



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2023_4_195
MFTAA 67.11.41

А.У. Жапахова¹, С.С. Удербаяев², Н.А. Сактаганова³

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

¹E-mail: zhapakhova@mail.ru*

²E-mail: saken_uderbayev@mail.ru

³E-mail: amanovna.75@mail.ru

**ФИМАРАТТАРДЫҢ ҚОРШАУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ АРҚЫЛЫ
ЖЫЛУ ШЫҒЫНЫН АЗАЙТУДЫ ЗЕРТТЕУ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОКРАЩЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ
ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ**

**INVESTIGATION OF THE REDUCTION OF HEAT LOSSES THROUGH
THE ENCLOSING STRUCTURES OF BUILDINGS**

Аңдатпа. *Фимараттардың қоршау конструкциялары арқылы жылу шығынын азайту отын-энергетикалық ресурстарды үнемдеудің маңызды жолдарының бірі болып табылады. Жоғары тиімді жылу оқшаулағыш, отқа төзімді материалдарды қолдану сәулеттің заманауи талаптарына жауап беретін жеңіл қоршау құрылымдарын жасауға мүмкіндік береді, бұл жылу шығынын азайту арқылы фимараттардың пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Осы жұмыстың мақсаты түйісу аймақтарында жылу шығынын анықтау үшін сэндвич – панельдерден жасалған қоршау конструкциялары бар пайдаланылатын фимараттарда ақаулардың пайда болу себептерін зерттеу болып табылады. Мақалада сэндвич-панельдерден жасалған қоршау конструкцияларының тораптық қосылыстарын жетілдіру мәселелері шешіледі, бұл аз қабатты тез салынатын фимараттарды салу кезінде дизайнерлер үшін үлкен қызығушылық тудырады.*

Түйін сөздер: *Қоршау құрылымдары, жылу шығындары, сэндвич-панельдер, энергия шығындары, интерфейс түйіндері, ресурс шығындары.*

Аннотация. *Одним из важнейших путей экономии топливно-энергетических ресурсов является сокращение тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий. Применение высокоэффективных теплоизоляционных, огнеупорных материалов позволяют создавать легкие ограждающие конструкции, отвечающие современным требованиям архитектуры, позволяющие сократить эксплуатационные затраты зданий за счет снижения тепловых потерь. Целью данной работы является исследование причин возникновения дефектов в эксплуатируемых зданиях с ограждающими конструкциями из сэндвич – панелей для выявления тепловых потерь в зонах сопряжения. В статье решаются вопросы совершенствования узловых соединений ограждающих конструкций из сэндвич-панелей, представляющий собой большой интерес для проектировщиков при строительстве малоэтажных быстровозводимых зданий.*

Ключевые слова: *Ограждающие конструкции, тепловые потери, сэндвич – панели, энергозатраты, узлы сопряжения, ресурсозатраты.*

Annotation. *One of the most important ways to save fuel and energy resources is to reduce heat losses through the building envelope. The use of high-performance heat-insulating, refractory materials makes it possible to create lightweight building envelopes that meet modern architectural requirements, allowing to reduce the operating costs of buildings by reducing heat loss. The purpose of this work is to study the causes of defects in operating buildings with enclosing structures made of sandwich panels to*

identify heat loss in the interface zones. The article addresses the issues of improving the nodal connections of enclosing structures made of sandwich panels, which is of great interest to designers in the construction of low-rise prefabricated buildings.

Keywords: Enclosing structures, heat losses, sandwich panels, energy costs, interface nodes, resource costs.

Kipicne. ХХІ ғасырдың басы – ғимараттар мен құрылыстарды салу мен қайта құруда инновациялық тиімді технологиялардың белсенді қалыптасуы. Ғимараттарды салу кезінде қайта құру мәселелерін шешу құрылыс тиімділігін арттырудың маңызды бағыттарының бірі болып табылады.

Сэндвич-панельдерінің жаппай өнімдері ретінде көптеген жылдар бойы АҚШ, Англия, Франция, Канада, Голландия, Италия, Германия, Бельгия және басқа елдерде шығарылды, бірақ оларды өндіру мен қолданудың шетелдік тәжірибесінің бірқатар ерекшеліктері бар. Осылайша, Германия мен Испанияда ұқсас технология бойынша шығарылатын болтты қосылыстардың көмегімен қабаттасып қосылатын қабырғасыз сэндвич-панельдердің қазақстандық жағдайлар үшін елеулі кемшілігі бар – анкерлік болттарды бекіту орындарында қатып қалу ықтималдығы жоғары [1].

Кейбір фирмалар сэндвич панельдерін жасайды, сонымен бірге оларды өндіруде көп жылдық тәжірибесі бар, мысалы, американдық «Кери» фирмасы – 60 жылдан астам, француздық «Соба» фирмасы – 50 жылдан астам. Үш қабатты панельдердің әртүрлі түрлерін сынауды оларды шығаратын көптеген фирмалар жүргізді. Сэндвич-панельдерін зерттеуді Франциядағы ұлттық Құрылыс Орталығы мен эксперименттік станция, АҚШ-тағы Ұлттық тұрғын үй қауымдастығының зерттеу орталығы жүргізді. Соңғы ұйым тексерген сэндвич-панельдерін АҚШ-тың Федералды тұрғын үй басқармасы мақұлдады [2].

Қазіргі уақытта сэндвич-панельдер заманауи құрылыста өзін-өзі ұстайтын перде қабырғалары және жүк көтергіш жабын элементтері ретінде кең қолданыс тапты. Олар павильондар сияқты шағын ғимараттарды, сондай-ақ өнеркәсіптік және азаматтық ғимараттарды: сауда және ойын-сауық кешендерін, мұз сарайларын, спорттық және басқа да бірлестіктерді салуда қолданылады [3].

Бүгінгі таңда энергияны үнемдеу өзекті мәселеге айналуға [4]. Бүкіл әлемде энергияны ұтымды пайдалану арқылы оны азайту жолдарын іздестіру көптен бері жүргізілуде [5, 6].

Сэндвич-панельдерді қоршау конструкциялары ретінде құрылысқа кеңінен енгізуге байланысты пайдалану кезіндегі ақауларды зерттеуге бағытталған шұғыл жұмыстар жүргізілуде.

Материалдар және зерттеу әдістері. Зерттеу жұмысында Elcut 6.3 бағдарламалық кешендері пайдаланылды. Сэндвич-панельдерден жасалған қоршау конструкцияларының түйіндік қосылыстарының температуралық деформацияларын зерттеу үшін термобейнелеуді басқару әдісі қолданылды.

