

---

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

**Олександр СЕМКО**  
**Олена ФІЛОНЕНКО**  
**Олег ЮРІН**  
**Наталія МАГАС**

**ЛІНІЙНІ ТЕПЛОПРОВІДНІ ВКЛЮЧЕННЯ  
В БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ**

**Навчальний посібник**

Полтава 2023

---

---

УДК 624.02:536.2]:624.042.5(075.8)

**Лінійні теплопровідні включення в будівельних конструкціях: Навч. посібник / Олександр СЕМКО, Олена ФІЛОНЕНКО, Олег ЮРІН, Наталія МАГАС. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. – 175 с.**

**Рецензенти:**

**Гліб ВАТУЛЯ**

доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи  
Українського державного університету залізничного транспорту  
(УкрДУЗТ)

**Юрій ВИННИКОВ**

доктор технічних наук, професор, в.о. завідувача кафедри буріння та  
геології Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія  
Кондратюка»

У навчальному посібнику викладені результати моделювання температурного поля вузлів зовнішніх огорожувальних конструкцій та визначені відповідні лінійні коефіцієнти теплопередачі, які можна застосовувати в інженерних розрахунках опору теплопередачі конструкцій.

Посібник призначений для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та інженерно-технічних працівників.

**ISBN**

Затверджено радою ННІ АБтаЗ  
Протокол № 2 від 20.10.2022 р.

ВСТУП	<b>4</b>
1 МАТЕМАТИЧНЕ ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ	<b>7</b>
2 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ	<b>11</b>
3 ПРИВЕДЕНИЙ ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТЕРМІЧНО НЕОДНОРІДНОЇ НЕПРОЗОРОЇ ОГороДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ	<b>12</b>
4 КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ОГороДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ	<b>14</b>
5 ПРИКЛАД	<b>18</b>
6 ПРИКЛАД	<b>21</b>
7 ПРИКЛАД	<b>25</b>
8 ПРИКЛАД	<b>36</b>
ТАБЛИЦІ ЛІНІЙНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ	<b>38</b>
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	<b>174</b>
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ	<b>175</b>

Енергоспоживання будівель значно залежить від критеріїв мікроклімату приміщень та будівель. Мікроклімат приміщення має вплив на здоров'я, продуктивність та комфорт людей, що перебувають у ньому.

Недостатня теплоізоляція елементів огорожувальних конструкцій призводить до теплового дискомфорту, викликаного небажаним місцевим охолодженням або нагріванням тіла. Найбільш поширеними місцевими факторами дискомфорту є температура випромінювання асиметрії (холодної або теплої поверхні), протяг (який визначається як місцеве охолодження тіла, викликане рухом повітря), вертикальний перепад температури повітря і холодні або теплі підлоги.

В практиці утеплення огорожувальних конструкцій не приділяється уваги якості виконання відповідних робіт в складних конструктивних елементах. Тому спостерігаються основні теплові відмови – конденсація вологи на поверхні огорожувальної конструкції, промерзання та утворення плісняви.

При утепленні суміщених покриттів не приділяється увага попередженню утворення містків холоду в місцях примикання до надбудов даху, вентиляційних каналів та парапетів. Моделювання температурного поля суміщеного покриття доводить, що наявність теплових містків може зменшувати приведені значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції до 60% від величини визначеної по основному полю.

В українських нормативних документа не наведено методики визначення тепловтрат крізь дахи з врахуванням конструктивних особливостей та значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі. Впроваджено у практику утеплення типові енергоефективні конструктивні вузли суміщених та горіщних дахів. Результати моделювання температурного поля цих вузлів дозволяють за методикою ДСТУ ISO 10211:2005 визначити лінійні коефіцієнти теплопередачі, які можна застосовувати в інженерних розрахунках опору теплопередачі відповідних конструкцій та доповнити додаток Г ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

При обстеженні утеплених стін спостерігаються основні теплові відмови – конденсація вологи на поверхні стін у містках холоду через не якісне виконання монтажних робіт, значні тепловтрати у місцях примикання плит перекриття та балконних плит до стін внаслідок розриву теплоізоляційного шару, замокання утеплювача, промерзання віконних укосів.

Дослідження тепловологісного режиму стін із замкненими повітряними прошарками, які виникли внаслідок порушення технології виконання робіт монтажу СФТО, виявило вологонакопичення у середині



огороджувальної конструкції. При наявності містків холоду ця волога буде провокувати морозобійне руйнування прилеглих шарів, особливо цегли.

Потрібно впроваджувати у практику утеплення типові енергоефективні конструктивні вузли стінових конструкцій за рахунок неперервності теплоізоляційного шару. За результатами моделювання температурного поля визначено лінійні коефіцієнти теплопередачі. При зведенні та термомодернізації будівель застосування таких конструкцій дозволить мінімізувати вплив містка холоду, при цьому збільшивши загальний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій та зменшити витрати на опалення будівель.

Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою відхилені ДБН В.2.6-33:2018 унаслідок конденсації водяної пари в товщі утеплювача та збільшення випадків відшарування і обвалу опоряджувального шару. При новому будівництві будівель нормами не рекомендовано наведену конструкцію стін.

Але будівлі з такими стінами експлуатуються, тому у підручнику наведені їх лінійні коефіцієнти теплопередачі для визначення трансмісійних тепловтрат.

Враховуючи низьку якість виконання робіт по монтажу СФТО необхідно вимагати проведення тепловізійного контролю якості при прийнятті об'єкта в експлуатацію, який фіксує всі наявні ділянки з тепловтратами. На рис. 1 наведено приклад термограми, яка доводить якісне виконання теплоізоляційно опоряджувальних робіт на фасаді.

Тепловий режим конструкції підлоги визначається видами і закономірностями внутрішніх та зовнішніх теплових впливів, її конструктивним рішенням і умовами теплової взаємодії з іншими елементами будівлі та ґрунтами основи.

В житлових та громадських будівлях з малозаглибленим стрічковим фундаментом для зменшення тепловтрат суцільною підлогою на ґрунті рекомендується утеплення фундаментної зони (фундаменту і цоколю) вертикальними суцільними смугами по внутрішньому або зовнішньому периметру. Оптимальна глибина закладання утеплювача – на 0,2 м глибше за рівень сезонного промерзання ґрунту.

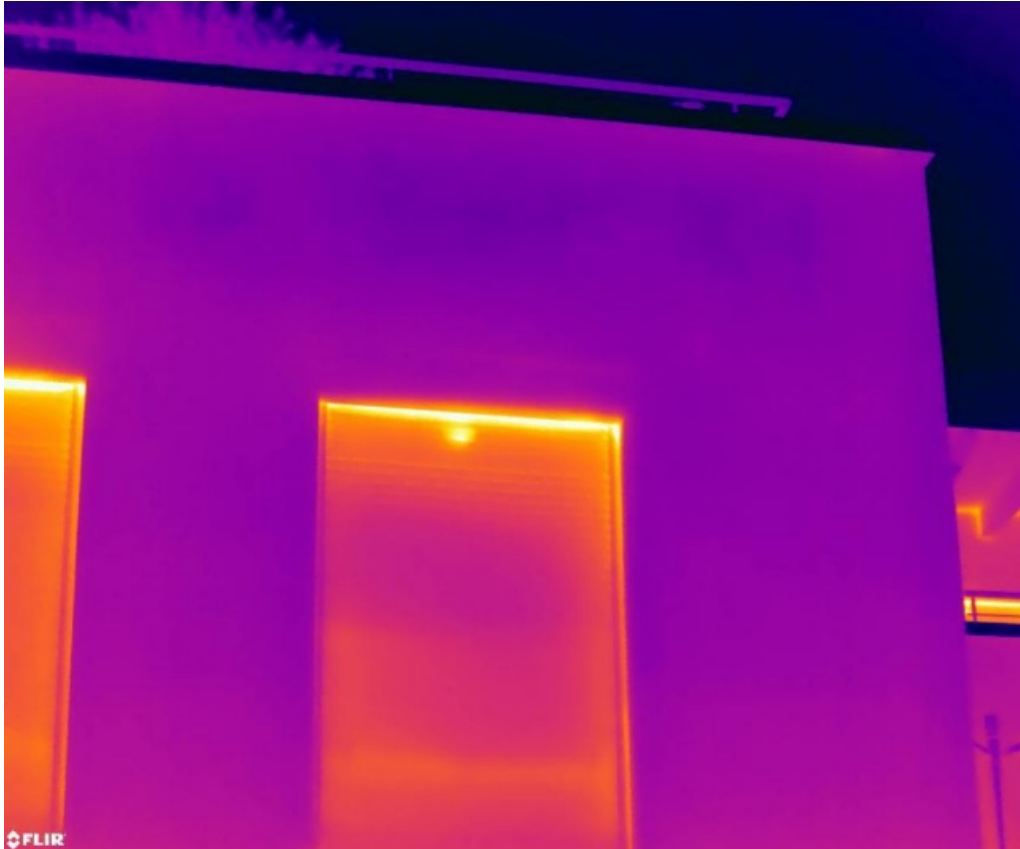


Рисунок 1 – Приклад термограми, яка доводить якісне виконання теплоізоляційно-опоряджувальних робіт на фасаді (фото Registered offices Bonn and Eschborn)

Впроваджено в практику утеплення типові енергоефективні конструктивні вузли підлог по ґрунту та перекриттів над холодними підвалами та проїздами за рахунок неперервності теплоізоляційного шару. Визначено лінійні коефіцієнти теплопередачі на підставі розрахунків двомірних температурних полів, які можна застосовувати в інженерних розрахунках опору теплопередачі відповідних конструкцій.

# 1 МАТЕМАТИЧНЕ ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ

Стаціонарний процес передачі тепла через огороження, коли всі параметри залишаються незмінними в часі, є найбільш простим випадком теплопередачі. В огорожувальних конструкціях, виконаних з твердих матеріалів, передача тепла від теплої поверхні конструкції до холодної здійснюється переважно шляхом теплопровідності.

В загальному вигляді кількість теплоти  $Q$ , яка передається теплопровідністю, виражається як

$$Q = -\lambda \cdot \text{grad } t \cdot F \cdot \tau, \quad (1.1)$$

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу конструкції, Вт/м · К;  
 $\text{grad } t$  – градієнт температури у напрямку  $x$ , зворотному потоку тепла, °С;

$F$  – площа, м<sup>2</sup>;

$t$  – час, год.

Знак мінус відповідає тому положенню, що потік теплоти завжди направлений в бік зниження температур.

Для вирішення питань будівельної теплотехніки та для визначення температур в елементах конструкцій розраховують температурне поле.

Найпростішим є одновимірне стаціонарне температурне поле, яке для багат шарового огороження може визначатися диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[ \lambda(x) \frac{\partial t}{\partial x} \right] = 0, \quad (1.2)$$

де  $\lambda(x)$  – теплопровідність матеріальних шарів огороження.

Якщо лінійний масштаб перерізу огороження замінити масштабом термічних опорів  $R = x/\lambda$ , то вище наведене рівняння можна переписати у вигляді

$$\frac{\partial^2 t}{\partial R^2} = 0. \quad (1.3)$$

Розподіл температур в огороженні визначається за формулою

$$t_x = t_{\text{вн}} - \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{зн}}}{R_{\Sigma}} \left( R_{\text{вн}} + \sum_{i=1}^m \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{x + \sum_{i=1}^m \delta_i}{\lambda_{(m+1)p}} \right), \quad (1.4)$$

де  $t_x$  – температура у довільному перерізі  $x$  огороження;

$t_{\text{вн}}$  і  $t_{\text{зн}}$  – температура внутрішнього і зовнішнього середовищ;

$R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі огороження;

$t$  – кількість повних шарів огороження від внутрішньої поверхні до перерізу  $x$ ;

$\delta_i, \lambda_{ip}$  – відповідно товщина та коефіцієнт теплопровідності повних шарів огороження від внутрішньої поверхні до перерізу  $x$ ;

$\lambda_{(m+1)p}$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, де розташований переріз  $x$ .

В реальних конструкціях зовнішніх огорожень фактично не можна виділити площу, в межах якої забезпечується однорідність температурного поля. Наявність в конструкції огороження теплопровідних включень у вигляді внутрішніх і зовнішніх виступаючих частин, примикань внутрішніх конструкцій призведе до виникнення в них складних дво- і тримірних температурних полів.

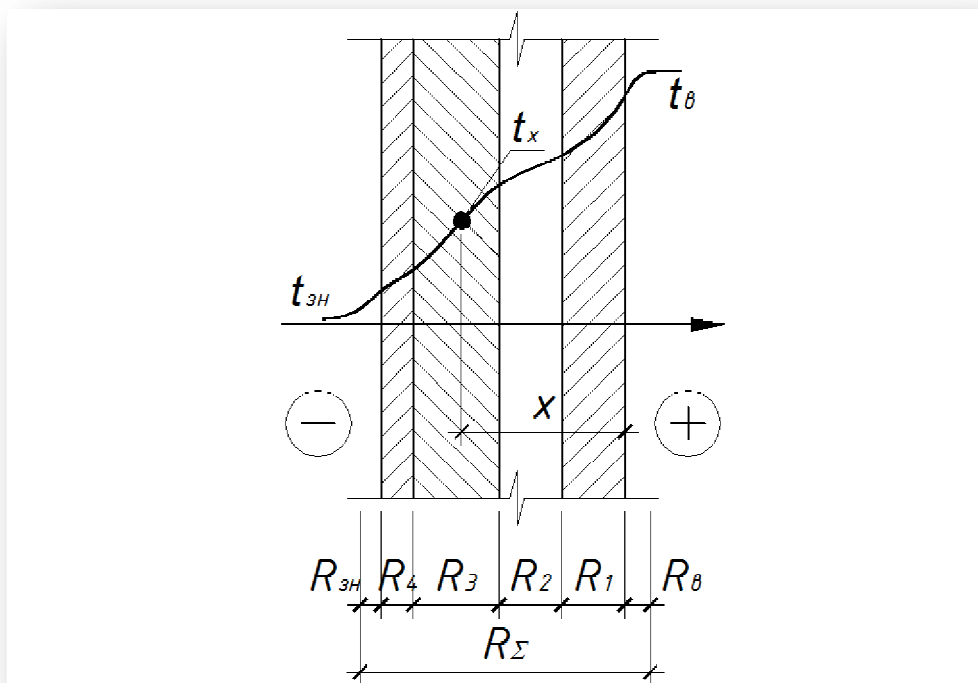


Рисунок 2 – Однорізне температурне поле багат шарового огороження

Диференціальне рівняння Лапласа для двовимірного плоского температурного поля (при встановленому розподілі температур в однорідному температурному середовищі), розгляд якого часто є достатнім при рішенні задач будівельної теплотехніки, має вигляд

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = 0, \quad (1.5)$$

В неоднорідному матеріальному середовищі диференціальне рівняння плоского температурного поля має вигляд

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda_x \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) = 0, \quad (1.6)$$

де  $\lambda$  – задане значення теплопровідності окремих частин двовимірного перерізу огороження.

Рішення цього рівняння складніше, ніж рівняння для одновимірного температурного поля. Аналітичні методи можуть бути використані для обмеженого кола задач. Для переважної кількості практичних задач, коли поряд з двовимірністю поля приходиться враховувати його неоднорідність, аналітичні методи не можуть використовуватись. В цьому випадку використовуються чисельні методи, які достатньо точні та прості для розрахунку. До таких методів належить метод скінчених різниць або метод скінчених елементів. Для розрахунку потрібно визначити область моделювання та граничні умови [38].

Граничні умови I роду – завдання розподілу температури по поверхні тіла в будь-який момент часу. В окремому випадку  $t_n(\tau) = const$ , тобто температура на поверхні стала на протязі всього процесу теплообміну.

Гранична умова II роду – завдання щільності теплового потоку для кожної точки поверхні тіла, як функції часу. Окремий випадок складає сталість щільності теплового потоку  $q_n(\tau) = const$ . Ця умова прийнята для перерізів де температурне поле одномірне і  $q_n(\tau) = 0$ .

Гранична умова III роду – завдання температури навколишнього середовища і закону теплообміну між поверхнею тіла і навколишнім середовищем. Тобто кількість тепла, яка передається в одиницю часу з одиниці поверхні тіла в навколишнє середовище з температурою  $t_c$ , наприклад, в процесі охолодження ( $t_n > t_c$ ), прямо пропорційна різниці

температур між поверхнею тіла і навколишнім середовищем  $t_c(\tau)$ , яка в загальному випадку є функцією часу

$$q_n(\tau) = \alpha[t_n(\tau) - t_c(\tau)] \text{ ,,} \quad (1.7)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт пропорційності (коефіцієнт теплообміну).

Граничні умови IV роду відповідають теплообміну поверхні тіла з обмежувачим середовищем (конвективний теплообмін тіла з рідиною) чи теплообміну контактуючих твердих тіл, коли температура контакту поверхонь однакова. При обтіканні твердого тіла потоком рідини (газу) передача тепла від рідини (газу) до поверхні тіла на незначній відстані від поверхні тіла відбувається по закону теплопровідності, тоді

$$T_{cm}(t) = [T_{cp}(t)]_{cm}, \quad (1.8)$$

Крім рівності температур, має місце рівність потоків тепла, тобто

$$\lambda_{cp} \left( \frac{\partial t_{cp}}{\partial n} \right)_{cm} = \lambda \left( \frac{\partial t}{\partial n} \right)_{cm}, \quad (1.9)$$

## 2 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Розрахунок лінійного коефіцієнта теплопередачі лінійного теплопровідного включення виконується згідно з [4] за формулою:

$$k_i = L^{2D} - \sum_{j=1}^N U_j \cdot l_j, \quad (2.1)$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначається за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_b - t_3}, \quad (2.2)$$

де  $Q_{\text{заг}}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт, визначають на підставі результатів розрахунку температурного поля;

де  $t_b, t_3$  – температура, °С, внутрішнього та зовнішнього повітря.

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджуваних середовища визначається за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma}}, \quad (2.3)$$

де  $R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначається за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (2.4)$$

де  $\delta_i$  – товщини шарів огорожувальної конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  – теплопровідність шарів огорожувальної конструкції, Вт/(м · К), приймається за табл. А.1 [1];

$\alpha_b, \alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з табл. 5.8;

$l_i$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_i$ .

### 3 ПРИВЕДЕНИЙ ОПР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ТЕРМІЧНО НЕОДНОРІДНОЇ НЕПРОЗОРОЇ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j \cdot L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k \cdot N_k}, \quad (3.1)$$

де  $F_{\Sigma}$  – загальна площа конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma i}$  – опір теплопередачі  $i$ -ої термічно однорідної частини конструкції, (м<sup>2</sup> · К/Вт), визначають згідно з формулою (5.1);

$F_i$  – площа  $i$ -ої термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup>;

$k_j$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі  $j$ -го лінійного теплопровідного включення, м;

$L_j$  – лінійний розмір (проекція)  $j$ -го лінійного теплопровідного включення, м;

$\Psi_k$  – точковий коефіцієнт теплопередачі  $k$ -го точкового теплопровідного включення, Вт/К;

$N_k$  – загальна кількість  $k$ -их точкових теплопровідних включень, шт.

Визначення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі необхідно здійснювати на підставі розрахунків двомірних та тримірних температурних полів відповідно. Методика розрахунків встановлена згідно з ДСТУ ISO 10211-1, ДСТУ ISO 10211-2.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі поширених лінійних теплопровідних включень наведені в додатку Г [18], точкові коефіцієнти теплопередачі – в додатку Д [18].

Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, що контактують із ґрунтом  $R_{\Sigma\text{пр ц}}$ , (м<sup>2</sup> · К/Вт), визначають за зонами шириною 2 м, паралельними зовнішнім стінам за формулою:

$$R_{\Sigma\text{пр ц}} = R_{\Sigma\text{ц}} + \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3.2)$$



де  $R_{\Sigma c}$  – опір теплопередачі, ( $m^2 \cdot K/Wt$ ), що приймають 2,1 для першої зони; 4,6 – для другої зони; 8,6 – для третьої зони; 14,2 – для площі, що залишилась. Зони шириною 2 м починають намічати від лінії контакту стіни підвалу з ґрунтом вниз по стіні з переходом на підлогу підвалу. Зони визначають послідовно від усього периметра контакту стін з ґрунтом в напрямку середини будівлі;

$\delta$  – товщина тепло ізолюючого шару, м, при теплопровідності утеплювача  $\lambda < 1,2 Wt/(m \cdot K)$ .

При визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару враховують лише термічний вплив теплопровідних включень, що є характерними особливостями відповідного типу непрозорої конструкції. Термічний вплив теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями всієї будівлі, при визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару не враховують. Даний термічний вплив враховують при визначенні енергопотреб для опалення та охолодження згідно з ДСТУ Б ENISO 13790 та загальних тепловитрат будинку через огорожувальну конструкцію згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-5.

Примітка 1. Теплопровідними включеннями, що відносяться до відповідного типу непрозорої огорожувальної конструкції, є: з'єднувальні елементи, дубелі, кронштейни, закладні деталі, арматурні сітки, віконні відкоси, стики між елементами непрозорої огорожувальної конструкції, елементи жорсткості тощо.

Примітка 2. До теплопровідних включень, що визначаються конструктивними особливостями будівлі, відносяться міжповерхові та балконні перекриття, колони, пілони, кутові примикання тощо.

## 4 КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

В наш час існують програмні комплекси, що дозволяють розрахувати температурне поле. Однією з найбільш поширених в Україні є програма ELCUT [44].

ELCUT дозволяє вирішувати задачі теплопередачі (стаціонарні та нестаціонарні) в лінійній та нелінійній постановках. При вирішенні теплових задач використовується рівняння теплопровідності в одному з видів:

для лінійних завдань:

- у плоскому випадку

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) = -q - c\rho \frac{\partial T}{\partial t}$$

- у симетричному випадку

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( \lambda_r r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) = -q - c\rho \frac{\partial T}{\partial t}$$

для нелінійних задач:

- у плоскому випадку

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda(T) \frac{\partial T}{\partial y} \right) = -q(T) - c(T)\rho \frac{\partial T}{\partial t}$$

- у симетричному випадку

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( \lambda(T) r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda(T) \frac{\partial T}{\partial z} \right) = -q(T) - c(T)\rho \frac{\partial T}{\partial t}$$

де  $T$  – температура, °C;

$t$  – час, год.;

$\lambda_{x(y,z,r)}$  – компоненти тензора теплопровідності (у лінійній постановці), Вт/(м · К);

$\lambda(T)$  – теплопровідність, як функція температури, представлена кубічним сплайном (анізотропія не підтримується у нелінійній постановці), Вт/(м · К);

$q$  – питома потужність тепловиділення, в лінійній постановці – константа, в нелінійній постановці – задається кубічним сплайном функція температури;

$c(T)$  – питома теплоємність, в лінійній постановці – константа, в нелінійній постановці – задається кубічним сплайном функція температури;

$\rho$  – щільність, кг/м<sup>3</sup>.

У стаціонарній задачі останній доданок в правій частині рівнянь дорівнює нулю.

Всі параметри рівнянь в лінійній постановці постійні у межах кожного блоку моделі.

Постановка задачі розподілу температурного поля в тонких пластинах досить схожа на формулювання плоско-паралельної задачі.

ELCUT дозволяє задати джерела тепла в блоках, ребрах або окремих вершинах моделі. Джерело, задане в конкретній точці площини  $xu$ , описує нагрівач у вигляді струни, слідом якої служить дана точка площині, і задається потужністю тепловиділення на одиницю довжини. У осісиметричному випадку точкове джерело поля представляє нагрівач у вигляді кола навколо осі симетрії або точкове джерело, розташоване на осі. Щоб охопити обидва ці випадки, точкове джерело в симетричному випадку завжди описується повною тепловою потужністю, яка для окружності пов'язана з лінійною щільністю тепловиділення співвідношенням  $q = 2\pi r \cdot q_l$ . Джерело тепла, задане на ребрі моделі, відповідає тепловідляючій поверхні в тривимірному світі. Воно характеризується поверхневою щільністю тепловиділення і описується за допомогою граничної умови другого роду для ребра. Густина тепловиділення, що задана для блоку моделі, відповідає об'ємному джерелу тепла.

На зовнішніх і внутрішніх гранях розрахункової області можуть бути задані наступні види граничних умов.

**Умова заданої температури** задає на ребрі або у вершині моделі відоме значення температури  $T_0$  (наприклад, при інтенсивному омиванні поверхні рідиною постійної температури). Значення  $T_0$  на ребрі може бути задане у вигляді лінійної функції координат. Параметри функції можуть мінятися від ребра до ребра, але повинні бути узгоджені так, щоб функція  $T_0$  не змінювалася у точках дотику ребер.

Умова заданого теплового потоку описується наступними співвідношеннями:

- на зовнішніх межах

$$F_n = -q_s$$

- на внутрішніх межах

$$F_n^+ - F_n^- = q_s$$

де  $F_n^-$  – нормальна компонента вектора щільності теплового потоку, індекси «+» і «-» означають «зліва від межі» і «праворуч від межі» відповідно.

Для внутрішньої межі  $q_s$  означає поверхневу потужність джерела, для зовнішньої – відоме значення теплового потоку через межу. Якщо  $q_s$  дорівнює нулю, гранична умова називається однорідною. Однорідна умова другого роду на зовнішній межі означає відсутність теплового потоку через зазначену поверхню. Однорідна умова другого роду є природньою, вона встановлюється за умовчанням на всіх тих сторонах, складових зовнішньої межі, де явно не вказано інша гранична умова. Цей вид граничної умови вживається в двох випадках: на площині симетрії задачі (якщо через симетричність геометрії та джерел задача вирішується тільки на частині області), а також для опису адіабатичної межі.

Якщо потужність тепловиділення задана на зовнішньому ребрі, що є площиною симетрії задачі, справжнє значення потужності тепловиділення слід розділити навпіл.

**Гранична умова конвекції** може бути задана на зовнішній межі моделі. Вона описує конвективний теплообмін і визначається наступним чином:

$$F_n = \alpha(T - T_0)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$T_0$  – температура навколишнього середовища,  $^{\circ}\text{C}$ .

Параметри  $\alpha$  і  $T_0$  можуть мінятися від ребра до ребра.

**Гранична умова радіації** може бути задана на зовнішній межі моделі. Вона описує радіаційний теплообмін і визначається наступним чином:

$$F_n = k_{SB} \cdot \beta(T^4 - T_0^4)$$

де  $k_{SB}$  – константа Стефана-Больцмана,

$\beta$  – коефіцієнт поглинання поверхні,

$T_0$  – температура поглинаючого середовища.

Параметри  $\beta$  і  $T_0$  можуть змінюватися від ребра до ребра

Щоб задача розрахунку температурного поля була поставлена коректно, необхідно поставити хоча б в одній вершині умову заданої температури, або хоча б на одному ребрі умову конвекції або радіації.

Гранична умова рівної температури може бути використана для опису тіл з дуже високою, в порівнянні з оточуючими тілами, теплопровідністю. Внутрішність такого тіла може бути виключена з розрахунку температурного поля, за умови опису всієї його поверхні як поверхні рівної температури. Дана умова відрізняється від умови першого роду тим, що температура на описуваній поверхні не відома заздалегідь.

Ребро, описане умовою рівної температури, не повинно стикатися з будь-яким ребром, де температура задана явно. В останньому випадку ребро з умовою рівної температури повинно бути перевизначено за допомогою граничної умови першого роду з відповідним значенням температури.

При аналізі результатів задачі ELCUT дозволяє оперувати з наступними локальними і інтегральними фізичними величинами.

Локальні величини:

- температура  $T$ , °C;
- вектор щільності теплового потоку  $F = -\lambda \text{ grad}T$ ;
- у площинному випадку

$$F_x = -\lambda_x \frac{\partial T}{\partial x}, \quad F_y = -\lambda_y \frac{\partial T}{\partial y}$$

- у симетричному випадку

$$F_z = -\lambda_z \frac{\partial T}{\partial z}, \quad F_r = -\lambda_r \frac{\partial T}{\partial r}$$

Інтегральні величини:

- потік тепла через задану поверхню

$$\Phi = \int F \cdot n ds$$

де  $n$  – одиничний вектор нормалі до поверхні. Поверхня інтегрування задається контуром в площині моделі, що складається з відрізків та дуг окружностей.

## 5 ПРИКЛАД

Визначити приведений опір теплопередачі огороження з не визначеним значенням лінійного коефіцієнта теплопередачі теплопровідного включення. Схема огороження представлена на рисунку 3.

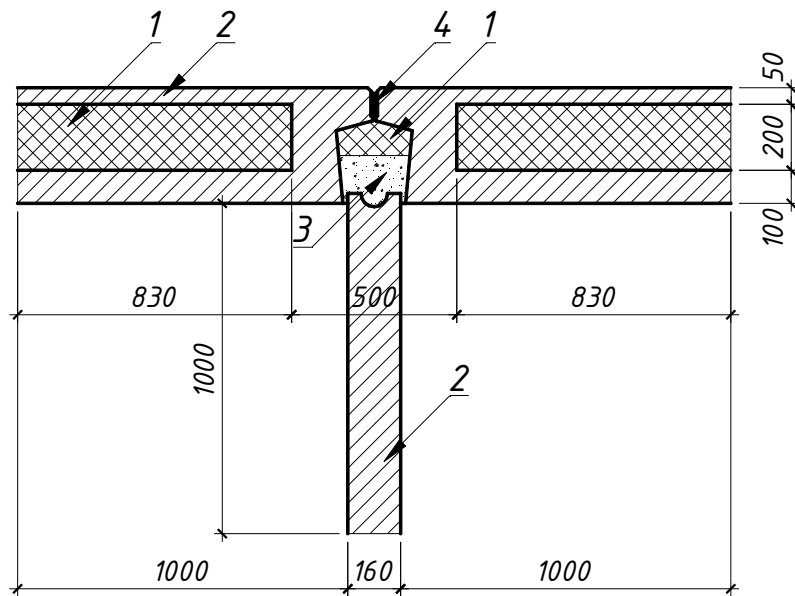


Рисунок 3 – Розрахункова схема огорожувальної конструкції:  
 1 – мінеральна вата  $\rho_0 = 150 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – залізобетон  $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$ ;  
 3 – бетон замоноличування  $\rho_0 = 800 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – герніт  $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{\Sigma i}} F_i + \sum_{j=1}^m k_j L_j} = \frac{F_{\Sigma}}{\frac{1}{R_{\Sigma 1}} F_1 + k_1 L_1} =$$

$$= \frac{6,048}{\frac{1}{3,262} \times 4,648 + 0,1735 \times 2,8} = 3,165 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$F_{\Sigma}$  – площа огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою

$$F_{\Sigma} = h \times b = 2,8 \times 2,16 = 6,048 \text{ м}^2$$

де  $h$  – висота розрахункової схеми, м, дорівнює висоті поверху  
 $h = 2,8 \text{ м}$

$b$  – ширина розрахункової схеми, м

$$b = 2,16 \text{ м}$$

$R_{\Sigma 1}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції (тришарова панель),  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою

$$\begin{aligned} R_{\Sigma 1} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1\text{р}}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2\text{р}}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3\text{р}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{2,04} + \frac{0,2}{0,066} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{1}{23} = 3,262 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \end{aligned}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  – товщина відповідно внутрішнього шару з залізобетону, мінеральної вати та зовнішнього шару з залізобетону, м, тришарової панелі

$$\delta_1 = 0,1 \text{ м}; \delta_2 = 0,2 \text{ м}; \delta_3 = 0,05 \text{ м};$$

$\lambda_{1\text{р}}, \lambda_{2\text{р}}, \lambda_{3\text{р}}$  – теплопровідність відповідно внутрішнього шару з залізобетону, мінеральної вати та зовнішнього шару з залізобетону, м,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , тришарової панелі приймаємо за [1], табл. А1

$$\lambda_{1\text{р}} = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); \lambda_{2\text{р}} = 0,066 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); \lambda_{3\text{р}} = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{зн}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б [1]

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$F_1$  – площа термічно однорідної частини огорожувальної конструкції (керамзитобетонна панель),  $\text{м}^2$ , визначаємо за формулою

$$F_1 = h_1 \times b_1 = 2,8 \times 1,66 = 4,648 \text{ м}^2;$$

де  $h_1$  – висота термічно однорідної частини огорожувальної конструкції, м

$$h_1 = 2,8 \text{ м},$$

$b_1$  – ширина термічно однорідної частини огорожувальної конструкції, м

$$b_1 = 0,83 \times 2 = 1,66 \text{ м},$$

$k_1$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , визначаємо за формулою:

$$k_1 = \frac{\overline{q_{\text{ТВ}}} \cdot A}{t_{\text{в}} - t_{\text{зв}}} = \frac{0,347 \times 0,5}{1} = 0,1735 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$$

де  $\overline{q_{\text{ТВ}}}$  – середнє значення густини теплового потоку, що проходить через теплопровідне включення,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ , визначаємо за формулою

$$\overline{q}_{\text{ТВ}} = q_{\text{заг}} - (\overline{q}_1 + \overline{q}_2) = 0,961 - 0,307 - 0,307 = 0,347 \text{ Вт/м}^2$$

де  $\overline{q}_1, \overline{q}_2$  – густина теплового потоку через дві термічно однорідні частини огорожувальної конструкції, визначаємо за формулами

$$\overline{q}_1 = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{зв}}}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1 - 0}{3,262} = 0,307 \text{ Вт/м}^2$$

$$\overline{q}_2 = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{зв}}}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1 - 0}{3,262} = 0,307 \text{ Вт/м}^2$$

де  $t_{\text{в}}, t_{\text{зв}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря, приймаємо

$$t_{\text{в}} = 1 \text{ °С}; t_{\text{зв}} = 0 \text{ °С}$$

$q_{\text{заг}}$  – густина теплового потоку, Вт/м<sup>2</sup>, що проходить крізь всю огорожувальну конструкцію, визначаємо за розрахунками температурного поля.

Температурне поле огорожувальної конструкції наведено на рисунку 4.

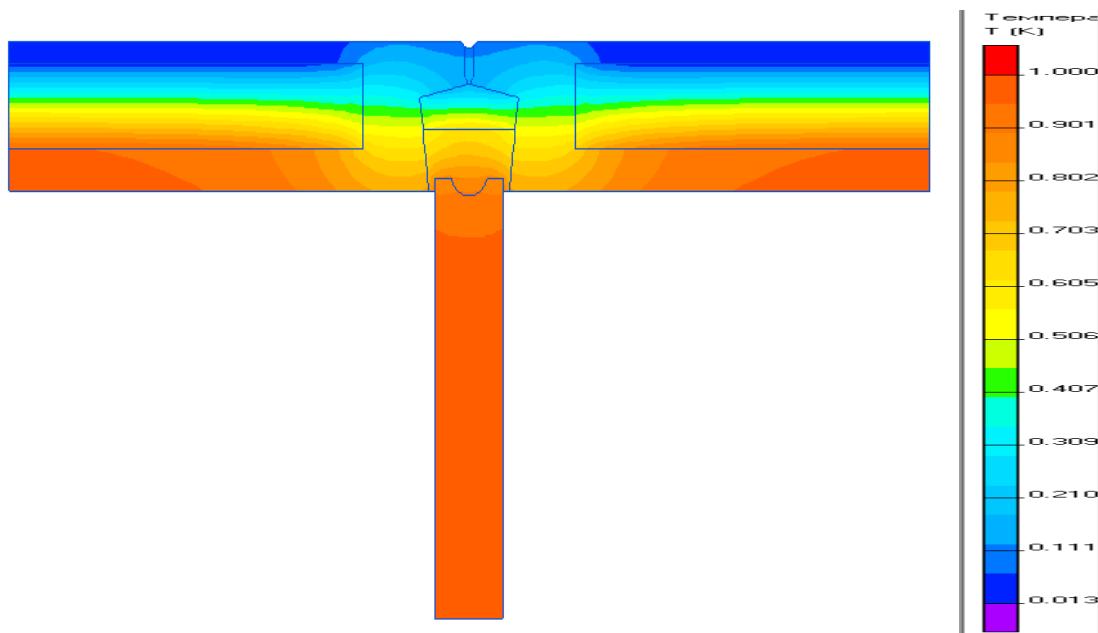


Рисунок 4 – Температурне поле огорожувальної конструкції

За результатами розрахунку температурного поля  $q_{\text{заг}} = 0,961 \text{ Вт/м}^2$ .

$A$  – ширина теплопровідного включення, м

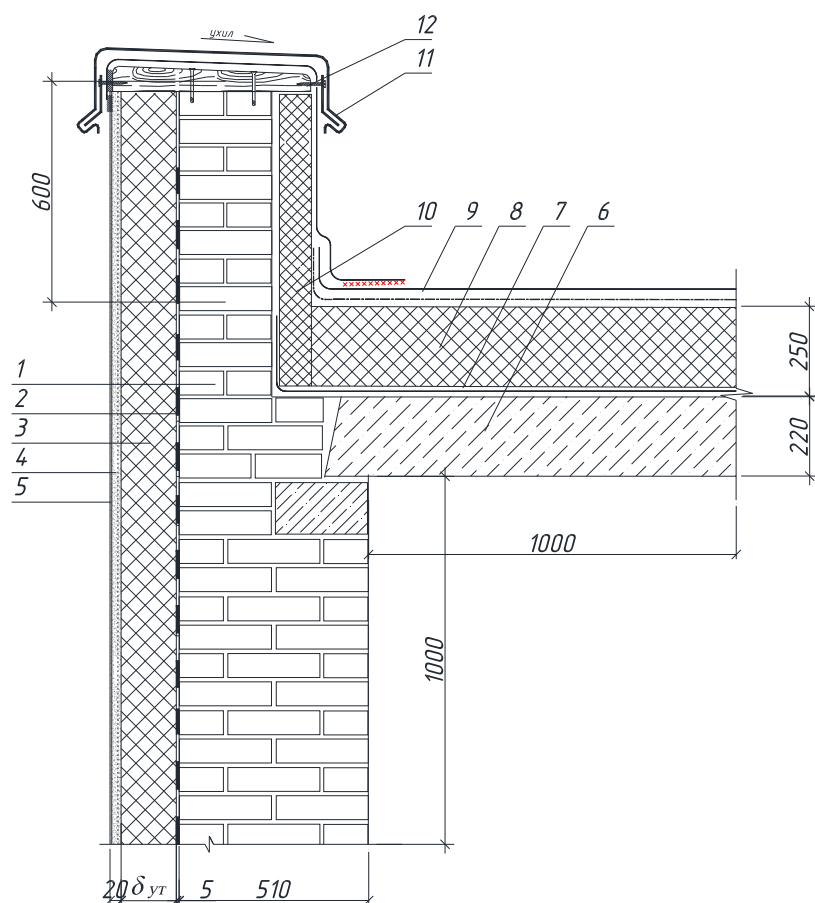
$$A = 0,5 \text{ м}$$

$L_1$  – лінійний розмір лінійного теплопровідного включення, м

$$L_1 = 2,8 \text{ м}$$



Парапет суміщеної утепленої покрівлі необхідно теплоізолювати за схемою (рисунок 5) для уникнення промерзання кута примикання плити покриття та зовнішньої стіни. Лінійні коефіцієнти теплопередачі такого рішення наведені у таблиці 1.



- 1 – цегляна стіна;
- 2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;
- 3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;
- 4 – армуюча склосітка;
- 5 – багатшарова штукатурка;
- 6 – залізобетонна плита перекриття;
- 7 – рулонна пароізоляція;
- 8 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм;
- 9 – два шари руберойду;
- 10 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 100 мм;
- 11 – листовая сталь;
- 12 – антисептована дошка.

Рисунок 5 – Утеплення парапету суміщеної утепленої покрівлі

Товщина цегляної стіни 510 мм, товщина утеплювача зовнішньої стіни 150 мм, суміщеного покриття 250 мм, парапету 100 мм, теплопровідність утеплювача 0,04 Вт/(м · К).

Розрахунок лінійного коефіцієнта теплопередачі виконуємо згідно з ДСТУ ISO 10211-1 за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_j \cdot l_j = 0,618 - (0,2184 \times 1 + 0,1521 \times 1) = 0,248 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку, Вт/К, визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{\text{заг}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}} = \frac{25.966}{20 - (-22)} = 0,618 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{\text{заг}}$  – тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням, Вт, визначають на підставі результатів розрахунку двовірного температурного поля (рисунок 6);

$$Q_{\text{заг}} = 25,966 \text{ Вт}$$

де  $t_{\text{в}}, t_{\text{з}}$  – температура, °С, відповідно внутрішнього та зовнішнього повітря. Розрахунок виконуємо для житлового будинку розташованого у І-й температурній зоні. Тоді за таблицею Б.2 додатку Б [2]  $t_{\text{в}} = 20$  °С; а за таблицею Б.4 додатку Б [2]  $t_{\text{з}} = -22$  °С;

$U_j$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента, Вт/(м<sup>2</sup> · К), який розділяє два досліджуваних середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,579} = 0,2184 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де  $R_{\Sigma 1}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції зовнішньої стіни, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma 1} &= \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,04} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,579 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \end{aligned}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  – товщина відповідно штукатурки, цегли, клейової суміші, утеплювача та декоративної штукатурки, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  – теплопровідність відповідно штукатурки, цегли, клейової суміші, утеплювача, та декоративної штукатурки, Вт/(м · К), приймаємо за табл. А1 [1];

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з додатком Б [1];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \alpha_{\text{з}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 1 \text{ м}$$

$$U_2 = \frac{1}{R_{\Sigma cci}} = \frac{1}{6,575} = 0,1521 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

де  $R_{\Sigma cci}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції суміщеного покриття,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma cci} &= \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{1}{\alpha_3} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,25}{0,04} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{23} = 6,575 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \end{aligned}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  – товщина відповідно залізобетонної плити, утеплювача та руберойду, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}$  – теплопровідність відповідно залізобетонної плити, утеплювача та руберойду,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , приймаємо за табл. А1 [1];

$\alpha_B, \alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймають згідно з додатком Б [1];

$$\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{3H} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$l_2$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_2$ .

$$l_2 = 1 \text{ м}$$

Таблиця 1

### Парапет суміщеної покрівлі

Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
Розрахункова теплопровідність, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, $\delta_{\text{ут}}$		
	120 мм	150 мм	180 мм
0,035	0,245	0,241	0,237
0,040	0,252	0,248	0,243
0,045	0,259	0,254	0,249

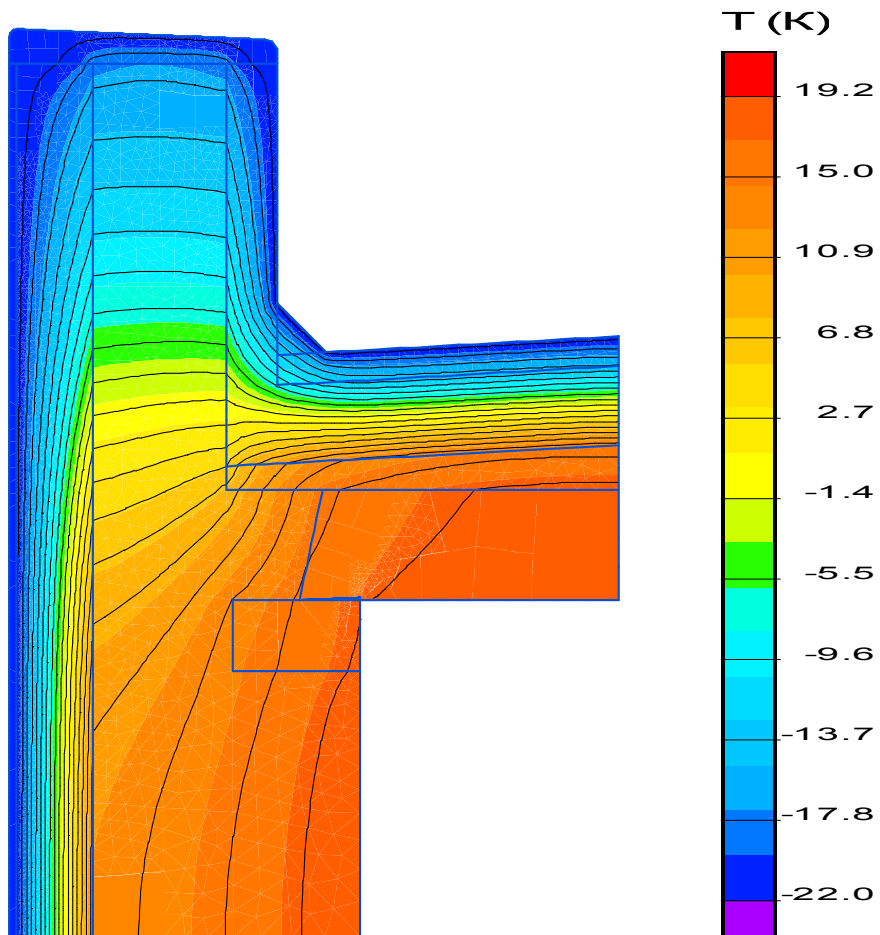


Рисунок 6 – Картина температурного поля з ізотермами – парапет суміщеної покрівлі

**Розрахунок приведенного опору теплопередачі неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкцій (з невідомими лінійними коефіцієнтами теплопередачі)**

Вихідні данні:

1. Місто будівництва – Полтава;
2. Об'єкт – школа;
3. Огороджувальна конструкція – зовнішня стіна.

