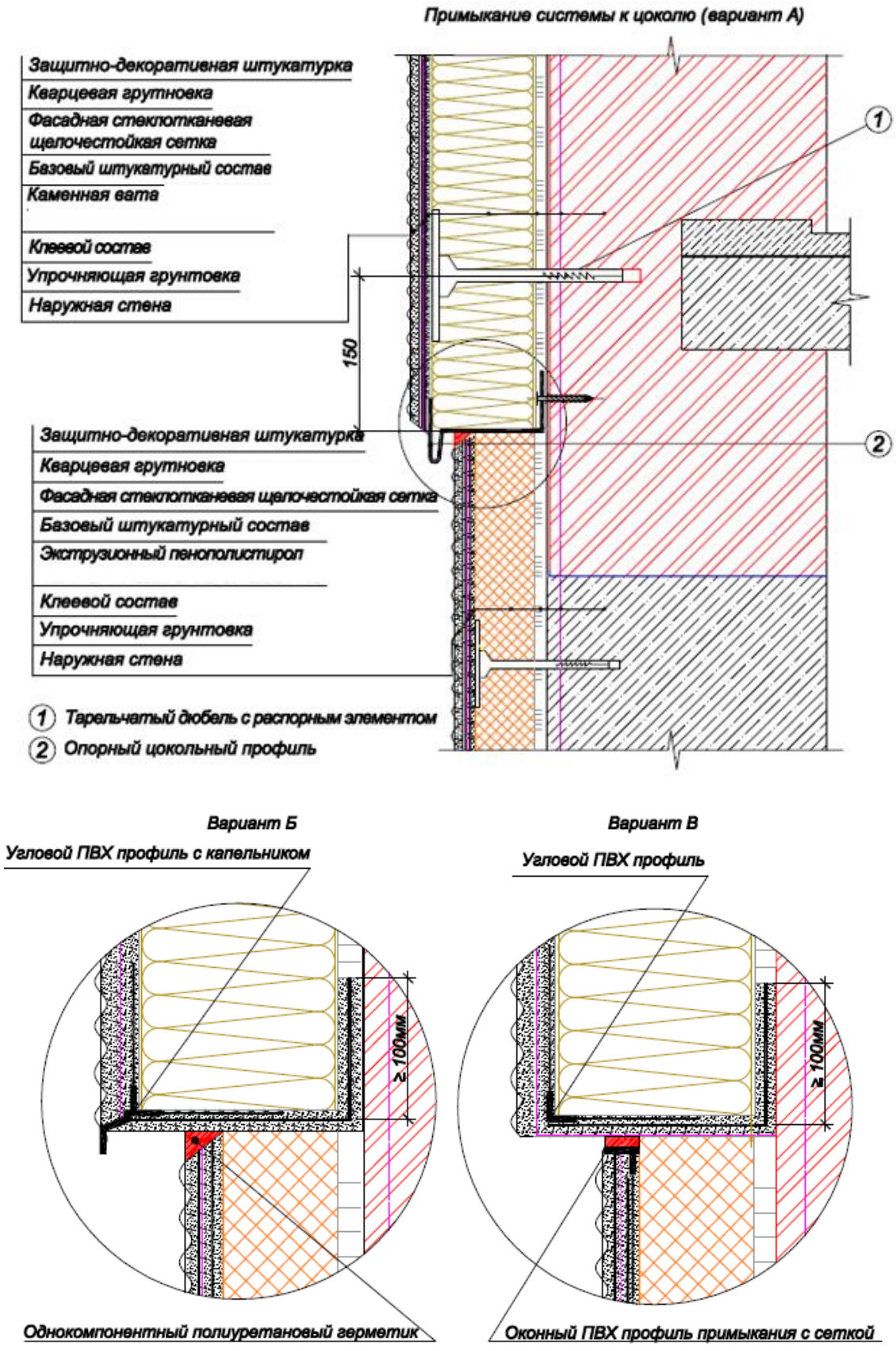


Рисунок G11 - Присоединение системы к цоколю (варианты А, В, С)