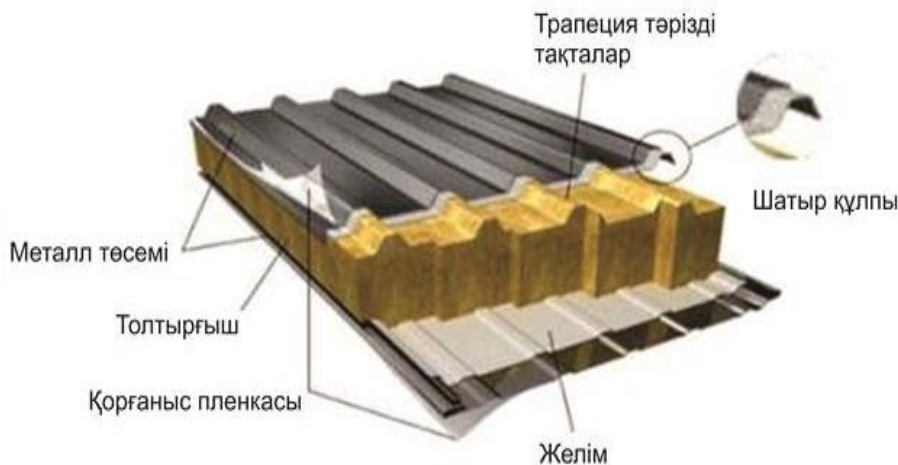
Айта кету керек, сэндвич-панель – бұл композициялық құрылыс. 1-суретте сэндвич-панельдің құрылысы көрсетілген.

Сэндвич-панель бір-бірімен өзек (толтырғыш) арқылы қосылған, жеткілікті берік материалдан (сыртқы қабаттарды тасымалдайтын) жасалған екі жұқа қабықтан тұрады. Қыздырғыштың қалыңдығы былғарылардың қалыңдығынан әлдеқайда көп, бұл жеткілікті аз салмақпен беріктік пен қаттылықтың салыстырмалы түрде жоғары сипаттамаларына ие болуға мүмкіндік береді [7, 8].

Көптеген теориялық және эксперименттік зерттеулердің негізінде сэндвич-панельдердің келесі негізгі *артықшылықтары* анықталды:

- ғимараттарды салу немесе жөндеудің жылдам мерзімі;
- құрылысты жылдың кез келген уақытында жүргізуге болады;

- жылу және дыбыс оқшаулаудың жоғары көрсеткіштері;
- панельдің салыстырмалы түрде аз салмағына байланысты ғимараттың іргетасына төмен жүктеме;
- тасымалдаудың қарапайымдылығы;
- қосымша өңдеу қажет емес;
- жоғары дыбыс оқшаулау;
- тұрғызылатын объектілерді салудың қысқа мерзімдері;
- басқа конструкциялармен салыстырғанда материал үнемді;
- жаппай өндіріс мүмкіндігі;
- тартымды көрініс.



1-сурет. Сэндвич-панелінің құрылымы

Сонымен қатар, пайдаланылған материалдарға байланысты сэндвич-панельдердің кемшіліктері де бар [9, 10]:

- айтарлықтай қосымша жүктемеге төтеп бермеу;
- сыртқы зақымдану ықтималдығы жоғары;
- қосылыс орындарындағы суық көпірлер;
- қыздырғышты болат қаңылтырдан ажырату;
- сэндвич-панельдердің түйіскен жеріндегі раманың және бекіткіштердің зақымдануы (себеп көп конденсат немесе «шық нүктесі» болуы мүмкін) [7].

Сэндвич-панель өзінің пайдалану қасиетімен, өндірістің жоғары технологиялылығымен, сондай-ақ құрылыста кеңінен қолданылатын материал болып табылатын әртүрлі конструктивті және архитектуралық шешімдерді іске асыру мүмкіндігін болжайтын ауқымды және модификациялардың кең ауқымымен білдіреді:

- өндірістік ғимараттар;
- сауда кешендері;
- тұрғын және әкімшілік ғимараттар;
- спорт және мұз командалары;
- жанармай құю станциялары, автосалондар, автотұрақтар;
- мұнай-газ секторы мен құрылыс индустриясы үшін жылжымалы ғимараттар;
- тамақ өнеркәсібі кәсіпорындары үшін қойма үй-жайлары;
- ауыл шаруашылығы құрылыстары.

Бүгінгі күні жеткілікті зерттелмеген мәселе сэндвич-панельді жарылыс қаупі бар

ғимараттардағы температуралық әсердің әсеріне әкеледі, бұл ғылыми тұрғыдан қызықты және практикалық тұрғыдан жарамды осы мәселені шешуді талап етеді. Осыған байланысты жұмыс істеп тұрған ғимараттардағы сэндвич-панельді эксперименттік-теориялық зерттеу жүргізу мүмкін емес [11].

Сэндвич-панельдердегі ақаулардың пайда болуы мақсатында жарылыс жұмыстарын тепловизиялық тексеру жүргізіледі. Негізгі салымды қарау кезінде:

– сэндвич-панельдерден пайдаланылатын ғимараттардың қасбеттерінің көрнекі ақаулары;

– түйіндер біріктірілген сэндвич-панелі.

Зерттеудің міндеті зерттеу объектілерінде зерттелетін ғимараттардың сыртынан жоғары температура аймақтарын анықтау болды.

Жоспарланатын тексеру техникасының зерттелетін елеулі үлесіне дайындық кезінде, олар сенімгерлік деректерді ең аз уақыт шығындарымен және қажетті дәлдікпен алуға шақырды.

1-кестеде Қызылорда қаласында термовизиялық зерттеу үшін пайдаланылатын объектілер ұсынылған.

1-кесте. Зерттеу объектілері

Зерттеу объектілері	Сипаттамасы
Нысан 1	
	<p>Нысанның орналасқан жері: Қызылорда қ, Н.Назарбаев көшесі 13 Сипаттама: «Жібек жолы» сауда ойын-сауық орталығы Қабырға материалы: минералды мақтадан оқшауланған сэндвич-панельдері Қабырғалардың қалыңдығы: $\delta = 150$ мм</p>
	<p>Нысанның орналасқан жері: Қызылорда қ, Байтұрсынов көшесі 49 Сипаттама: «Арай Сити» сауда ойын-сауық орталығы Қабырға материалы: минералды мақтадан оқшауланған сэндвич-панельдері Қабырғалардың қалыңдығы: $\delta = 120$ мм</p>

	<p>Нысанның орналасқан жері: Қызылорда қ, Абылхаир хан көшесі 79 Сипаттама: «EuroMebel» сауда үйі Қабырға материалы: минералды мақтадан оқшауланған сэндвич-панельдері Қабырғалардың қалыңдығы: $\delta = 120$ мм</p>
---	--

FLIRB 15 маркалы тепловизоры бар тепловизиялық бақылау [12]. Таза нысандарға мониторинг 2022 жылдың ақпан айында күндізгі уақытта жүргізілді. Қазіргі уақытта нысандар зерттелуде. Тексеру жел, атмосфералық жауын-шашын тоқтаған кезде жүргізілді. Зерттелетін ғимараттардың өлшенетін қоршау конструкциялары процесінде тікелей және иеліктен шығарылған күн жабыны өңделмеген.