За таблицею Б.2 [2] визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря –  $t_v = 22^\circ\text{C}$

За таблицею Б.2 [2] визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря –  $\varphi_v = 50\%$

За таблицею Б.1 [2] визначаємо тепловологісний режим приміщення – нормальний;

За таблицею Б.3 [2] визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції – Б;

Фрагмент фасаду з розрахунковою ділянкою наведено на рис. 7.

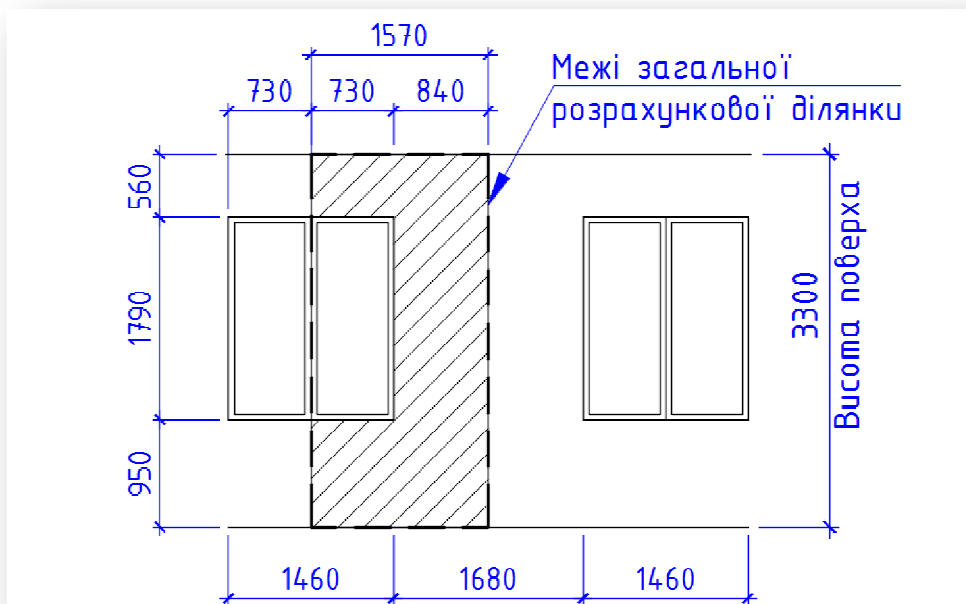


Рисунок – 7 Фрагмент фасаду з розрахунковою ділянкою

Переріз стіни наведено на рисунку 8.

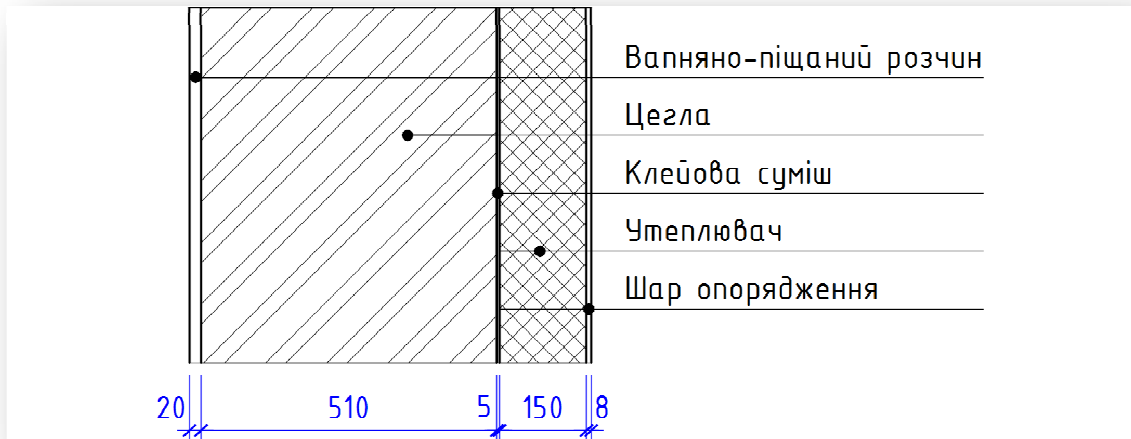


Рисунок – 8 Переріз стіни

Теплопровідність шарів огорожувальної конструкції приймаємо за табл. А.1 [1].

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції наведена у табл. 2.

Нумерація шарів від внутрішньої поверхні огороження.

Таблиця 2

**Характеристика шарів огорожувальної конструкції**

№	Найменування	Товщина, м, по ділянці	Теплопровідність, $Bm/(m \cdot K)$
1	Вапняно-піщаний розчин	0,02	0,81
2	Цегла	0,51	0,81
3	Клейова суміш	0,005	0,93
4	Утеплювач	0,15	0,038
5	Шар опорядження	0,008	0,93

Визначаємо приведенний опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$\begin{aligned}
 R_{\Sigma np} &= \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^m k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k \cdot N_k} = \\
 &= \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_1}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} = \\
 &= \frac{3,8743}{\frac{3,8743}{4,774} + 0,099 \times 0,73 + 0,13 \times 0,73 + 0,1353 \times 1,79 + 0,005 \times 24} = \\
 &= 2,889 \text{ м}^2 \cdot K/Bm
 \end{aligned}$$

Так як розрахункова ділянка складається з одної термічно однорідної частини конструкції, тому  $F_1 = F_{\Sigma} = 3,8743 \text{ м}^2$

$R_{\Sigma 1}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma 1} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,774 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$\alpha_6, \alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймаємо згідно табл. 5.8;

$$\alpha_6 = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$k_1; k_2; k_3$  – лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно віконного укосу в зоні перемички, в зоні підвіконня, в зоні рядового примикання.

Так як схеми теплопровідних включень відрізняються від наведених у табл. Г.1 [1] (товщина цегляної стіни, наявність цегляних четвертей, теплопровідність утеплювача) тому лінійні коефіцієнти теплопередачі визначаємо за розрахунками температурних полів. Розрахункова схема прийнята за рекомендаціями [1].

### Вузол 1. Віконний укос в зоні перемички

Розрахункова схема ділянки для розрахунку температурного поля наведена на рис. 9.

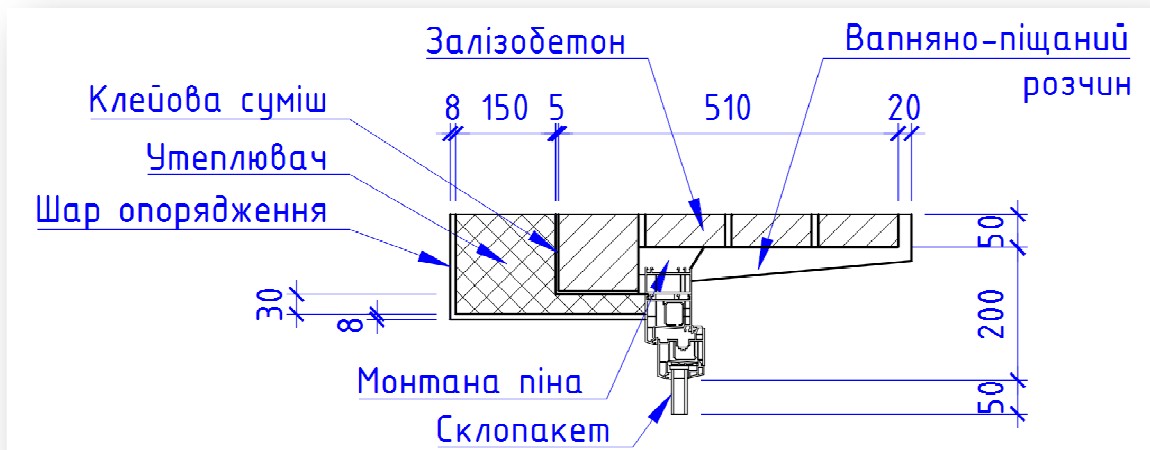


Рисунок 9 – Розрахункова схема ділянки для розрахунку температурного поля

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,11 - 0,227 \times 0,05 = 0,099 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку,  $\text{Вт/К}$ , визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{заг}}{t_6 - t_3} = \frac{4,721}{22 - (-22)} = 0,11 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{заг}$  – тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням,  $\text{Вт}$ , визначається на основі розрахунку температурного поля.

$$Q_{заг} = 4,721 \text{ Вт}$$

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рисунку 10.



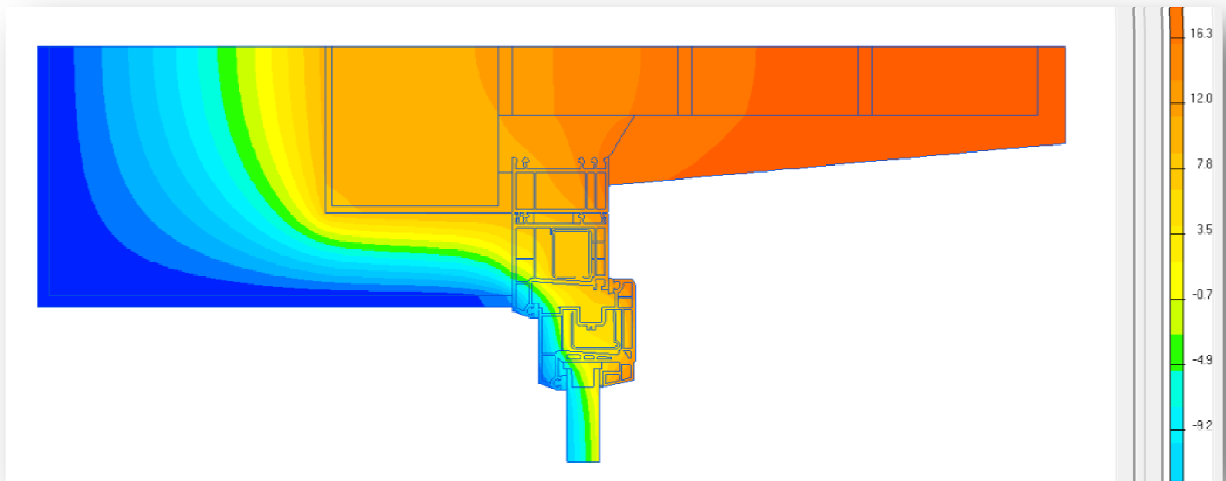


Рисунок 10 – Температурне поле розрахункової ділянки

$t_3$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, приймаємо за табл. Б.2 [2]. За додатком А [2] Полтава знаходиться у I-й температурній зоні тому  $t_3 = -22$  °С.

$U_1$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента,  $Bm/(m^2 \cdot K)$ , який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma od}} = \frac{1}{4,412} = 0,227 Bm/(m^2 \cdot K)$$

де  $R_{\Sigma od}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $m^2 \cdot K/Bm$ , визначаємо за формулою

$$\begin{aligned} R_{\Sigma od} &= \frac{1}{\alpha_8} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_8} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{\delta_6}{\lambda_{6p}} + \frac{1}{\alpha_3} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,48}{2,04} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = \\ &= 4,412 m^2 \cdot K/Bm \end{aligned}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5, \delta_6$  – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, загальної товщина залізобетонних перемичок, загальна товщина цементно-піщаного розчину між перемичками, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}, \lambda_{6p}$  – теплопровідність вапняно-піщаного розчину, залізобетону, цементно-піщаного розчину між, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження,  $Bm/(m \cdot K)$ .

Теплопровідність залізобетону та цементно-піщаного розчину визначаємо за табл. А.1 [1];

$$\lambda_{2p} = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}), \lambda_{3p} = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$$

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,05 \text{ м}$$

## Вузол 2. Віконний укос в зоні підвіконня

Розрахункова схема ділянки для розрахунку температурного поля наведена на рис. 11.

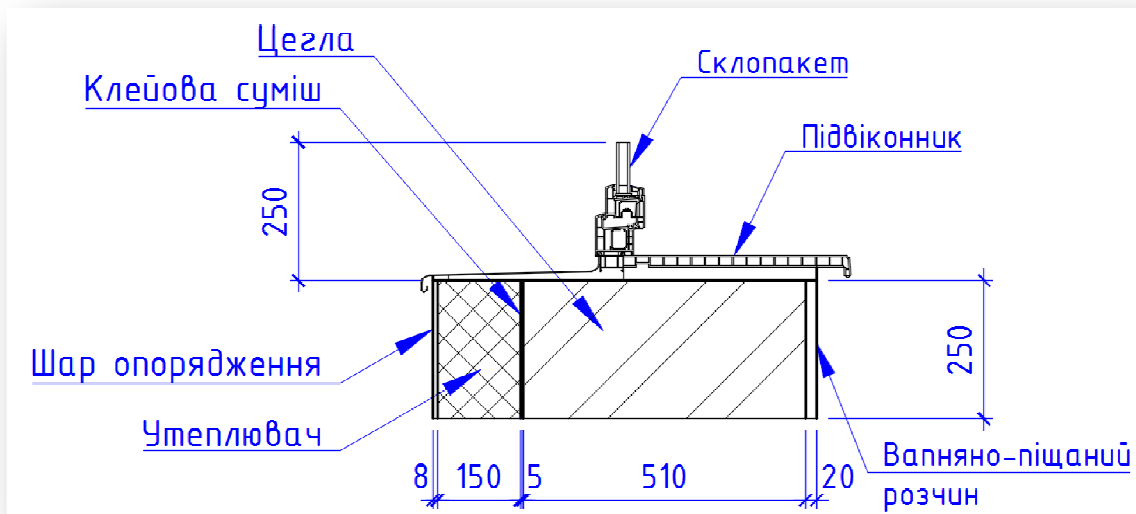


Рисунок 11 – Розрахункова схема для розрахунку температурного поля

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,1822 - 0,209 \times 0,25 = 0,13 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку,  $\text{Вт}/\text{К}$ , визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{заг}}{t_6 - t_3} = \frac{7,8367}{22 - (-22)} = 0,1822 \text{ Вт}/\text{К}$$

де  $Q_{заг}$  - тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням,  $Вт$ , визначається на основі розрахунку температурного поля.

$$Q_{заг} = 7,8367 \text{ Вт}$$

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рисунку 12.

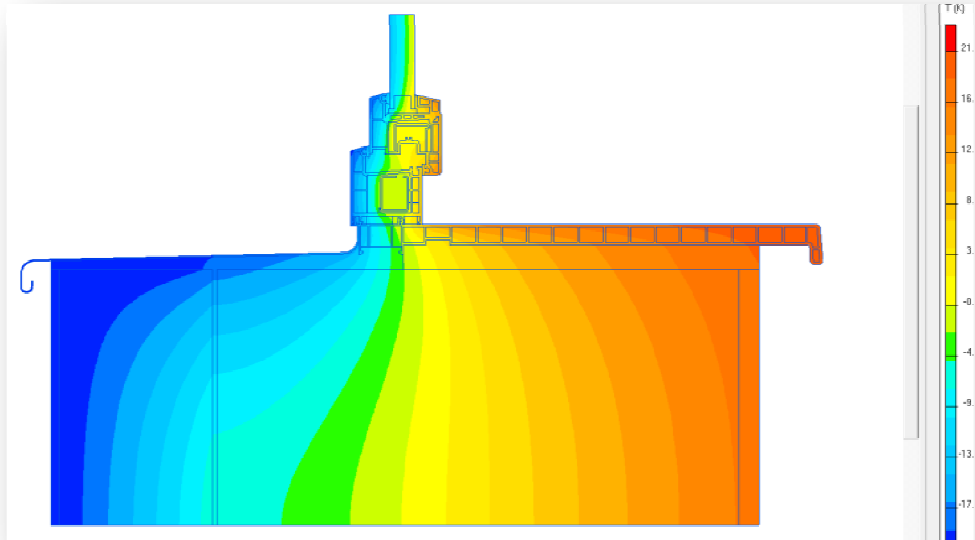


Рисунок 12 – Температурне поле розрахункової ділянки

$t_3$  – розрахункова температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}C$ , приймаємо за табл. Б.2 [2]. За додатком А [2] Полтава знаходиться у I-й температурній зоні тому  $t_3 = -22^{\circ}C$ .

$U_1$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента,  $Вт/(м^2 \cdot K)$ , який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma од}} = \frac{1}{4,774} = 0,209 \text{ Вт}/(м^2 \cdot K)$$

де  $R_{\Sigma од}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $м^2 \cdot K/Вт$ , визначаємо за формулою

$$\begin{aligned} R_{\Sigma од} &= \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{\alpha_з} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,774 \text{ м}^2 \cdot K/Вт \end{aligned}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження,  $Вт/(м \cdot К)$ ;

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,25 \text{ м}$$

### Вузол 3. Віконний укос в зоні рядового примикання

Розрахункова схема ділянки для розрахунку температурного поля наведена на рисунку 13.

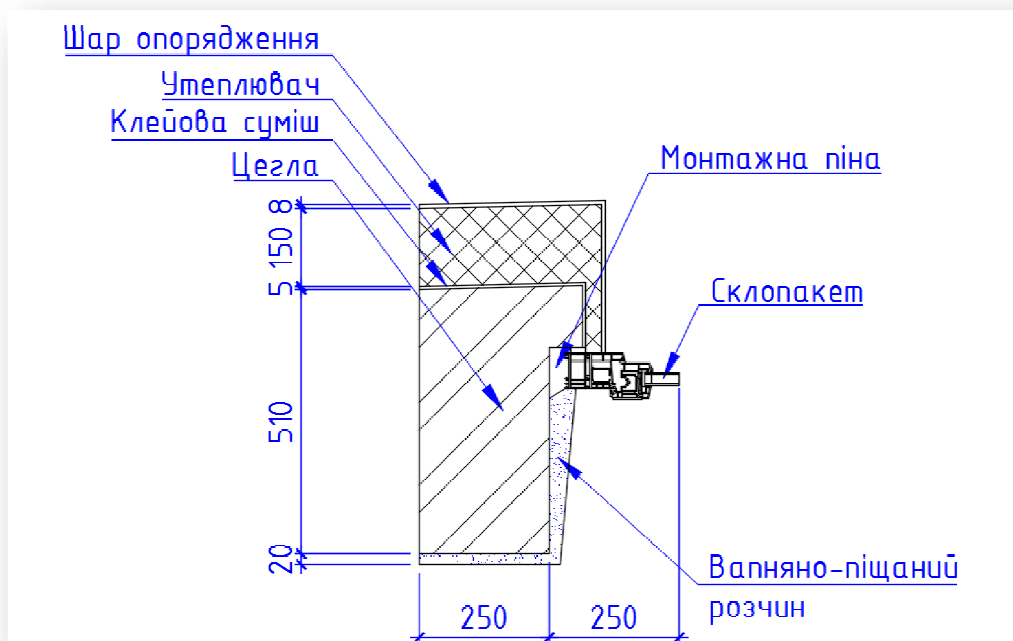


Рисунок 13 – Розрахункова схема для розрахунку температурного поля

Визначаємо лінійний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$k_1 = L^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,1875 - 0,209 \times 0,25 = 0,1353 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

де  $L^{2D}$  – лінійний коефіцієнт теплового зв'язку,  $Вт/К$ , визначаємо за формулою

$$L^{2D} = \frac{Q_{zag}}{t_g - t_3} = \frac{8,061}{22 - (-22)} = 0,1875 \text{ Вт/К}$$

де  $Q_{zag}$  – тепловий потік, що проходить через розрахункову ділянку огорожувальної конструкції з теплопровідним включенням,  $Вт$ , визначається на основі розрахунку температурного поля.

$$Q_{zag} = 8,061 \text{ Вт}$$

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рисунку 14.

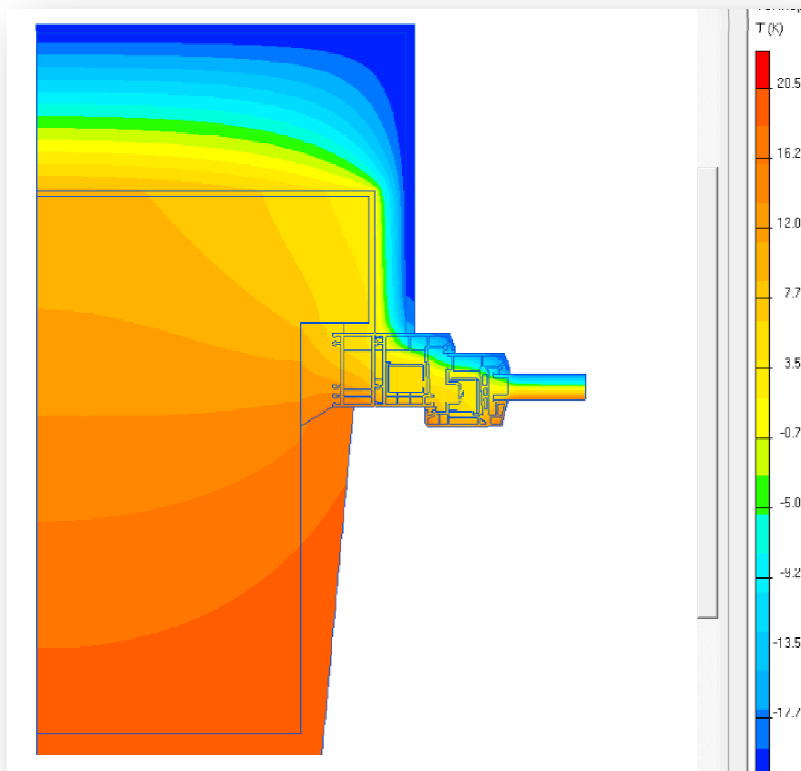


Рисунок 14 – Температурне поле розрахункової ділянки

$t_3$  – розрахункова температура зовнішнього повітря,  $^{\circ}C$ , приймаємо за табл. Б.2 [2]. За додатком А [2] Полтава знаходиться у I-й температурній зоні тому  $t_3 = -22^{\circ}C$ .

$U_1$  – коефіцієнт теплопередачі одновимірного фрагмента,  $Вт/(м^2 \cdot К)$ , який розділяє два досліджувані середовища визначаємо за формулою

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma od}} = \frac{1}{4,774} = 0,209 \text{ Вт}/(м^2 \cdot К)$$

де  $R_{\Sigma od}$  – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $m^2 \cdot K/Vm$ , визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma od} = \frac{1}{\alpha_8} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_8} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,774 m^2 \cdot K/Vm$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження,  $Vm/(m \cdot K)$ ;

$l_1$  – довжина, м, до якої застосовано значення  $U_1$ .

$$l_1 = 0,25 m$$

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

$$L_1 = 0,73 m, L_2 = 0,73 m, L_3 = 1,79 m;$$

$\Psi_1$  – точковий коефіцієнт теплопередачі дюбеля для кріплення утеплювача,  $Vt/K$ , визначають згідно з табл. Д.1 [1];

$$\Psi_1 = 0,005 Vt/K$$

$N_k$  – загальна кількість точкових теплопровідних включень, шт, визначаємо за формулою:

$$N_k = F_{\Sigma} \times 6 = 3,8743 \times 6 = 24 \text{ шт.}$$

### **Розрахунок товщини утеплювача в конструкції з теплопровідними включеннями**

За результатами розрахунку задачі приведений опір теплопередачі  $R_{\Sigma np} = 2,889 m^2 \cdot K/Vm$ .

За табл. 1 [2] визначаємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції  $R_{q min} = 4 m^2 \cdot K/Vm$ .

Так як  $R_{\Sigma np} = 2,889 m^2 \cdot K/Vm < R_{q min} = 4 m^2 \cdot K/Vm$  то умова за формулою (4) [2] не виконується. Прийнята у розрахунку задачі товщина утеплювача  $\delta_4 = 0,15$  м недостатня.

Щоб отримати формулу для визначення товщини утеплювача в огорожувальних конструкціях з теплопровідними включеннями у формулі замінюємо  $R_{\Sigma np}$  на  $R_{q min}$ . Тоді товщину утеплювача можна визначити за формулою

$$\delta_4 = \lambda_{4p} \left( \frac{R_{q \min} \cdot F_{\Sigma}}{F_{\Sigma} - R_{q \min} (k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1)} - \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} - \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} - \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} - \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} - \frac{1}{\alpha_6} - \frac{1}{\alpha_3} \right) =$$

$$= 0,038 \left( \frac{4 \times 3,8743}{3,8743 - 4(0,099 \times 0,73 + 0,13 \times 0,73 + 0,1353 \times 1,79 + 0,005 \times 24)} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{0,51}{0,81} - \frac{0,005}{0,93} - \frac{0,008}{0,93} - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) = 0,303 \text{ м}$$

Наведена формула може використовуватися у випадку якщо є тільки одна термічно однорідна частина огороження.

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_4 = 0,3 \text{ м}$ .

Визначаємо приведений опір теплопередачі з прийнятою товщиною утеплювача (з урахуванням зміни лінійних коефіцієнтів теплопровідності внаслідок збільшення товщини утеплювача по основному полю) за формулою

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^m k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k \cdot N_k} =$$

$$= \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_1}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} =$$

$$= \frac{3,8743}{\frac{3,8743}{8,72} + 0,128 \times 0,73 + 0,09 \times 0,73 + 0,123 \times 1,79 + 0,005 \times 24} =$$

$$= 4,1 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Bm}$$

Опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції визначаємо за формулою:

$$R_{\Sigma 1} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,3}{0,038} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 8,72 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Bm}$$

Так як  $R_{\Sigma np} = 4,1 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Bm} > R_{q \min} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{K/Bm}$ , то умова за формулою (4) [2] виконується. Визначена товщина утеплювача  $\delta_4 = 0,3 \text{ м}$  достатня для наведених вихідних умов. Для зменшення товщини утеплювача по основному полю рекомендовано провести додаткове утеплення укосів та зменшити коефіцієнт скління фасадів.

### Розрахунок опору теплопередачі конструкції без теплопровідних включень

Вихідні данні:

1. Місто будівництва – Полтава;
2. Об'єкт – школа;
3. Огороджувальна конструкція – зовнішня стіна.

За таблицею Б.2 [2] визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря –  $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$

За таблицею Б.2 [2] визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря –  $\varphi_{в} = 50\%$

За таблицею Б.1 [2] визначаємо тепловологісний режим приміщення – нормальний;

За таблицею Б.3 [2] визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції – Б;

Переріз стіни наведено на рис. 15.

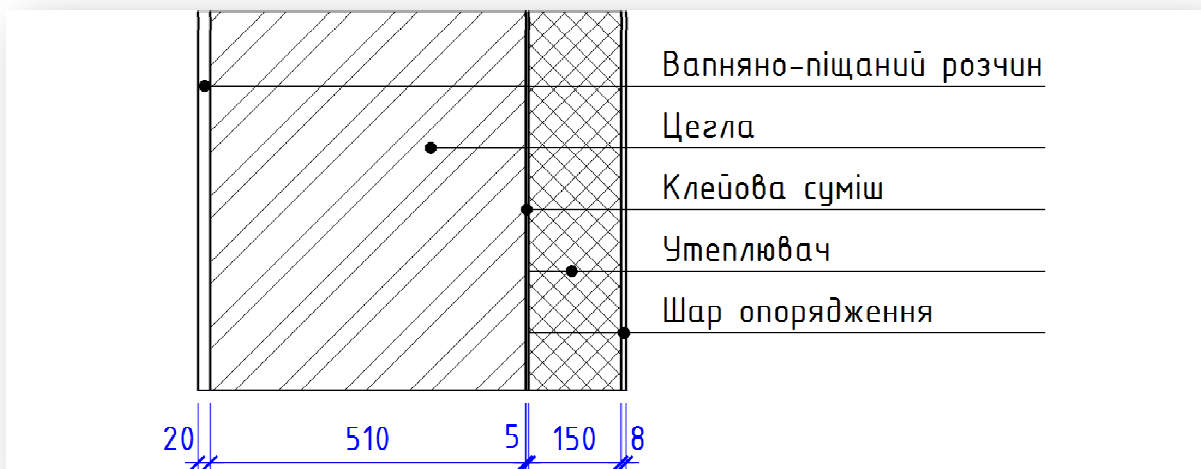


Рисунок 15 – Переріз стіни

Теплопровідність шарів огорожувальної конструкції приймаємо за табл. А.1 [1].

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції наведена у табл. 3.

Нумерація шарів від внутрішньої поверхні огородження.



## Характеристика шарів огорожувальної конструкції

№	Найменування	Товщина, м, по ділянці	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,02	0,81
2	Цегла	0,51	0,81
3	Клейова суміш	0,005	0,93
4	Утеплювач	0,15	0,038
5	Шар опорядження	0,008	0,93

Визначаємо опір теплопередачі термічно однорідної огорожувальної конструкції за формулою

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_6} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_6} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1p}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2p}} + \frac{\delta_3}{\lambda_{3p}} + \frac{\delta_4}{\lambda_{4p}} + \frac{\delta_5}{\lambda_{5p}} + \frac{1}{\alpha_3} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,774 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, м;

$\lambda_{1p}, \lambda_{2p}, \lambda_{3p}, \lambda_{4p}, \lambda_{5p}$  – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження, Вт/(м · К).

## Горищне покриття з холодним горищем без утеплення зовнішньої стіни

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,040	0,412	0,407	0,404
	0,045	0,416	<b>0,411</b>	0,406
	0,050	0,421	0,413	0,409
<p>1 – цегляна стіна;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;            3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;            4 – армуюча склосітка;            5 – багат шарова штукатурка;            6 – залізобетонна плита перекриття;            7 – рулонна пароізоляція;            8 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм;            9 – металевий фартук;            10 – поліуретановий герметик.</p>				

Продовження таблиці 1

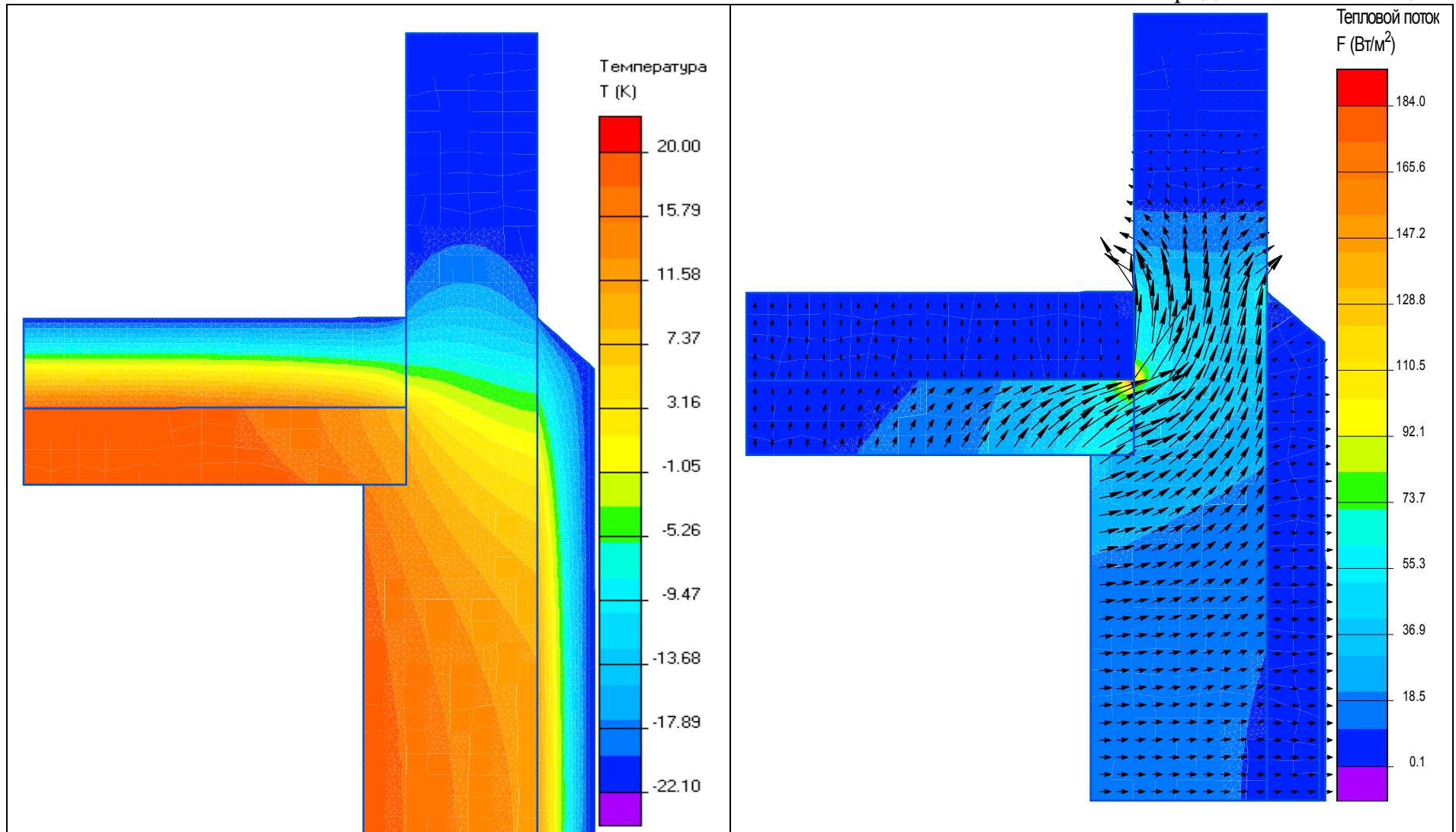


Рисунок 1.а – Картина температурного поля

Рисунок 1.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 2

## Горищне покриття з холодним горищем з утепленням зовнішньої стіни

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, δут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,040	0,342	0,339	0,336
	0,045	0,346	<b>0,342</b>	0,338
	0,050	0,350	0,344	0,340
<p>1 – цегляна стіна;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;            3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;            4 – армуюча склосітка;            5 – багатошарова штукатурка;            6 – залізобетонна плита перекриття;            7 – рулонна пароізоляція;            8 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм;            9 – рулонна пароізоляція;            10 – шар вертикальної теплоізоляції.</p>				

Продовження таблиці 2

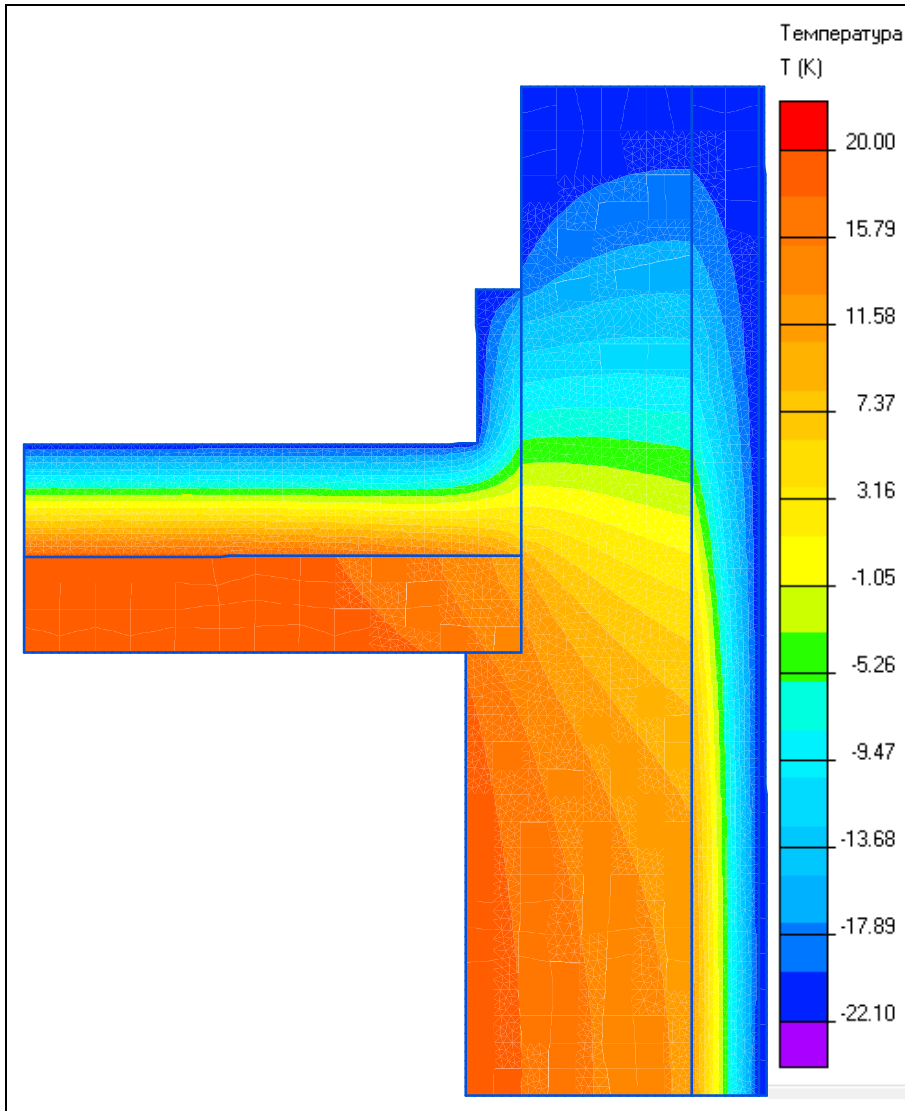


Рисунок 2.а – Картина температурного поля

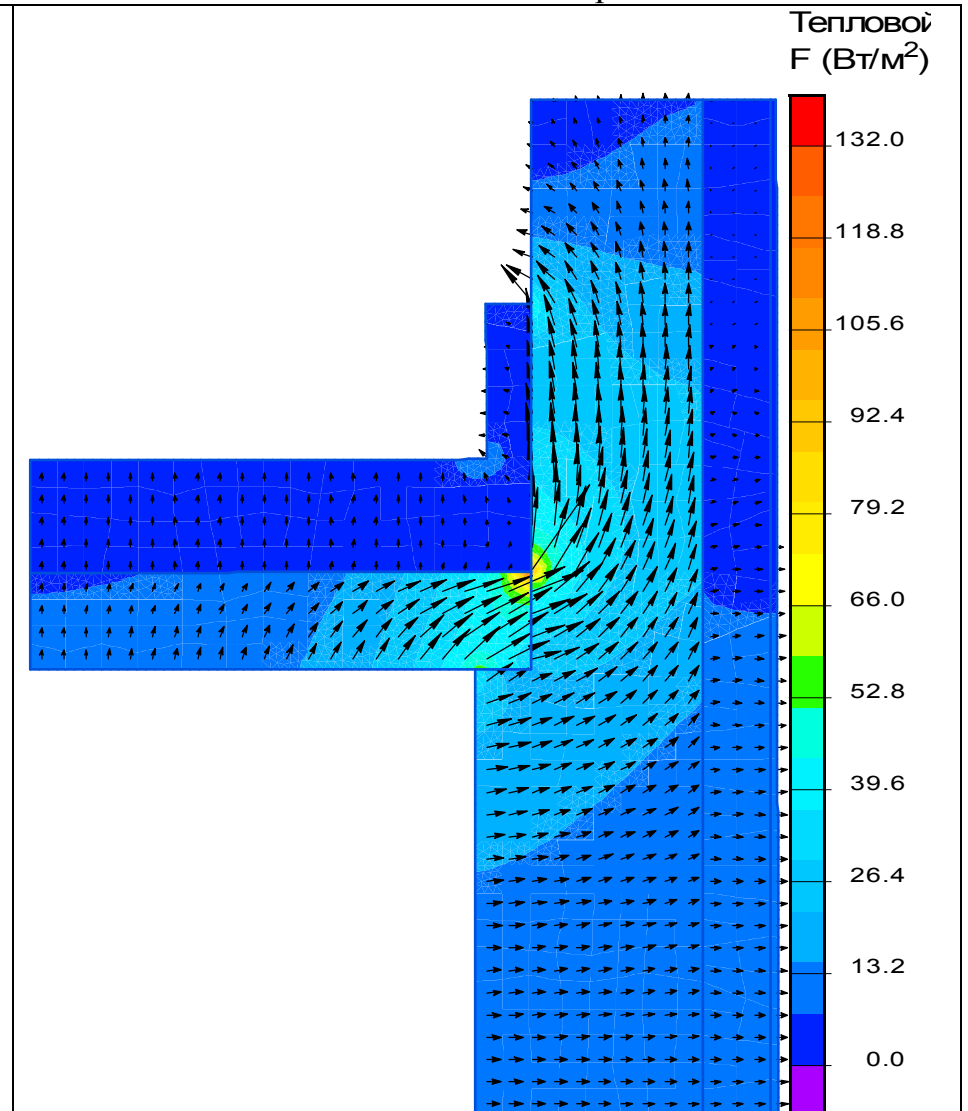


Рисунок 2.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 3

## Горищене покриття з холодним горищем з частковим утепленням зовнішньої стіни

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, δут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,040	0,415	0,411	0,408
	0,045	0,420	<b>0,415</b>	0,410
	0,050	0,425	0,417	0,413
<p>1 – цегляна стіна;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;            3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;            4 – армуюча склосітка;            5 – багатошарова штукатурка;            6 – залізобетонна плита перекриття;            7 – рулонна пароізоляція;            8 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм.</p>				