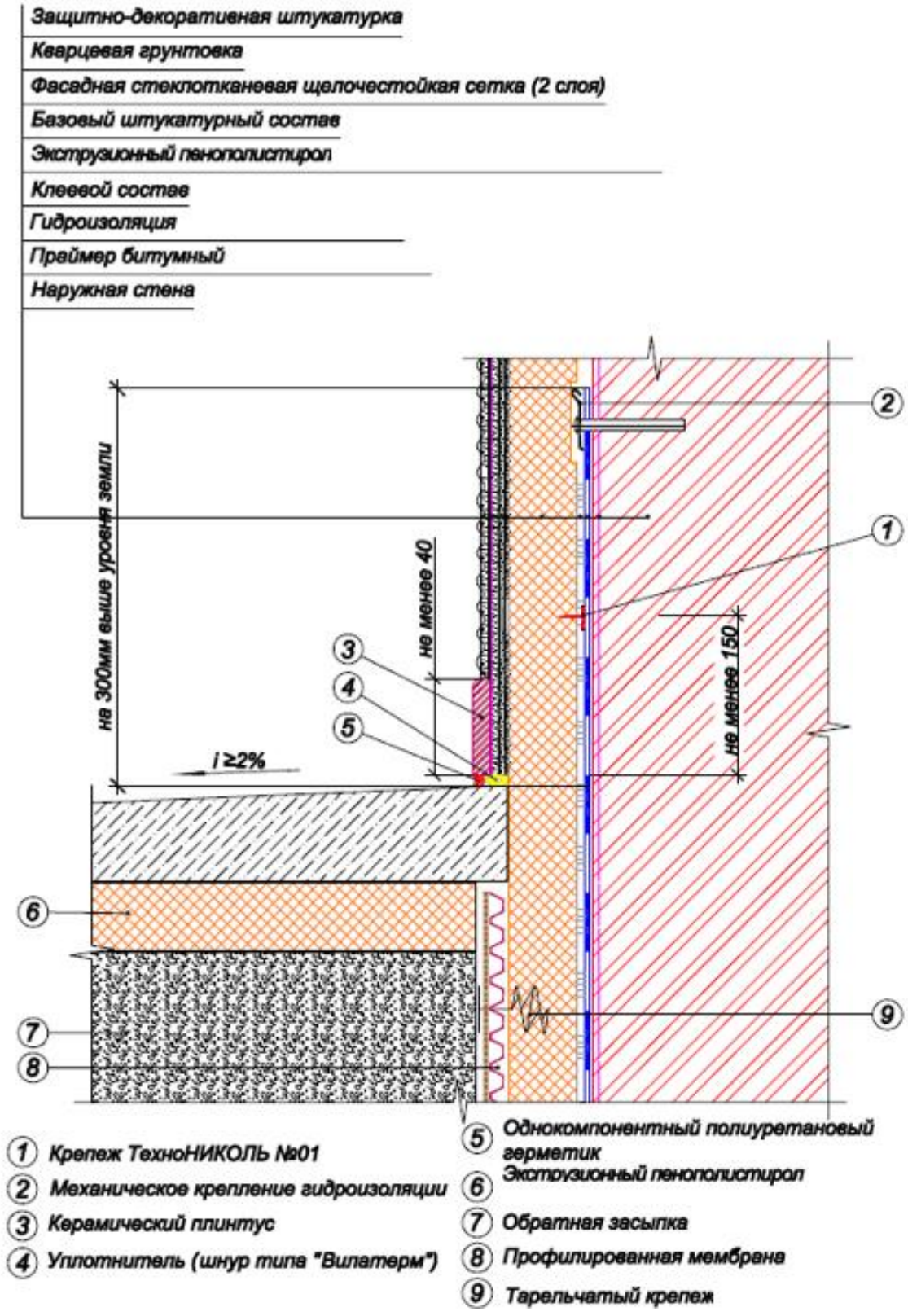


Рисунок G12 - Монтаж цоколя с изоляционной стенкой

ПРИМЕЧАНИЕ - Теплоизоляция цоколя выполняется на глубину промерзания

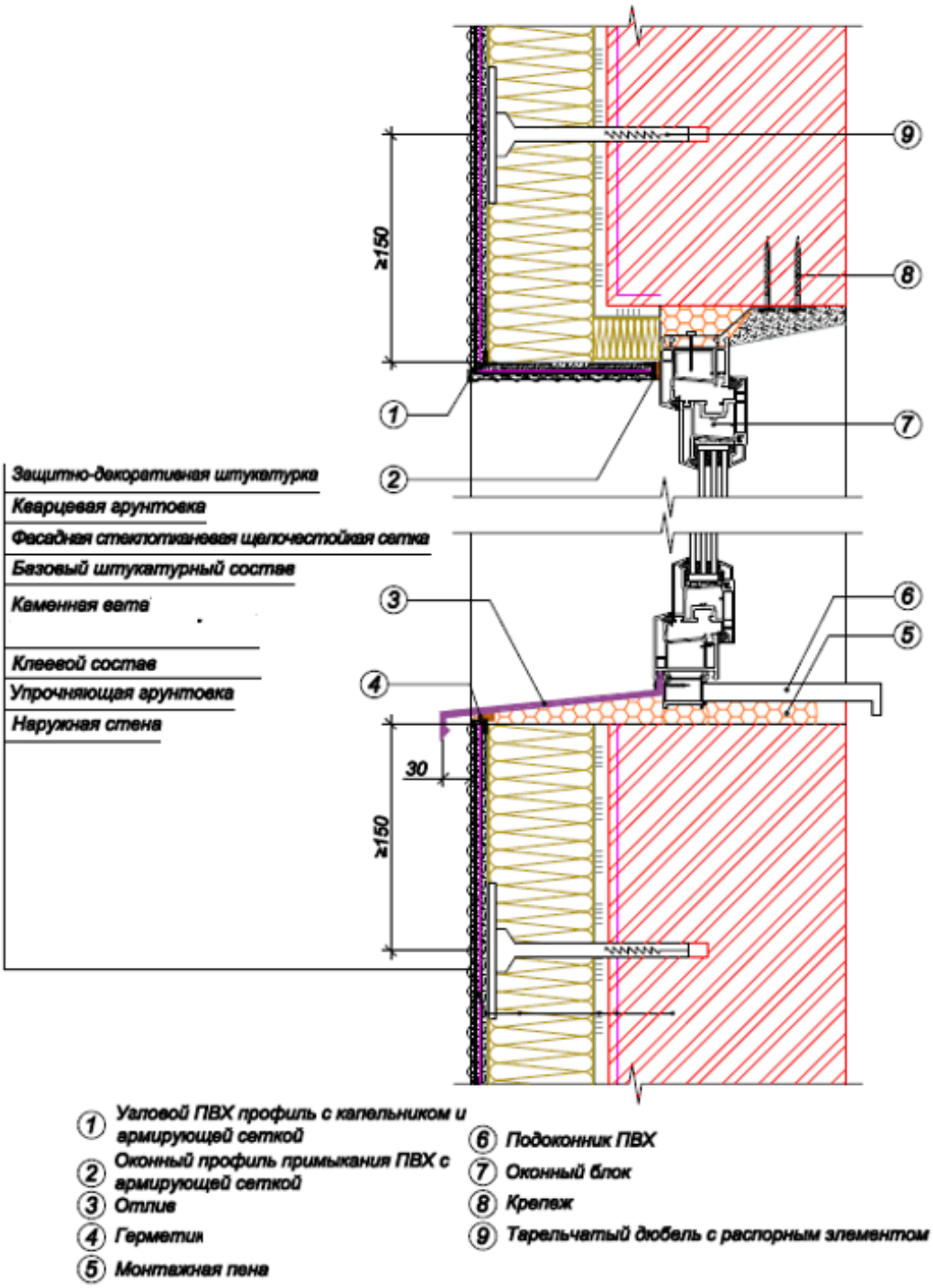


Рисунок G13 - Присоединение системы теплоизоляции к оконному блоку, установленному заподлицо с поверхностью теплоизолированной стены. Вертикальный профиль.

Библиография

[1] SR EN 13499 - Produse termoizolante pentru clădiri. Sisteme compozite de izolare termică la exterior pe bază de polistiren expandat. Specificaţie.

[2] SR EN 13500 - Produse termoizolante pentru clădiri. Sisteme compozite de izolare termică la exterior pe bază de vată minerală. Specificaţie.

[3] SR EN 14351-1 - Ferestre şi uşi. Standard de produs, caracteristici de performanţă. Partea 1: Ferestre și uși exterioare pentru pietoni

[4] SR EN 13501-1 - Clasificare la foc a produselor şi elementelor de construcţie. Partea 1: Clasificare folosind rezultatele încercărilor de reacție la foc.

[5] Codul civil al Republicii Moldova Nr. 1107 din 06-06-2002 (Republicat în Monitorul Oficial nr.66-75 din 01.03.2019 art.132);

[6] Legea Nr. 92 din 29.05.2014 “Cu privire la energia termică și promovarea cogenerării” (MODIFICAT LP225 din 31.07.24, MO380-382/05.09.24 art.585; în vigoare 05.10.24);

[7] Legea Nr.75 din 30.04.2015 “Cu privire la locuințe” (MODIFICAT LP124 din 30.05.24, MO236-237/31.05.24 art.336; în vigoare 31.05.24);

[8] Legea Nr. 282 din 05-10-2023 privind performanța energetică a clădirilor;