Тепловизиялық бақылау барысында келесі жұмыс түрлері орындалды:


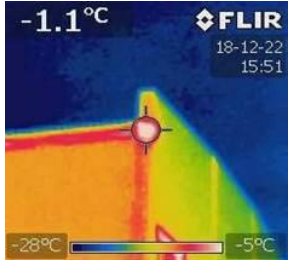

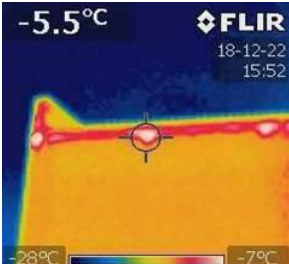
– объектілердің жалпы сипаттамасын қалыптастыру және алыс термографияға мүмкіндік беретін учаскелерді бөлу үшін жылу түсіргіштің көмегімен объектілерді тексеру;


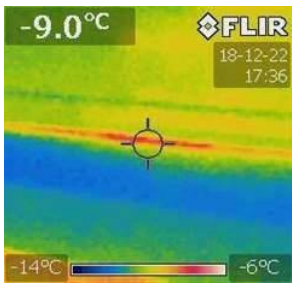

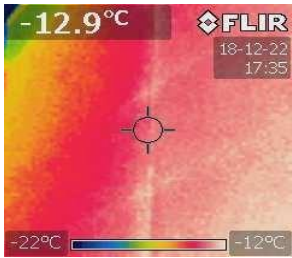

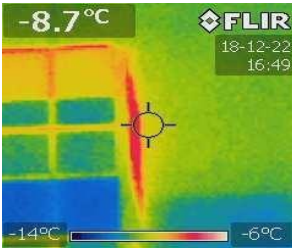

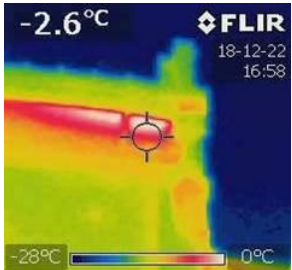
– температуралық ауытқуларды анықтау үшін қоршау конструкцияларының арнайы қуаттарын шолу термографиясы;

– температуралық ауытқуларды жабу үшін қоршау конструкцияларының тапсырыс қуаттылығының бөлінген учаскелерін егжей-тегжейлі термографиялау.

2-кестеде қасбеттердің жылу бөлуінің термограммалары алынған объектілерді термовизиялық зерттеу нәтижелері келтірілген.

2-кесте. Жылулық бейнелеу өлшеулерінің нәтижелері

№	Сараптама фотосы	Жылулық сәулеленудің суреті
Нысан 1		
1		
2		

Нысан 2		
3		
4		
Нысан 3		
5		
6		

Термограммалар бойынша 2-кестеде сэндвич-панельден жасалған қоршау конструкцияларының қол қуатының нақты температурасы ауданда ауытқиды (-1,1...-13,3)°С, егжей-тегжейлі зерттелетін құрам орындарындағы орташа температурада – 7,3 °С. 3-кестеде зерттелетін ғимараттардың сыртқы қуаты температурасының мәні көрсетілген.

3-кесте. Ғимаратты бақылау нәтижесі

Нысан	Сыртқы ауа температурасы Тн, оС				
	1	2	3	Орташа Тн, оС	Өлшеу кезіндегі сыртқы ауа температурасы Тн, в, оС
1	-1,1	-5,5	-13,3	-6,63	-19

2	-8,9	-1,8	-2,6	-4,43	-19
3	-12,2	-12,9	-9,0	-11,4	-18
				$T_n, \text{cp} = -7,52 \text{ oC}$	$T_{n.v}, \text{cp} = -16,7 \text{ oC}$

Нәтижелері және оларды талқылау. Ғимаратты визуалды тексеру кезінде сэндвич-панельдердің түйісу тораптарында жылытқыш ретінде монтажды көбік қолданылатыны анықталды. Ғимараттың сәулеттік пішінін жақсарту үшін сэндвич-панелінің түйіскен жерлерінде бекітіледі, сонымен қатар сэндвич панелінің түйіскен жері тығыздалмаған күйінде қалады, кейбір жерлер бекітілмейді, нәтижесінде түйіндік түйіспеге ылғал мен ультракүлгін жарығы түседі, бұл окшаулаудың бұзылуына себеп болады.

Термобейнелеу бақылауынан зерттелетін ғимараттардың температурасы жоғары аймақтар сэндвич-панельден қоршау конструкцияларының түйісу түйіндерінде пайда болады. Ғимаратты пайдалану кезінде қоршау конструкцияларының түйісу түйіндерінде температураның өзгеруін талдау бойыншақандай түйіндік қосылыстарда конденсациялық ылғалдың бөлінуі мен жинақталу процестері болу мүмкіндігін білуге болады.

Ең осал түйіндер екені анықталды:

- 1) қабырғалық панельдердің өзара байланыстары;
- 2) шатыр құрылысының түйіндері;
- 3) ғимараттың жертөлесіндегі қабырғалық сэндвич-панельді тіреу.

Elcut Professional бағдарламалық кешенінде сандық зерттеулер жүргізу үшін жылу беру процесі тұрғысынан келесі бастапқы деректер алынды:

– қолданылатын құрылыс материалдарының жылу өткізгіштігінің λ қасиеттері 4-кестеде келтірілген

– ішкі және сыртқы беттердің шекаралық температуралық шарттары 4-кестеде келтірілген

– қоршау конструкцияларының ішкі және сыртқы беттерінің жылу беру коэффициенттері 4-кестеде келтірілген.

4-кесте. Есептеуде қолданылатын материалдардың сипаттамалары

№ п/п	Материалдың атауы	Тығыздығы $\rho_0, \text{кг/м}^3$	Жылу өткізгіштік коэффициенті $\lambda, \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{с)}$
1	Полимерлі жабыны бар мырышталған парақ	7850	52
2	Минералды мақта тақтасы	100	0,04
3	Монтажды көбік	30-35	0,034
4	Герметик	1050	0,36
5	Мастика	100	0,033