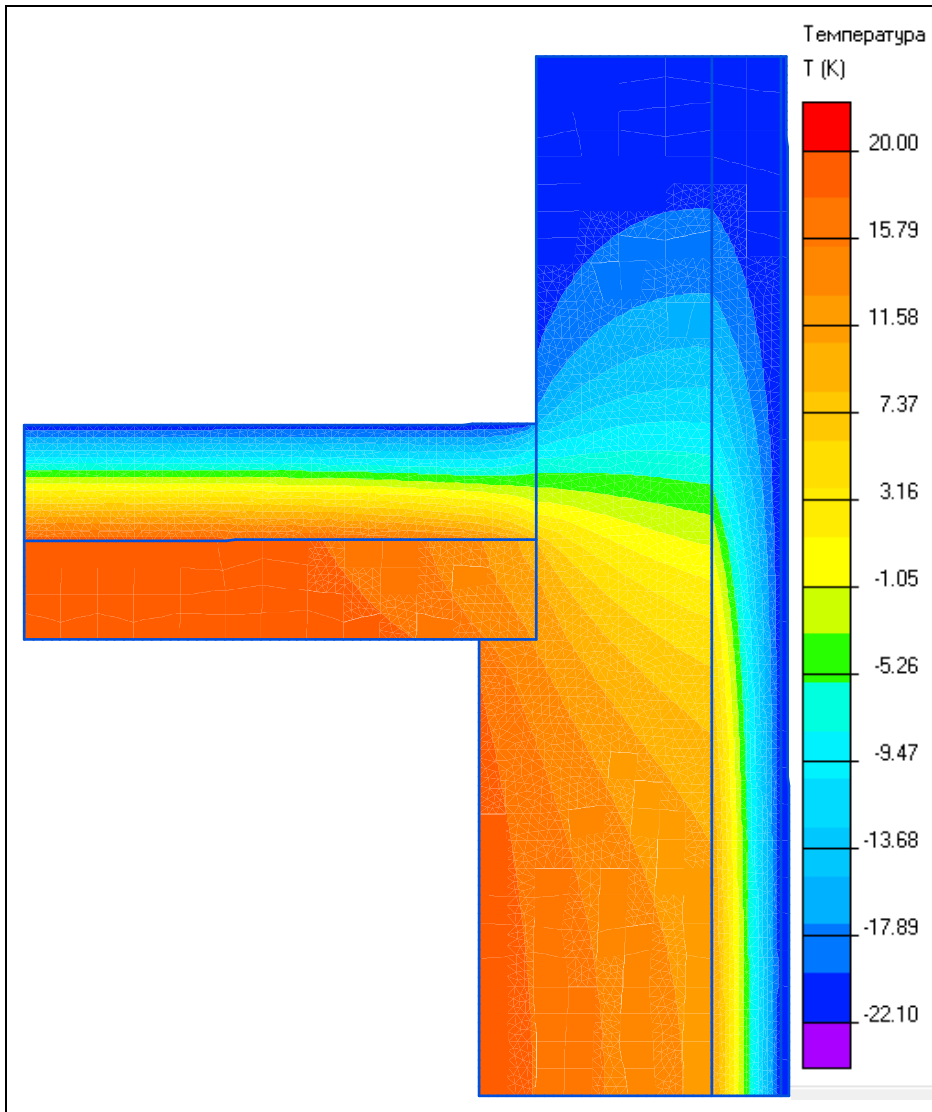


Рисунок 3.а – Картина температурного поля

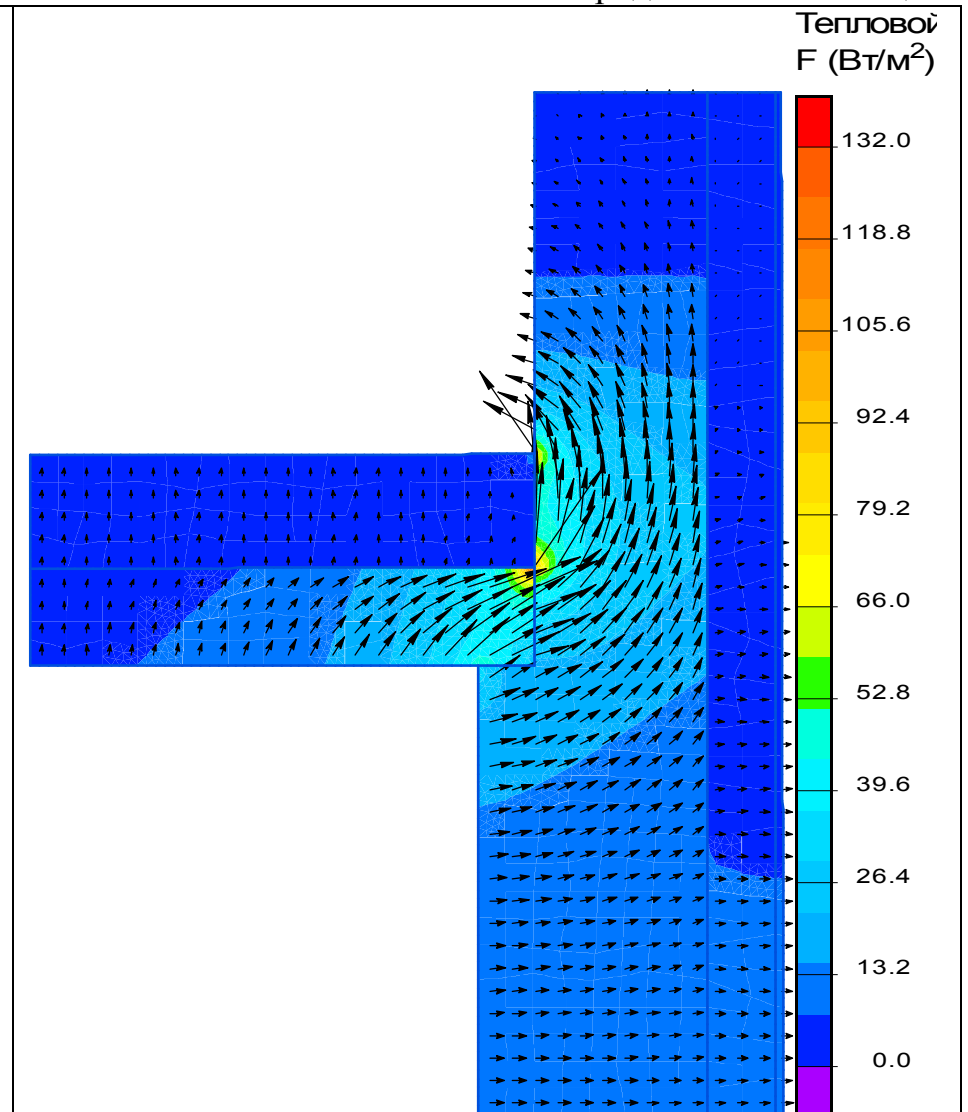


Рисунок 3.б – Картина поля теплового потоку

## Горищне покриття з холодним горищем з утепленням внутрішньої стіни

Схема теплопровідного включення	Розрахункова теплопровідність утеплювача, Вт/(м·К)	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару
	0,040	0,340
	0,045	<b>0,336</b>
	0,050	0,334
	<p>1 – внутрішня цегляна стіна;            2 – залізобетонна плита перекриття;            3 – рулонна пароізоляція;            4 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм;            5 – плитний утеплювач.</p>	



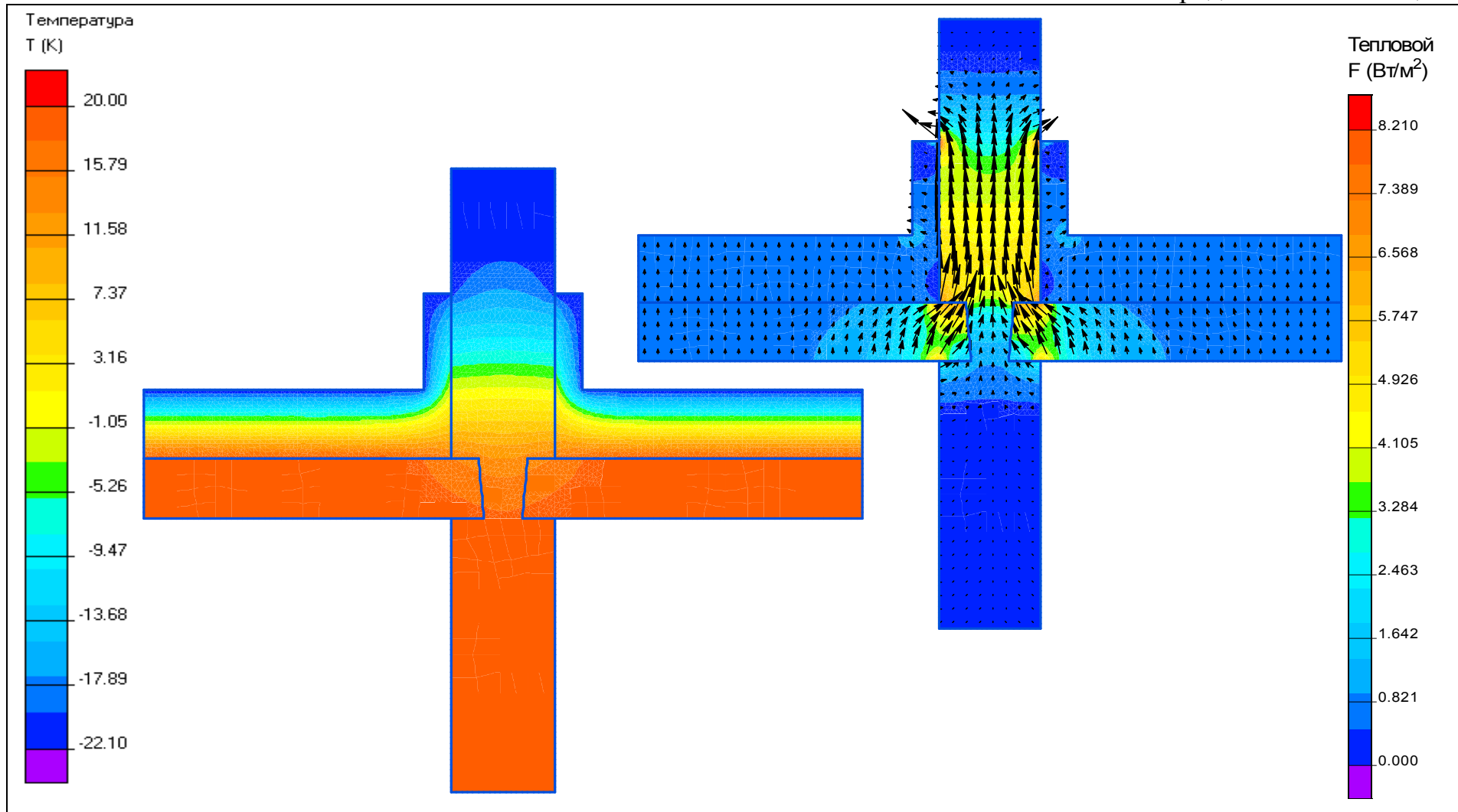
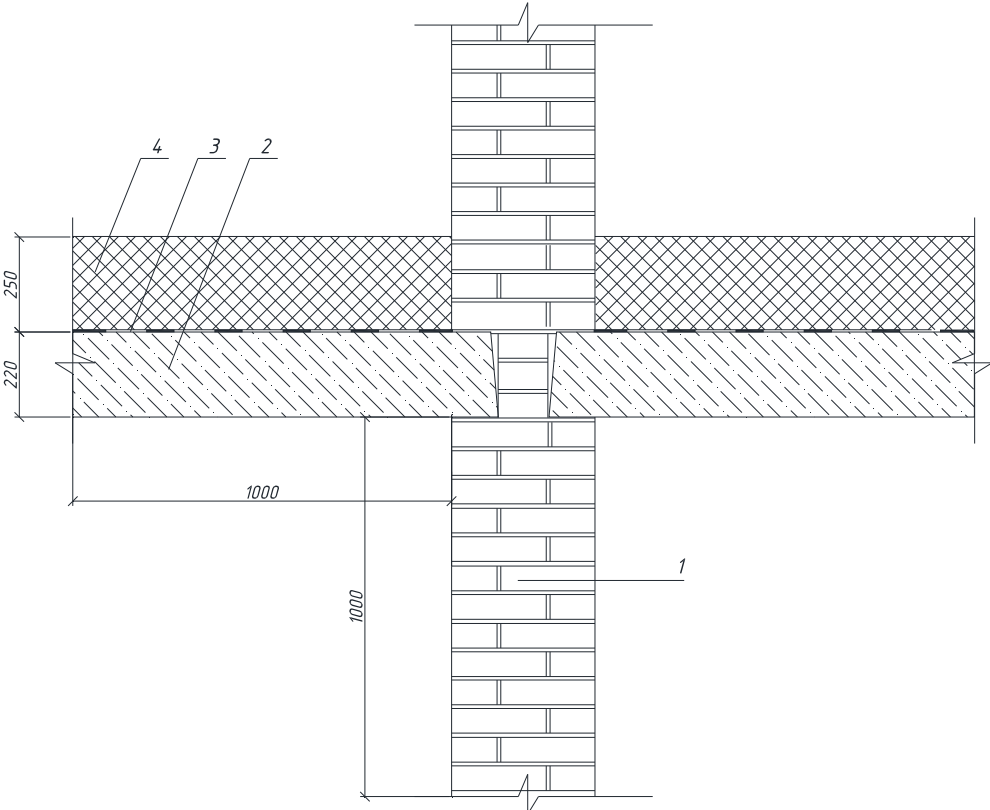


Рисунок 4.а – Картина температурного поля

Рисунок 4.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 5

## Горищне покриття з холодним горищем без утеплення внутрішньої стіни

Схема теплопровідного включення	Розрахункова теплопровідність утеплювача, Вт/(м·К)	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару
	0,040	0,606
	0,045	<b>0,6</b>
	0,050	0,594
<p>1 – внутрішня цегляна стіна;            2 – залізобетонна плита перекриття;            3 – рулонна пароізоляція;            4 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм;            5 – плитний утеплювач</p>		

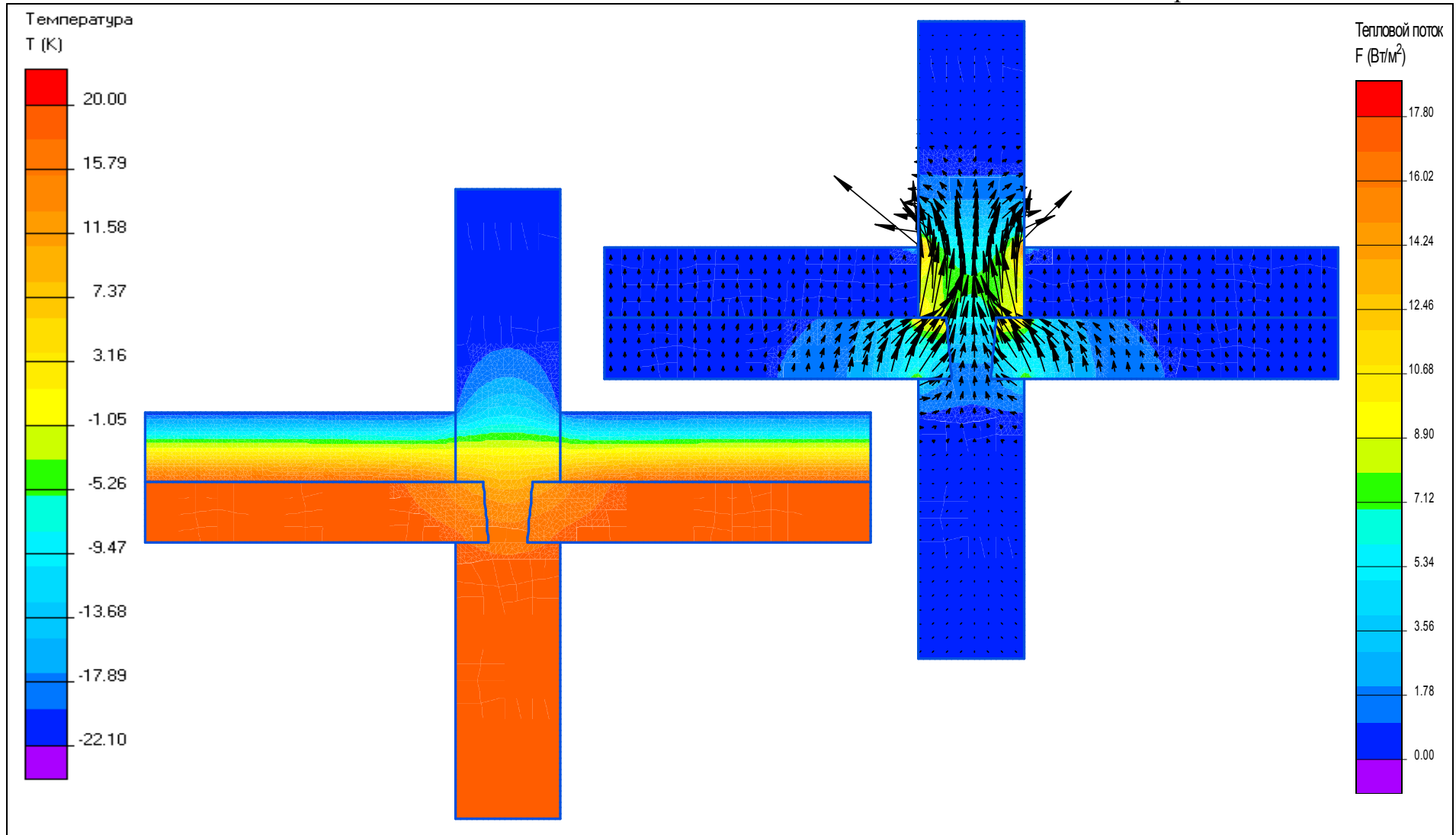


Рисунок 5.а – Картина температурного поля

Рисунок 5.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 6

## Суміщена покрівля з карнизною плитою

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, δут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,040	0,447	<b>0,448</b>	0,470
	0,045	0,446	0,447	0,451
	0,050	0,445	0,446	0,432
	<p>1 – цегляна стіна;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;            3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;            4 – армуюча склосітка;            5 – багатшарова штукатурка;            6 – залізобетонна плита перекриття;            7 – ухилоутворюючий шар з легкого бетону;            8 – рулонна пароізоляція;            9 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм;            10 – два шари руберойду;            11 – залізобетонна карнизна плита;            12 – карнизна планка;            13 – кронштейн;            14 – ринва.</p>			

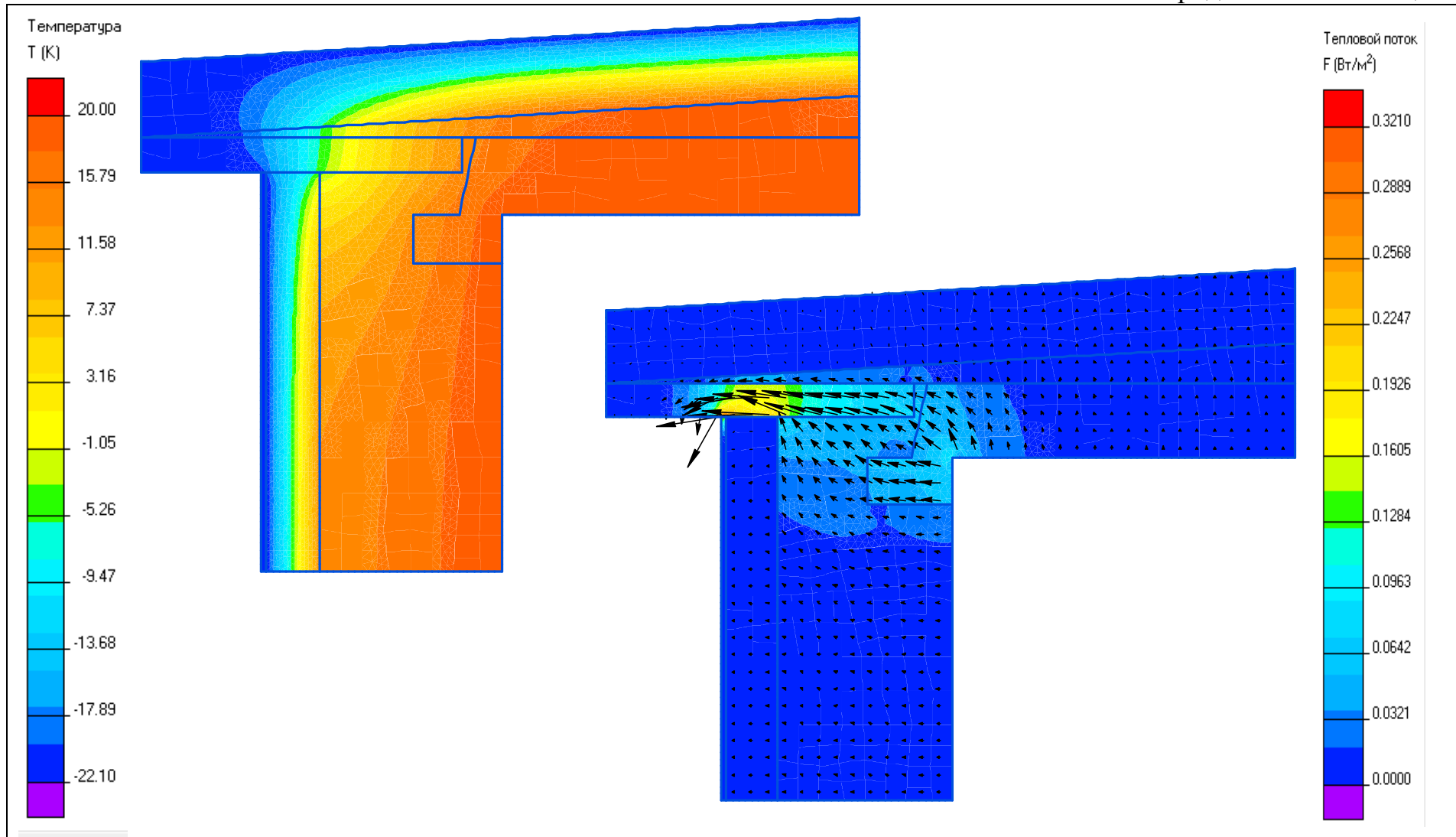


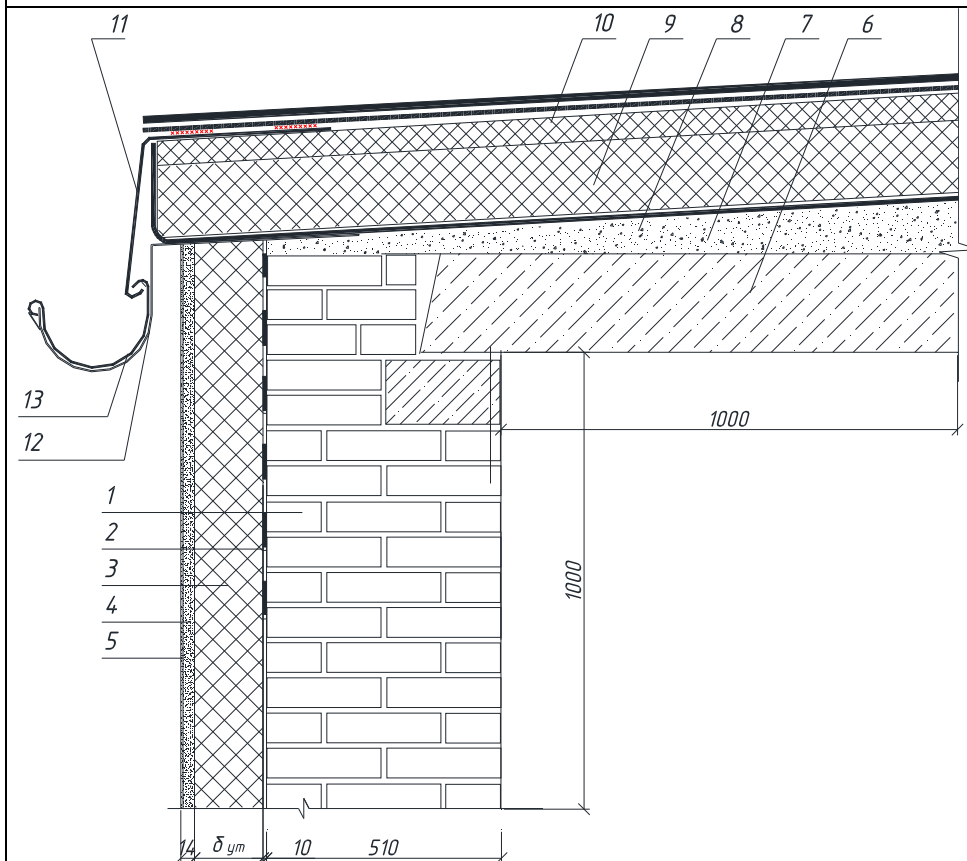
Рисунок 6.а – Картина температурного поля

Рисунок 6.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 7

## Суміщена покрівля без карнизу

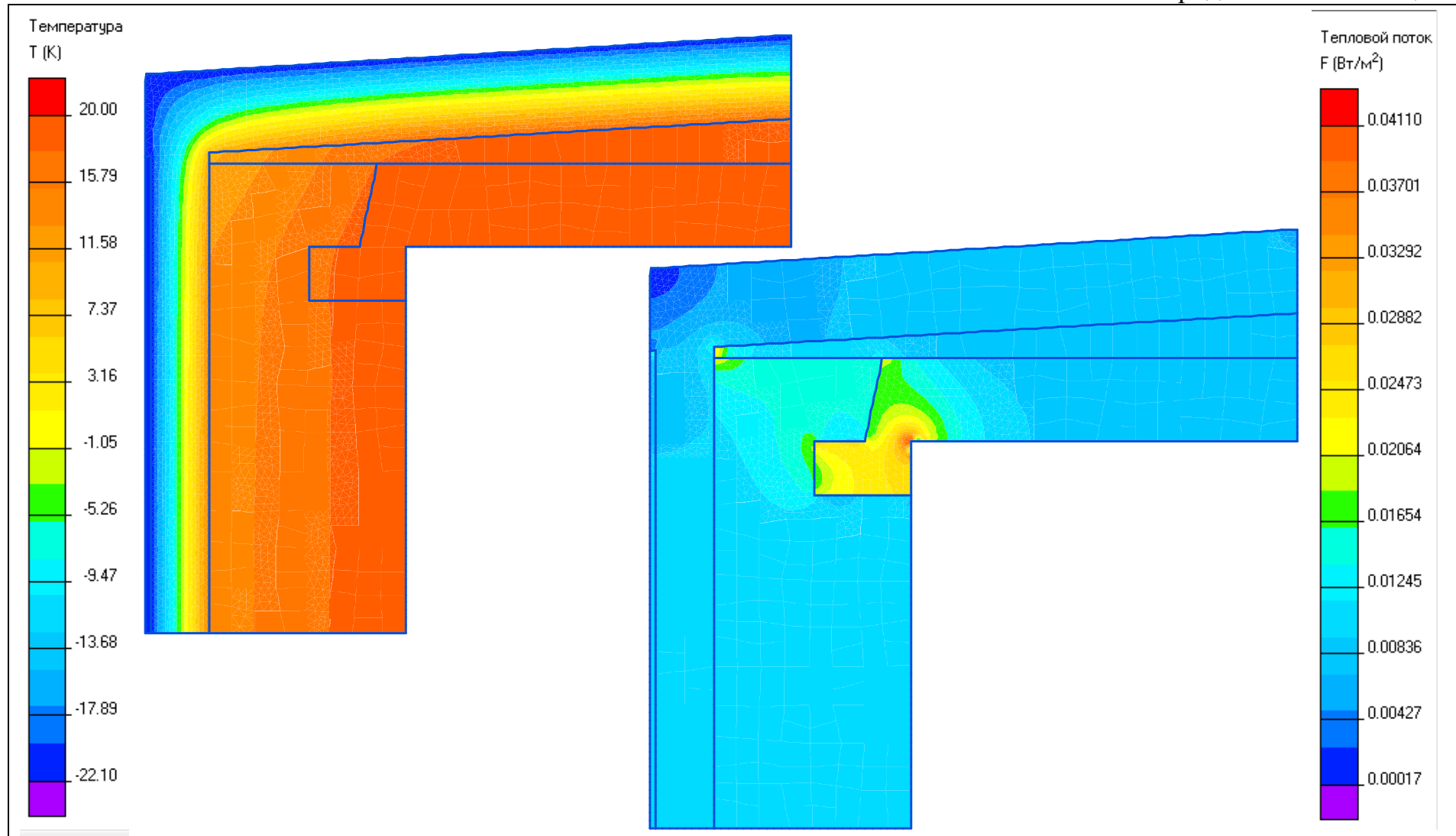
Схема теплопровідного включення



Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К),  
залежно від параметрів теплоізоляційного шару

Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
	120 мм	150 мм	180 мм
0,040	0,162	<b>0,152</b>	0,144
0,045	0,168	0,157	0,149
0,050	0,175	0,162	0,153

- 1 – цегляна стіна;
- 2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;
- 3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;
- 4 – армуюча склосітка;
- 5 – багатшарова штукатурка;
- 6 – залізобетонна плита перекриття;
- 7 – ухилоутворюючий шар з легкого бетону;
- 8 – рулонна пароізоляція;
- 9 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм;
- 10 – два шари руберойду;
- 11 – карнизна планка;
- 12 – кронштейн;
- 13 – ринва.



Таблиця 8

## Парапет суміщеної покрівлі

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,035	0,245	0,241	0,237
	0,040	0,252	0,248	0,243
	0,045	0,259	0,254	0,249
<p>1 – цегляна стіна;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;            3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;            4 – армуюча склосітка;            5 – багатошарова штукатурка;            6 – залізобетонна плита перекриття;            7 – рулонна пароізоляція;            8 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 250 мм;            9 – два шари руберойду;            10 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата, 100 мм;            11 – листовая сталь;            12 – антисептована дошка.</p>				



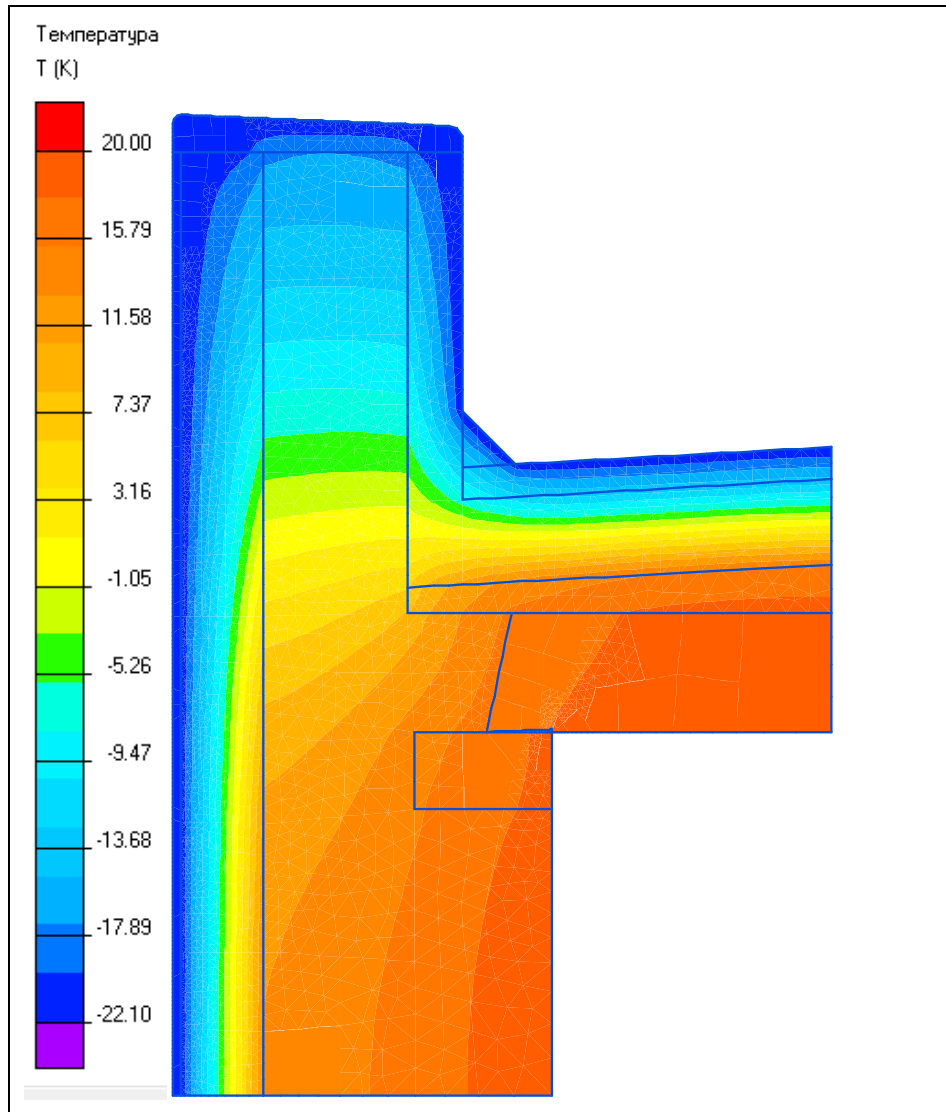


Рисунок 8.а – Картина температурного поля

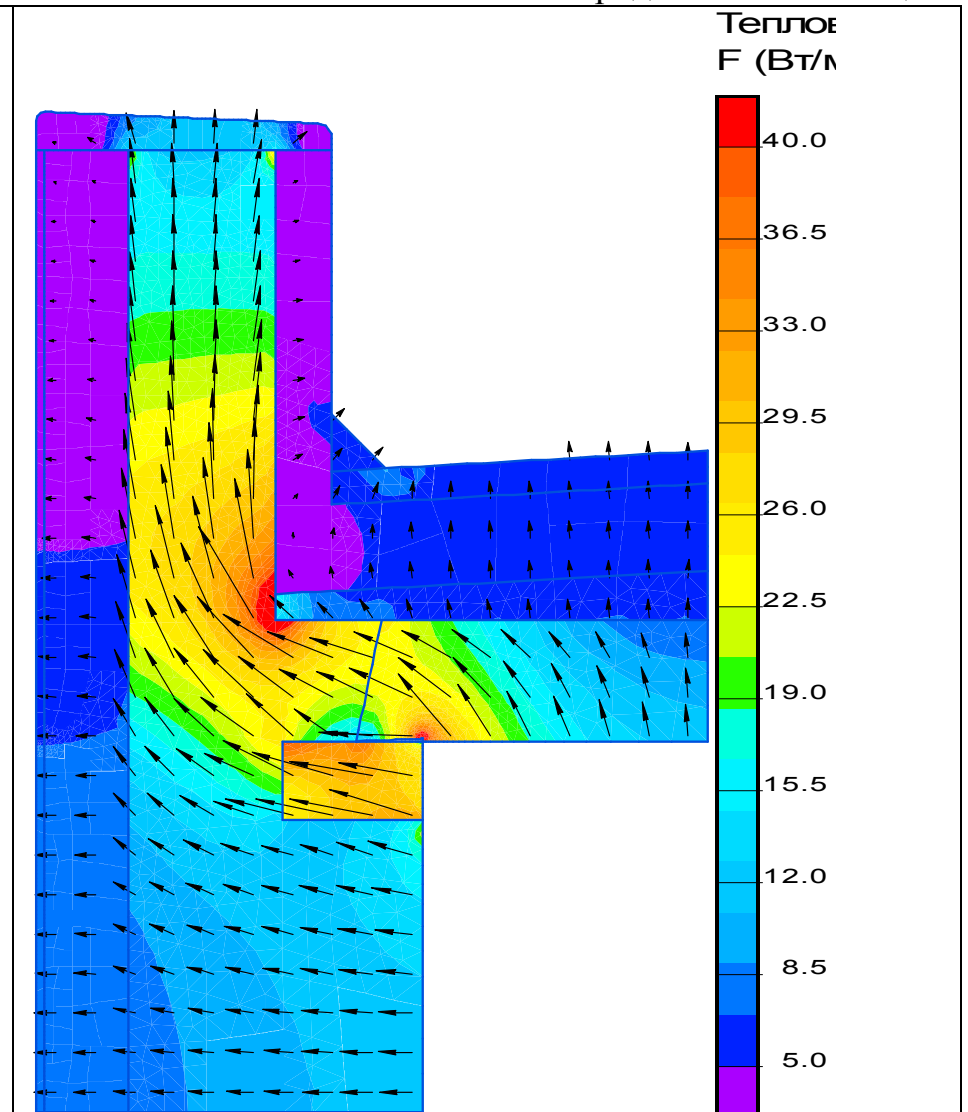


Рисунок 8.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 9

## Перекриття над холодним підвалом з додатковим вертикальним утепленням

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,035	0,345	<b>0,346</b>	0,347
	0,040	0,345	0,345	0,346
	0,045	0,345	0,345	0,346
	0,050	0,345	0,345	0,346
	<p>1 – цегляна стіна;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;            3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;            4 – армуюча склосітка;            5 – багатошарова штукатурка;            6 – залізобетонна плита перекриття;            7 – гідро/пароізоляційна мембрана;            8 – бетонна шар з покриттям підлоги;            9 – вертикальний теплоізоляційний шар – плити пінополістиролу;            10 – горизонтальний теплоізоляційний шар – плити пінополістиролу</p>			

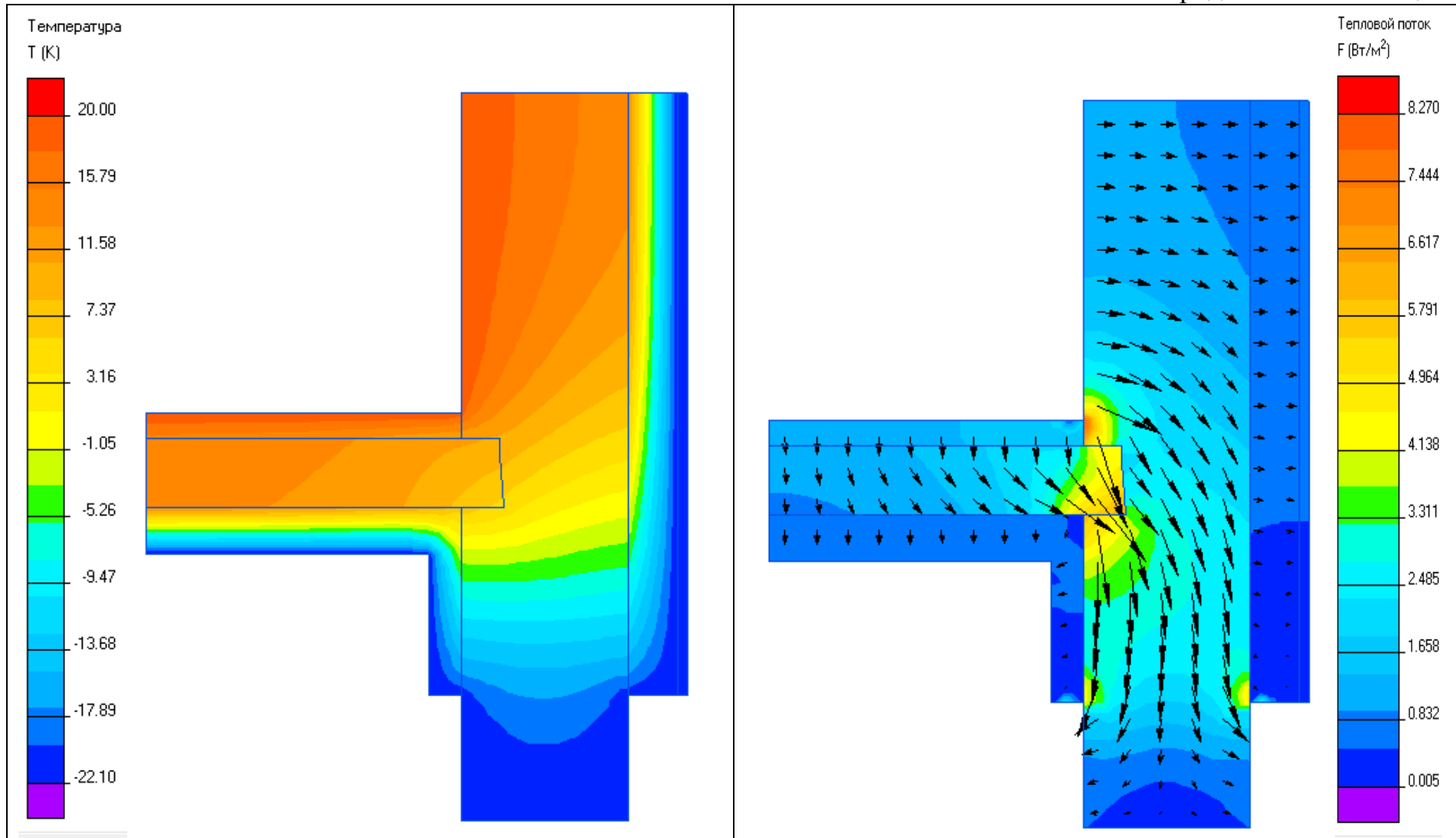


Рисунок 9.а – Картина температурного поля

Рисунок 9.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 10

**Перекриття над холодним підвалом**

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,035	0,554	<b>0,567</b>	0,579
	0,040	0,546	0,561	0,572
	0,045	0,538	0,553	0,565
	0,050	0,530	0,546	0,558
	<p>1 – цегляна стіна;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;            3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;            4 – армуюча склосітка;            5 – багатошарова штукатурка;            6 – залізобетонна плита перекриття;            7 – гідро/пароізоляційна мембрана;            8 – бетонна шар з покриттям підлоги;            10 – горизонтальний теплоізоляційний шар – плити пінополістиролу</p>			