[9] Legii Nr. 187 din 14-07-2022 cu privire la condominiu (MODIFICAT LP124 din 30.05.24, MO236-237/31.05.24 art.336; în vigoare 31.05.24)

Содержание

Traducerea autentică a prezentului document normativ în limba rusă 81

1 Область применения 81

2 Нормативные ссылки 81

3 Термины и определения 83

4 Общие положения 87

5 Тепловая защита зданий 88

5.1 Требования к тепловой защите зданий 88

5.2 Методика расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции 89

5.3 Упрощенная методика расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания или выделенной ограждающей конструкции 94

5.4 Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки 94

5.5 Методика расчета удельной теплозащитной характеристики здания 94

6 Теплоустойчивость ограждающих конструкций 95

6.1 Требования к теплоустойчивости ограждающих конструкций 95

6.2 Методические указания по расчету теплоустойчивости ограждающих конструкций 96

7 воздухопроницаемость ограждающих конструкций 99

7.1 Требования к воздухопроницаемости ограждающих конструкций 99

7.2 Методические указания по расчету воздухопроницаемости ограждающих конструкций ... 99

8 Защита от переувлажнения ограждающих конструкций 101

8.1 Требования к сопротивлению паропроницанию ограждающих конструкций 101

8.2 Методические указания по проверке защиты от переувлажнения ограждающих конструкций 103

9 Теплоусвоение поверхности полов 106

9.1 Требования к теплоусвоению поверхности полов 106

9.2 Методические указания по расчету теплоусвоения поверхности полов 107

10.1 Требования к удельной характеристике расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий 108

10.2 Методика расчета удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий 109

11 Теплофизические расчеты отдельных элементов зданий 118

11.1 Metodologia de calcul termofizic al sistemelor fațadelor suspendate (sfs) cu stratul intermediar de aer ventilat 118

11.2 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций теплых чердаков 124

11.3 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций технических подполий 127

11.4 Расчет приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачных ограждающих конструкций 129

11.5 Расчет требуемых сопротивлений теплопередаче участков стен и окон, расположенных за остекленными лоджиями и балконами 131

11.6 Правила применения отражательной теплоизоляции 132

12 Проектирование зданий NZEB 132

12.1 Жилые здания NZEB 134

12.2 Нежилые здания NZEB 137

Приложение А (справочное) Коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной по- верхности ограждающей конструкции 139

Приложение В (справочное) Сопротивления воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций 140

Приложение С (справочное) Сопротивления воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций 142

Приложение D (справочное) Сопротивления воздухопроницанию слоев ограждающих конструкций 143

Приложение Е (справочное) Коэффициенты k_{ij} пересчета прямой солнечной радиации с горизонтальной поверхности на вертикальную 144

Приложение F (справочное) Навесные фасадные системы с воздушным зазором 146

Приложение G (справочное) Системы наружного утепления стен зданий с отделочном слоем из тонкослойной штукатурки 149

Библиография 162

Membrii Comitetului tehnic pentru normare tehnică şi standardizare în construcții Comitetul Tehnic CT-C E 04 „Protecția contra acțiunilor mediului ambiant”:

Preşedinte	Daud Vasile
Secretar	Scamina Raisa
Reprezentant al MIDR	Cecan Lucia *Supleant:Ciobanu Marina*
Membrii	Efremov Cristina
	Proaspăt Eduard
	Magdîl Nicolae

Utilizatorii documentului normativ sunt răspunzători de aplicarea corectă a acestuia. Este important ca utilizatorii documentelor normative să se asigure că sunt în posesia ultimei ediţii şi a tuturor amendamentelor.

Informaţiile referitoare la documentele normative (data aplicării, modificării, anulării etc.) sunt publicate în "Monitorul Oficial al Republicii Moldova", Catalogul documentelor normative în construcţii, în publicaţii periodice ale organului central de specialitate al administraţiei publice în domeniul construcţiilor, pe Portalul Naţional "e-Documente normative în construcţii" (www.ednc.gov.md), precum şi în alte publicaţii periodice specializate (numai după publicare în Monitorul Oficial al Republicii Moldova, cu prezentarea referinţelor la acesta).

Amendamente după publicare:

Indicativul amendamentului	Publicat	Punctele modificate

Ediție oficială

COD PRACTIC ÎN CONSTRUCŢII
CP E 04.05:2025

„Proiectarea protecției termice a clădirilor**”**

Tiraj 100 ex. Comanda nr. ____

Tipărit I.P. OATUCL.
str. Independenţei, 6/1
www.oatucl.md