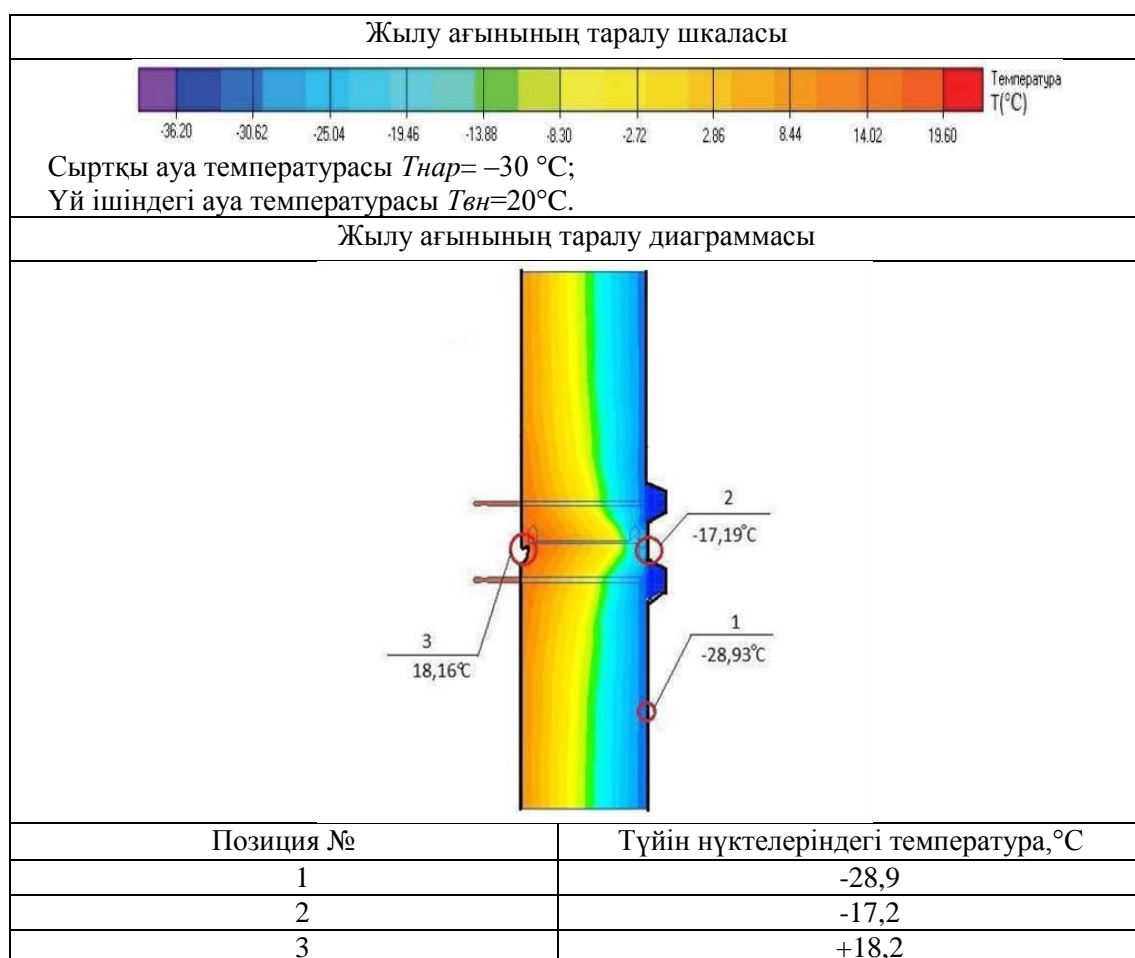
5-кесте. Қоршау құрылымын есептеу үшін есептеу шекаралық шарттары

№ п/п	Параметр	Мәні
1	Сыртқы ауаның есептік температурасы T_n, oC	-30,0
2	Бөлмедегі ауаның есептік температурасы T_v, oC	+20,0
3	Қабырғаның сыртқы бетінің жылу беру коэффициенті $a_n, \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{oC)}$	24,0
4	Қабырғаның ішкі бетінің жылу беру коэффициенті $a_v, \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{oC)}$	8,6

Түйісу түйіндерінде жылу шығындарының себептерін анықтау үшін түйіндер мұқият қарастырылды. Есептеулер үшін сэндвич-панельдері түйіндердің типтік жобалық шешімдері алынды.

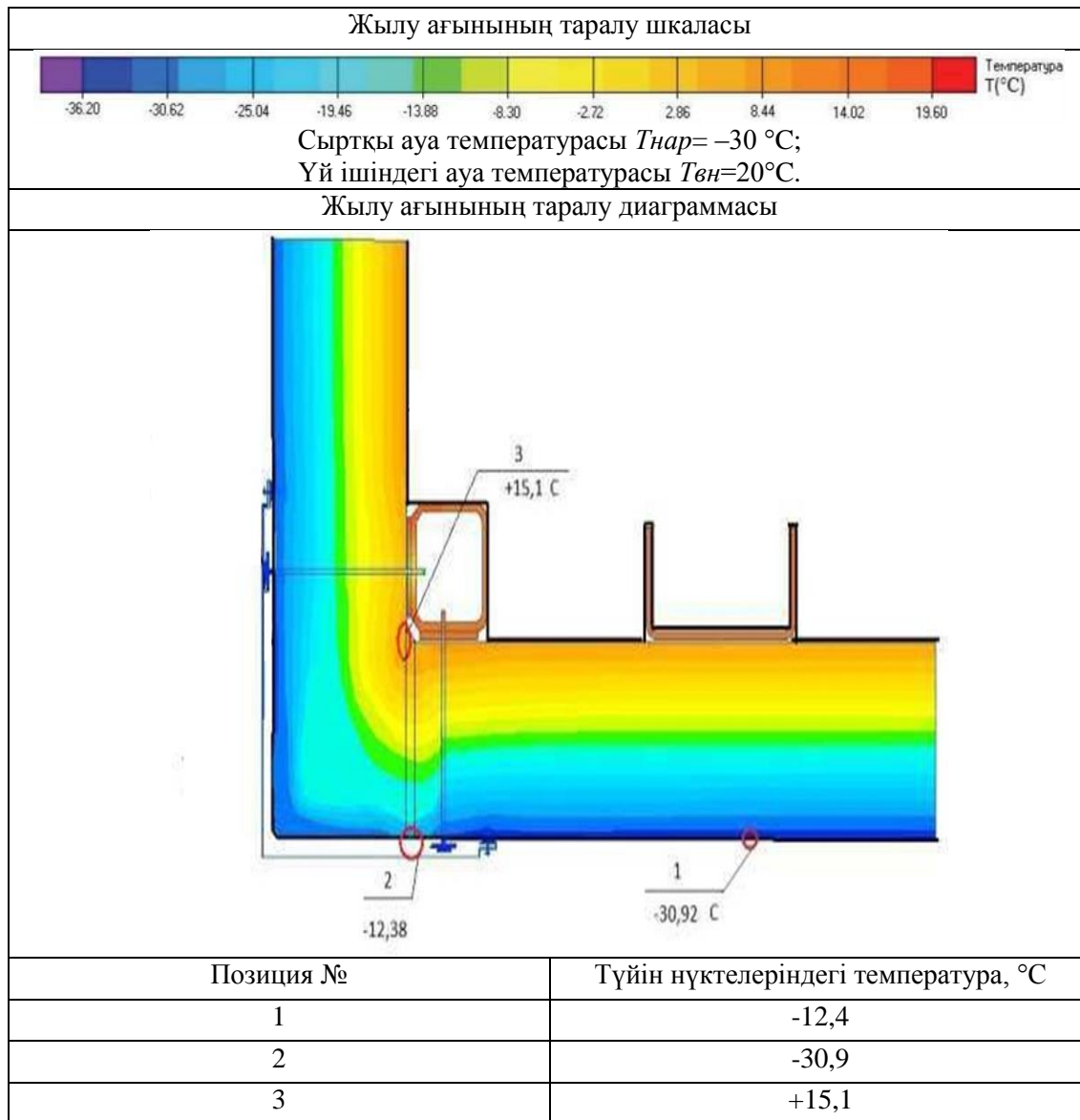
Қабырғалық сэндвич-панельдерінің бойлық жиектері бойынша қосылған және ғимарат қаңқасына бекітілуінің температуралық өрістерін компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша, қабырғалық сэндвич-панельдерінің бекіту жеріндегі сыртқы контурдың температурасы – 17,2 °С екені анықталды (6-кесте, 2-нүкте), бұл сыртқы ауаның есептік мөлшерінен жоғары (-30,0 °С). Осыдан, қабырғалық сэндвич-панельдерінің қосылған жерлерінде жылу шығындары болатыны анықталды.