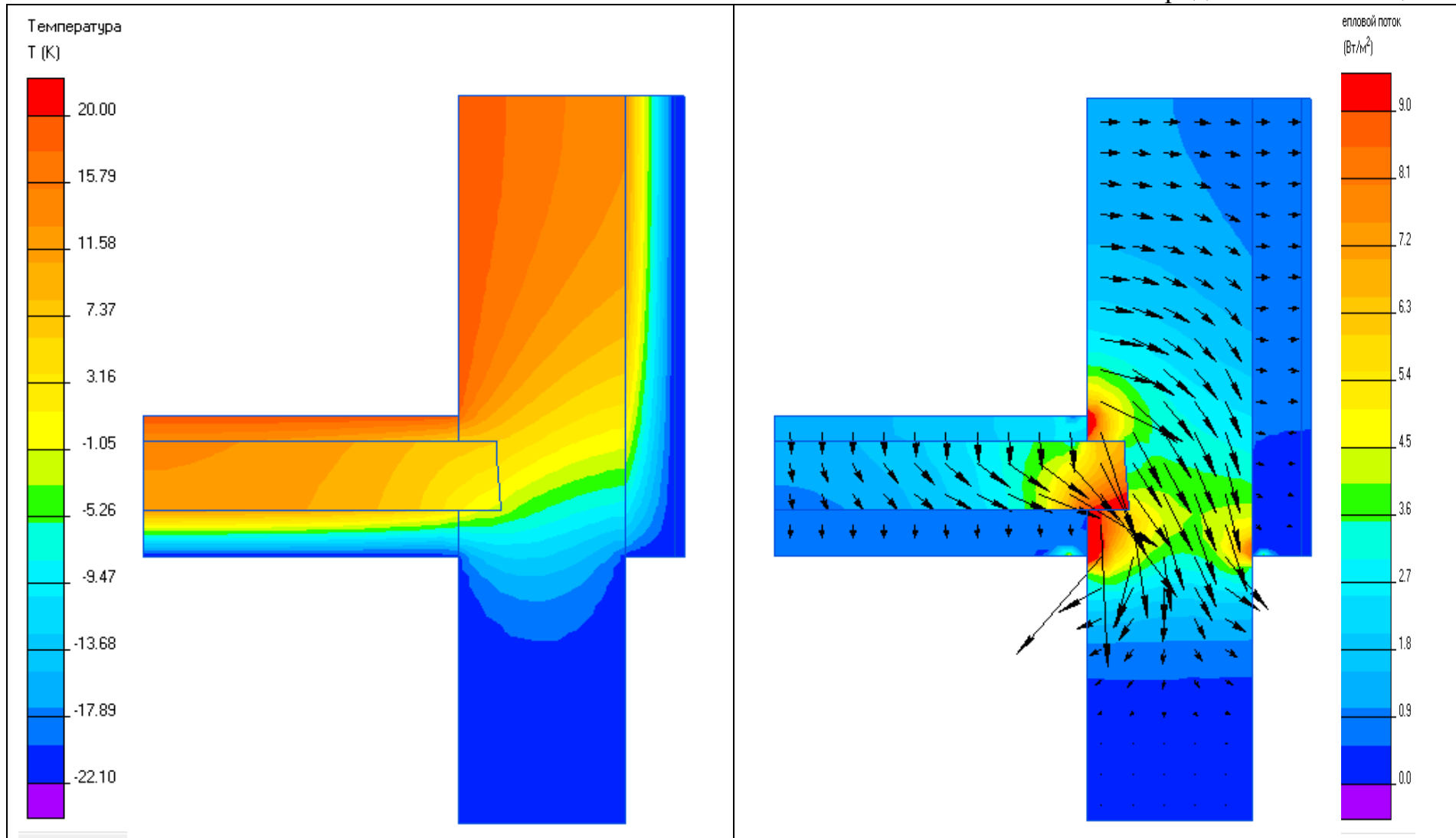


Рисунок 10.а – Картина температурного поля

Рисунок 10.б – Картина поля теплового потока

## Перекриття над холодним підвалом з утепленням внутрішньої стіни

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,035	0,232	<b>0,247</b>	0,258
	0,040	0,224	0,239	0,251
	0,045	0,216	0,231	0,243
	0,050	0,208	0,223	0,236
<p>1 – цегляна кладка;            2 – залізобетонна плита перекриття;            3 – гідро/пароізоляційна мембрана;            4 – бетонний шар та покриття підлоги;            5 – вертикальне утеплення – плити пінополістиролу;            6 – горизонтальне утеплення – плити пінополістиролу.</p>				

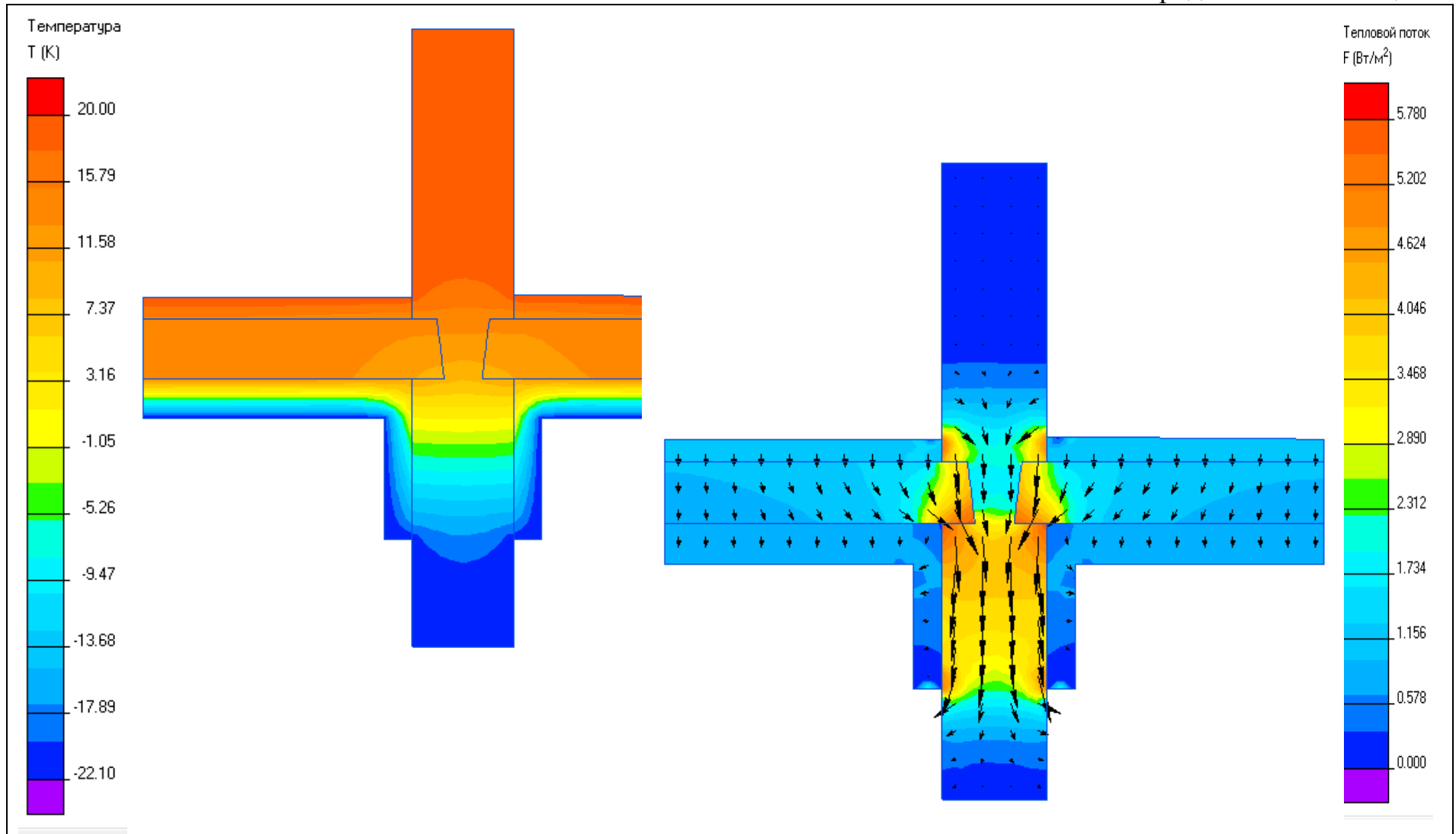


Рисунок 11.а – Картина температурного поля

Рисунок 11.б – Картина поля теплового потока

## Перекриття над холодним підвалом без утеплення внутрішньої стіни

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,035	0,562	<b>0,593</b>	0,615
	0,040	0,548	0,567	0,597
	0,045	0,530	0,550	0,579
	0,050	0,513	0,543	0,561
	<p>1 – цегляна кладка;            2 – залізобетонна плита перекриття;            3 – гидро/пароізоляційна мембрана;            4 – бетонний шар та покриття підлоги;            6 – горизонтальне утеплення – плити пінополістиролу</p>			



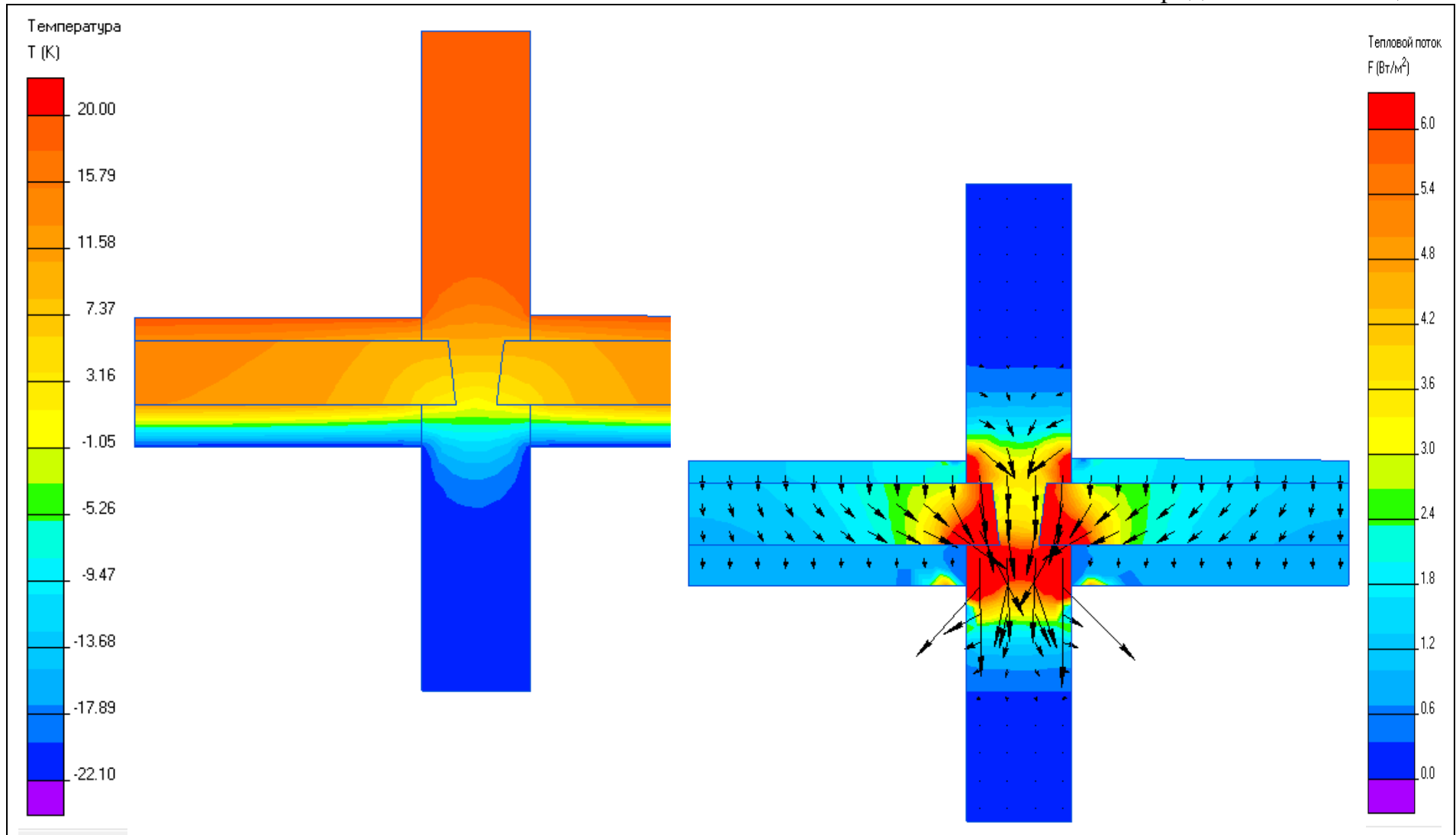


Рисунок 12.а – Картина температурного поля

Рисунок 12.б – Картина поля теплового потока



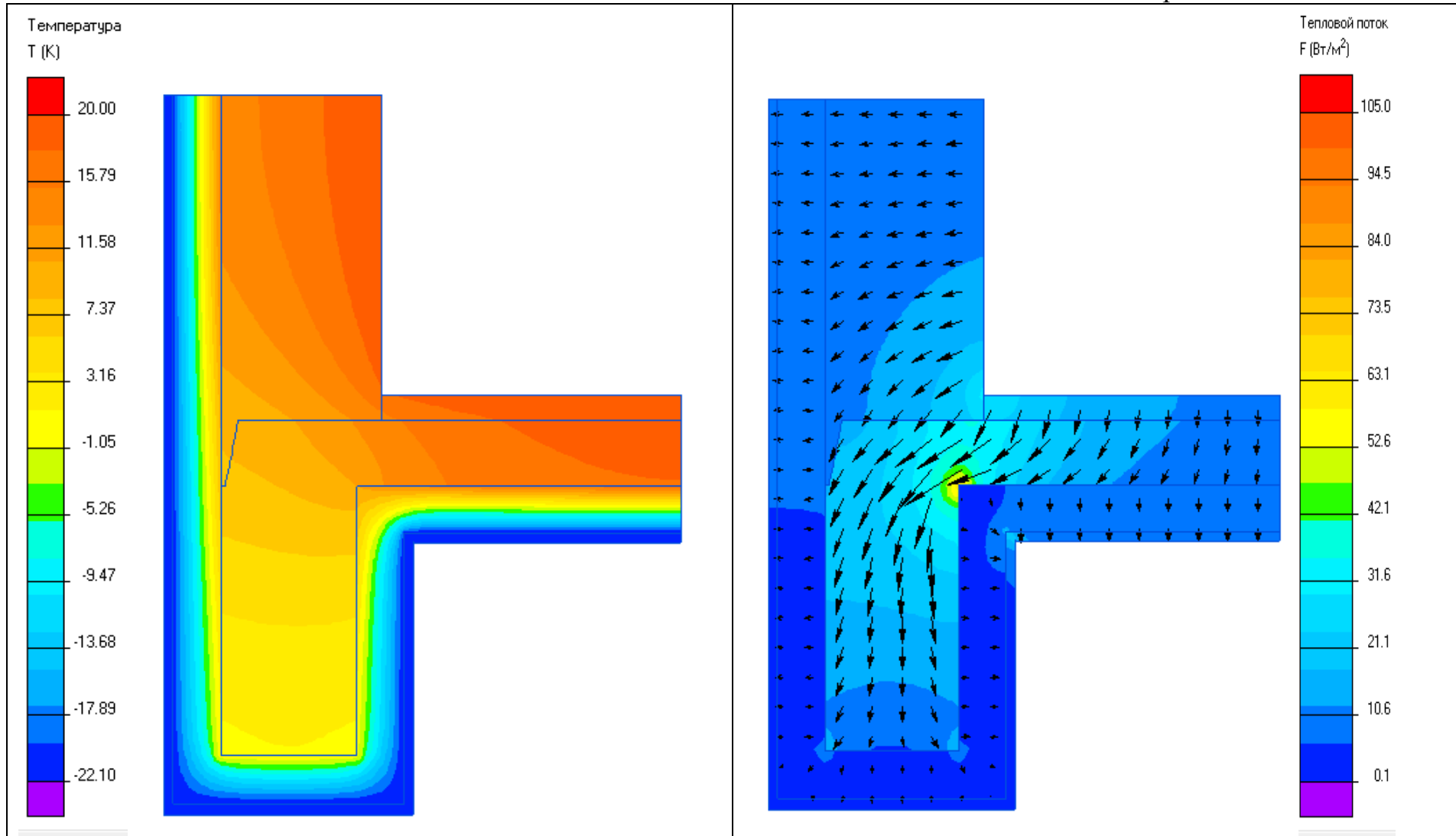


Рисунок 13.а – Картина температурного поля

Рисунок 13.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 14

## Суцільна підлога по ґрунту з додатковим шаром утеплення

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,035	0,023	0,019	0,015
	0,040	0,028	0,022	0,018
	0,045	0,033	0,026	0,021
	0,050	0,038	0,029	0,024
	<p>1 – цегляна стіна;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи;            3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата;            4 – армуюча склосітка;            5 – багатошарова штукатурка;            6 – бетонний шар, 150 мм;            7 – гідроізоляційна мембрана;            8 – бетонна шар з покриттям підлоги;            9 – залізобетонний фундамент;            10 – плити пінополістиролу;            11 – багатошарова штукатурка;            12 – ущільнювач;            13 – захисна мембрана;            14 – теплоізоляційний шар – пінополіуретан.</p>			

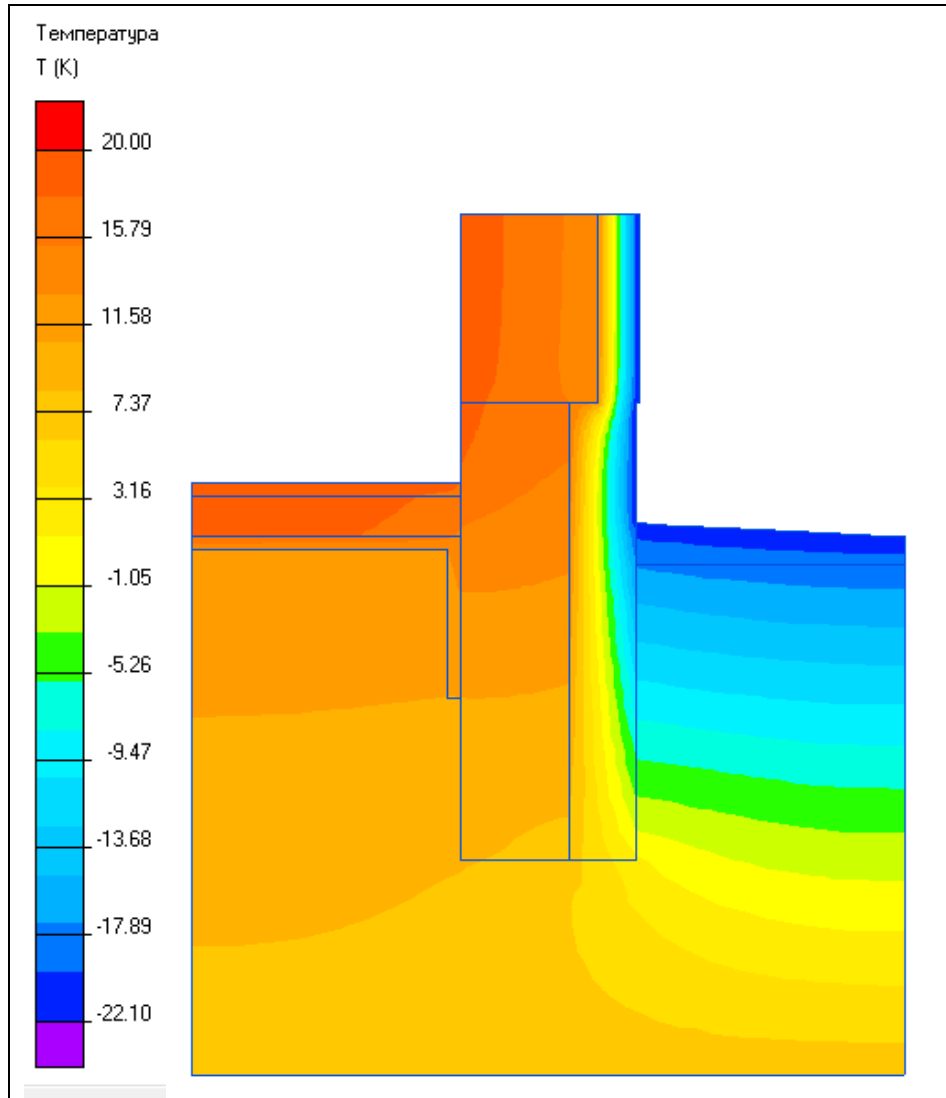


Рисунок 14.а – Картина температурного поля

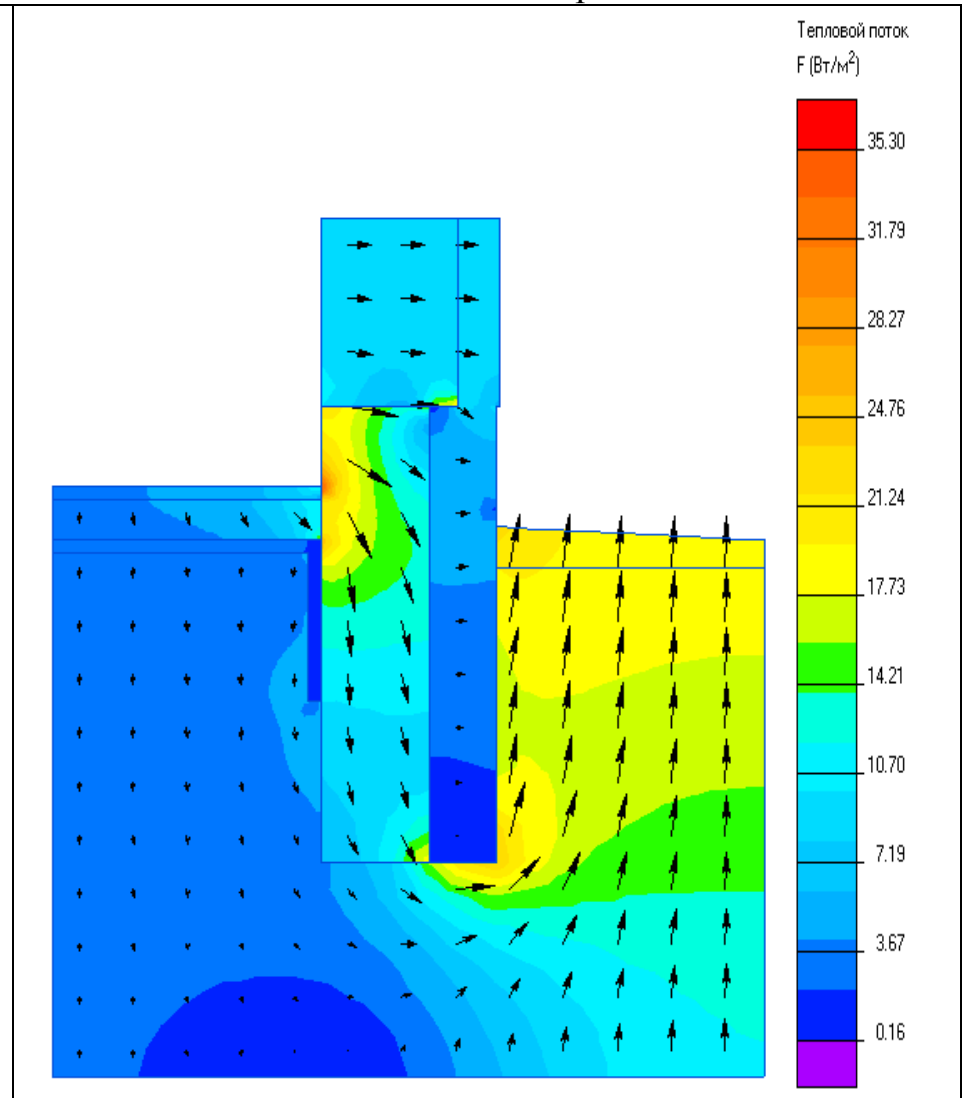


Рисунок 14.б – Картина поля теплового потока

## Вузол примикання суміщеної покрівлі до стіни з сандвіч-панелей по елементній зборки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару		
	Розрахункова теплопровідність утеплювача у складі суміщеної покрівлі та стіни, Вт/(м·К)	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від наявності термовкладишів	
		з термовкладишем	без термовкладиша
	0,035	0,629	1,133
	0,040	0,635	1,184
	0,045	0,642	1,234
	0,050	0,649	1,285
	<p>1 – ущільнювач колона – сандвіч; 2 – колона каркасу; 3 – саморіз 4,8×28 з прокладкою; 4 – ущільнювач сандвіча горизонтальний; 5 – саморіз з пресшайбою 4,2×16; 6 – пластина 6 мм; 7 – гвинт самонарізний 5,5×25; 8 – панель покрівлі П-60/0,7; 9 – паробар’єр; 10 – супердифузійна мембрана; 11 – панель покрівлі ПК-35/0,7; 12 – гвинт самонарізний 5,5×50; 13 – термопрокладка 10 мм / 50 мм; 14 – карнизна планка; 15 – зовнішній ущільнювач; 16 – термопрокладка; 17 – сандвич-профіль рядовий; 18 – пароізоляція; 19 – панель металева ТП-18; 20 – термороздільна смуга; 21 – вітрогідроізоляційна мембрана; 22 – елемент жорсткості; 23 – теплоізоляція</p>		

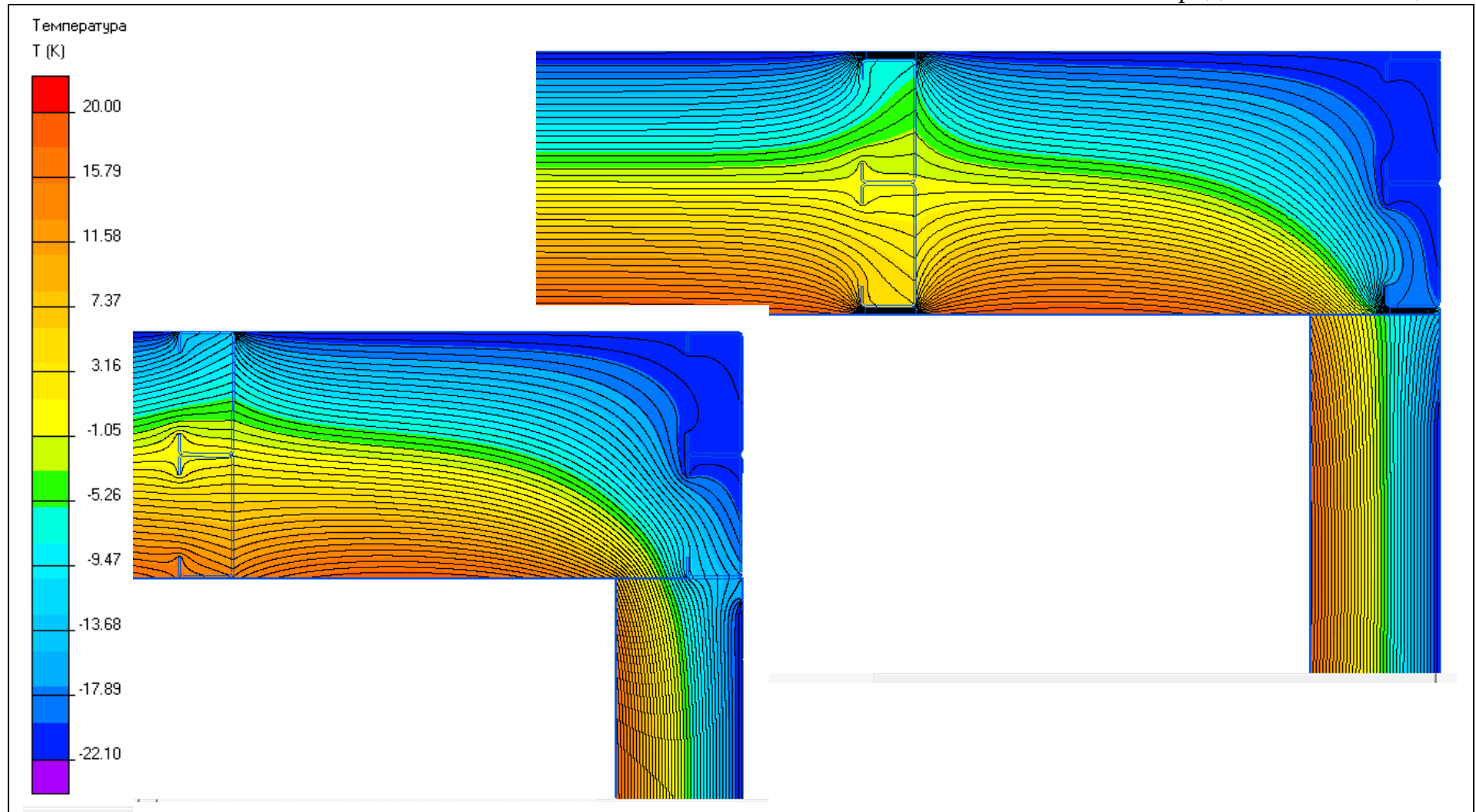


Рисунок 15.а – Картина температурного поля конструкції без термовкладишів

Рисунок 15.б – Картина температурного поля конструкції з термовкладишами

Таблиця 16

**Вузол примикання суміщеної покрівлі до кам'яної стіни**

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару		
	Розрахункова теплопровідність утеплювача у складі суміщеної покрівлі, Вт/(м·К)	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від наявності термовкладишів	
		з термовкладишем	без термовкладиша
	0,035	0,512	0,823
	0,040	0,515	0,824
	0,045	0,518	0,825
	0,050	0,521	0,826
	<p>1 – поліуретановий герметик;            2 – фасонна планка;            3 – анкер з ущільнювачем;            4 – поліуретанова прокладка;            5 – ущільнююча мастика; 6 – гвинт самонарізний 5,5×50;            7 – термопрокладка 10 мм / 50 мм;            8 – панель покрівлі ПК-35/0,7;            9 – супердифузійна мембрана;            10 – паробар'єр;            11 – панель покрівлі ПК-60/0,7;            12 – гвинт самонарізний 5,5×25</p>		



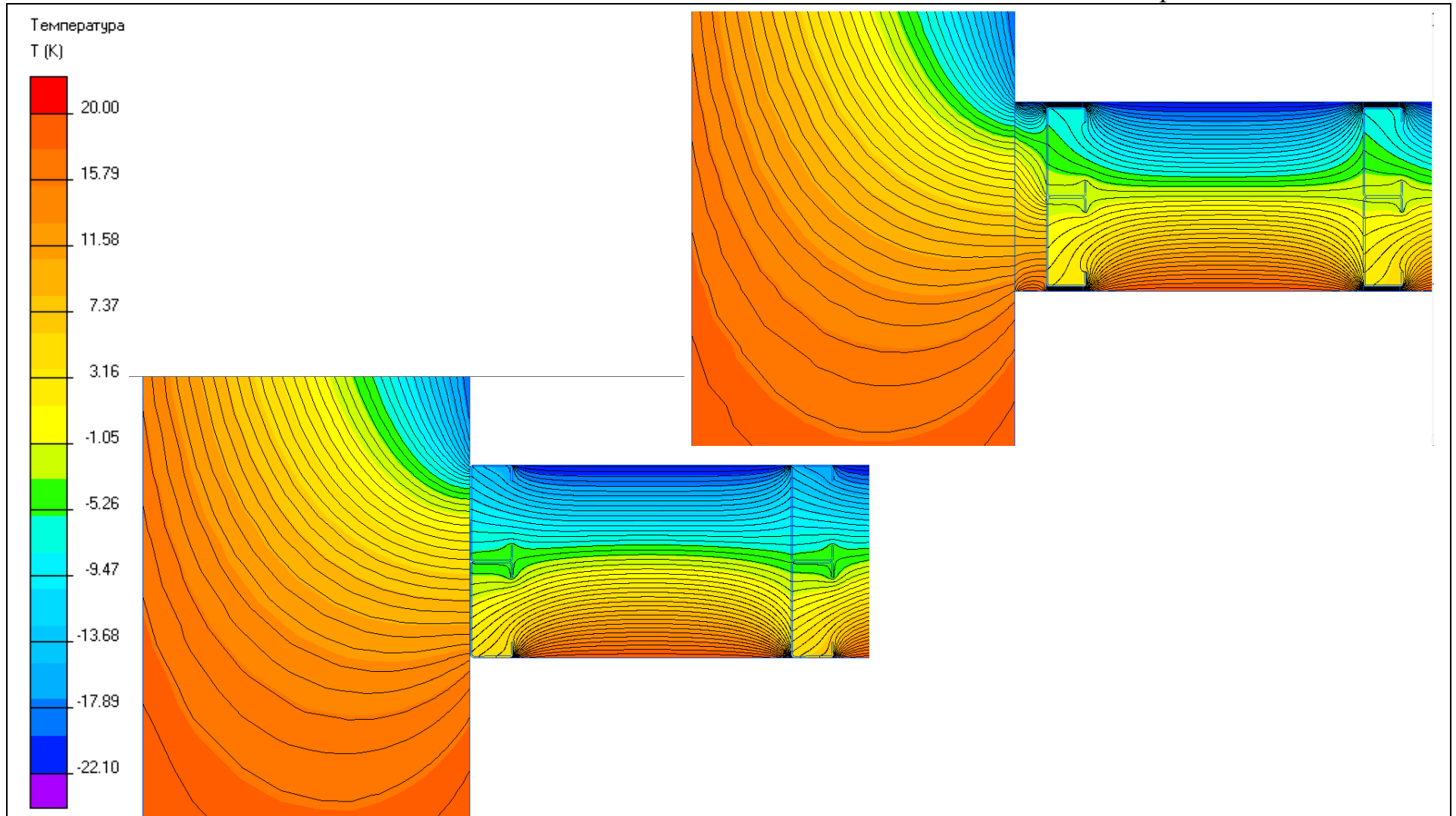


Рисунок 16.а – Картина температурного поля конструкції з термовкладишами

Рисунок 16.б – Картина температурного поля конструкції без термовкладишів

Таблиця 17

**Вузол примикання суміщеної покрівлі до лотка**

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару		
	Розрахункова теплопровідність утеплювача у складі суміщеної покрівлі, Вт/(м·К)	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від наявності термовкладишів	
		з термовкладишем	без термовкладиша
	0,035	0,836	1,517
	0,040	0,888	1,577
	0,045	0,939	1,637
	0,050	0,991	1,697

- 1 – гвинт самонарізний 5,5×50;
- 2 – герметик для зовнішніх робіт;
- 3 – заклепка (крок 300 мм);
- 4 – фасонний елемент 1;
- 5 – термопрокладка 10 мм / 50 мм;
- 6 – внутрішній ущільнювач;
- 7 – гвинт самонарізний 4,8×16;
- 8 – фасонний елемент 2;
- 9 – ущільнююча стрічка;
- 10 – покрівельний прогон;
- 11 – водостічний жолоб з електропідігрівом, матеріал – оцинкована сталь, товщина 4 мм;
- 12 – додатковий гідроізоляційний шар;
- 13 – мінівата 180 мм в поліетиленовій плівці;
- 14 – стінова панель ТП18.

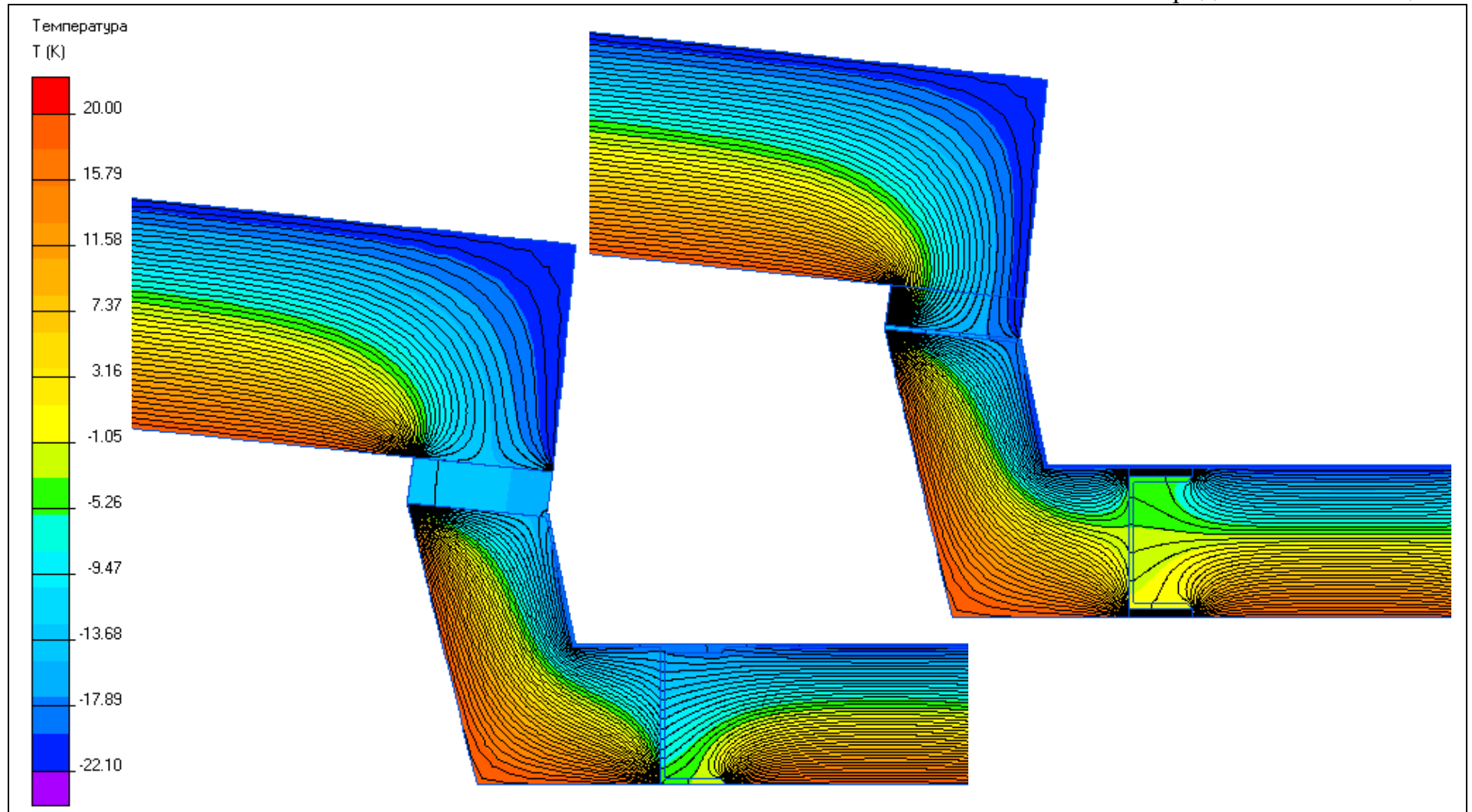


Рисунок 17.а – Картина температурного поля конструкції з термовкладишами

Рисунок 17.б – Картина температурного поля конструкції без термовкладишів

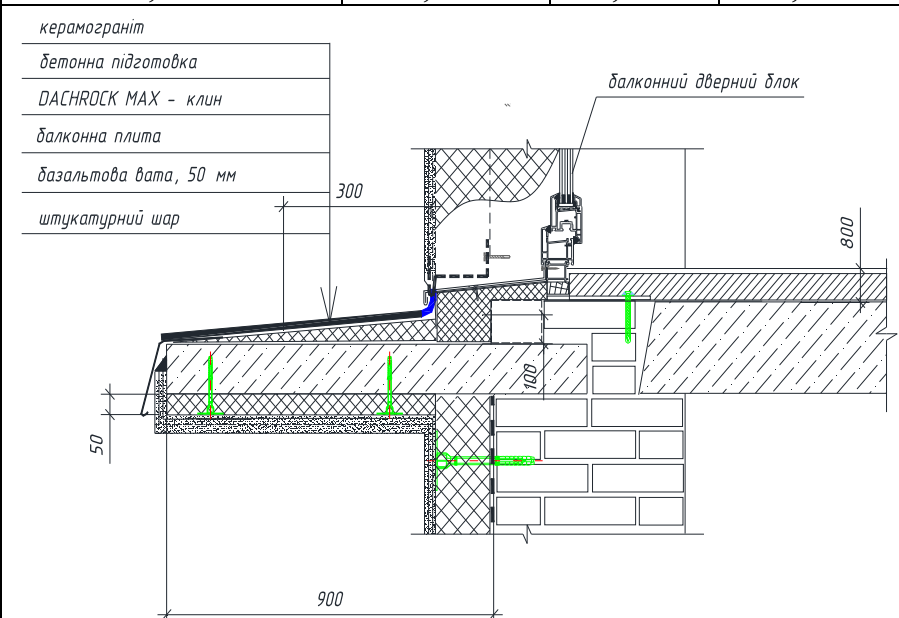
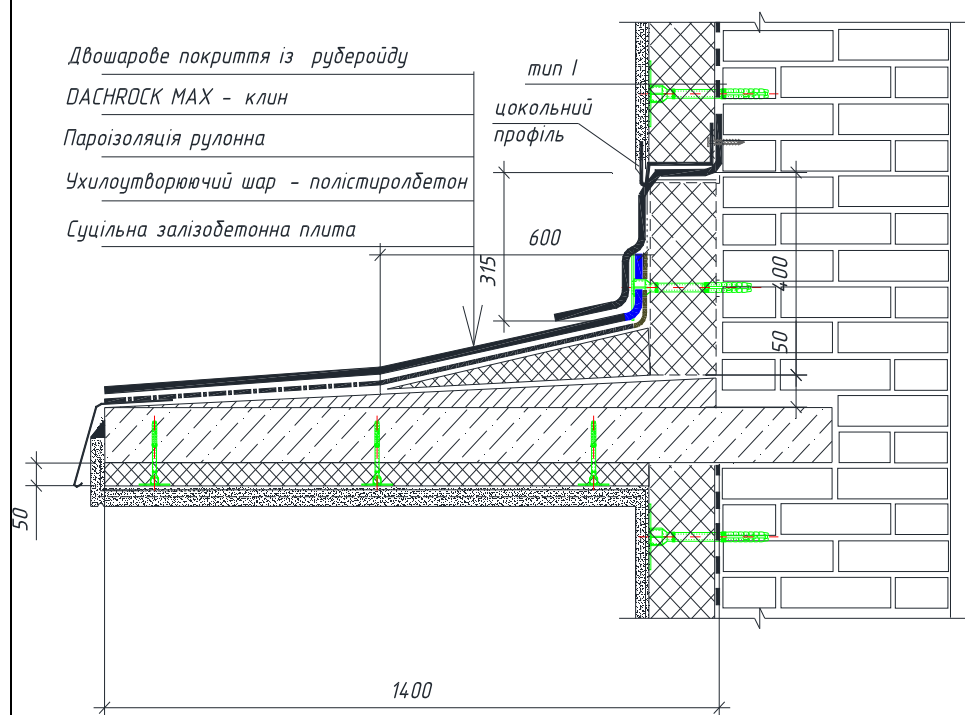
Таблиця 18

## Утеплення балконної плити по периметру частково

Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару

Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
	120 мм	150 мм	180 мм
0,035	0,248	<b>0,262</b>	0,271
0,040	0,238	0,253	0,265
0,045	0,229	0,246	0,258
0,050	0,220	0,238	0,251

## Схема теплопровідного включення



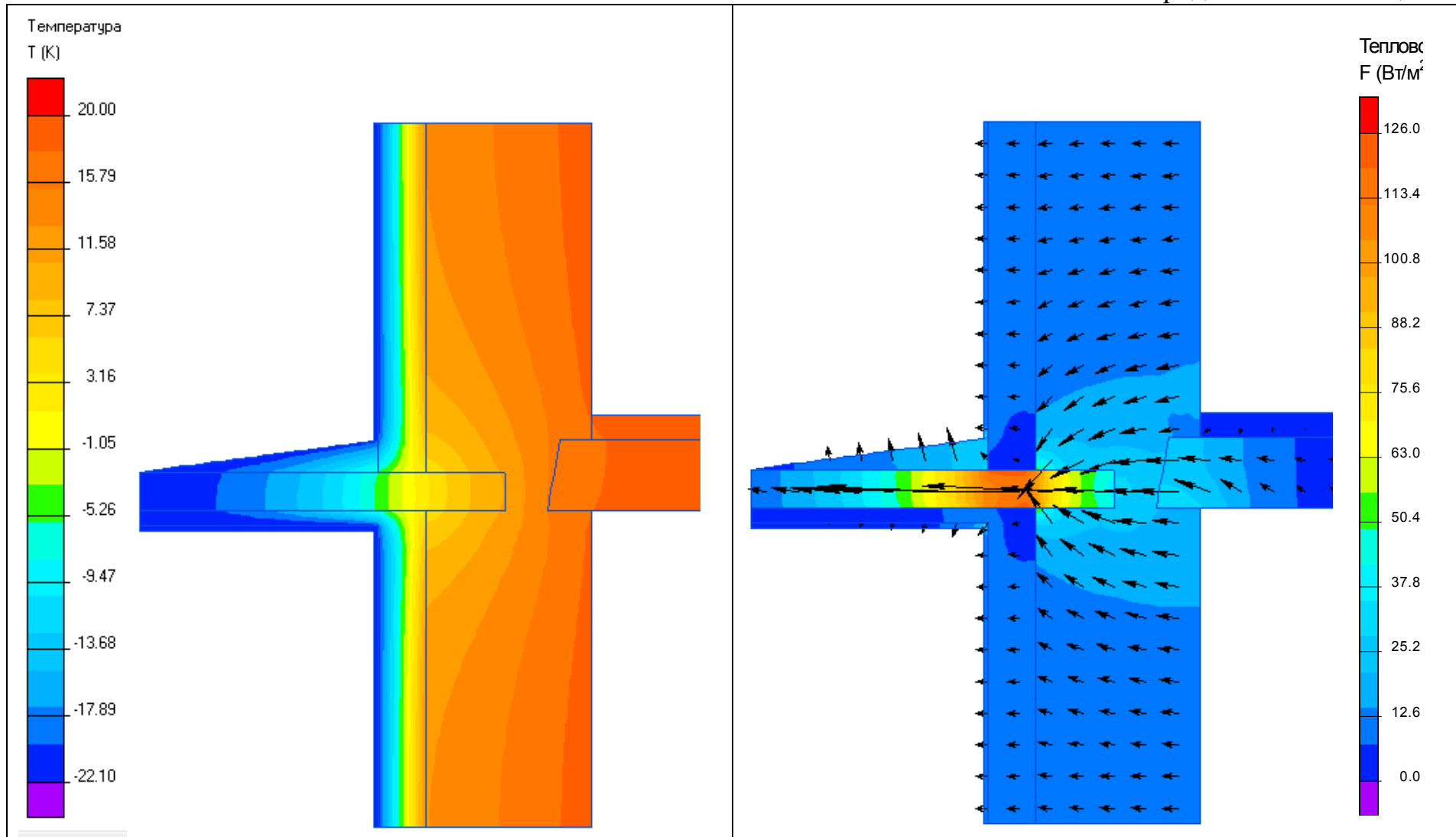


Рисунок 18.а – Картина температурного поля

Рисунок 18.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 19

## Утеплення балконної плити по периметру

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		120 мм	150 мм	180 мм
	0,035	0,147	0,146	0,146
	0,040	0,147	0,147	0,146
	0,045	0,147	0,147	0,147
	0,050	0,148	0,148	0,148
	1 – цегляна стіна; 2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до основи, а також для вирівнювання поверхні основи; 3 – теплоізоляційний шар – мінеральна вата; 4 – армуюча склосітка; 5 – багатошарова штукатурка; 6 – плита балконна; 7 – клейова суміш; 8 – керамограніт; 9 – листова сталь;			

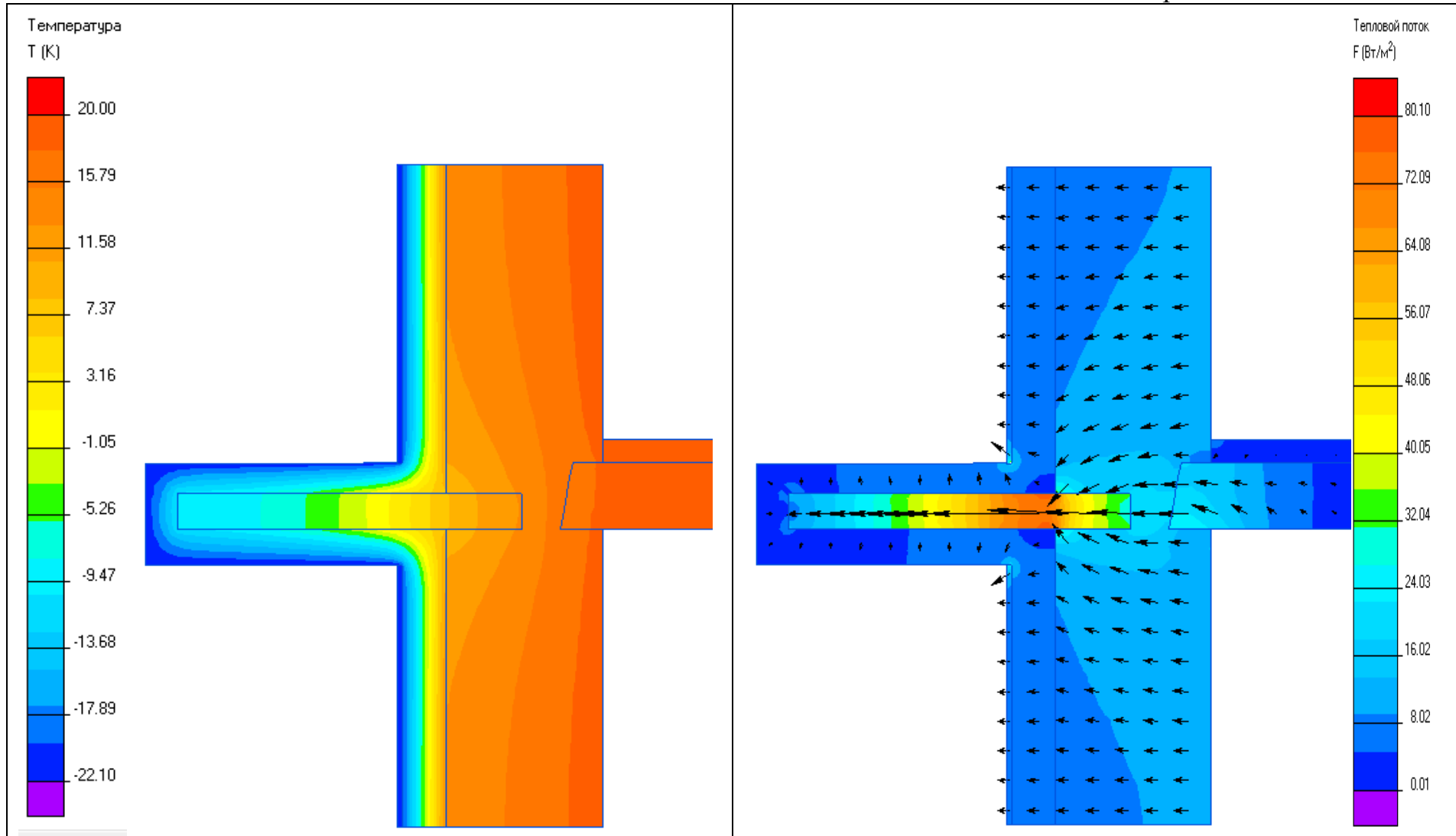


Рисунок 19.а – Картина температурного поля

Рисунок 19.б – Картина поля теплового потока





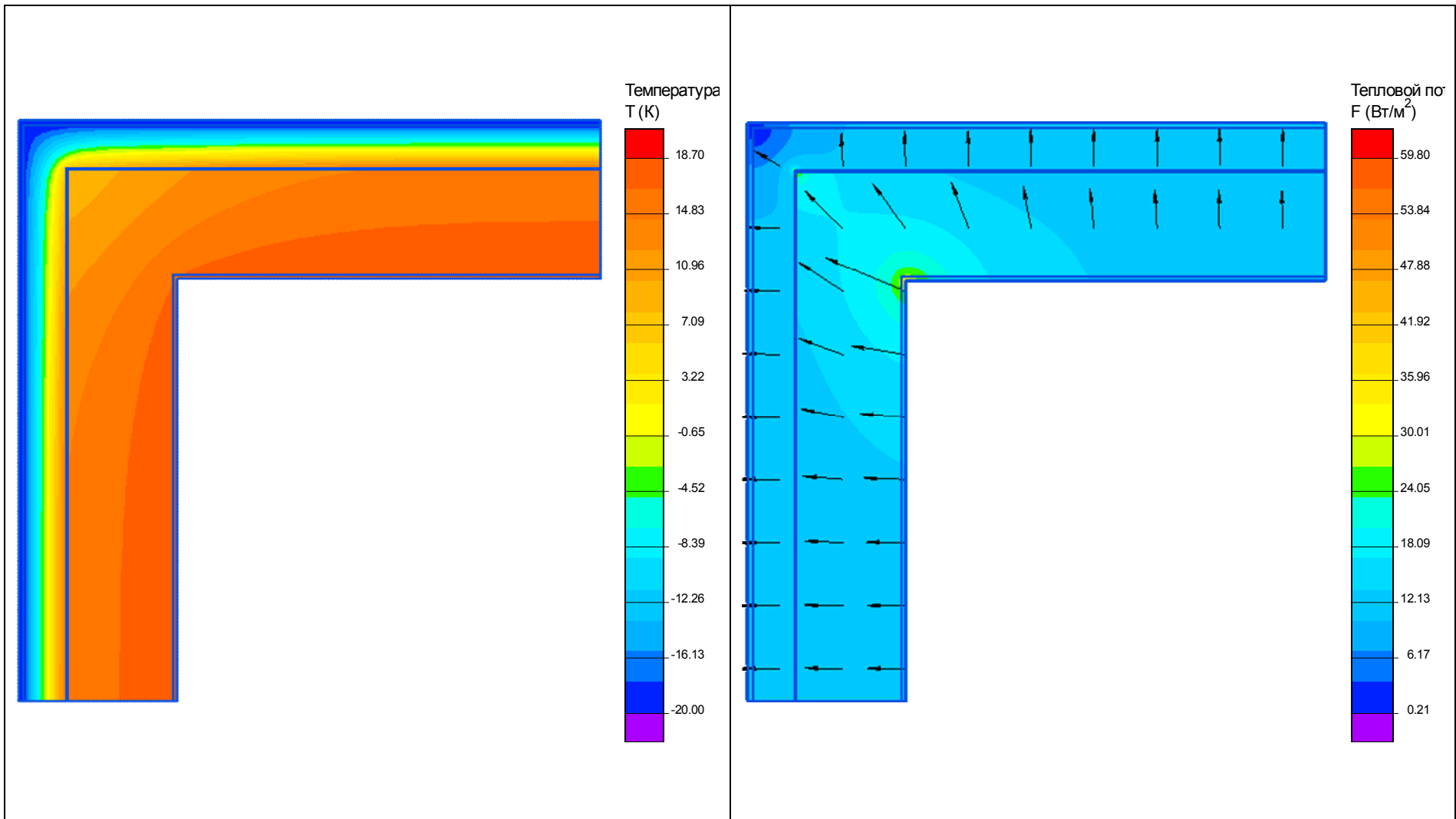
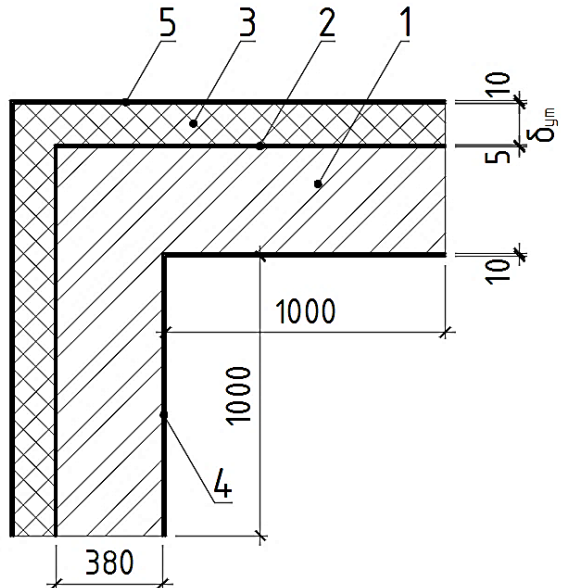


Рисунок 20.а – Картина температурного поля

Рисунок 20.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 21

## Кут зовнішньої стіни з цегли

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,179</b>	0,142	0,118	0,102
	0,04	0,193	0,155	0,131	0,114
	0,045	0,205	0,167	0,142	0,124
	0,05	0,216	0,178	0,152	0,134
	0,055	0,225	0,188	0,162	0,143
	0,06	0,234	0,197	0,171	0,152
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;</p> <p>2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до стіни <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;</p> <p>3 – теплоізоляційний шар;</p> <p>4 –штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;</p> <p>5 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					

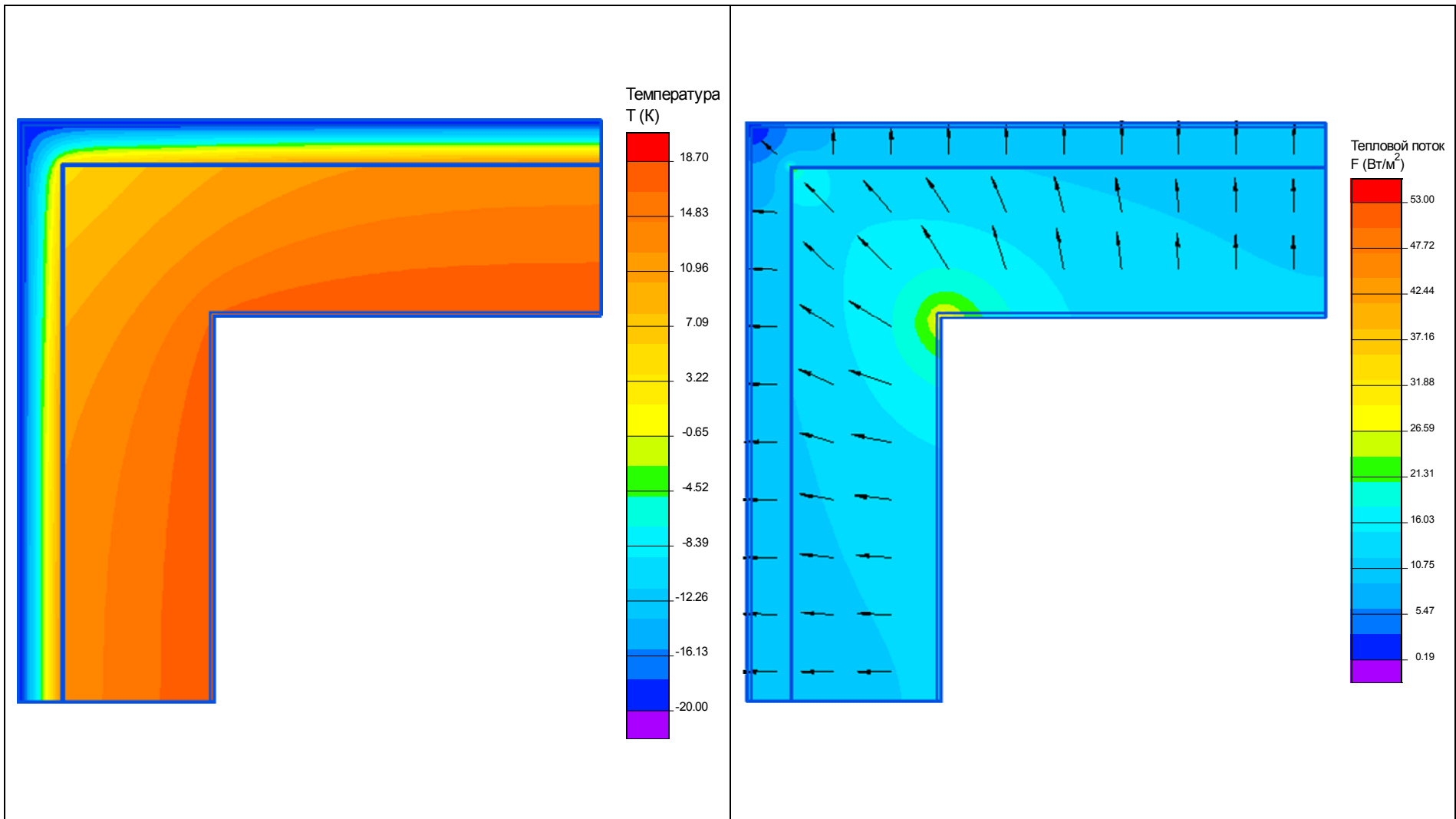


Рисунок 21.а – Картина температурного поля

Рисунок 21.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 22

## Кут зовнішньої стіни з цегли

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,213</b>	0,171	0,144	0,125
	0,04	0,227	0,186	0,158	0,138
	0,045	0,24	0,199	0,17	0,15
	0,05	0,251	0,211	0,182	0,161
	0,055	0,26	0,221	0,193	0,171
	0,06	0,268	0,231	0,202	0,181
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – клейовий шар для приклеювання плит утеплювача до стіни <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            3 – теплоізоляційний шар;            4 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					

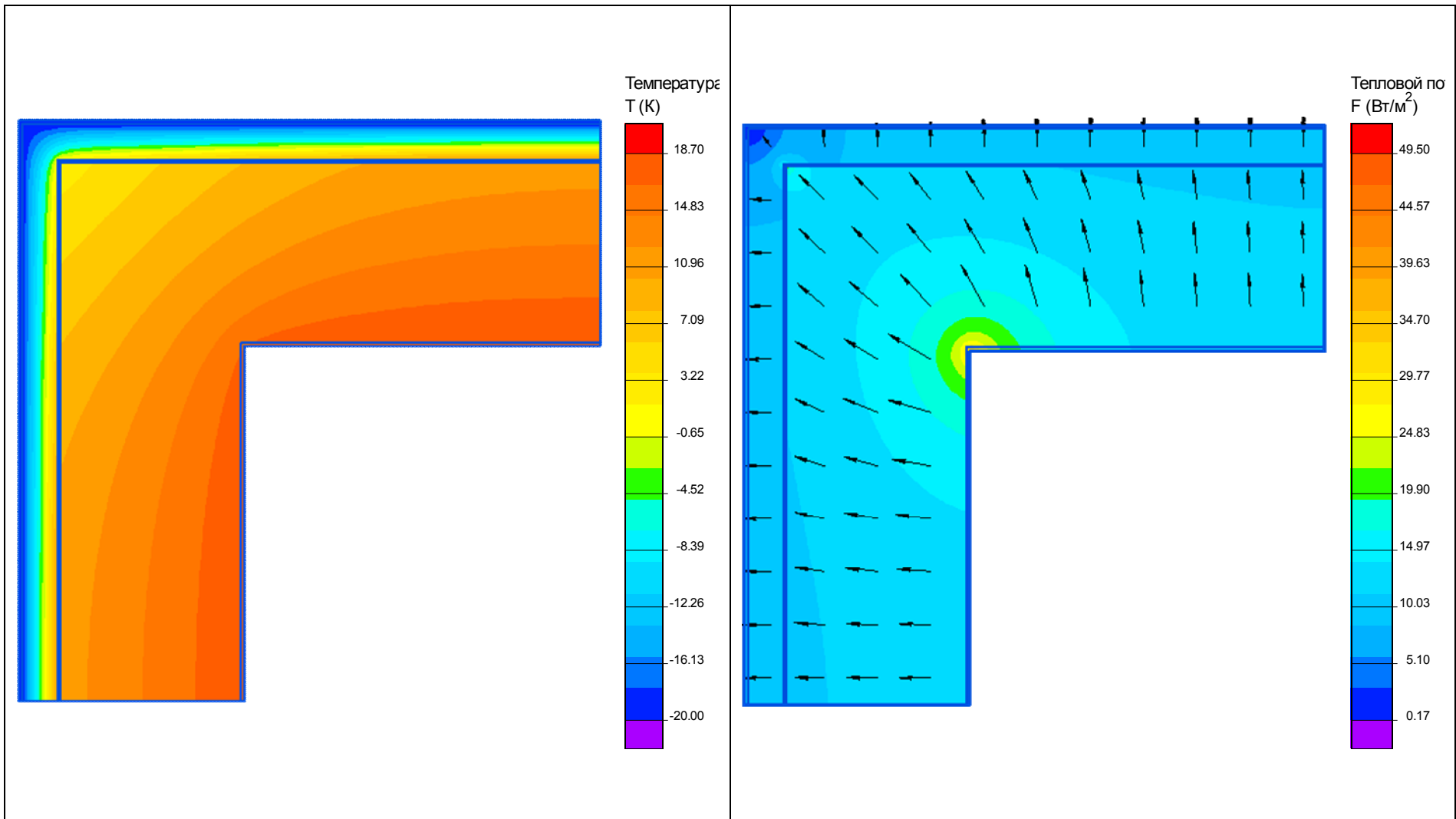


Рисунок 22.а – Картина температурного поля

Рисунок 22.б – Картина поля теплового потока

## Спирання міжповерхового перекриття на цегляну стіну

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,09</b>	0,064	0,049	0,04
	0,04	0,101	0,072	0,056	0,045
	0,045	0,111	0,079	0,062	0,051
	0,05	0,121	0,087	0,068	0,056
	0,055	0,13	0,094	0,074	0,061
	0,06	0,139	0,101	0,079	0,065
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            3 – теплоізоляційний шар;            4 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – дерев'яна підлога <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;            7 – цементно-піщаний розчин <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            8 – звукоізоляція – мінераловатна плита <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math>;            9 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;</p>					

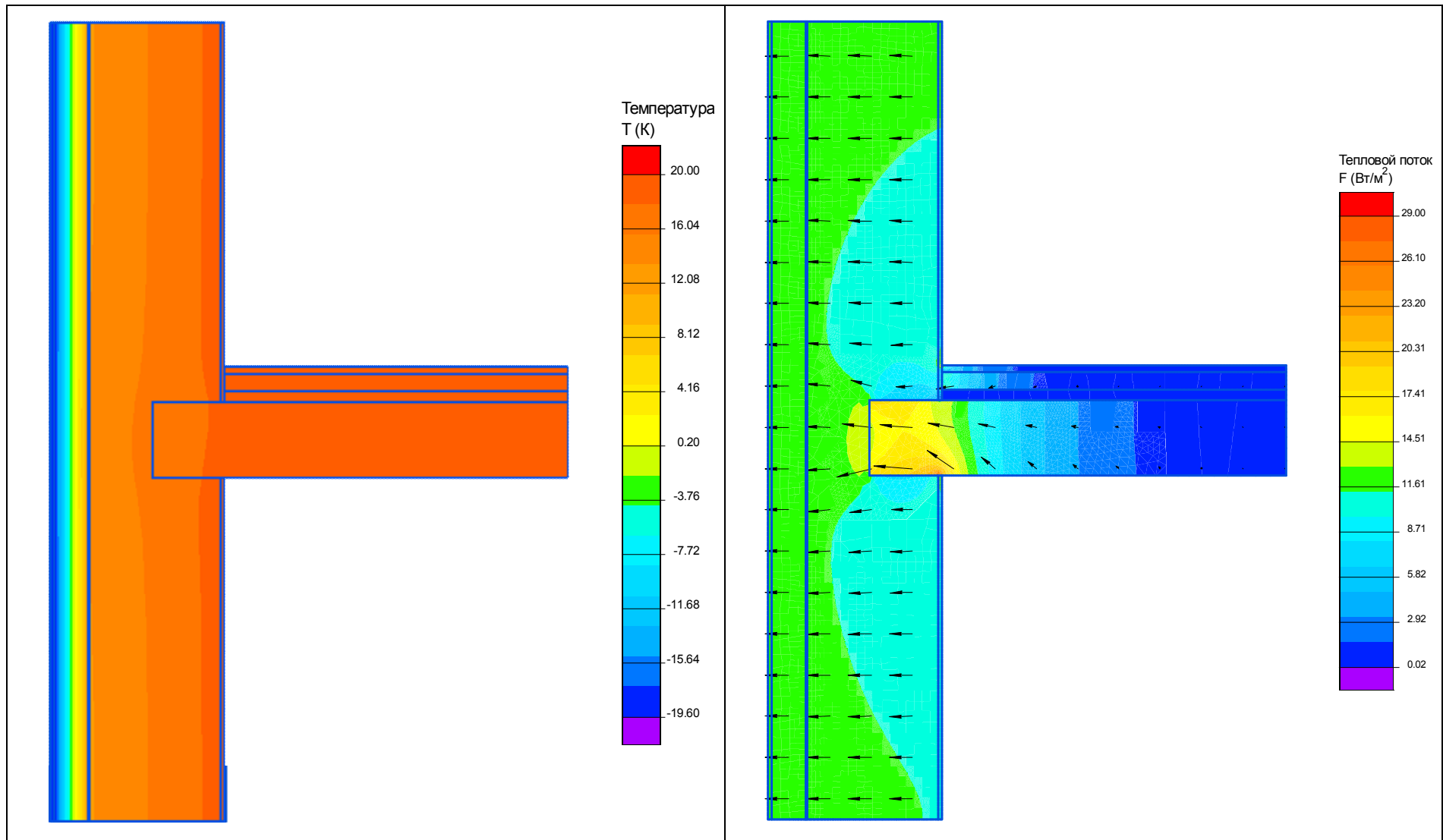


Рисунок 23.а – Картина температурного поля

Рисунок 23.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 24

## Спирання міжповерхового перекриття на цегляну стіну

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,086</b>	0,062	0,048	0,039
	0,04	0,096	0,069	0,054	0,044
	0,045	0,105	0,076	0,06	0,049
	0,05	0,114	0,083	0,066	0,054
	0,055	0,122	0,09	0,071	0,059
	0,06	0,129	0,096	0,076	0,063
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            3 – теплоізоляційний шар;            4 –штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – дерев'яна підлога <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;            7 – цементно-піщаний розчин <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            8 – звукоізоляція – мінераловатна плита <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math>;            9 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;</p>					



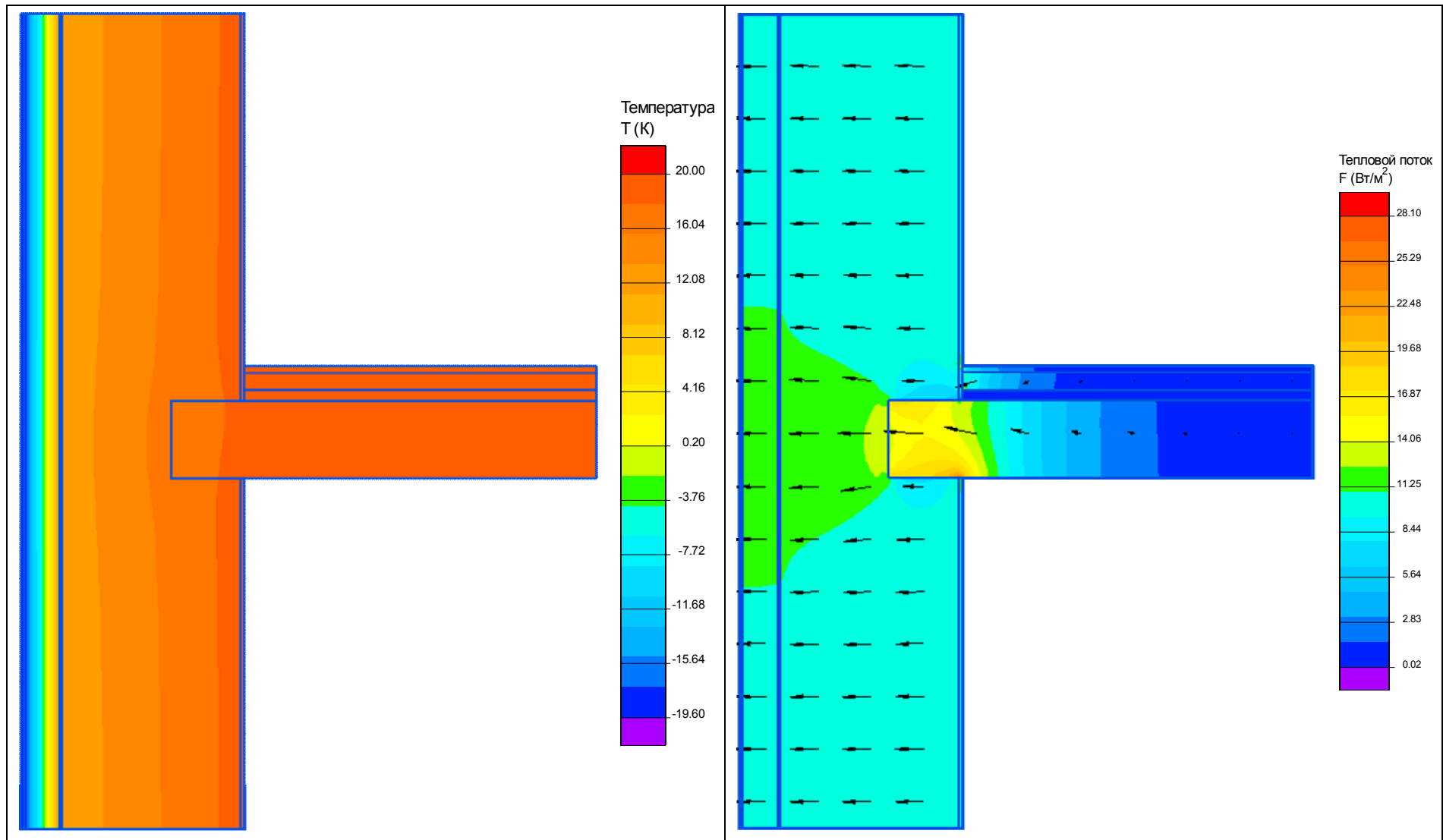


Рисунок 24.а – Картина температурного поля

Рисунок 24.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 25

## Спирання міжповерхового перекриття на цегляну стіну

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,083</b>	0,06	0,047	0,039
	0,04	0,091	0,067	0,053	0,043
	0,045	0,1	0,073	0,058	0,049
	0,05	0,107	0,08	0,063	0,053
	0,055	0,115	0,086	0,068	0,057
	0,06	0,121	0,091	0,073	0,061
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            3 – теплоізоляційний шар;            4 –штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – дерев'яна підлога <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;            7 – цементно-піщаний розчин <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            8 – звукоізоляція – мінераловатна плита <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math>;            9 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;</p>					

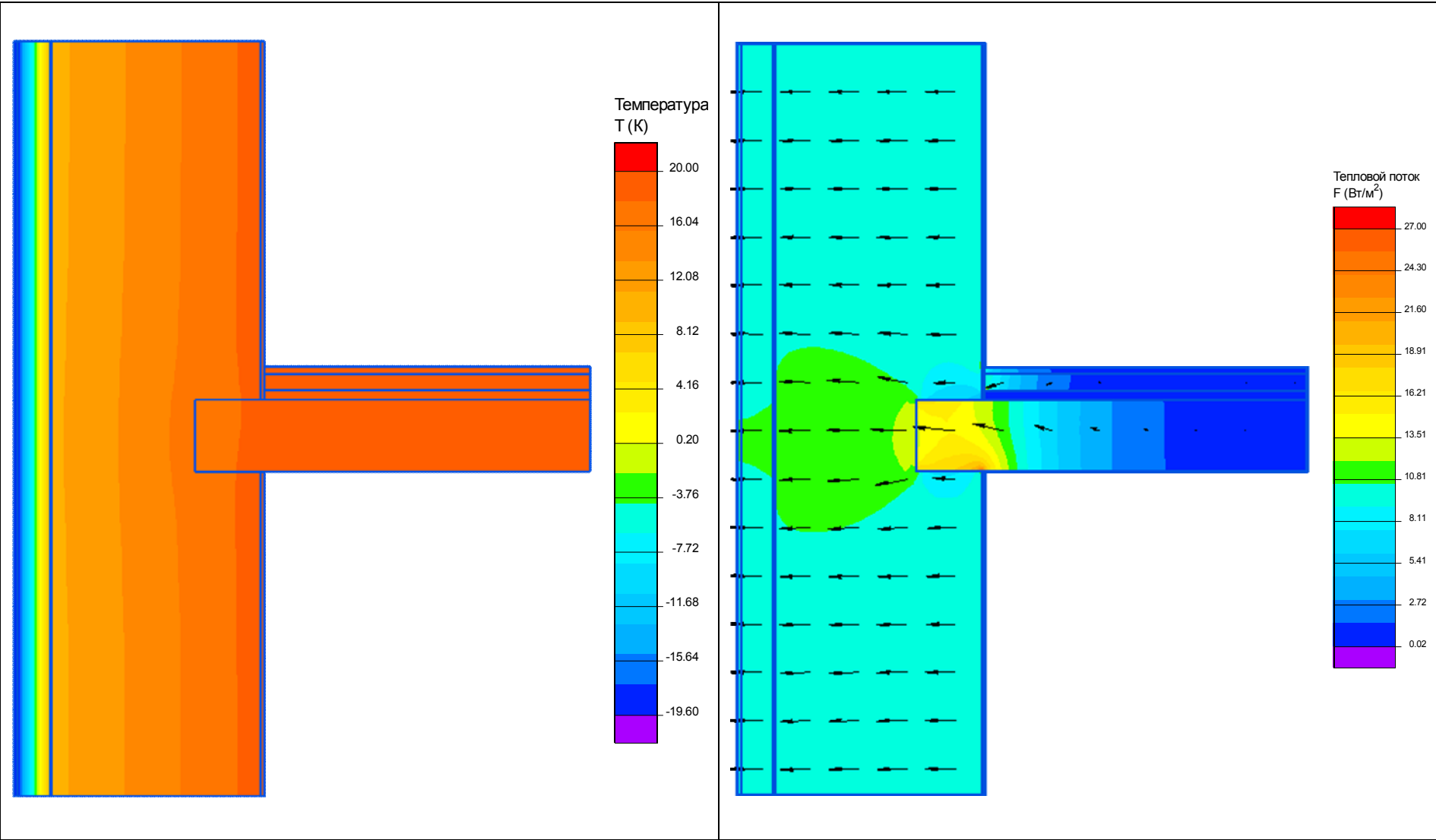


Рисунок 25.а – Картина температурного поля

Рисунок 25.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 26

## Спирання міжповерхового перекриття на цегляну стіну

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,091</b>	0,064	0,05	0,04
	0,04	0,102	0,072	0,056	0,046
	0,045	0,112	0,08	0,062	0,051
	0,05	0,122	0,088	0,068	0,056
	0,055	0,132	0,095	0,074	0,061
	0,06	0,141	0,102	0,08	0,066
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            3 – теплоізоляційний шар;            4 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – дерев'яна підлога <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;            7 – цементно-піщаний розчин <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            8 – звукоізоляція – мінераловатна плита <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math>;            9 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;</p>					

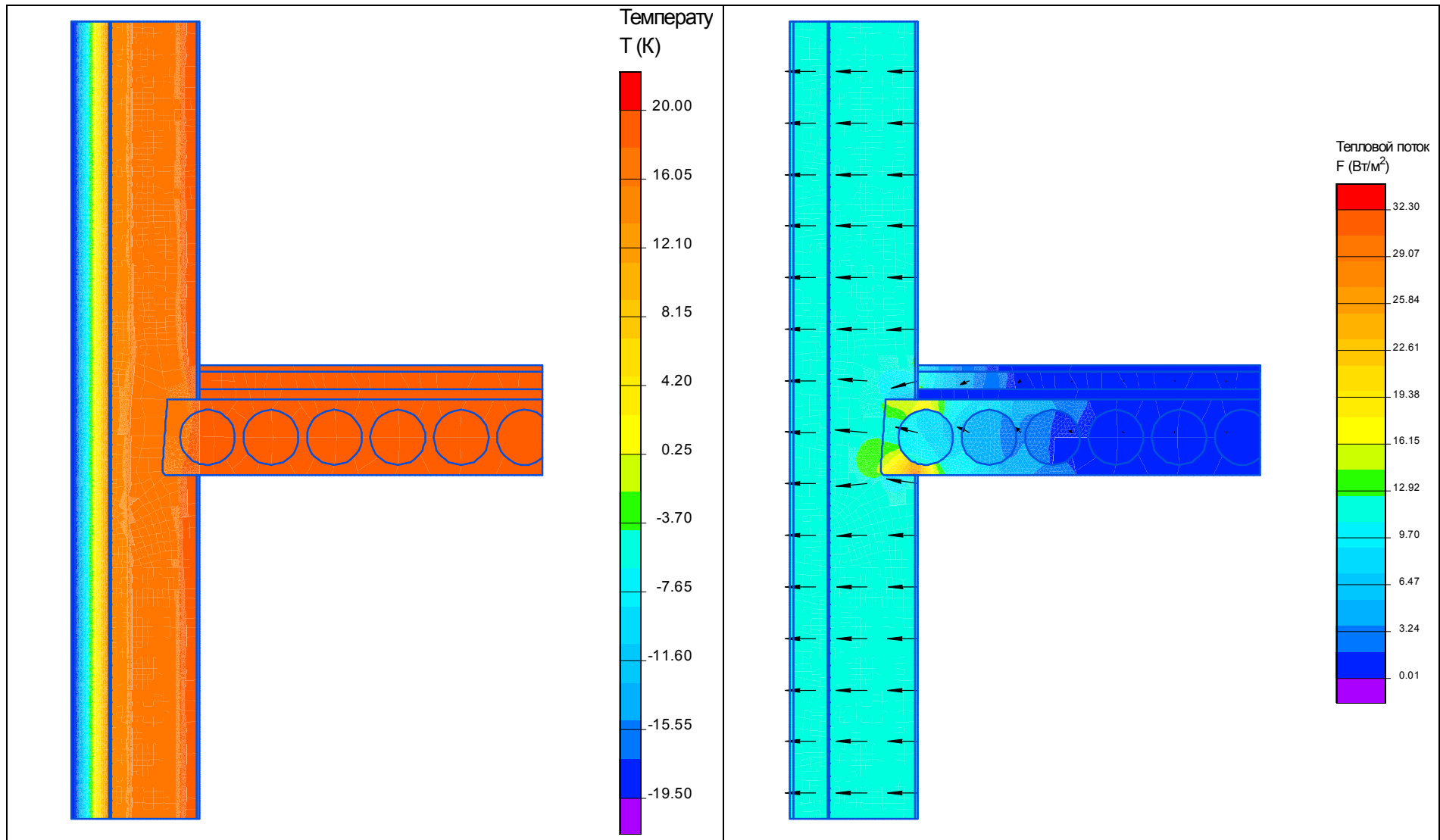


Рисунок 26.а – Картина температурного поля

Рисунок 26.б – Картина поля теплового потока



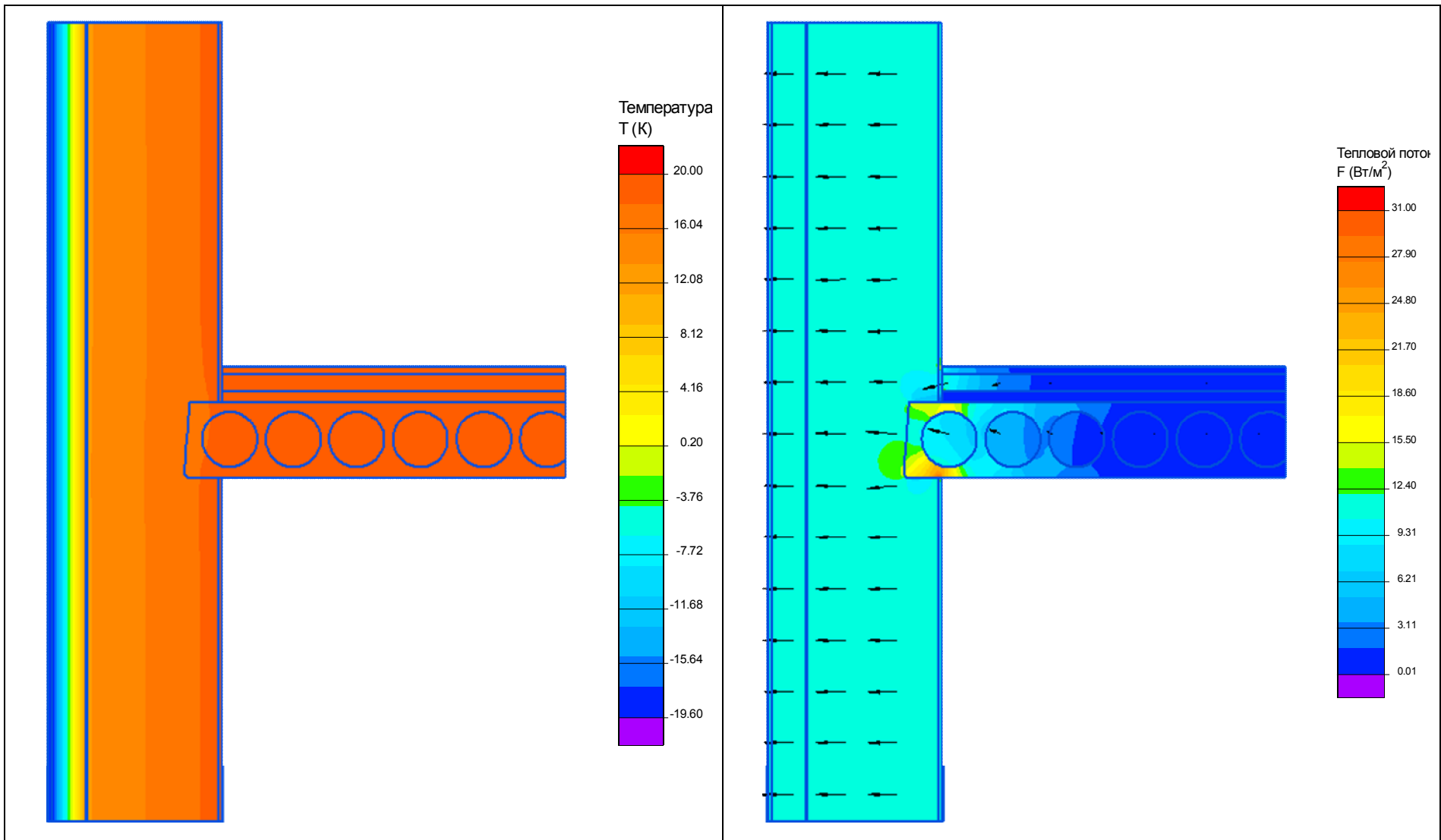


Рисунок 27.а – Картина температурного поля

Рисунок 27.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 28

## Спирання міжповерхового перекриття на цегляну стіну

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,084</b>	0,06	0,047	0,039
	0,04	0,092	0,067	0,053	0,044
	0,045	0,101	0,074	0,058	0,048
	0,05	0,109	0,081	0,064	0,053
	0,055	0,116	0,087	0,069	0,057
	0,06	0,123	0,093	0,074	0,062
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            3 – теплоізоляційний шар;            4 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – дерев'яна підлога <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;            7 – цементно-піщаний розчин <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            8 – звукоізоляція – мінераловатна плита <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math>;            9 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;</p>					