6-кесте. Бойлық жиектер бойынша қабырғалық сэндвич-панельдерді қосу және оларды ғимараттың қаңқасына бекіту температуралық өрістерін компьютерлік модельдеу нәтижелері



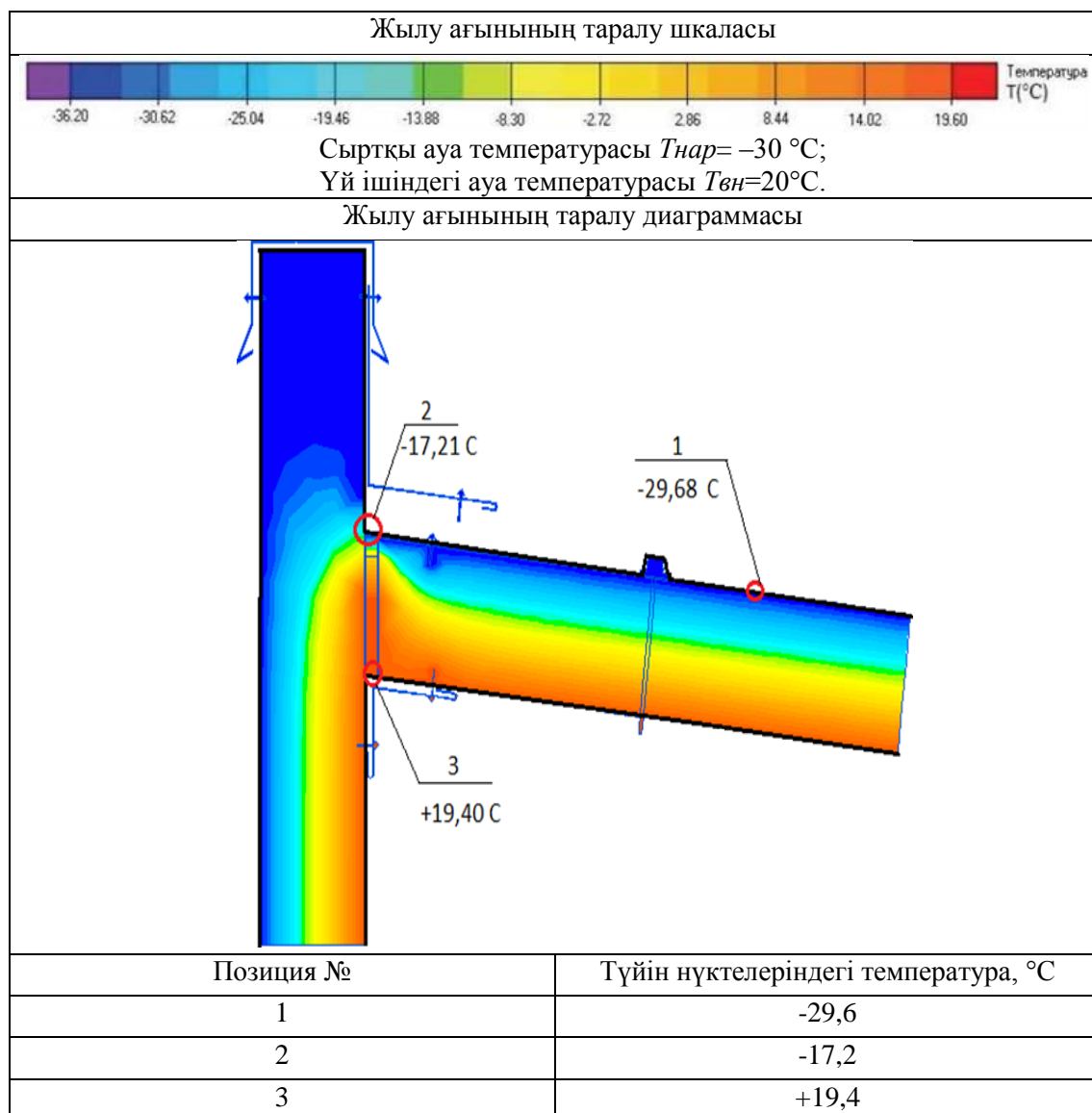
7-кестеде көрсетілген қабырғалық сэндвич-панельдердің қосылу бұрыштарының температуралық өрістерін компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша қабырғалық сэндвич-панельдердің қосылуындағы сыртқы контурдың температурасы -12,4 °С (7-кесте, 1-нүкте) құрайтындығы анықталды, бұл сыртқы ауа температурасының айқын мәнінен (-30,0 °С) жеткілікті. Бұдан шығатыны, қабырғалық сэндвич-панельдердің бірлігінде жылу жоғалтулар пайда болады.

7-кесте. Қабырғалық сэндвич-панельдердің бұрыштық қосылуының температуралық өрістерін компьютерлік модельдеу нәтижелері



8-кестеде көрсетілген карниз конструкциясының торабының температуралық өрістерін компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша қабырғалық сэндвич-панельдердің қосылуындағы сыртқы контурдың температурасы $-17,2\text{ °C}$ (8-кесте, 2-нүкте) екендігі анықталды, бұл сыртқы ауа температурасының есептік мәнінен ($-30,0\text{ °C}$) едәуір жоғары. Бұдан шығатыны, қабырғалық сэндвич-панельдерінің қосылысында жылу шығыны пайда болады.

8-кесте. Ішкі суағарды шешу кезінде карниз конструкциясы торабының температуралық өрістерін компьютерлік модельдеу нәтижелері

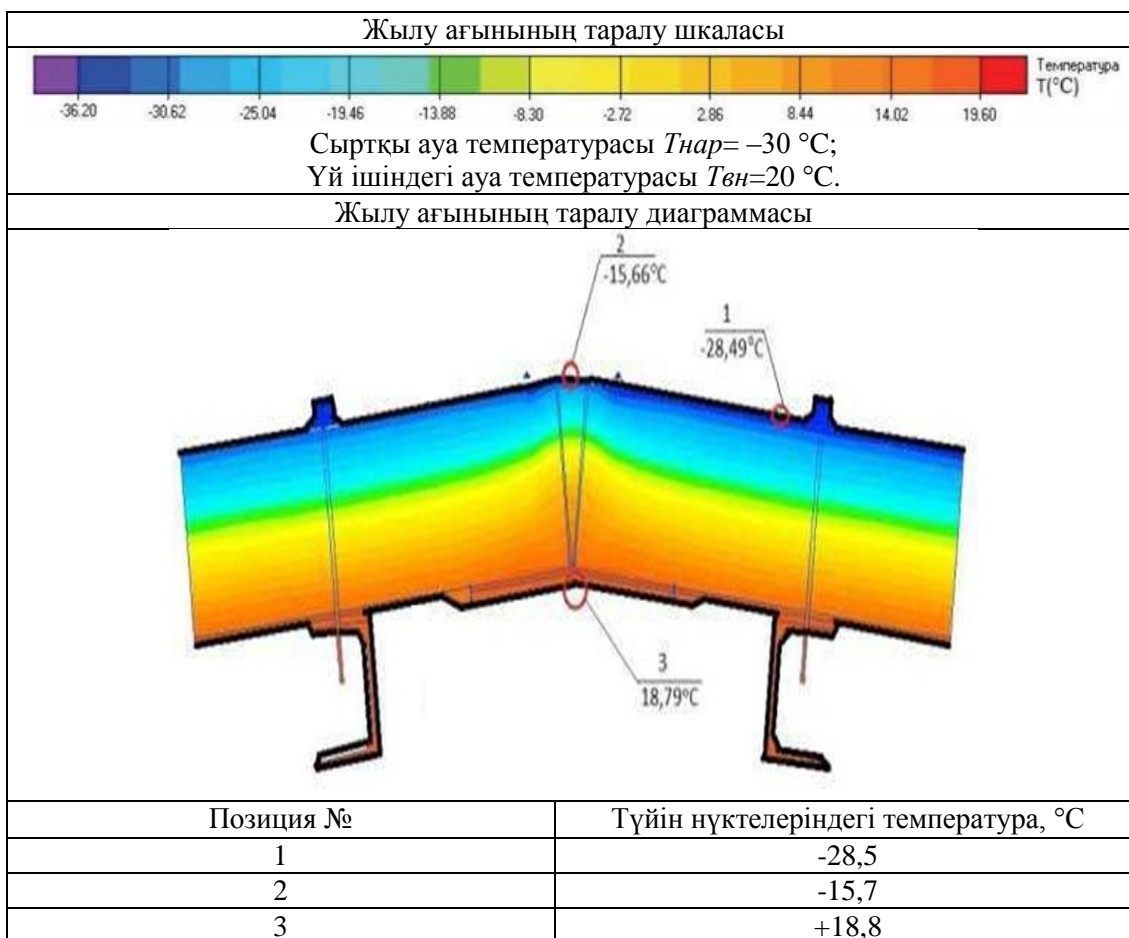


Атша түйіні үшін шатыр еңісі 10 %. Шатырдың сэндвич-панельдері резеңке тығыздағышпен және пластик қақпақпен өздігінен бұрғылау бұрандалары арқылы ферма құрылымының жоғарғы жағына бекітіледі. Шатыр панельдерінің арасы монтажды көбікпен толтырылады.

9-кестеде келтірілген дренаждың ішкі шешімдерінде карниздердің көтеріліп келе жатқан конструкцияларының температуралық өрістер компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша қабырғалық панельдердің қосылуындағы сыртқы контурдың температурасы $-15,7\text{ °C}$ (9-кесте, 2-нүкте) екендігі анықталды, бұл айтарлықтай жоғары сыртқы ауасының температурасының есептік мәні ($-30,0\text{ °C}$). Бұдан шығатыны, қабырғалық сэндвич-панельдерінің қосылысында жылу шығыны пайда болады.

9-кесте. 10 % көлбеу шатырға арналған жоталар жинағының

температуралық өрістерін компьютерлік модельдеу нәтижелері



10-кестеде сэндвич-панельдердің типтік түйіндерінің және интерфейстерінің температуралық өрістерін компьютерлік модельдеудің жиынтық нәтижелері көрсетілген, мұнда:

- 1) 1 – түйін – қабырғалық сэндвич-панельдерді бойлық жиектер бойынша бір-біріне қосу және оларды ғимараттың қаңқасына бекіту;
- 2) 2 – түйін – қабырғалық сэндвич-панельдердің бұрыштық қосылуы;
- 3) 3 – түйін – 10 % еңісі бар шатырға арналған жоталы блок;
- 4) 4 – түйін – ағызу үшін ішкі ерітіндісі бар карниздің құрылысы.

10-кесте. Типтік түйіндердің температуралық өрістерін компьютерлік модельдеу нәтижелерінің жиынтық кестесі

Модель	Сэндвич-панельдерді қосу кезінде сыртқы схемаға сәйкес бет температурасы ($T_n = -30\text{ °C}$)	Сэндвич-панельдерді қосу кезінде ішкі схемаға сәйкес бетінің температурасы ($T_v = +20\text{ °C}$)
Түйін 1	-17,2	+18,2
Түйін 2	-12,4	+15,1
Түйін 3	-17,2	+19,4

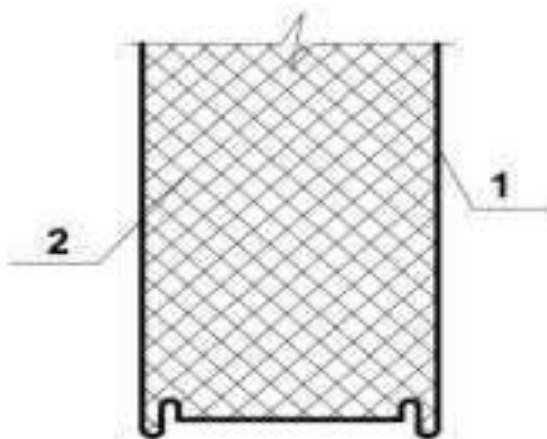
Түйін 4	-15,7	+18,8
---------	-------	-------

Есептеу нәтижелері сэндвич-панельді жылу өткізгіштіктің түйіндік бірліктерінде бөлінеді [14,15]. Түйіндерді егжей-тегжейлі талдау сэндвич-панельдердің түйіспелерінде монтаж көбікінің қолданылатынын анықтады. Бағдарламалық жасақтама кешеніндегі есептеулердің нәтижелері бойынша температура ағынының өзгеруі сэндвич-панельдің түйіндік таяқшаларында мақсатына сәйкес жүретіндігі қалпына келтіріледі, бұл жерлерде монтаж көбігі алынғанын атап өткен жөн.

Бұл жылу шығынының себебі түйінді көбікпен айналысу болуы мүмкін деп болжауға болады, өйткені таяқшаларды толтыру кезінде сапалы материал өндірілмеуі мүмкін, сонымен қатар жұмыс кезінде немесе құрылыс процесінде сэндвич-панельдермен түйіндік бірлікте өткізгіш ылғалдану немесе ультракүлгін әлем болуы мүмкін, осылайша монтаж көбігінің сапасын нашарлатады.

Сэндвич-панельдерінен қоршау конструкцияларының түйіндік қосылыстарында жылу шығыны монтаж көбік түйіндерінде қолдану арқылы жүреді деген қорытынды жасауға болады.

Қабырғалардың жобалық схемасы 2-суретте көрсетілген, реттелген қабырға материалдарының есептік термофизикалық сипаттамалары 11-кестеде келтірілген. Оқшаулау ретінде минералды жүн оқшаулауы бар сэндвич-панелі таңдалды. Есептеу Elcut Professional бағдарламалық кешенінің көмегімен жүргізілді. Есептеу үшін есептік шекаралық шарттар 18-кестеде көрсетілген.