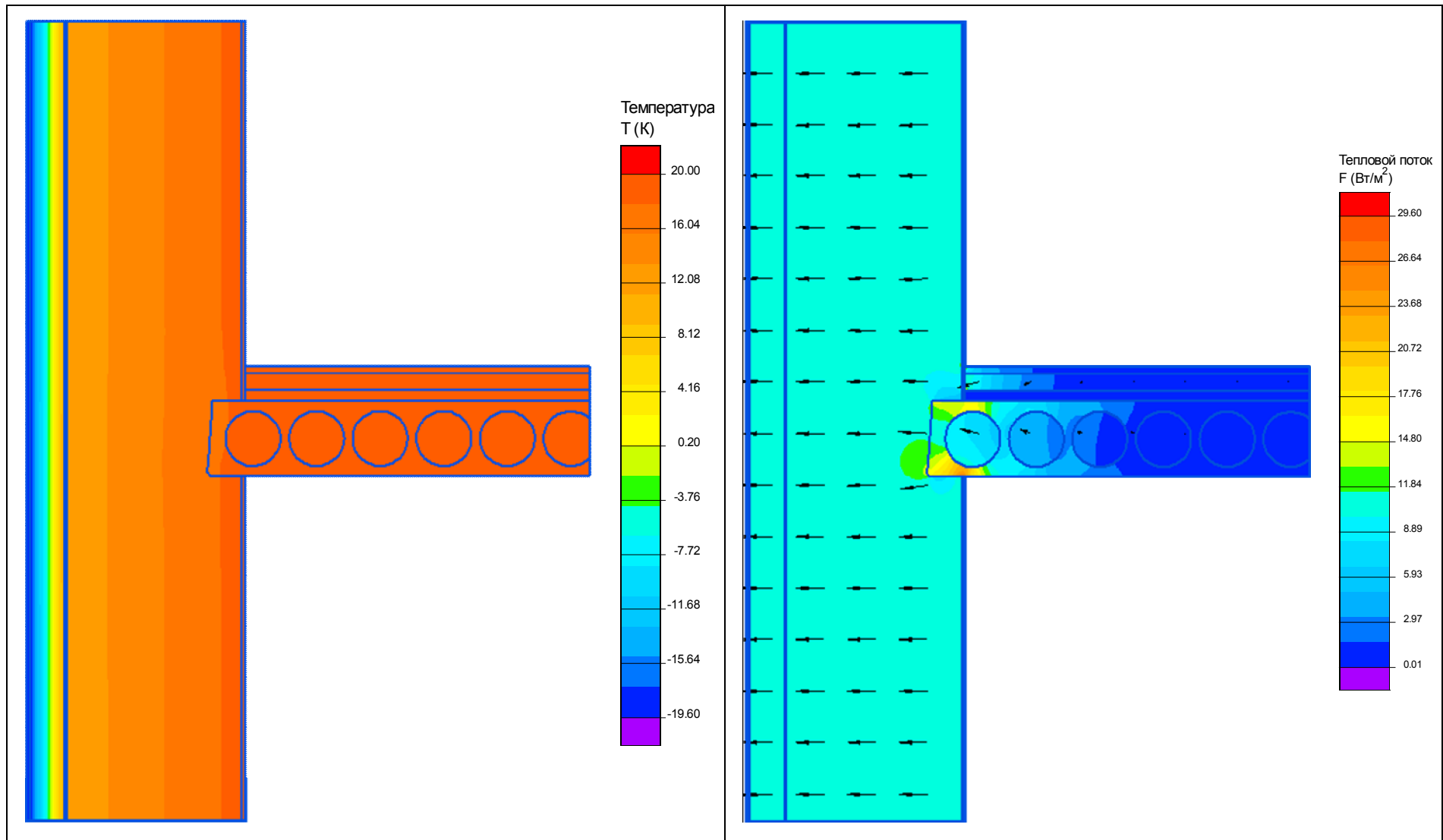


Рисунок 28.а – Картина температурного поля

Рисунок 28.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 29

## Спирання міжповерхового перекриття на цегляну стіну

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,08</b>	0,058	0,046	0,038
	0,04	0,088	0,065	0,052	0,043
	0,045	0,096	0,071	0,057	0,047
	0,05	0,103	0,077	0,062	0,052
	0,055	0,11	0,083	0,067	0,056
	0,06	0,116	0,089	0,071	0,06
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            3 – теплоізоляційний шар;            4 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – дерев'яна підлога <math>\rho = 700 \text{ кг/м}^3</math>;            7 – цементно-піщаний розчин <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            8 – звукоізоляція – мінераловатна плита <math>\rho = 100 \text{ кг/м}^3</math>;            9 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;</p>					

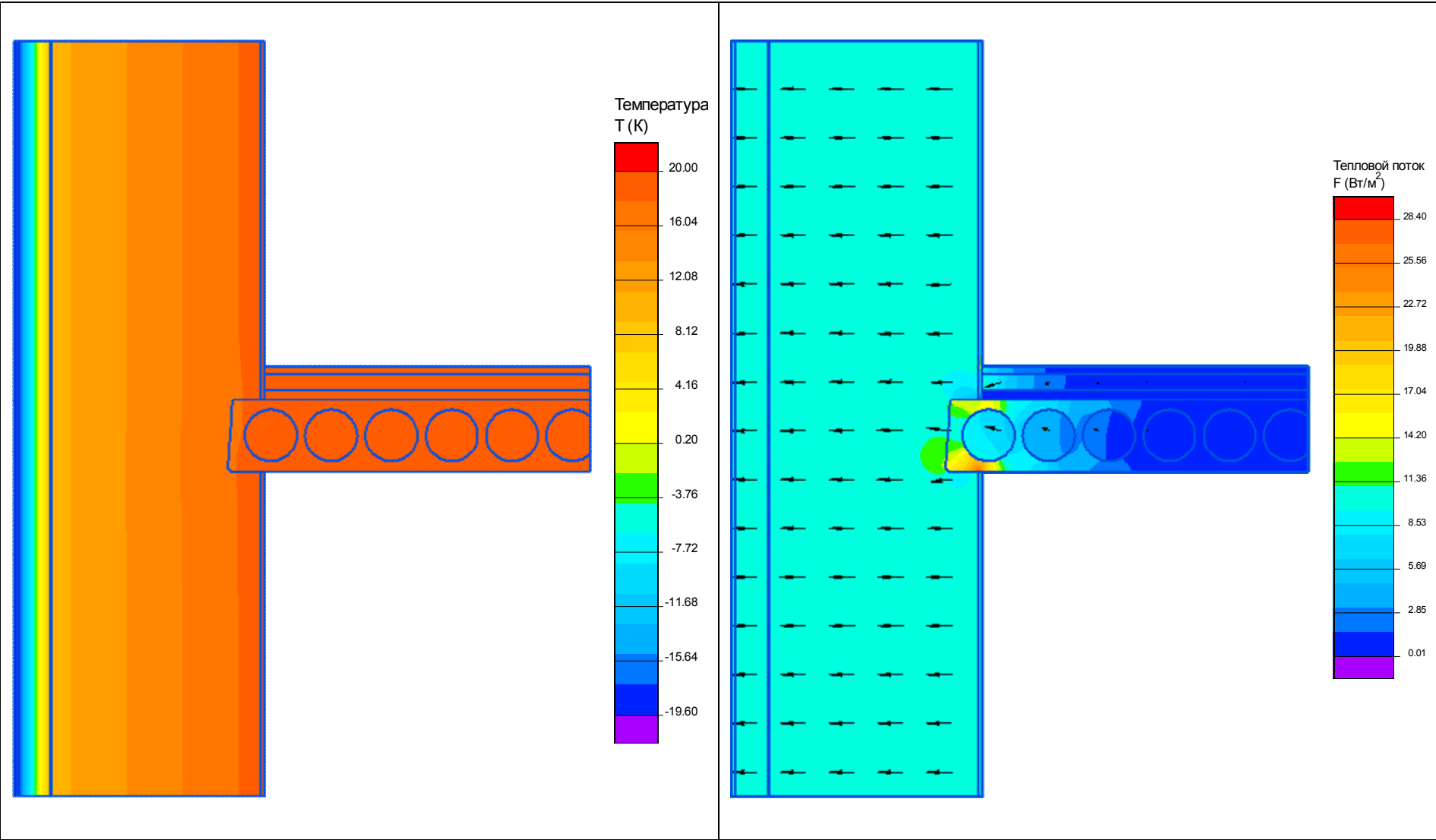


Рисунок 29.а – Картина температурного поля

Рисунок 29.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 30

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,623</b>	0,597	0,599
	0,04	0,615	0,59	0,591
	0,045	0,609	0,585	0,583
	0,05	0,604	0,58	0,575
	0,055	0,599	0,576	0,568
	0,06	0,594	0,572	0,562
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>				

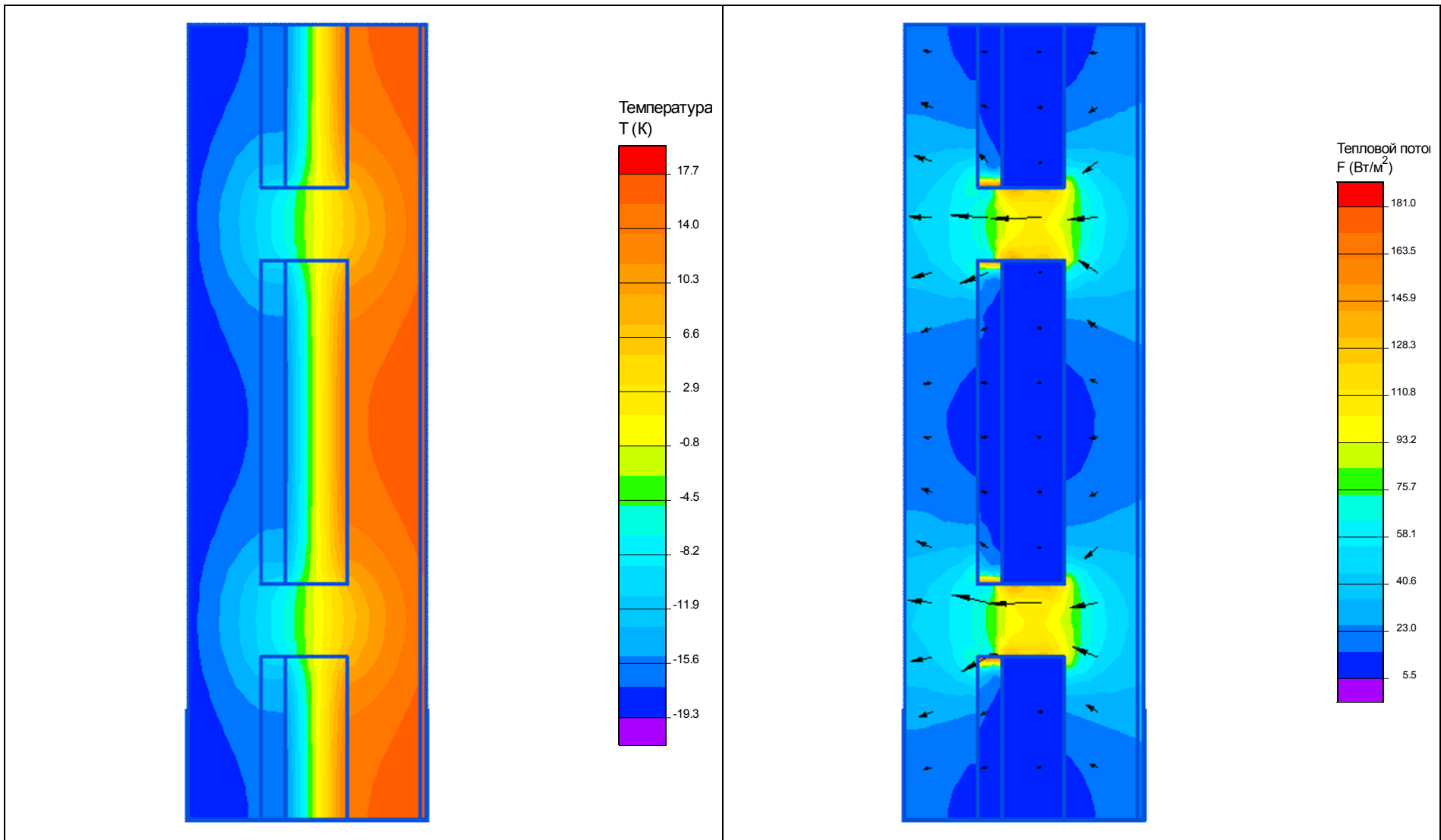


Рисунок 30.а – Картина температурного поля

Рисунок 30.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 31

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;  2 – теплоізоляційний шар;  3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>	0,035	<b>0,54</b>	0,524	0,53
	0,04	0,53	0,516	0,52
	0,045	0,522	0,508	0,511
	0,05	0,514	0,501	0,502
	0,055	0,508	0,495	0,494
	0,06	0,502	0,49	0,486
	<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;  2 – теплоізоляційний шар;  3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>			

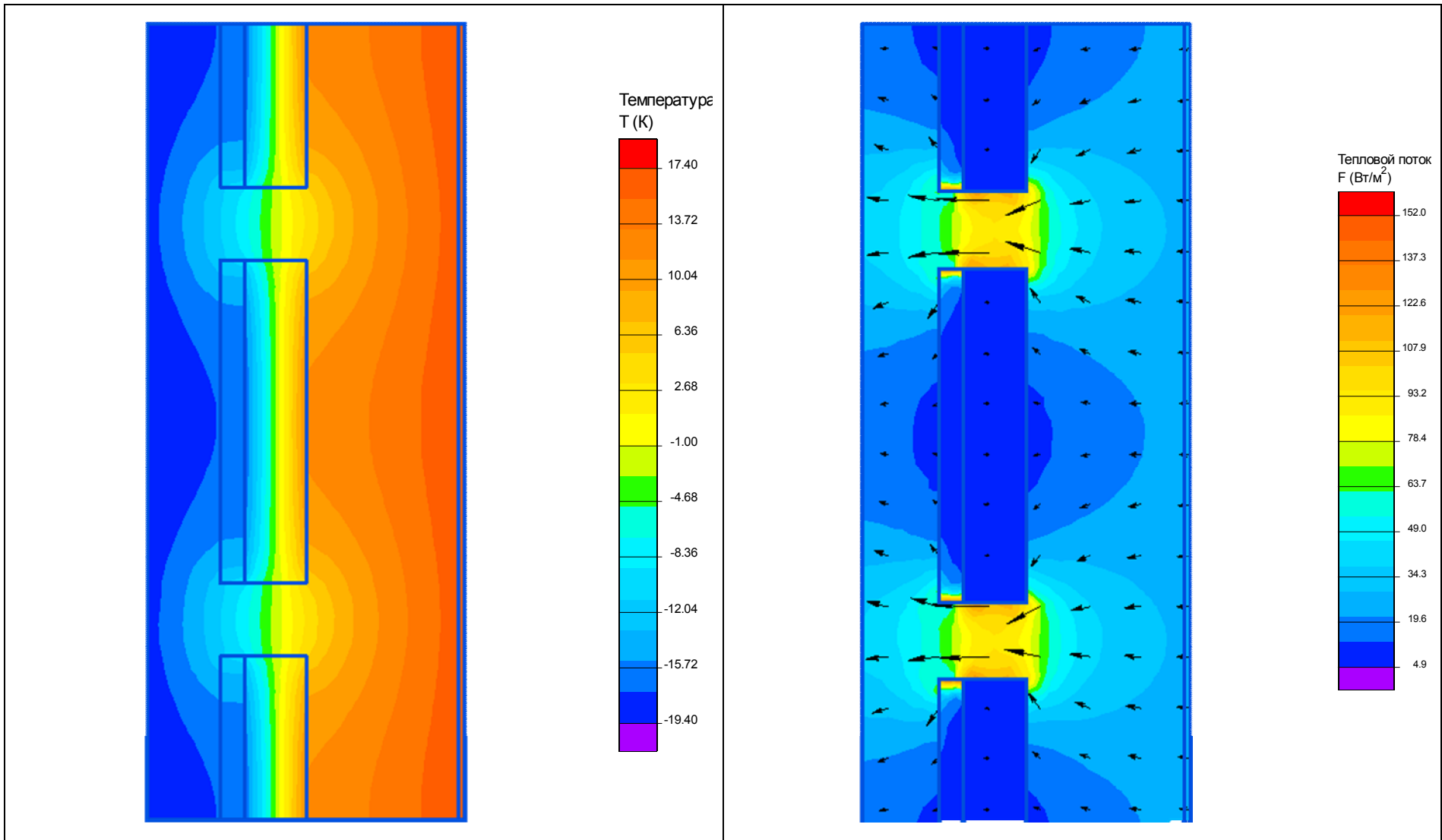


Рисунок 31.а – Картина температурного поля

Рисунок 31.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 32

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,475</b>	0,465	0,473
	0,04	0,465	0,456	0,462
	0,045	0,455	0,447	0,452
	0,05	0,446	0,44	0,442
	0,055	0,439	0,433	0,433
	0,06	0,432	0,426	0,425
	<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>			



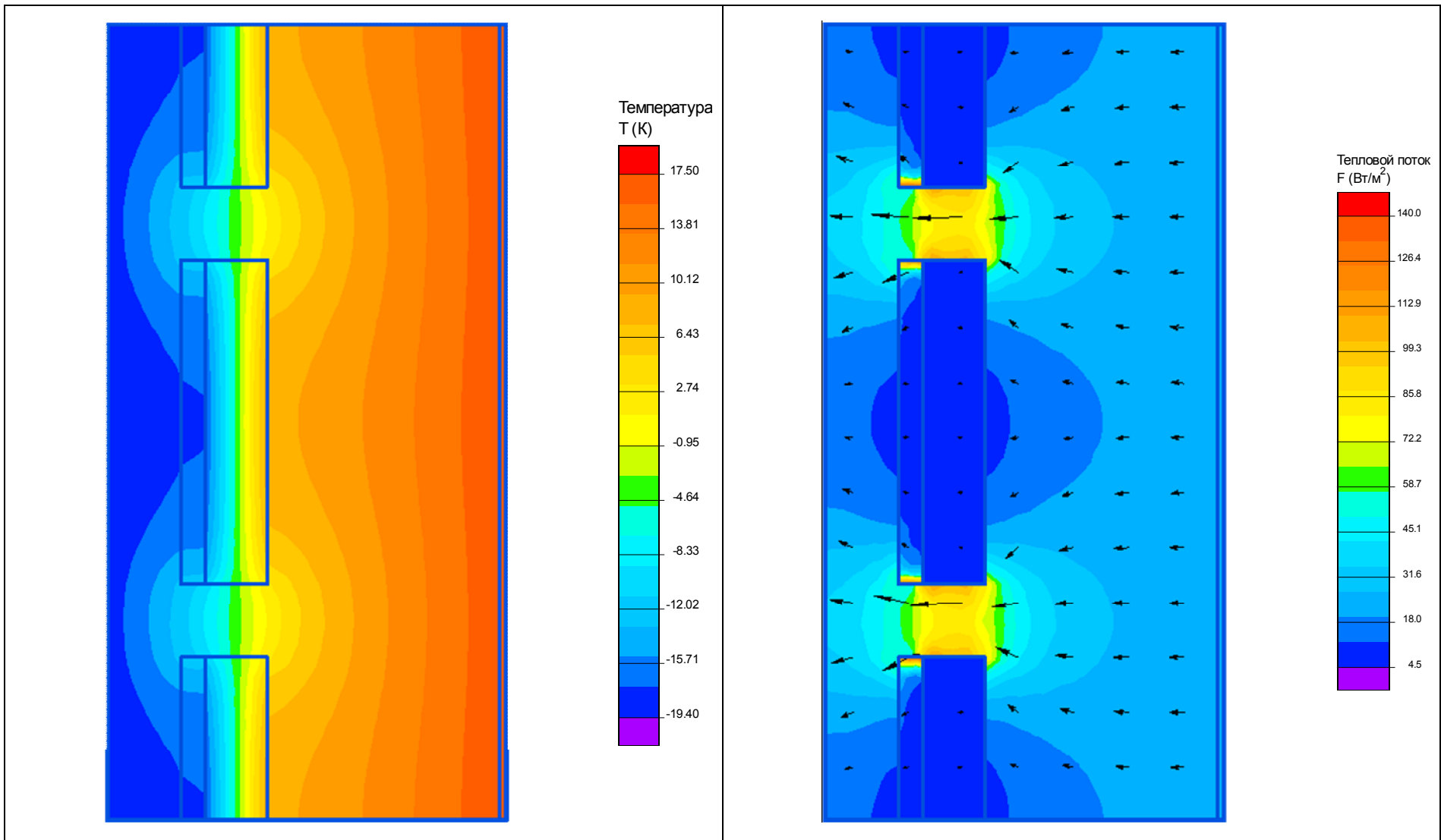
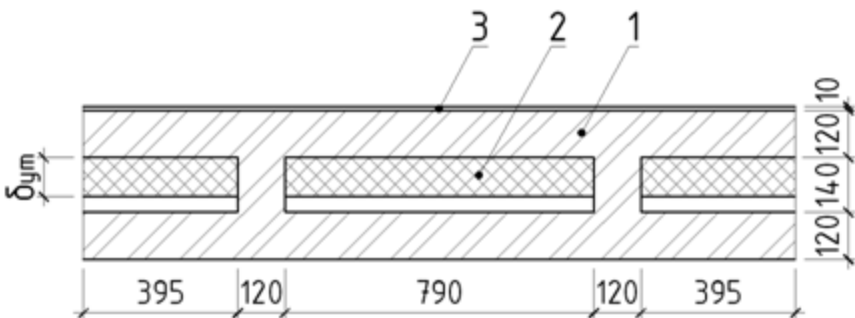


Рисунок 32.а – Картина температурного поля

Рисунок 32.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 33

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,63</b>	0,603	0,607
	0,04	0,625	0,598	0,598
	0,045	0,62	0,594	0,59
	0,05	0,616	0,59	0,583
	0,055	0,613	0,587	0,575
	0,06	0,611	0,585	0,568
	<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>			

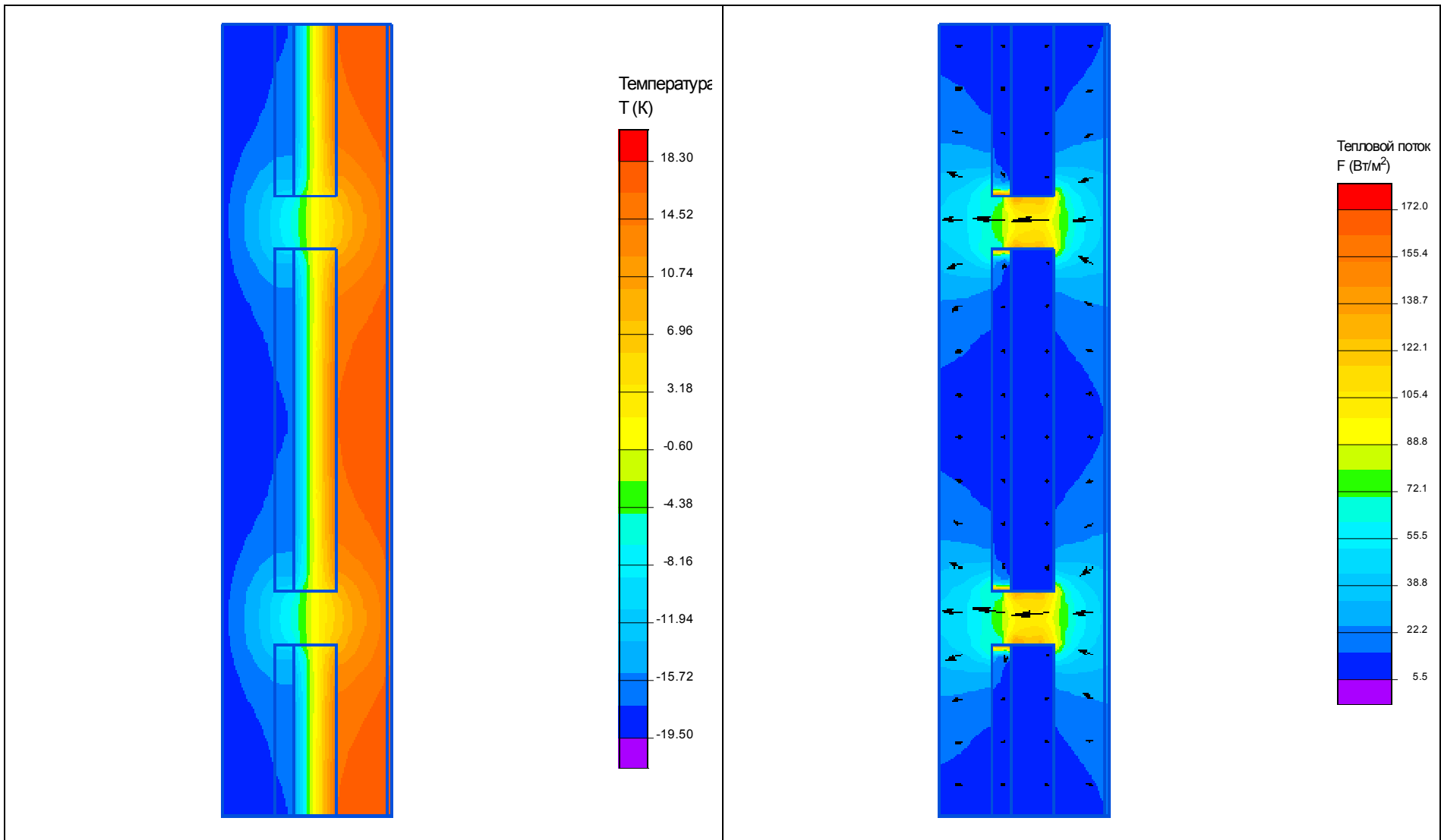
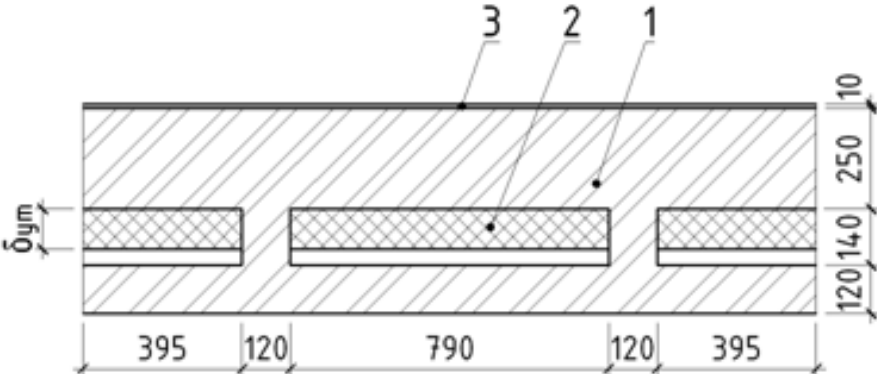


Рисунок 33.а – Картина температурного поля

Рисунок 33.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 34

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,553</b>	0,535	0,543
	0,04	0,545	0,528	0,532
	0,045	0,537	0,521	0,522
	0,05	0,531	0,515	0,513
	0,055	0,525	0,51	0,504
	0,06	0,52	0,505	0,495
	<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>			

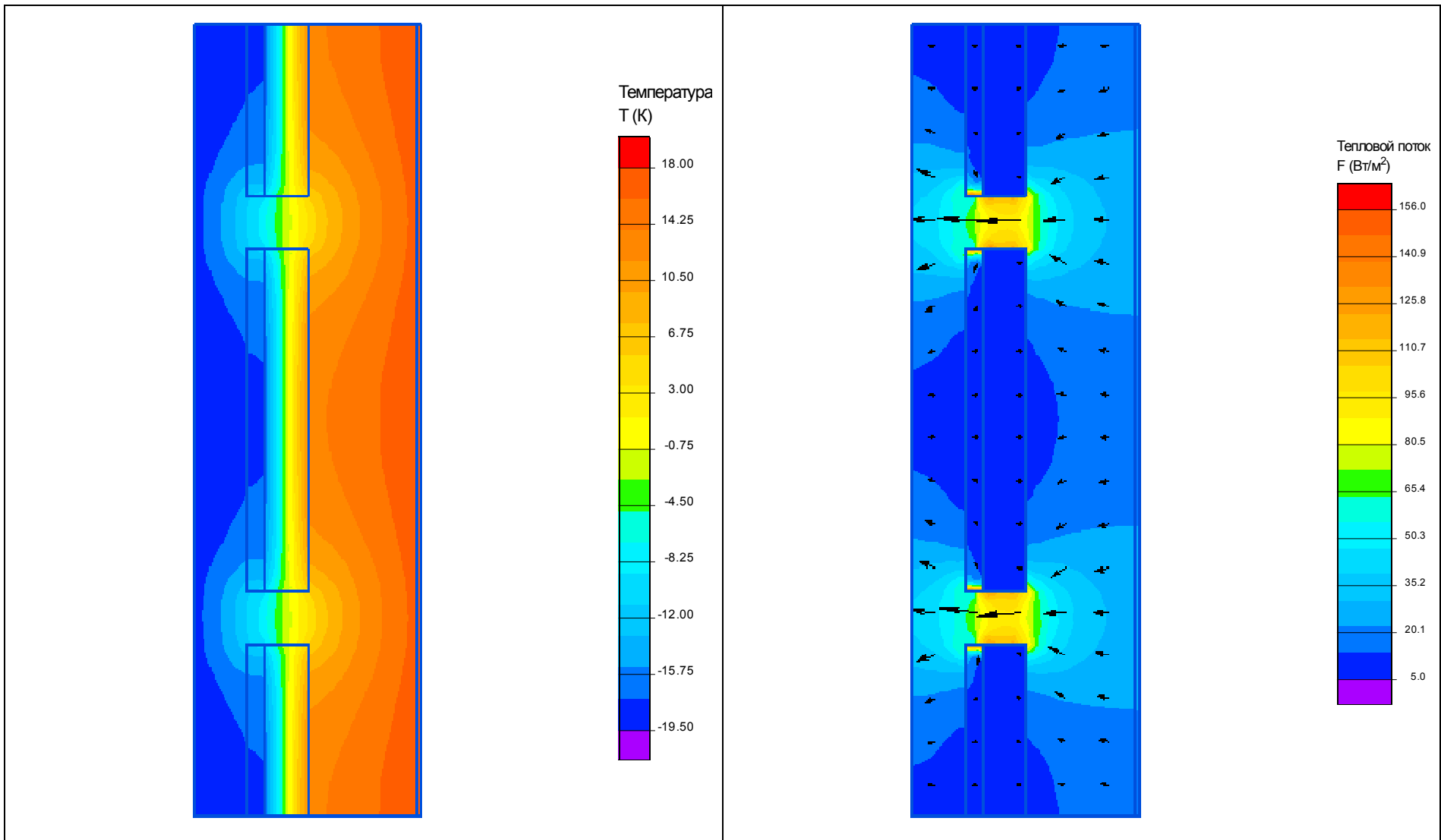


Рисунок 34.а – Картина температурного поля

Рисунок 34.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 35

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;  2 – теплоізоляційний шар;  3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>	0,035	<b>0,493</b>	0,481	0,49
	0,04	0,482	0,472	0,478
	0,045	0,473	0,463	0,466
	0,05	0,465	0,456	0,456
	0,055	0,458	0,449	0,446
	0,06	0,452	0,443	0,436

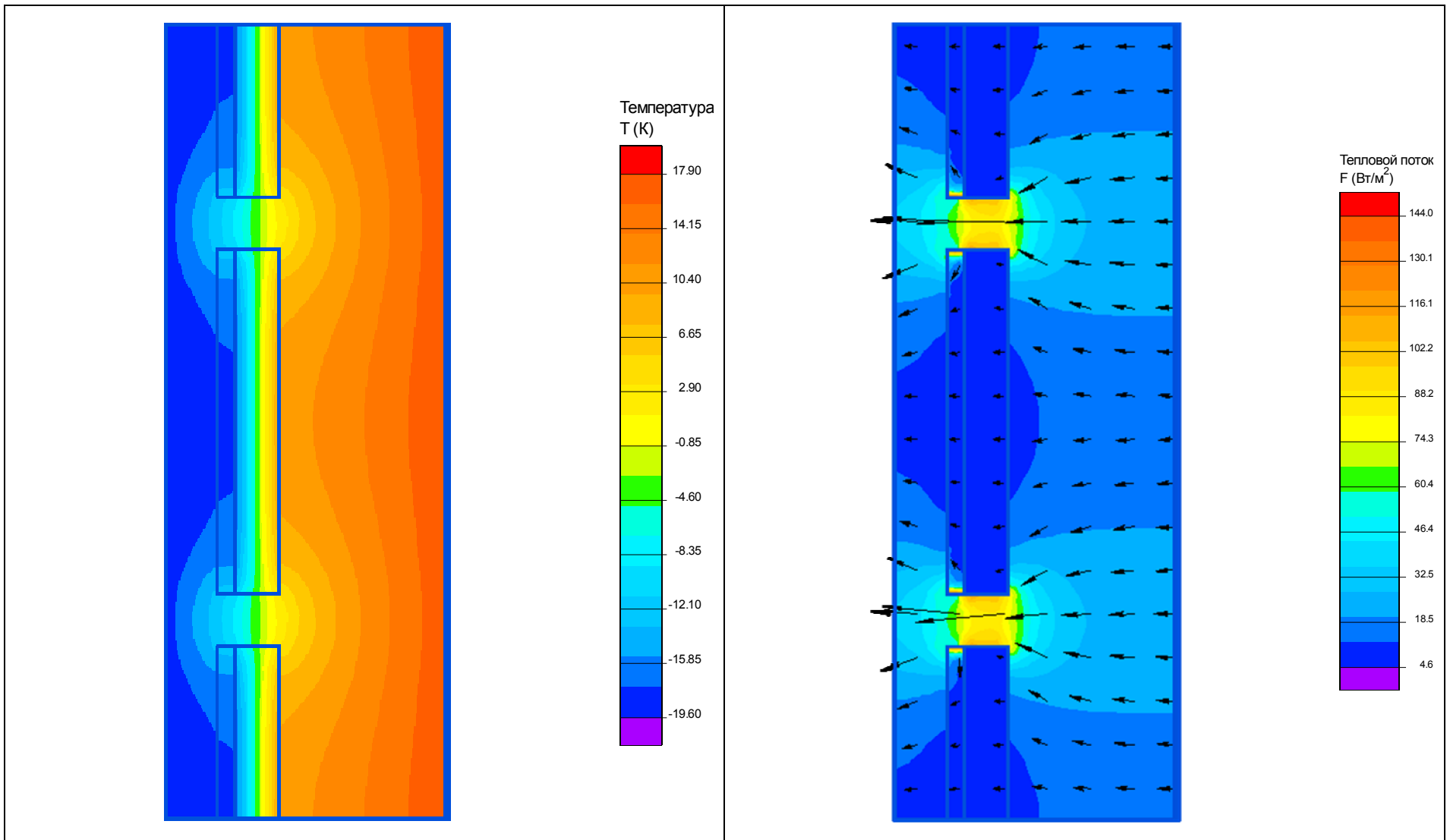


Рисунок 35.а – Картина температурного поля

Рисунок 35.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 36

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,637</b>	0,608	0,606
	0,04	0,633	0,605	0,598
	0,045	0,63	0,602	0,59
	0,05	0,628	0,599	0,582
	0,055	0,627	0,598	0,575
	0,06	0,627	0,596	0,568
	<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;</p> <p>2 – теплоізоляційний шар;</p> <p>3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>			



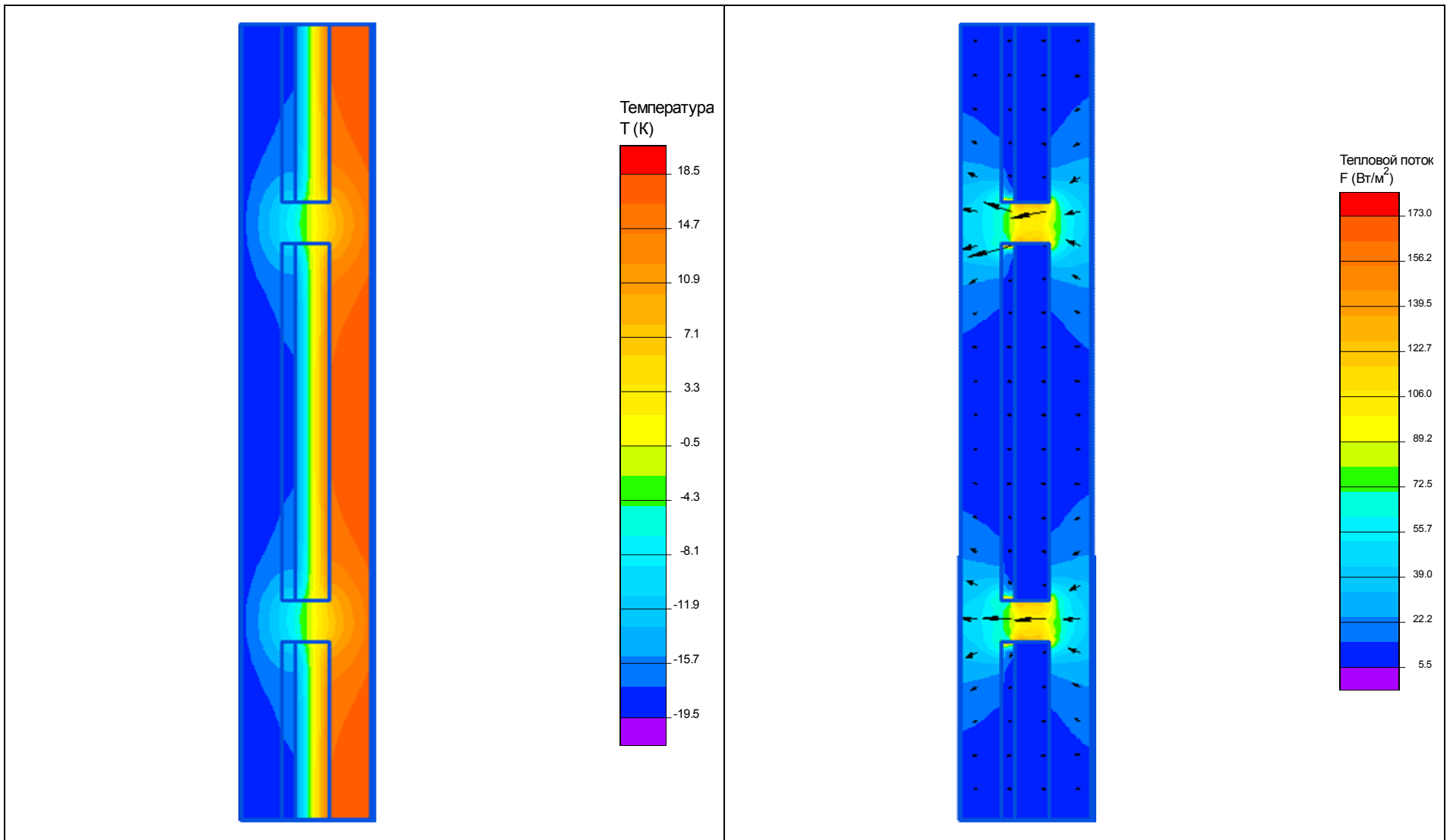
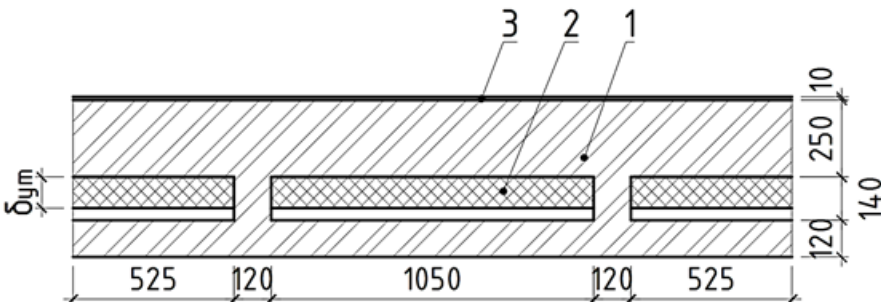


Рисунок 36.а – Картина температурного поля

Рисунок 36.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 37

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,562</b>	0,542	0,545
	0,04	0,554	0,535	0,534
	0,045	0,548	0,529	0,524
	0,05	0,543	0,524	0,514
	0,055	0,539	0,52	0,505
	0,06	0,536	0,516	0,497
	<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>			

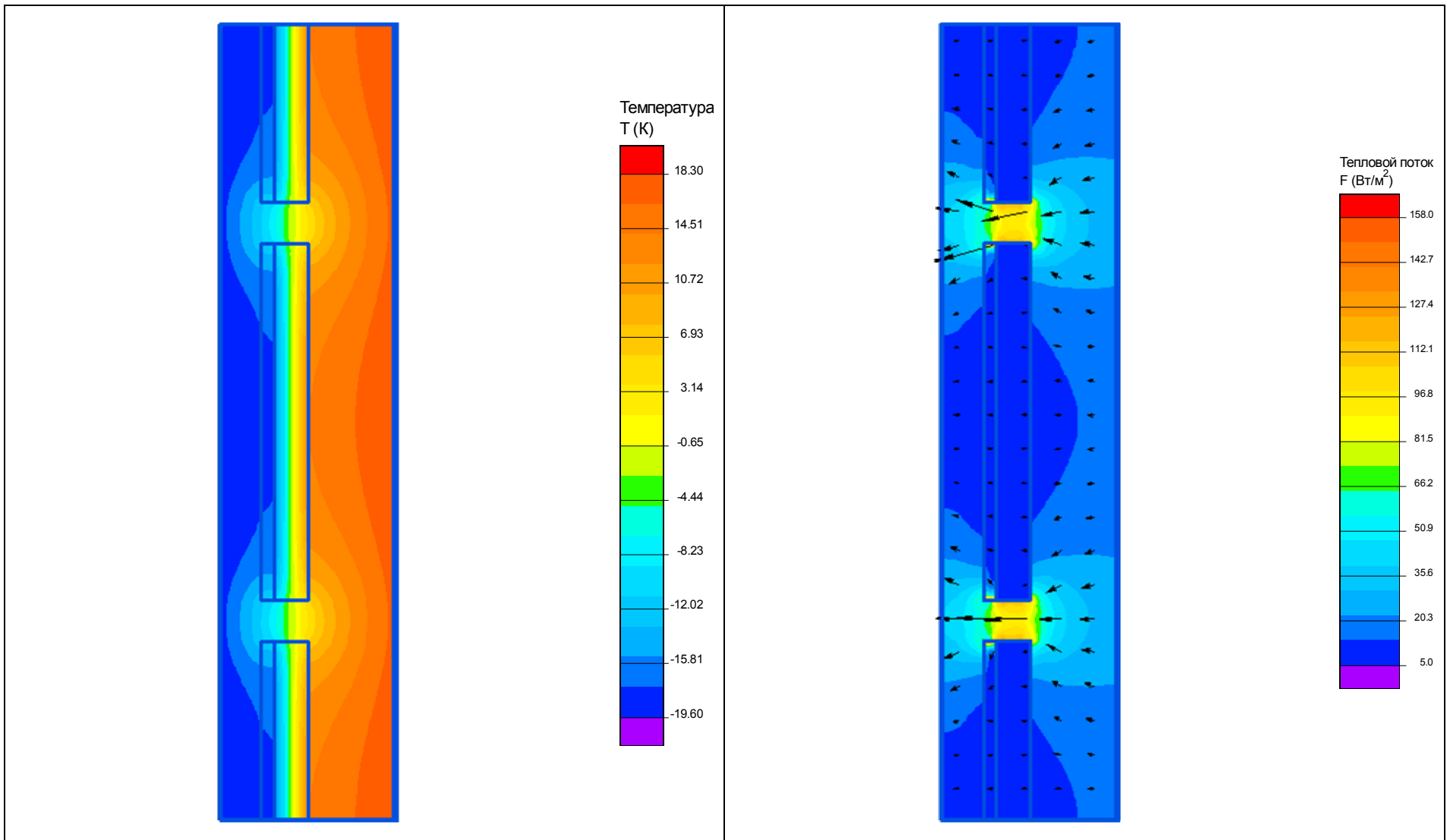


Рисунок 37.а – Картина температурного поля

Рисунок 37.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 38

## Колодязна кладка

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,503</b>	0,49	0,495
	0,04	0,493	0,481	0,482
	0,045	0,485	0,473	0,471
	0,05	0,477	0,466	0,46
	0,055	0,471	0,46	0,45
	0,06	0,466	0,455	0,44
	1 – цегляна стіна $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ .			