2-сурет. Сэндвич-панелінің жобалық схемасы: 1-мырышталған парақ; 2-оқшаулау

11-кесте. Материалдардың сипаттамалары

№ п/п	Материалдың атауы	Тығыздығы ρ_0 , кг/м ³	Жылу өткізгіштік коэффициенті λ Вт/(м ² ·с)
1	Полимерлі жабыны бар мырышталған парақ	7850	52
2	Минералды мақта тақтасы	105	0,035
3	Монтажды көбік	25-35	0,033
4	Герметик	1050	0,35

12-кесте. Қоршау құрылымын есептеу үшін есептік шекаралық шарттар

№ п/п	Параметр	Мәні
1	Сыртқы ауаның есептік температурасы T_n , оС	-30,0
2	Бөлмедегі ауаның есептік температурасы T_v , оС	+20,0
3	Қабырғаның сыртқы бетінің жылу беру коэффициенті α_n , Вт/(м ² ·оС)	23,0
4	Қабырғаның ішкі бетінің жылу беру коэффициенті α_v , Вт/(м ² ·оС)	8,7

Елcut бағдарламалық кешеніндегі сэндвич-панельдің бұрыштық қосылысын есептеу нәтижелері 13-кестеде келтірілген.

13-кесте. Есептеу нәтижелері

№ п/п	Сыртқы ауа температурасы	Өткізгіштік коэффициенті λ , Вт/(м ² ·с)	Сэндвич панельдерінің қосылысындағы сыртқы контурдың беткі температурасы ($T_n = -30^\circ\text{C}$)	Сэндвич панельдерінің қосылысындағы ішкі контурдың беткі температурасы ($T_v = +20^\circ\text{C}$)
1	-37	0,033	-17,2	+18,2
2	-37	0,035	-17,1	+18,2
3	-37	0,038	-16,8	+17,9

Есептеу нәтижелерінен монтаж көбігімен жылу өткізгіштік коэффициенті жоғарылаған кезде, кіреберісте, желде, күн радиациясында, материалдың қуаты кезінде температура мен ылғалдылықтың циклдік көтерілуінде материалда өтетін сипаттаманың нақты құрылымдық өзгерістері үшін сэндвич панельдерінің жұптасу орындарында жылу шығыны артады, осылайша коньюгация торабының ұзақ өмір сүру мерзімін өзгертеді. Проекторлар мәлімдеген ғимарат эксплуатациясының осы мерзімінің нәтижесі 2-3 есе өзгереді деп болжануда.

Жұмыс істеп тұрған ғимараттардағы жылу таратқыштарды жою үшін біз буындардың тығыздығынан айыра алмаймыз, сонымен қатар таяқтарда жұмысты бастау үшін тығыз байланыс жасай алмаймыз.

Буындардың окшаулау тиімділігі мен тығыздығын растау үшін окшауланған шығыстардағы жылу ағынына талдау жүргізілді. Бұл ретте біз Elcut Professional бағдарламалық кешеніндегі келесі әрекет алгоритмін ұстанамыз:

1. Жасалған модель түрін таңдау – стационарлық жылу редакторы.
2. Жұмыс аймағын анықтау және модельдің геометриясын орнату.
3. 15-кестеде ұсынылған модельдердің шекаралық шарттарын көрсету.
4. 14-кестеде көрсетілген термофизикалық қасиеттері мен бастапқы шарттарын анықтау.
5. Элементтер торының параметрлерін және оның құрылысын орнату
6. Шешуші құрылғының параметрлерін анықтау және босату.
7. Есептеу нәтижелерін көрсету режимін орнату
8. Алынған нәтижелерге талдау жасау.

14-кесте. Есептеу кезінде пайдалану жөніндегі материалдардың сипаттамасы

№ п/п	Материалдың атауы	Тығыздығы ρ_0 , кг/м ³	Жылу өткізгіштік коэффициенті λ Вт/(м ² ·с)
1	Полимерлі жабыны бар мырышталған парақ	7850	52
2	Минералды мақта тақтасы	105	0,035
3	Монтажды көбік	1050	0,35
4	Герметик	100	0,032

15-кесте. Қоршау құрылымын есептеу үшін есептік шекаралық шарттар

№ п/п	Параметр	Мәні
1	Сыртқы ауаның есептік температурасы T_n, oC	-30,0
2	Бөлмедегі ауаның есептік температурасы T_b, oC	+20,0
3	Қабырғаның сыртқы бетінің жылу беру коэффициенті $\alpha_n, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{oC})$	23,0
4	Қабырғаның ішкі бетінің жылу беру коэффициенті $\alpha_b, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{oC})$	8,7

16, 17-кестелерде Elcut бағдарламалық кешеніндегі есептеу нәтижелері келтірілген.

16-кесте. Түйін түрлерінің қуат температурасының нәтижелері

Модель	Сэндвич-панельдерді қосу кезінде сыртқы схемаға сәйкес бет температурасы ($T_n = -30 \text{ }^\circ\text{C}$)	Сэндвич-панельдерді қосу кезінде ішкі схемаға сәйкес бетінің температурасы ($T_b = +20 \text{ }^\circ\text{C}$)
Түйін 1	-17,2	+18,2
Түйін 2	-12,4	+15,1
Түйін 3	-17,2	+19,4
Түйін 4	-15,7	+18,8

17-кесте. Қыздырудан кейінгі түйіндердің бетінің температурасының нәтижелері

Модель	Сэндвич-панельдерді қосу кезінде сыртқы схемаға сәйкес бет температурасы ($T_n = -30 \text{ }^\circ\text{C}$)	Сэндвич-панельдерді қосу кезінде ішкі схемаға сәйкес бетінің температурасы ($T_b = +20 \text{ }^\circ\text{C}$)
Түйін 1	-28,3	+20,7
Түйін 2	-26,7	+19,2
Түйін 3	-27,1	+19,2
Түйін 4	-29,3	+19,3

Есептеу нәтижелерінен жұптастырылған сэндвичтерде ең тиімді әрекет ету – су өткізбейтін полиуретанды тығыздағышы бар панельдік оқшаулау, сондай-ақ бекітпелердің барлық компоненттері буындарды тығыздау үшін силиконды тығыздағышпен қаптау тиімді екені анықталды.

1 және 2 конструктивті нұсқалар үшін қыста пайдаланылатын үй-жайлардың ішінде $T_{bn} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ұстауға жұмсалатын энергияның қажетті мөлшерін есептедік.

18-кесте. Қоршау қабырғасының құрылымының 1 м² үшін жұмсалған жылу энергиясын ақшалай (теңге) эквивалентпен есептеу нәтижелері

Көрсеткіштер	1 м ² қабырғаны жылытуға арналған шығындар, теңге
--------------	--

	1 сағат ішінде, теңге	1 күн ішінде, теңге	1 ай ішінде (31 күн), теңге
Нұсқа 1	0,018	0,428	13,24
Нұсқа 2	0,007	0,166	5,24
1 м ² қоршау құрылымын жылытуға жұмсалған шығындарды үнемдеу, %	61,8	61,21	60,42

Қорытынды. Негізгі қасбетке қарағанда, пайдаланылған объектілердің қасбеттік бөлігін зерттеу нәтижелерінде сэндвичтен-панельдерден жасалған қоршау конструкцияларының панель қуатының панельдік температурасы 3-4 градусқа көтерілетінін көрсетті. Elcut Professional бағдарламалық кешенінде есептегенде, сыртқы қоршау конструкцияларының өлшемі сэндвич-панельдермен түйіндердің түйісуі -18.3 °С тең, сыртқы ауаның температурасы -30°С болып қабылданған, түйіндерде жылу шығыны болады. Түйіндерді талдау кезінде сэндвич-панельді біріктіру орындарында монтажды көбікті пайдаланғандығы анықталды.