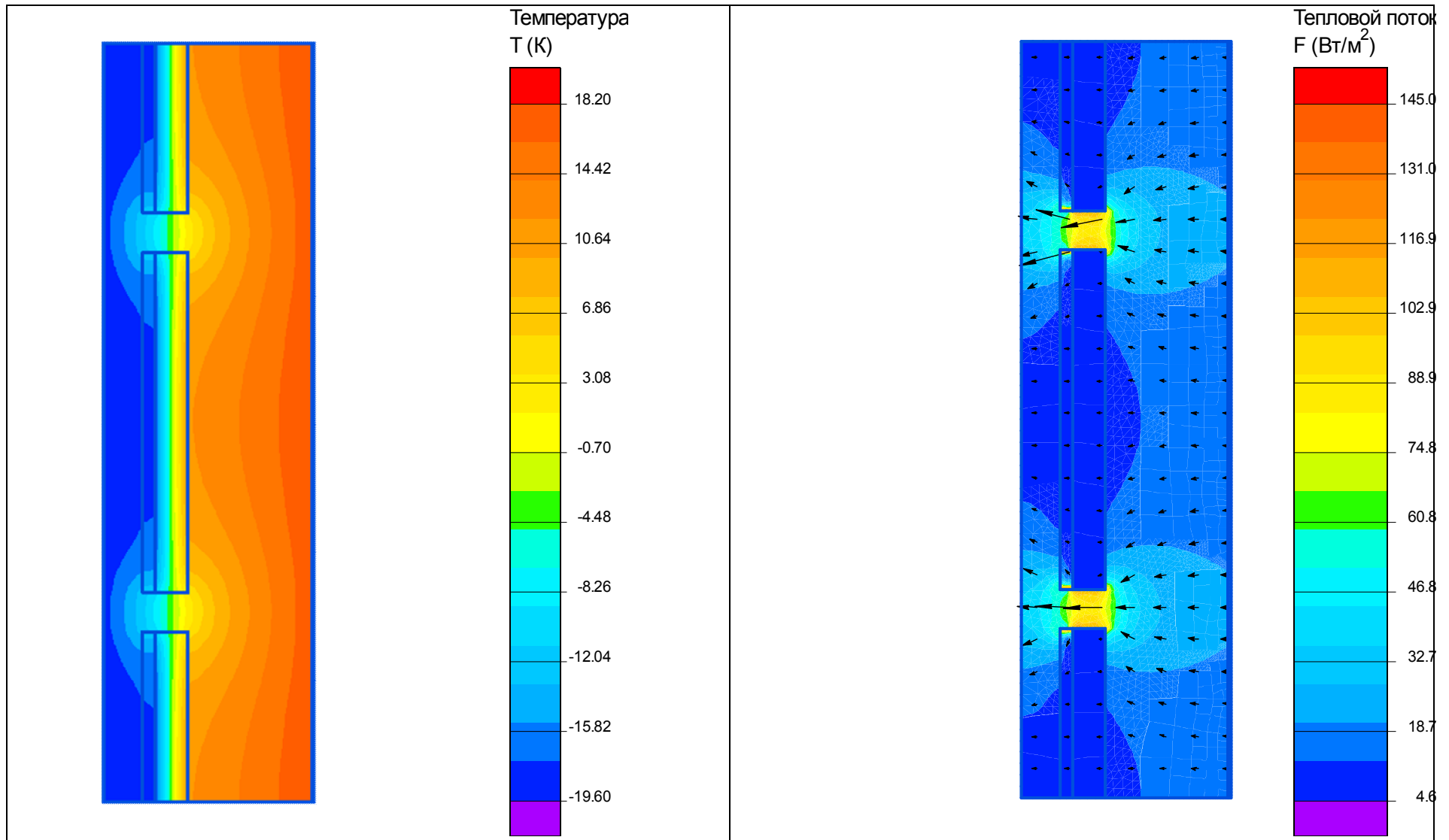


Рисунок 38.а – Картина температурного поля

Рисунок 38.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 39

## Кут стіни колодязної кладки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, δ <sub>ут</sub>		
		100	120	140
	0,035	<b>0,711</b>	0,68	0,669
	0,04	0,706	0,678	0,668
	0,045	0,702	0,676	0,667
	0,05	0,698	0,674	0,666
	0,055	0,695	0,672	0,665
	0,06	0,691	0,67	0,665
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>				

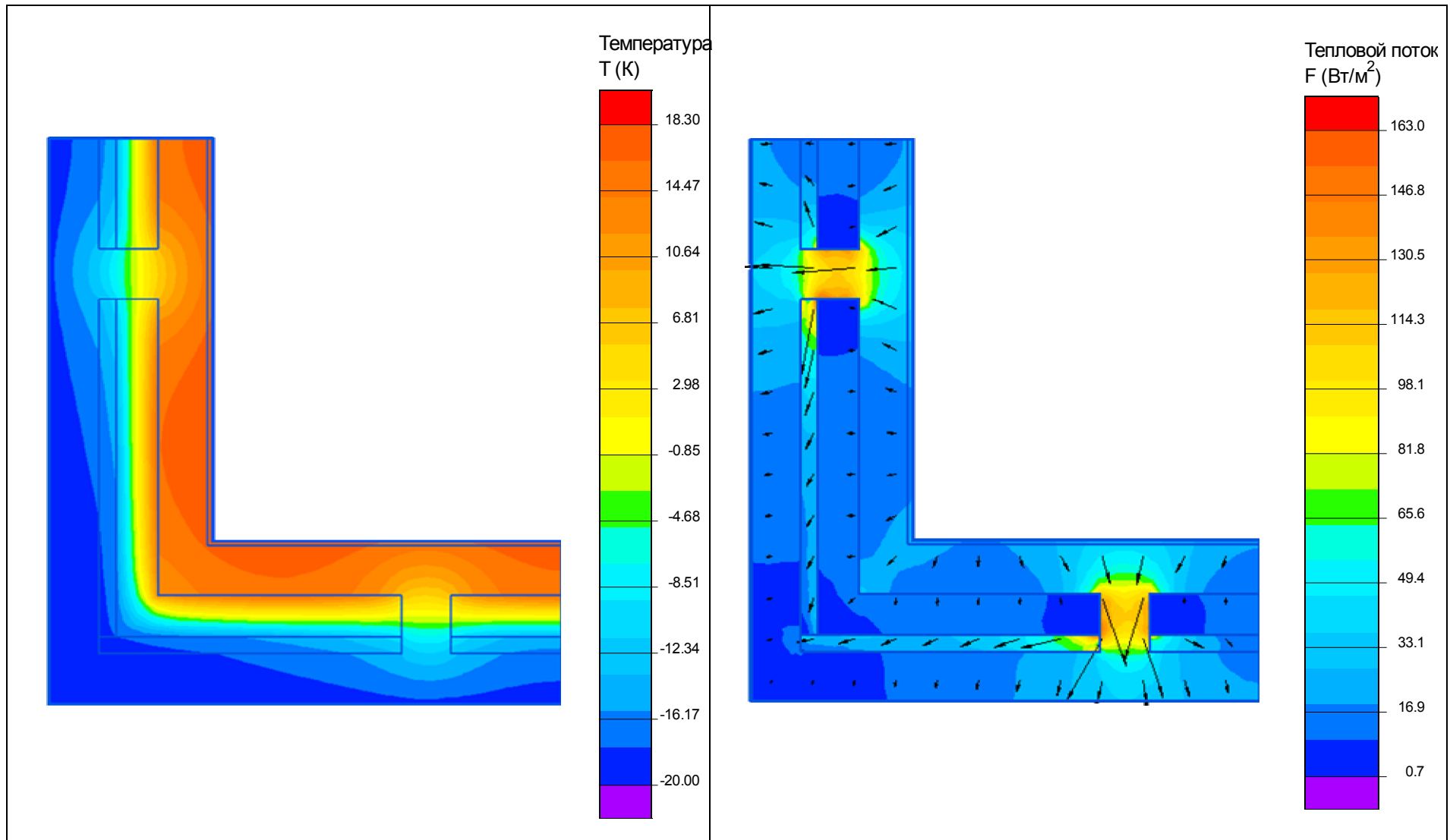


Рисунок 39.а – Картина температурного поля

Рисунок 39.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 40

## Кут стіни колодязної кладки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,67</b>	0,644	0,636
	0,04	0,666	0,643	0,636
	0,045	0,663	0,641	0,636
	0,05	0,66	0,64	0,636
	0,055	0,657	0,639	0,635
	0,06	0,655	0,637	0,635
	1 – цегляна стіна $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ .			



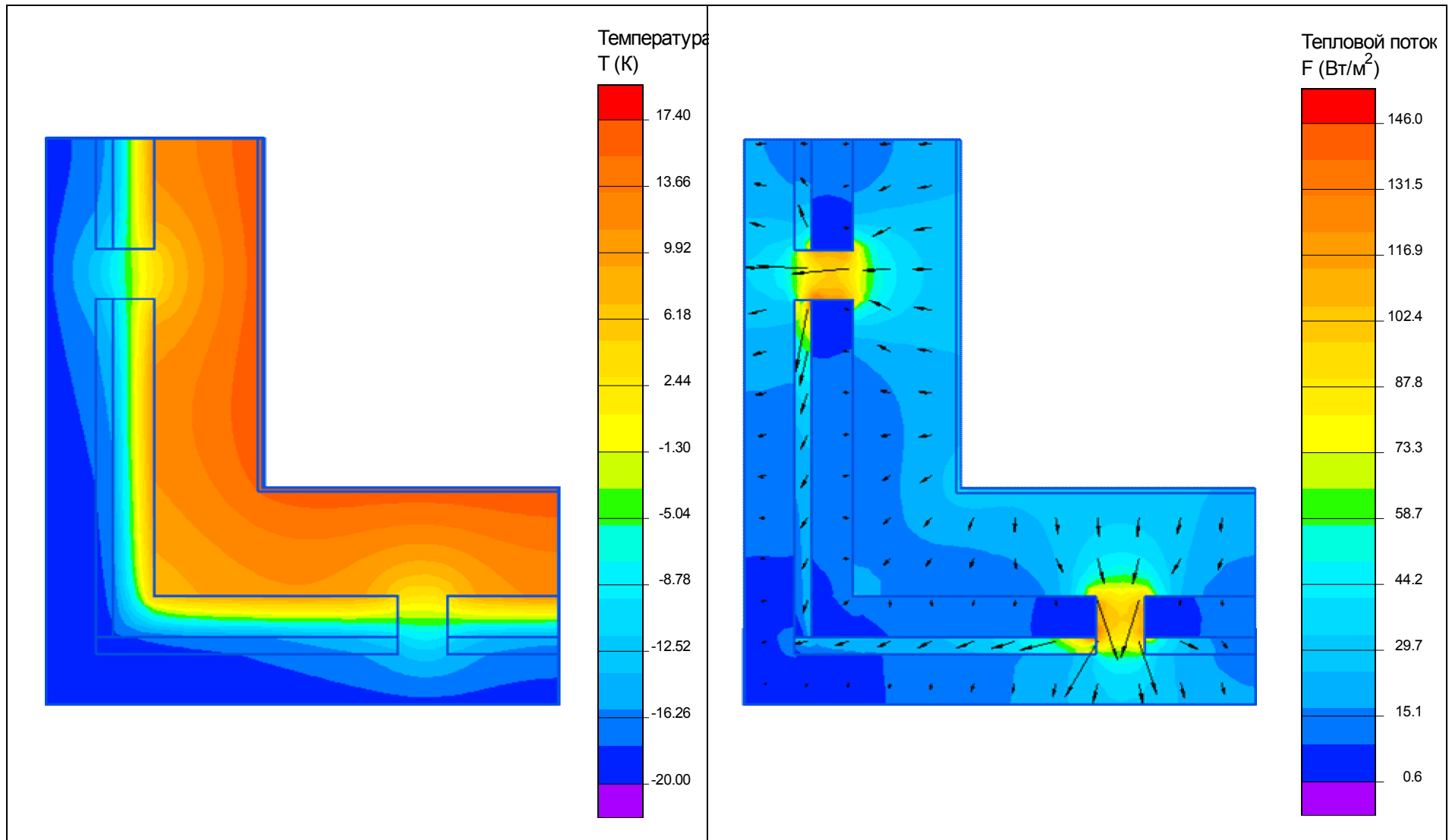


Рисунок 40.а – Картина температурного поля

Рисунок 40.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 41

## Кут стіни колодязної кладки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,62</b>	0,599	0,593
	0,04	0,618	0,599	0,593
	0,045	0,615	0,598	0,593
	0,05	0,613	0,597	0,593
	0,055	0,611	0,596	0,593
	0,06	0,609	0,595	0,593
	1 – цегляна стіна $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ .			

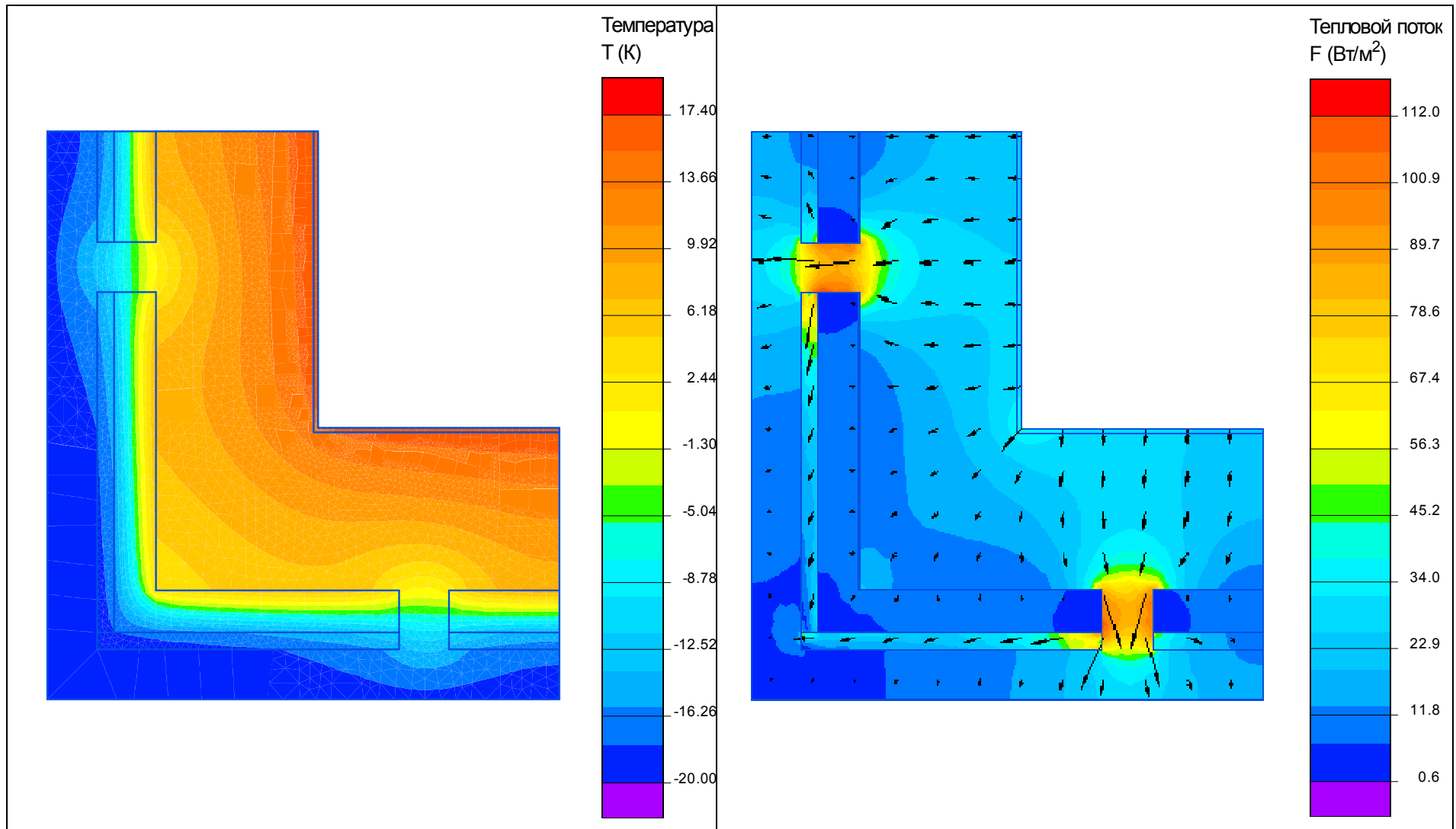
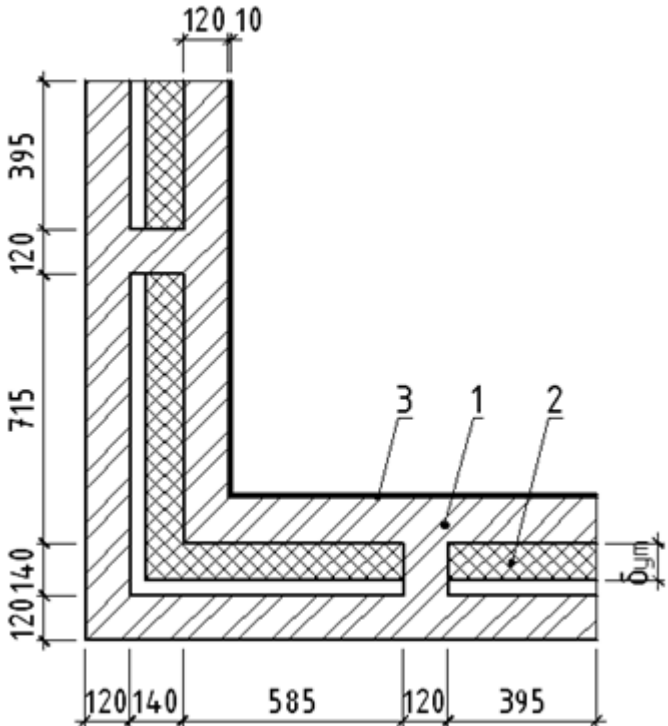


Рисунок 41.а – Картина температурного поля

Рисунок 41.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 42

## Кут стіни колодязної кладки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, δут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,713</b>	0,682	0,674
	0,04	0,708	0,679	0,674
	0,045	0,704	0,677	0,673
	0,05	0,7	0,675	0,672
	0,055	0,696	0,673	0,67
	0,06	0,693	0,671	0,669
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>				

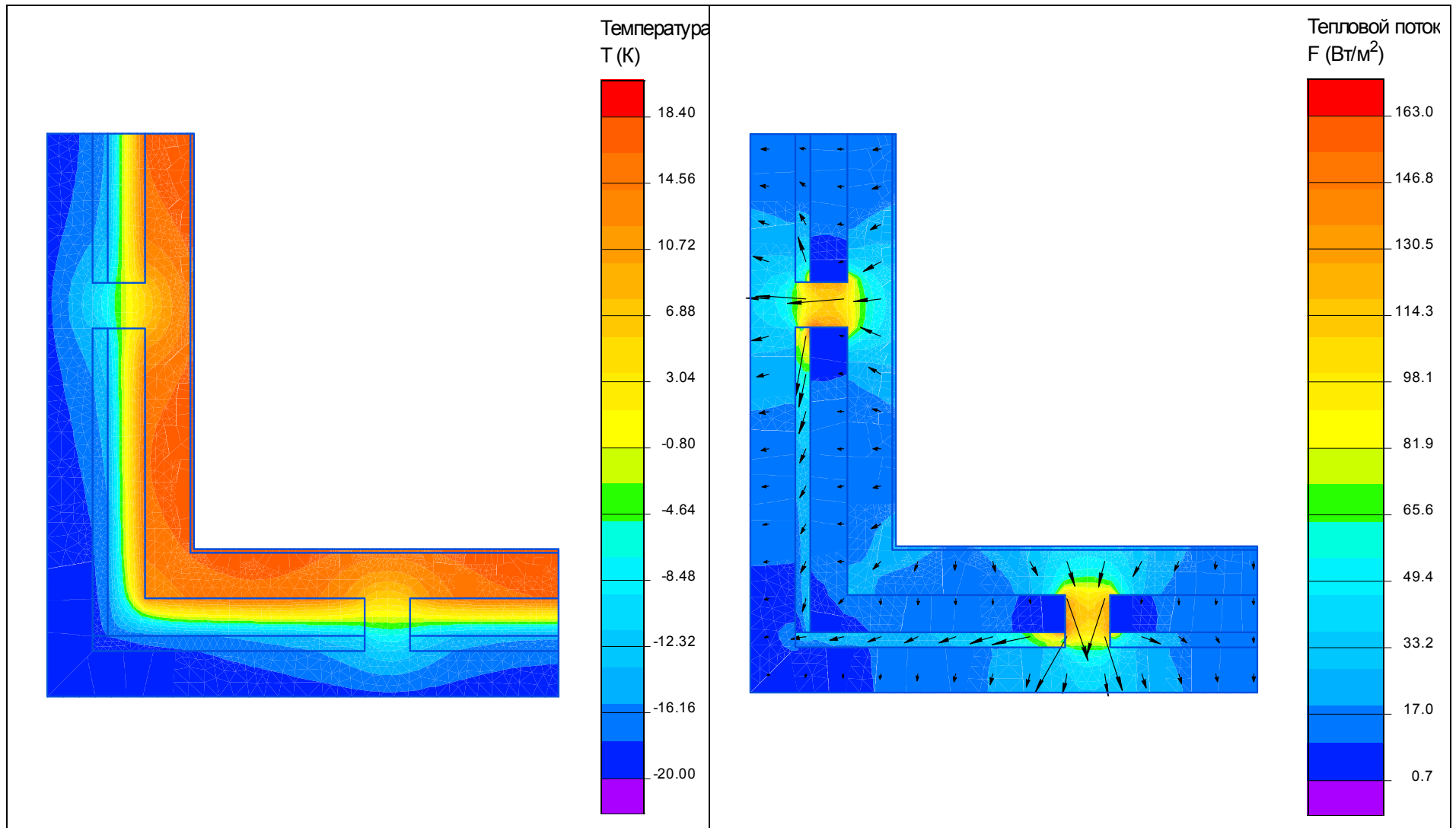


Рисунок 42.а – Картина температурного поля

Рисунок 42.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 43

## Кут стіни колодязної кладки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,674</b>	0,648	0,643
	0,04	0,671	0,647	0,643
	0,045	0,667	0,645	0,642
	0,05	0,664	0,643	0,642
	0,055	0,661	0,642	0,641
	0,06	0,658	0,64	0,64
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>				

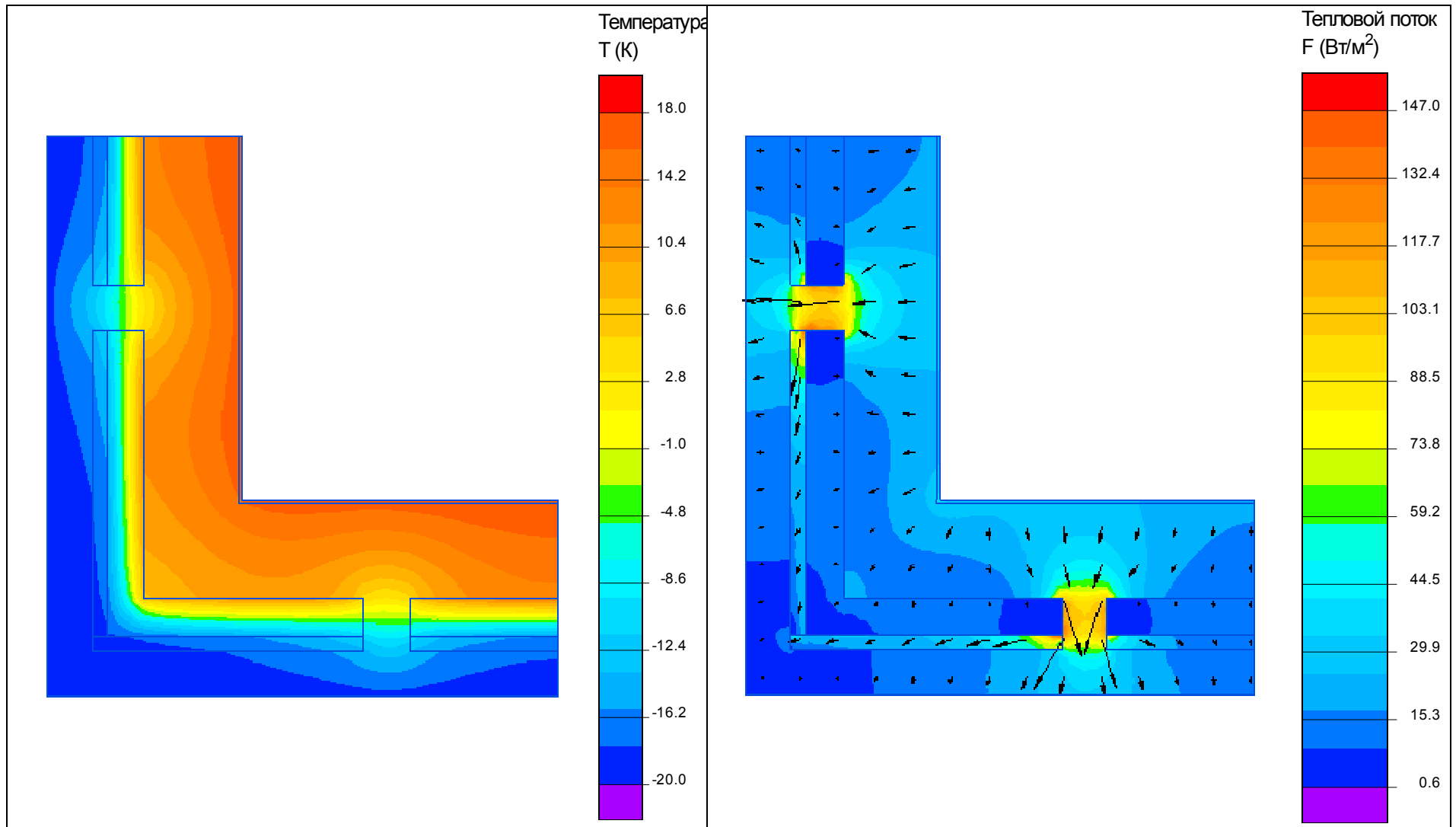


Рисунок 43.а – Картина температурного поля

Рисунок 43.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 44

## Кут стіни колодязної кладки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,628</b>	0,608	0,604
	0,04	0,625	0,607	0,604
	0,045	0,623	0,605	0,603
	0,05	0,62	0,604	0,603
	0,055	0,617	0,603	0,602
	0,06	0,615	0,602	0,601
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>				



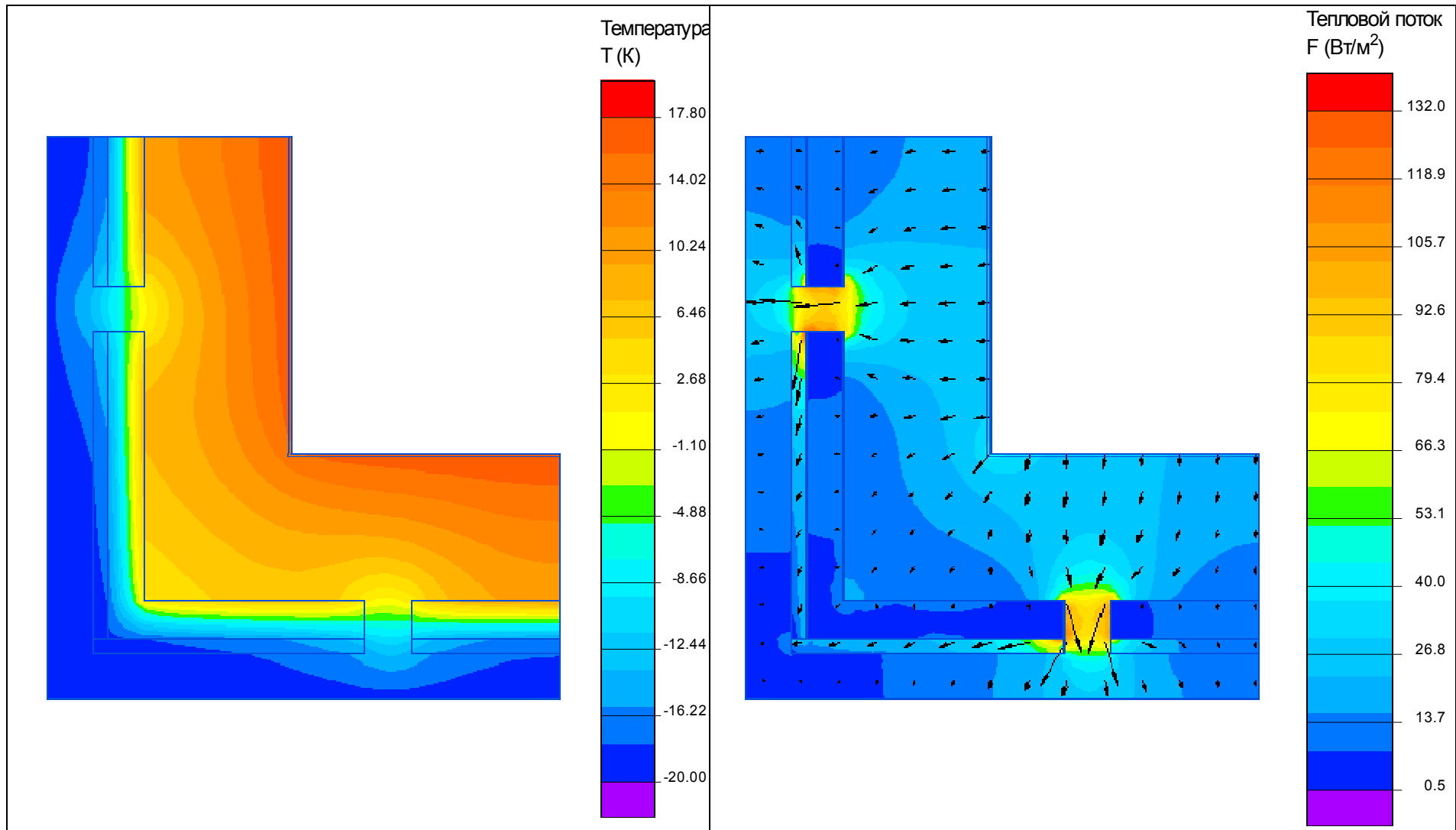


Рисунок 44.а – Картина температурного поля

Рисунок 44.б – Картина поля теплового потока



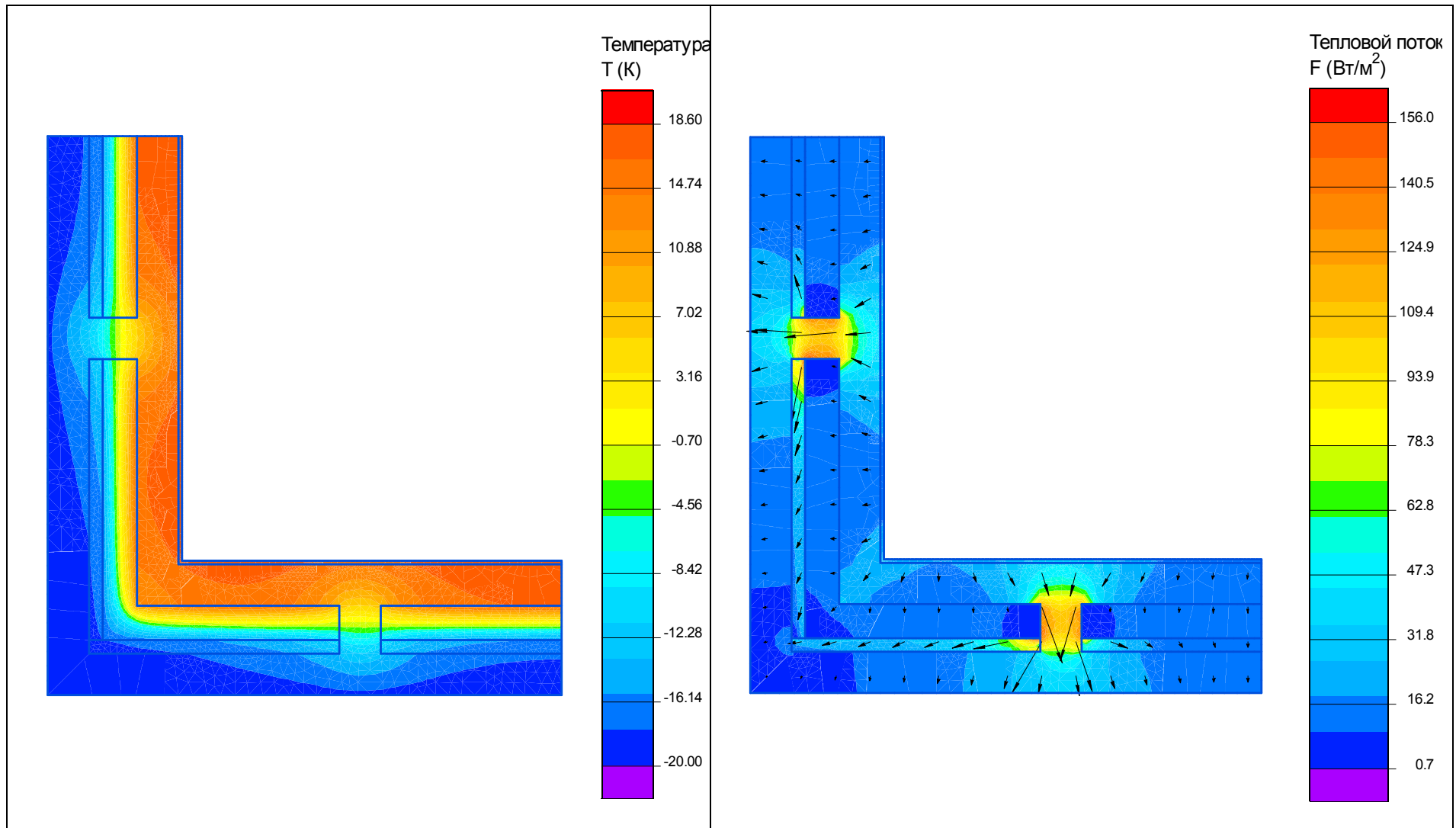


Рисунок 45.а – Картина температурного поля

Рисунок 45.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 46

## Кут стіни колодязної кладки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,676</b>	0,649	0,645
	0,04	0,672	0,648	0,644
	0,045	0,668	0,646	0,644
	0,05	0,665	0,644	0,643
	0,055	0,662	0,643	0,642
	0,06	0,653	0,641	0,641
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>.</p>				

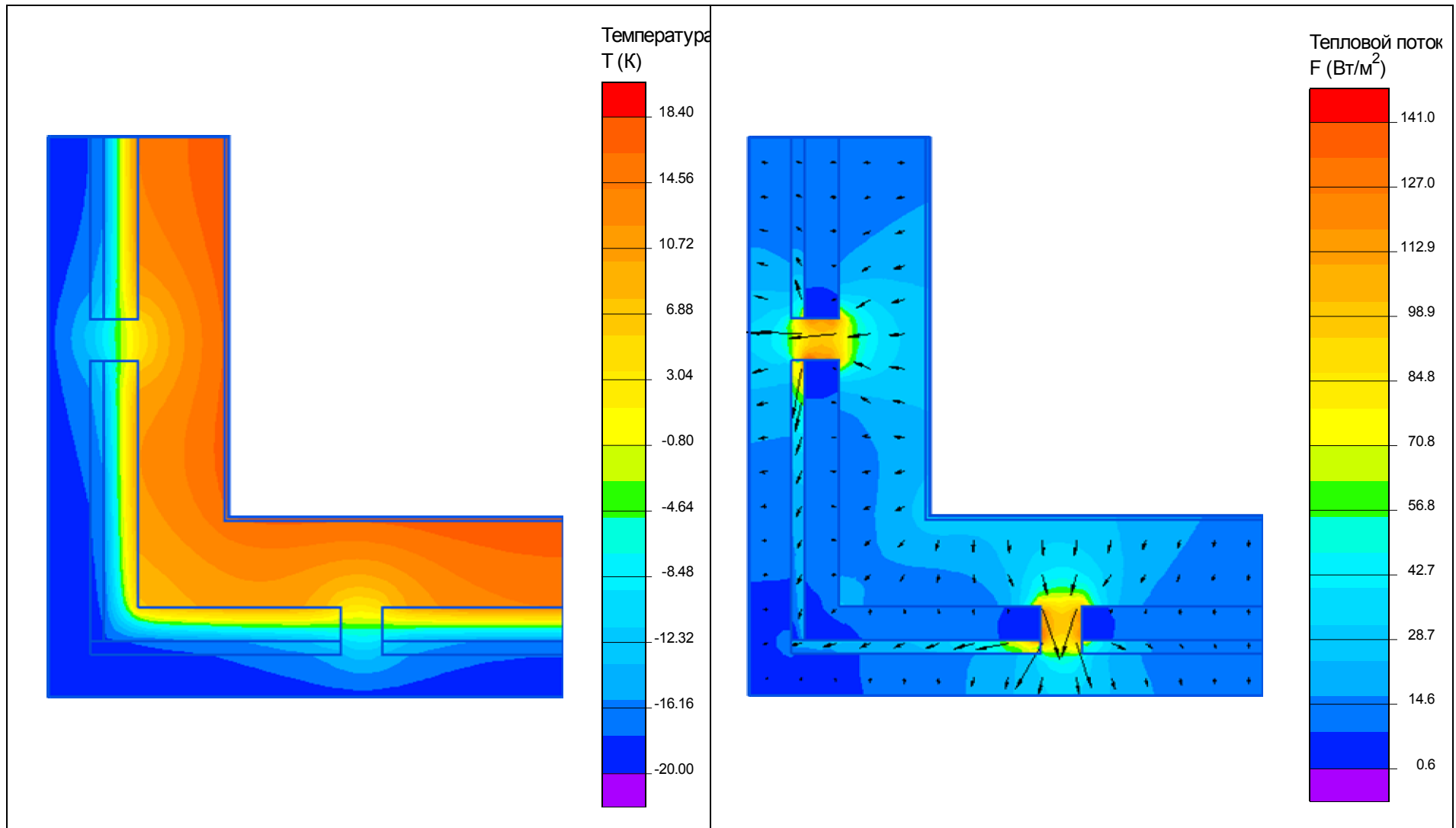


Рисунок 46.а – Картина температурного поля

Рисунок 46.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 47

## Кут стіни колодязної кладки

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут		
		100	120	140
	0,035	<b>0,632</b>	0,611	0,607
	0,04	0,629	0,61	0,606
	0,045	0,626	0,608	0,606
	0,05	0,623	0,607	0,605
	0,055	0,62	0,606	0,604
	0,06	0,617	0,604	0,604
	1 – цегляна стіна $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ .			