Бағдарламалық жасақтама кешеніндегі есептеулердің нәтижелері бойынша температура ағынының өзгеруі сэндвич-панельдің түйіндік таяқшаларында жүреді, бұл жерлерде монтаж көбігі алынғанын атап өткен жөн. Elcut бағдарламалық кешеніндегі монтажды көбікті жылу өткізгіштік коэффициентімен мен сэндвич-панелінің түйіскен температуралық қуатының өзара байланысының тәуелділігін анықтауды есептеу кезінде монтаждау көбігінің жылу өткізгіштік коэффициенті ұлғайған кезде сипаттаманың құрылымдық өзгерістерін анықтау үшін материалдарда сэндвич-панельдердің түйісу орындарында жылу таратудың ұлғаюы, осылайша түйісу торабының төзімділік мерзімінің өзгеретіні анықталды.

Жобалаушы ғимараттың пайдалану мерзімі 2-3 есе азаяды деп болжауда. Сэндвич-панелімен түйіндердің қосылған жерін минералды мақтамен оқшаулап және жіктерін тығыздалған массамен тығыздап, сыртқы және ішкі контурдың температурасы нормативтік температураға жақындап, жылу шығынының жоқтығы анықталды. Сэндвич-панелімен түйіндердің арасын жылуоқшаулағыш ретінде минералды мақтаны қолдануды ұсынды, өйткені минералды мақта жылу өткізгіштіктігі төмен, жақсы жылу оқшаулауын қамтамасыз етеді, оқшаулаудың аз салмағы сэндвич панеліндегі жүктемені арттырмайды; жасанды жылуоқшаулау зиянды микроорганизмдердің таралуына жол бермейді.

Әдебиеттер тізімі

1. Губенко А.Б. Трехслойные конструкции покрытия с металлическими обшивками. – Москва: Стройиздат, 1977. – 69 с.
2. Гулик Ю.А. История возникновения и применения в строительстве «Сэндвич-панелей» / Научное обозрение № – 2015. – № 7. – С. 213-217.
3. Наумов А.Е. Проектирование топологии стержневых систем при физических ограничениях // Сборник трудов Sworld. – 2012. – № 3. – С. 81-82.
4. Қазақстан Республикасының заңы. Энергия сақтау және энергия тиімділікті арттыру. Режим доступа http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31112351#pos=1;-327
5. А.У. Жапахова, Г.С. Абиева, У.Б. Абдикерова, Г.У. Жапахова, Г.Е. Әбен. Мансардты қабаттарды құру кезінде жылутехникалық түйіндерді зерттеу Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясының. Хабаршысы 4 (86). – С. 162-171. <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2022.4-16>
6. Шибаева Г.Н., Ибе Е.Е., Баев М.В., Редина Е.В., Анализ тепловой защиты зданий, построенных с применением вентилируемых фасадных систем, Вестник Евразийской науки № 5 (10). URL: <https://esj.today/PDF/46SAVN518.pdf> SCOPUS

7. Филипсон Я.А. Анализ преимуществ и недостатков применения металлических «сэндвич»-панелей в строительстве / [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. – Режим доступа: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2010/section11.shtml>
8. Бурцева М.А. Сэндвич-панели. Материалы и конструкции / М.А. Бурцева, Е.А. Медникова // Актуальные вопросы науки и практики в XXI в. – 2016. – С. 37-41.
9. Особенности сэндвич-панелей от ТОО «КЗОК». Режим доступа <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2010/section11.shtml>
10. Официальный дилер АО «Теплант» в Казахстане – компания «Pillar Kazakhstan». Режим доступа <https://teplant.kz/documentation/standarts/>
11. Ермолович Г.Ю. Инновационные технологии в строительстве с использованием сэндвич-панелей / Г.Ю. Ермолович // Gaudeamus Igitur. – 2016. – С. 38-41.
12. Маликова С.М., Шингужиева А.Б. Энергия тиімді жобалау және құрылысы. Оқу құралы. – Алматы: «Альманах» баспа үйі, 2019. – 120 б. 500 экз.
13. Стивен Дж. Питерсон, Франк Р. Дагостино. Фимарат құрылысындағы есептеу. – Алматы, 2016.
14. Гулик Ю.А. История возникновения и применения в строительстве сэндвич-панелей // Научное обозрение. – 2015. – № 7. – С. 213-217.
15. Касенов А.Е., Закиров М.Р., Кулешов И.В. Проблемы при эксплуатации сэндвич-панелей / Научные исследования и разработки молодых ученых, 2016. – С. 13-18.

References

1. Gubenko A.B. Three-layer coating structures with metal sheathing. – Moscow: Stroyizdat, 1977. – 69 s.
2. Gulik Yu.A. History of the emergence and application in construction of “Sandwich panels” / Scientific review No. – 2015. – No. 7. – P. 213-217.
3. Naumov A.E. Design of the topology of rod systems under physical constraints // Collection of works Sword. – 2012. – No. 3. – Pp. 81-82.
4. Kazakhstan Republic of sons. The energy of the saktau is not the energy of this artery. Access mode http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31112351#pos=1;-327
5. A.U. Zhapakhova, G.S. Abieva, U.B. Abdikerova, G.U. Zhapakhova, G.E. Aben. Attics kabattards kuru kezinde zhylutekhnikalыk tuyinderdi zertteu Kazakh bass saulet-kurylys academyson. Khabarshysy 4 (86). – P. 162-171. <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2022.4-16>
6. Shibaeva G.N., Ibe E.E., Baev M.V., Redina E.V., Analysis of thermal protection of buildings constructed using ventilated facade systems, Bulletin of Eurasian Science No. 5 (10). CHRL: <http://esj.today/PDF/4bSAVN518.pdf> SCOPUS
7. Philipson Ya.A. Analysis of the advantages and disadvantages of using metal "sandwich" panels in construction / [Electronic pecypc]. ru/sites/mn2010/section11.shtml
8. Byptseva M.A. Sandwich panels. Materials and constructions / M.A. Byptseva, E.A. Mednikova//Actual issues of science and practice in the XXI century. – 2016. – С. 37-41.
9. Features of sandwich panels from KZOK LLP. Access mode <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2010/section11.shtml>
10. The official dealer of Teplant JSC in Kazakhstan is Pillaris Kazakhstan. Access mode <https://teplant.kz/documentation/standards/>
11. Epmolovich G.Yu. Innovative technologies in construction using sandwich panels / G.Yu. Epmolovich// Gaudeamus Igitur. – 2016. – С. 38-41
12. Malikova S.M., Shinguzhieva A.B. Energy efficient design and construction. Educational tool. Almaty: "Almanakh" publishing house, 2019. -120 pages, 500 copies
13. Stephen J. Peterson, Frank R. Dagostino. Calculation in building construction. Almaty, 2016.
14. Gulik Yu.A. The history of the emergence and use in the construction of sandwich panels // Scientific Review. – 2015. – No. 7. – С. 213-217.
15. Kasenov A.E., M.P. Zakirov, I.V. Kyleshov. Problems in the operation of sandwich panels / Scientific research and development of young scientists: 2016. – С. 13-18.