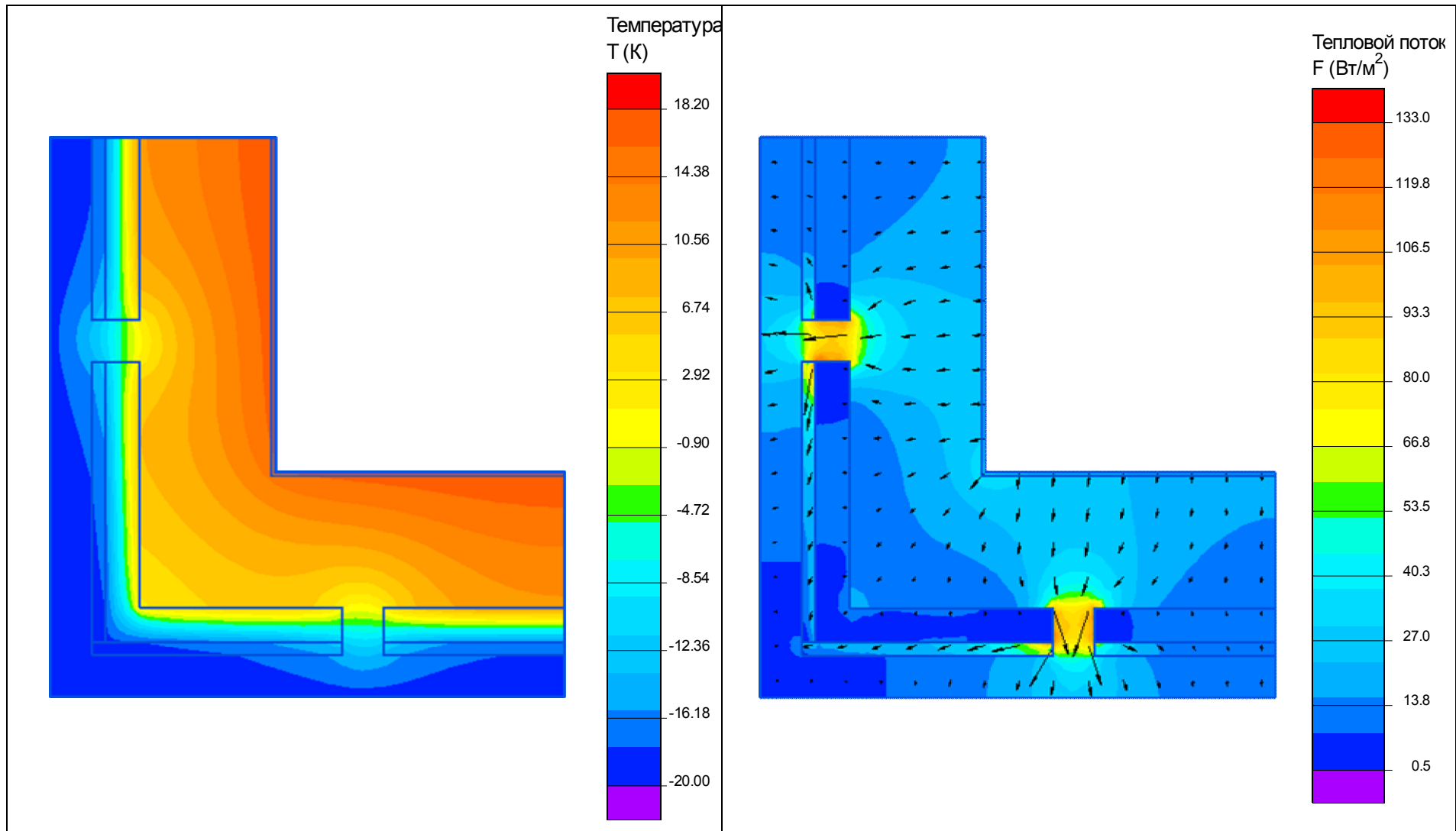


Рисунок 47.а – Картина температурного поля

Рисунок 47.б – Картина поля теплового потока

**Вузол примикання віконної конструкції до зовнішньої стіни з цегли в зоні рядового сполучення**

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,062</b>	0,067	0,072	0,076
	0,04	0,063	0,069	0,074	0,078
	0,045	0,064	0,07	0,076	0,08
	0,05	0,064	0,072	0,078	0,083
	0,055	0,065	0,073	0,079	0,085
	0,06	0,066	0,075	0,081	0,087
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            4 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – монтажна піна <math>\rho = 25 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					



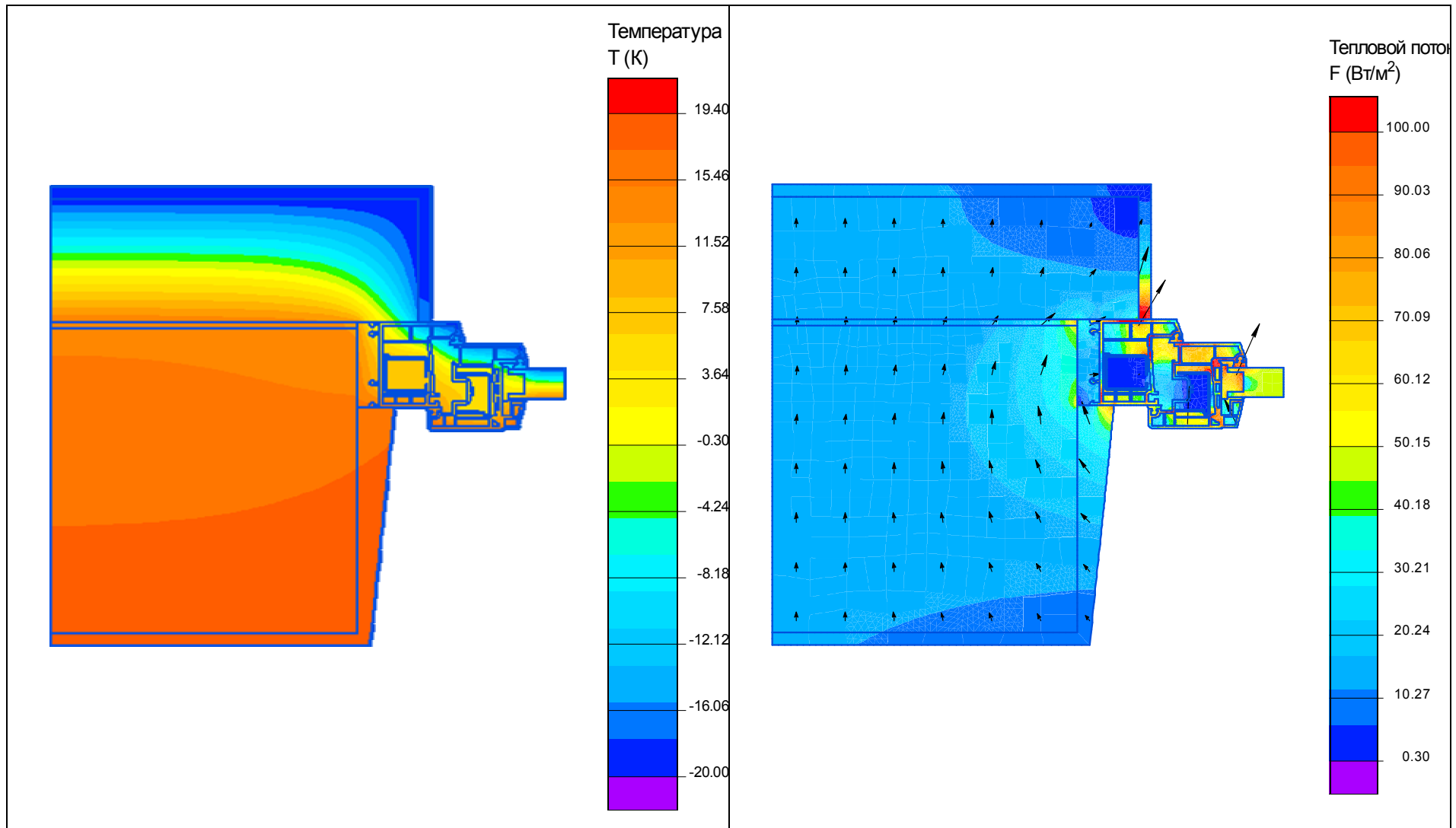
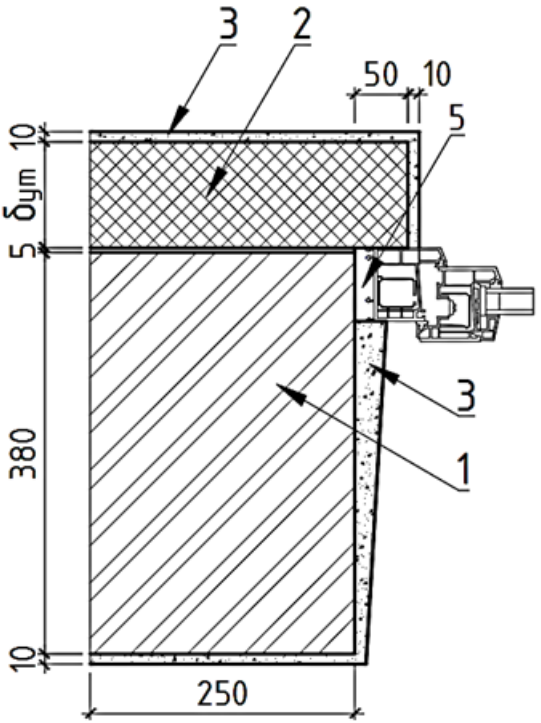


Рисунок 48.а – Картина температурного поля

Рисунок 48.б – Картина поля теплового потока

## Вузол примикання віконної конструкції до зовнішньої стіни з цегли в зоні рядового сполучення

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,062</b>	0,066	0,07	0,074
	0,04	0,063	0,068	0,072	0,076
	0,045	0,064	0,069	0,073	0,079
	0,05	0,066	0,07	0,075	0,081
	0,055	0,067	0,072	0,077	0,083
	0,06	0,069	0,073	0,079	0,085
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            4 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – монтажна піна <math>\rho = 25 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					

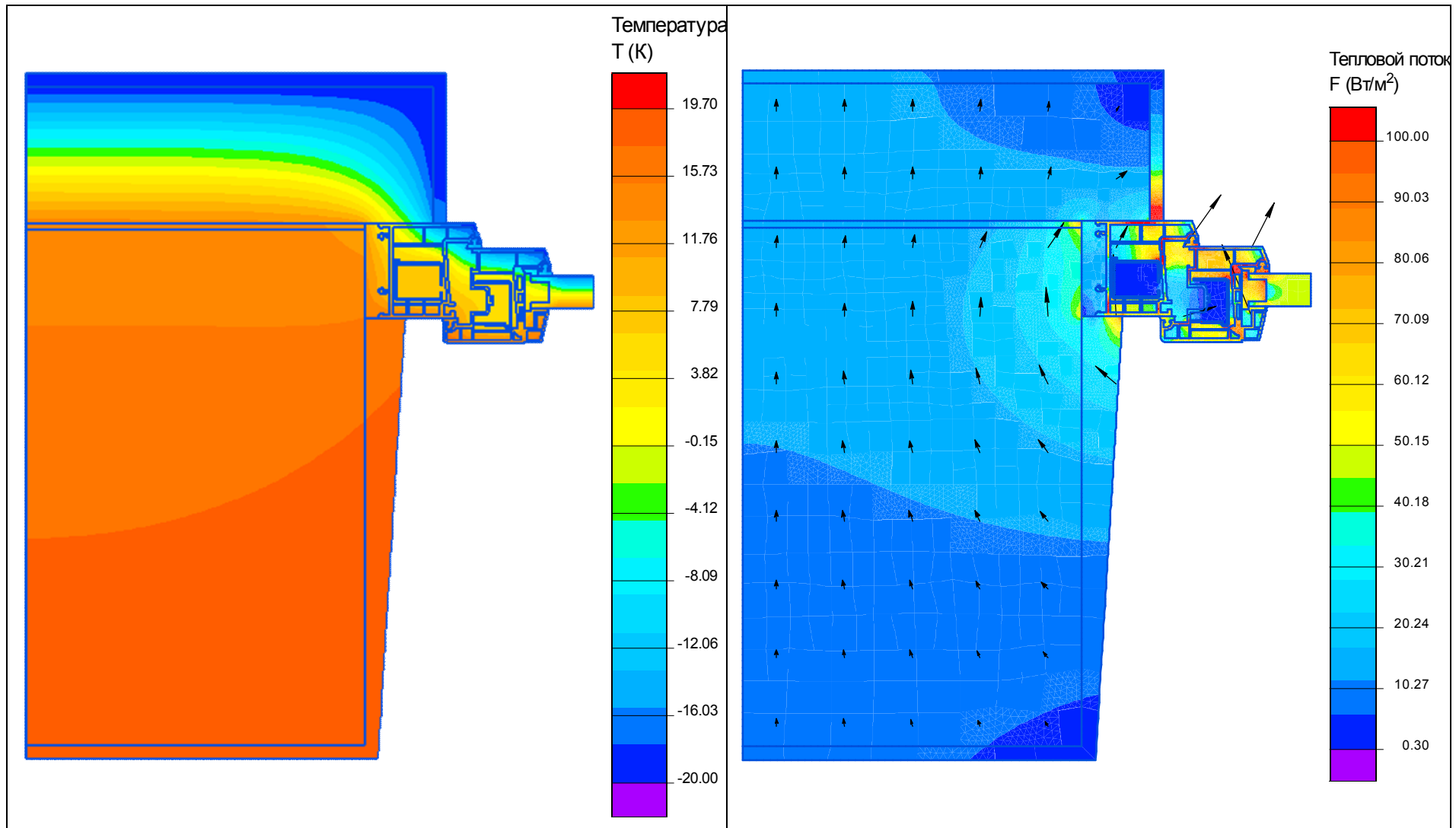


Рисунок 49.а – Картина температурного поля

Рисунок 49.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 50

## Вузол примикання віконної конструкції до зовнішньої стіни з цегли в зоні рядового сполучення

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,062</b>	0,065	0,07	0,073
	0,04	0,064	0,067	0,072	0,075
	0,045	0,066	0,069	0,073	0,077
	0,05	0,068	0,07	0,075	0,079
	0,055	0,07	0,072	0,077	0,081
	0,06	0,072	0,074	0,079	0,084
<p>1 – цегляна стіна <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            4 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – монтажна піна <math>\rho = 25 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					

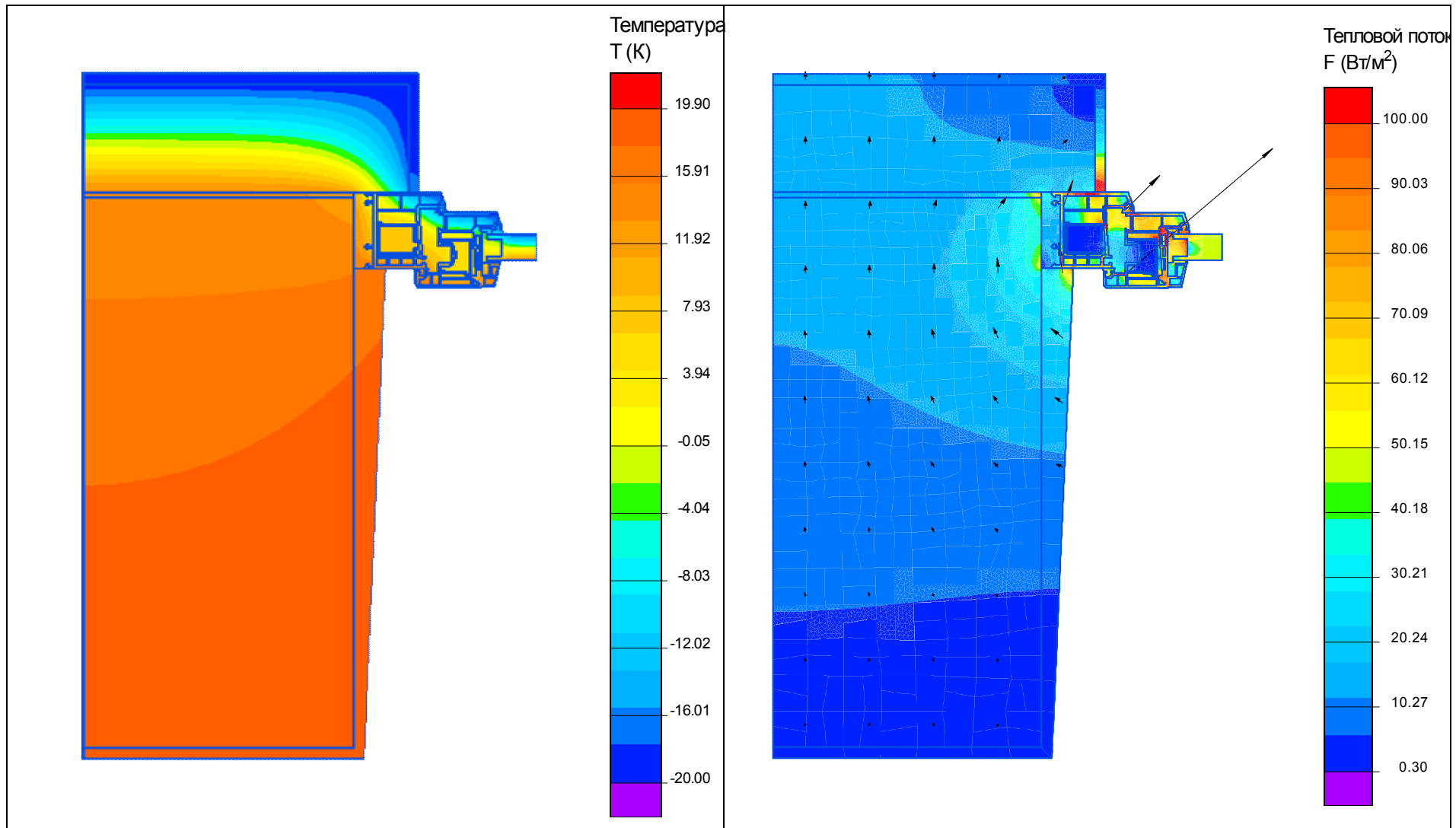


Рисунок 50.а – Картина температурного поля

Рисунок 50.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 51

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,074</b>	0,077	0,08	0,081
	0,04	0,075	0,079	0,081	0,083
	0,045	0,076	0,081	0,083	0,086
	0,05	0,078	0,082	0,085	0,088
	0,055	0,079	0,084	0,088	0,09
	0,06	0,08	0,086	0,09	0,092
<p>1 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            4 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – монтажна піна <math>\rho = 25 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					

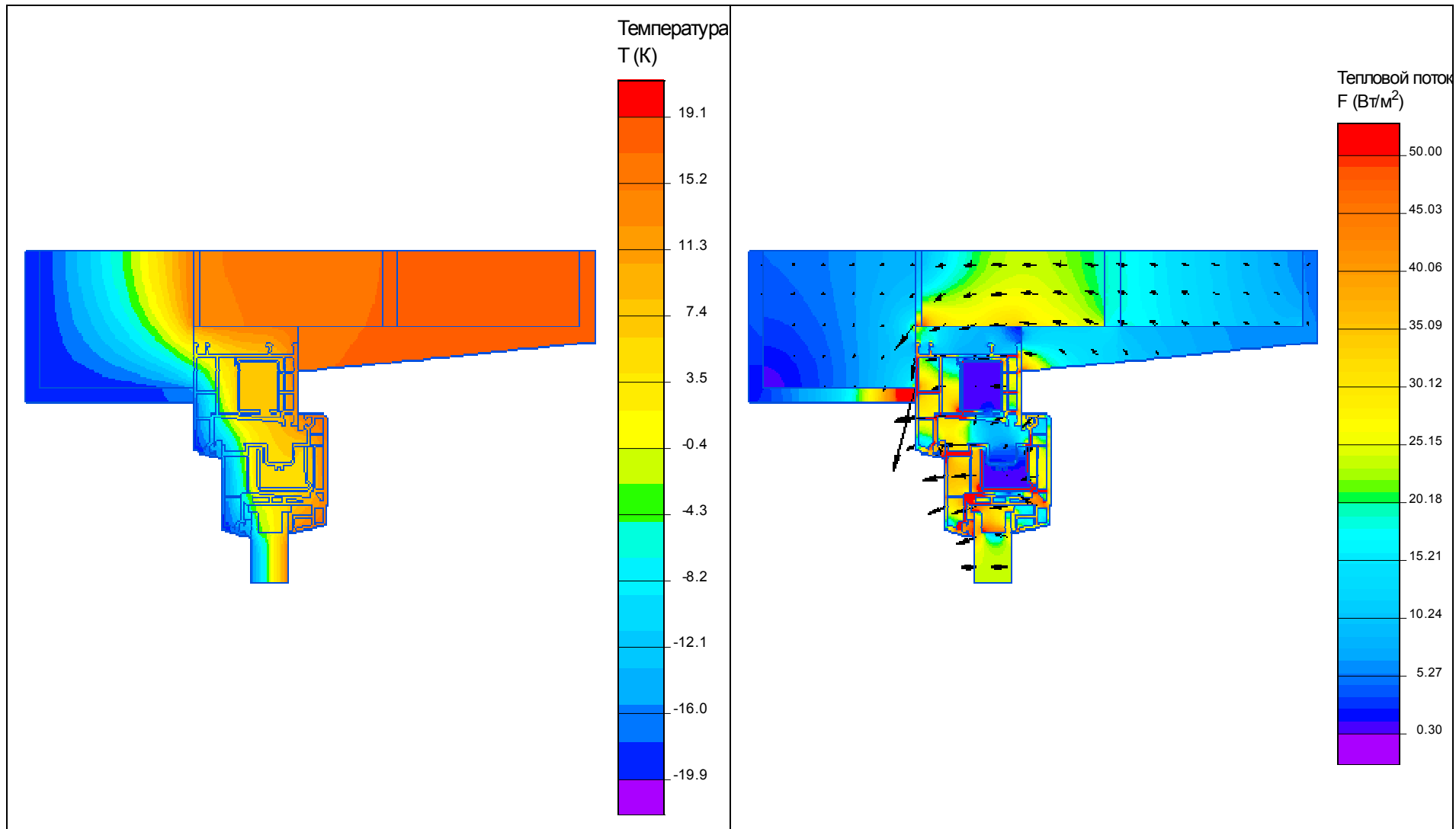


Рисунок 51.а – Картина температурного поля

Рисунок 51.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 52

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,073</b>	0,076	0,079	0,081
	0,04	0,074	0,078	0,081	0,083
	0,045	0,075	0,08	0,083	0,085
	0,05	0,077	0,081	0,085	0,087
	0,055	0,078	0,083	0,087	0,089
	0,06	0,08	0,085	0,089	0,091
<p>1 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            4 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – монтажна піна <math>\rho = 25 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					



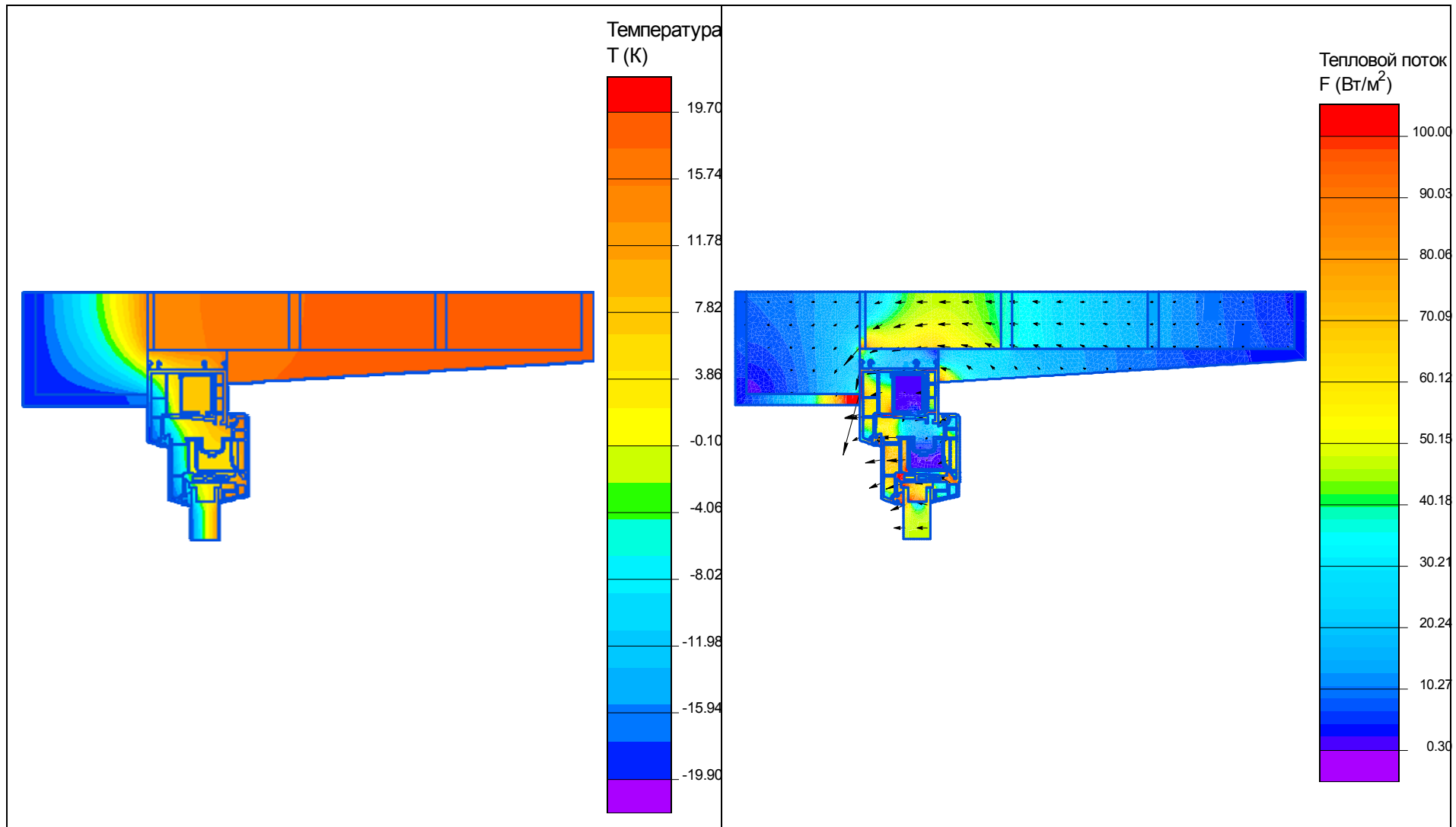


Рисунок 52.а – Картина температурного поля

Рисунок 52.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 53

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,071</b>	0,075	0,078	0,079
	0,04	0,073	0,077	0,08	0,082
	0,045	0,074	0,079	0,082	0,084
	0,05	0,076	0,081	0,084	0,086
	0,055	0,077	0,082	0,086	0,088
	0,06	0,079	0,084	0,087	0,09
<p>1 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            4 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – монтажна піна <math>\rho = 25 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					

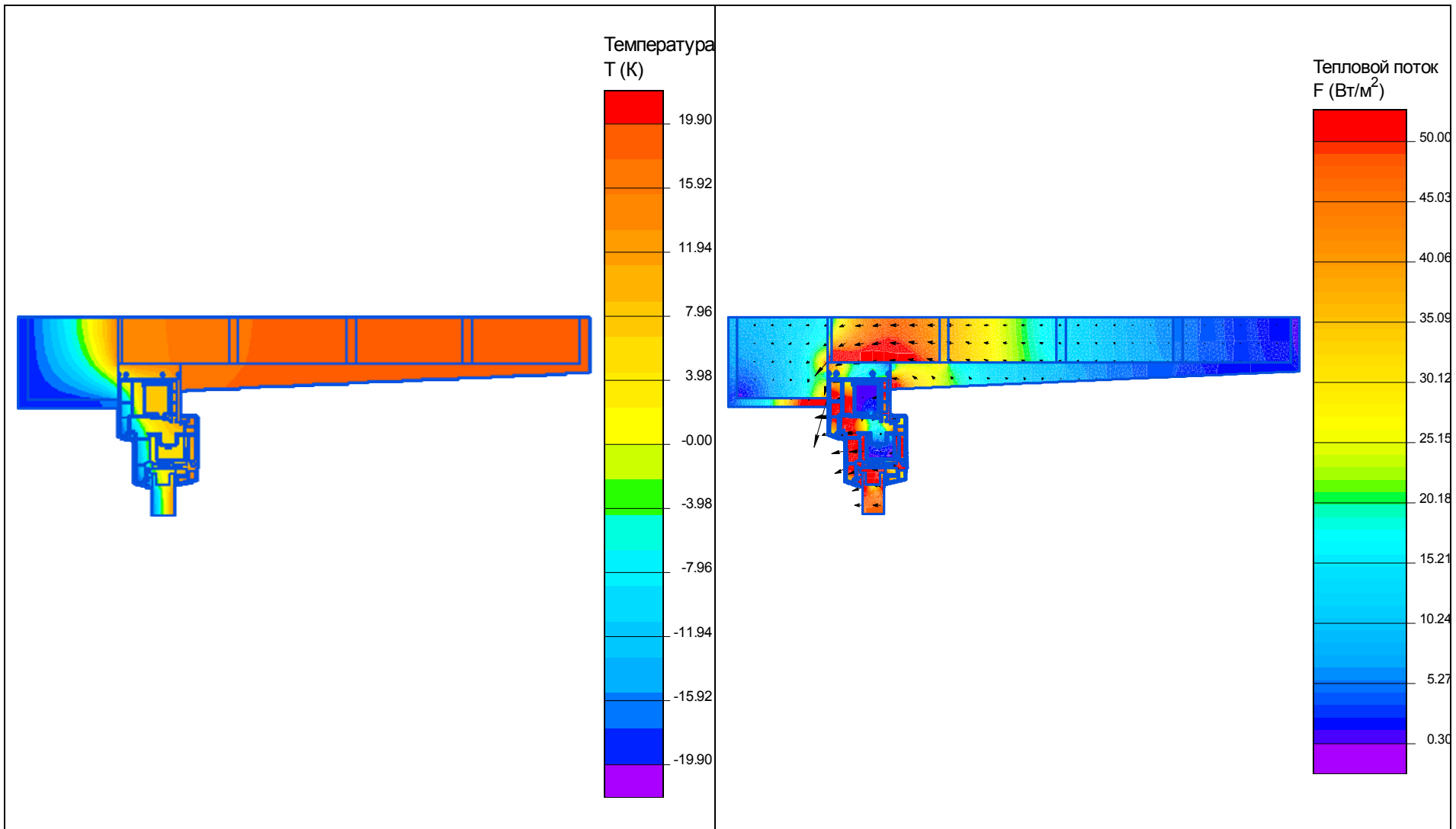


Рисунок 53.а – Картина температурного поля

Рисунок 53.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 54

## Вузол примикання віконної конструкції до зовнішньої стіни з цегли в зоні підвіконня

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, δ <sub>ут</sub>			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,068</b>	0,075	0,08	0,085
	0,04	0,069	0,077	0,083	0,089
	0,045	0,07	0,079	0,086	0,092
	0,05	0,071	0,081	0,088	0,095
	0,055	0,072	0,083	0,091	0,098
	0,06	0,073	0,084	0,093	0,1
<p>1 – цегла <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            4 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – монтажна піна <math>\rho = 25 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            7 – цементно-піщаний розчин <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					

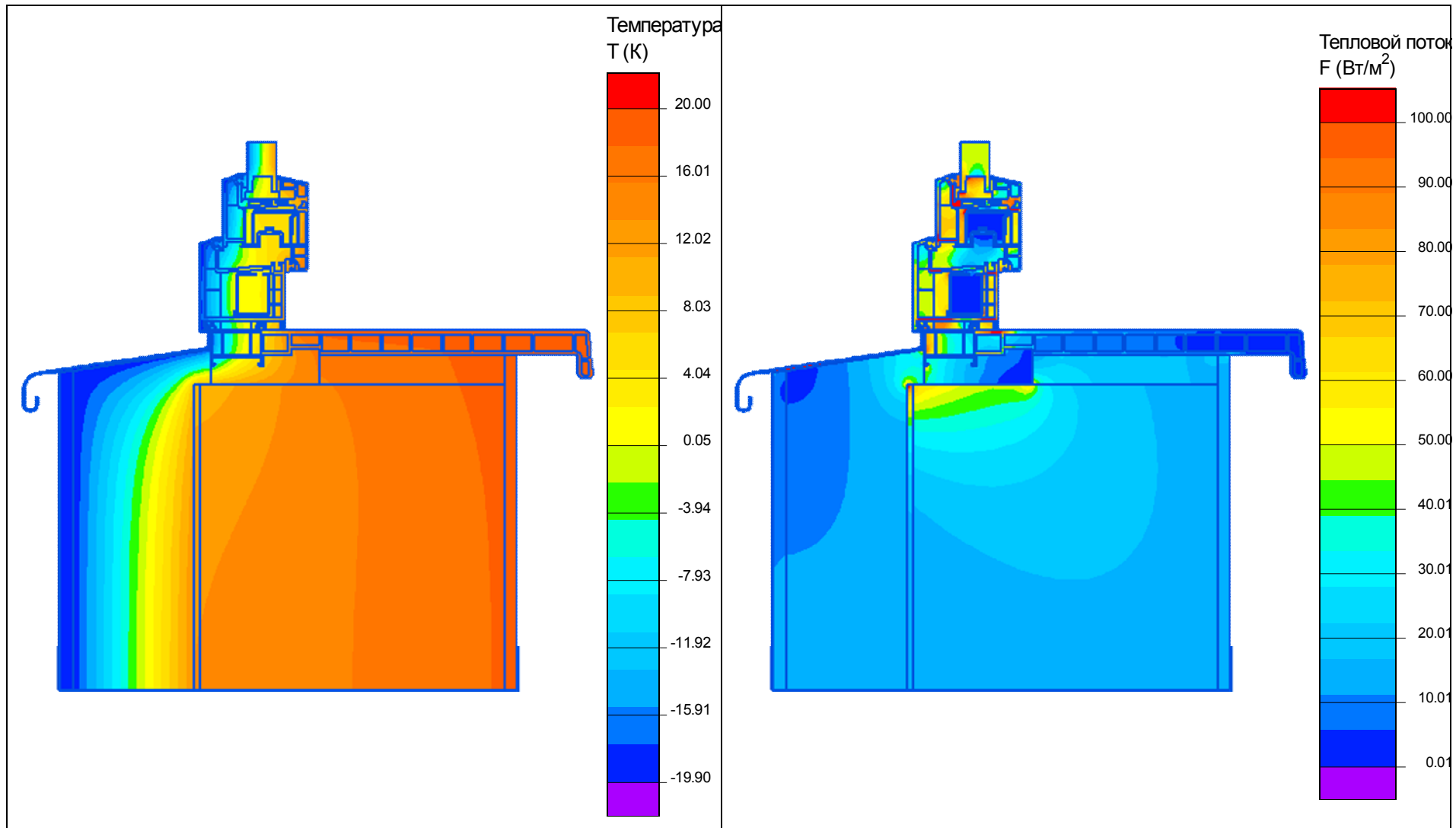


Рисунок 54.а – Картина температурного поля

Рисунок 54.б – Картина поля теплового потока

## Вузол примикання віконної конструкції до зовнішньої стіни з цегли в зоні підвіконня

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,062</b>	0,071	0,076	0,08
	0,04	0,063	0,073	0,078	0,083
	0,045	0,065	0,074	0,081	0,086
	0,05	0,066	0,076	0,083	0,088
	0,055	0,067	0,078	0,085	0,091
	0,06	0,068	0,079	0,087	0,093
	1 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				

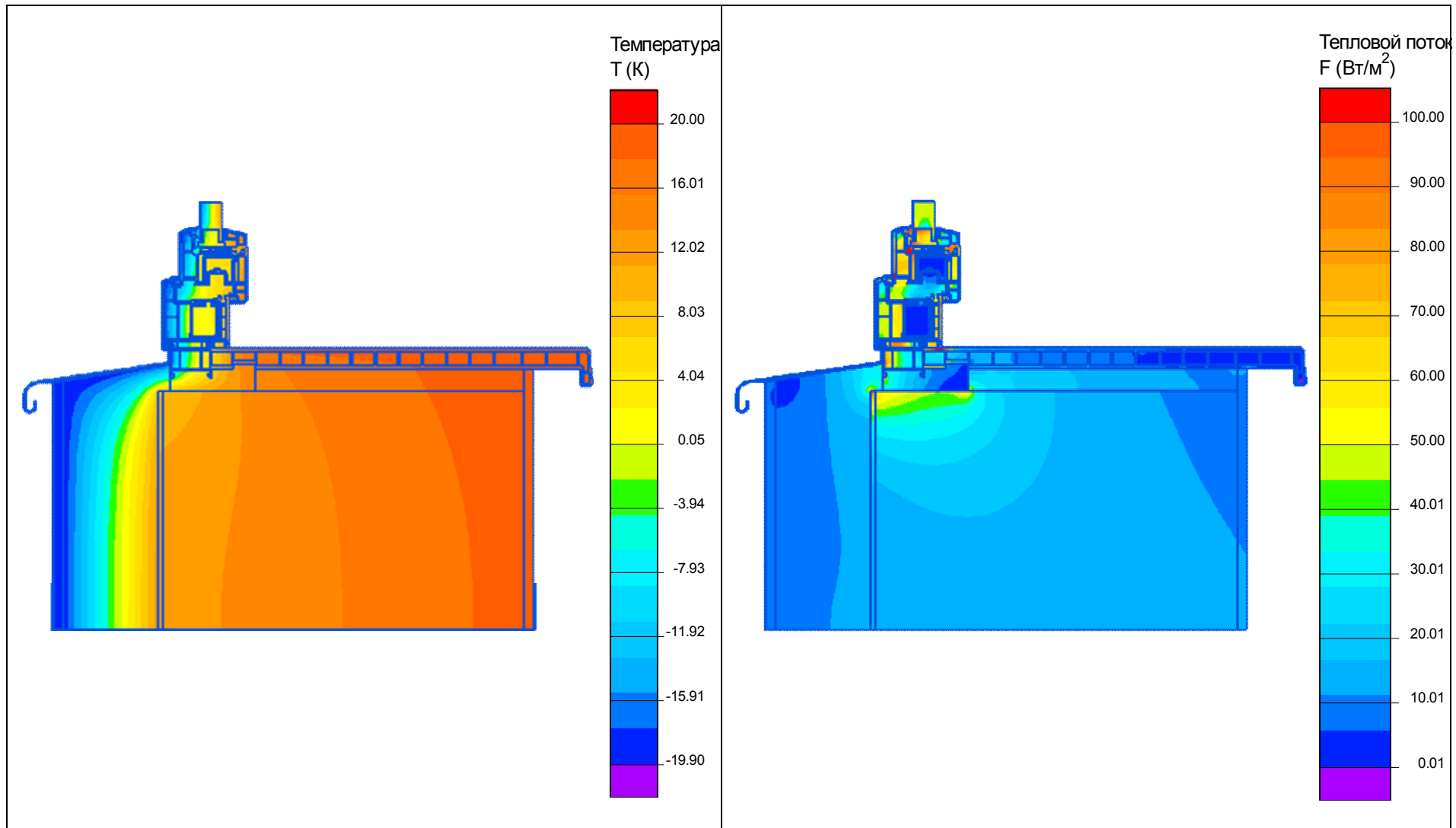


Рисунок 55.а – Картина температурного поля

Рисунок 55.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 56

## Вузол примикання віконної конструкції до зовнішньої стіни з цегли в зоні підвіконня

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, δ <sub>ут</sub>			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,06</b>	0,069	0,074	0,078
	0,04	0,062	0,071	0,076	0,081
	0,045	0,063	0,073	0,078	0,084
	0,05	0,064	0,074	0,08	0,086
	0,055	0,066	0,076	0,082	0,089
	0,06	0,067	0,078	0,084	0,091
	1 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				



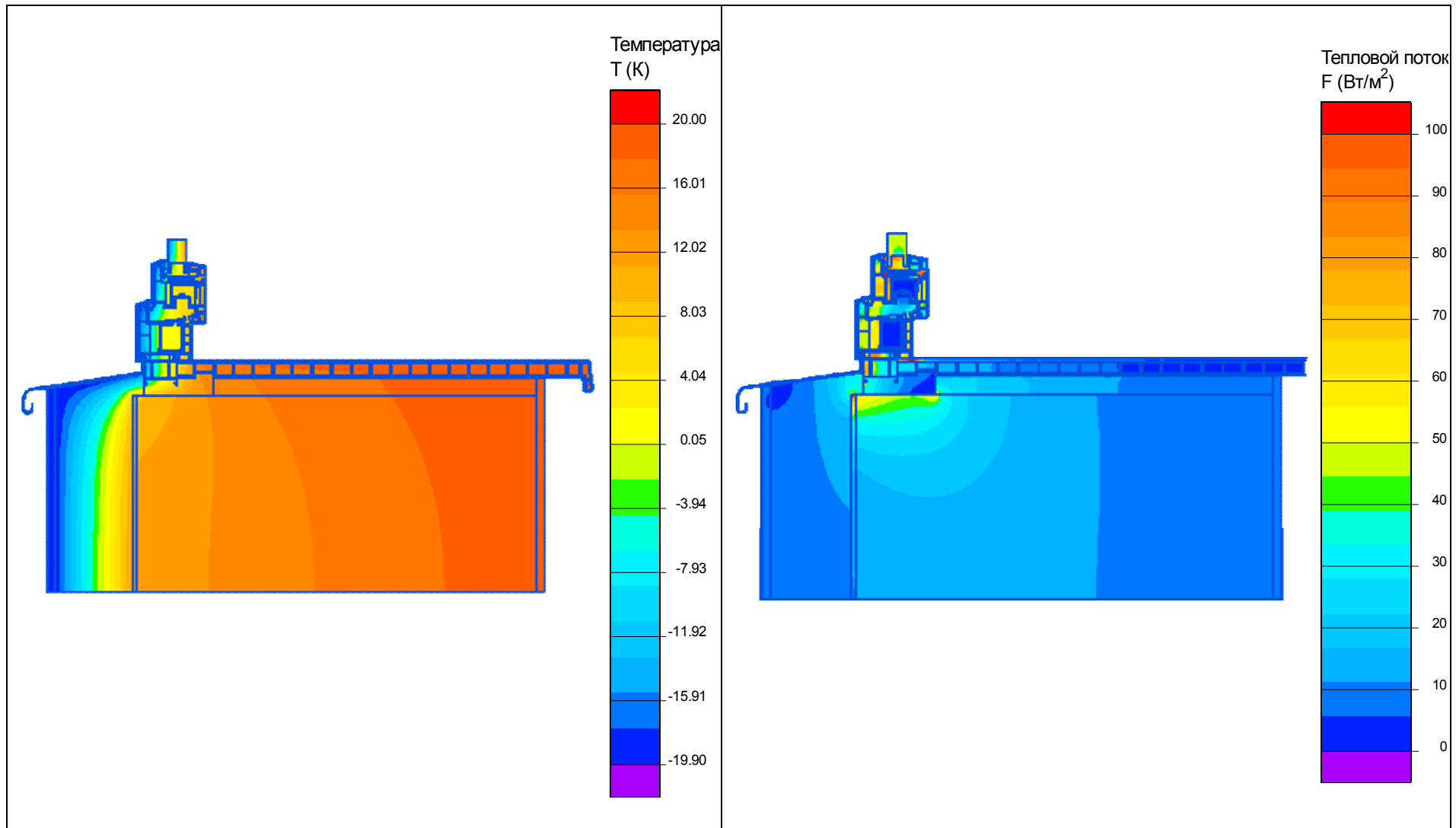


Рисунок 56.а – Картина температурного поля

Рисунок 56.б – Картина поля теплового потока



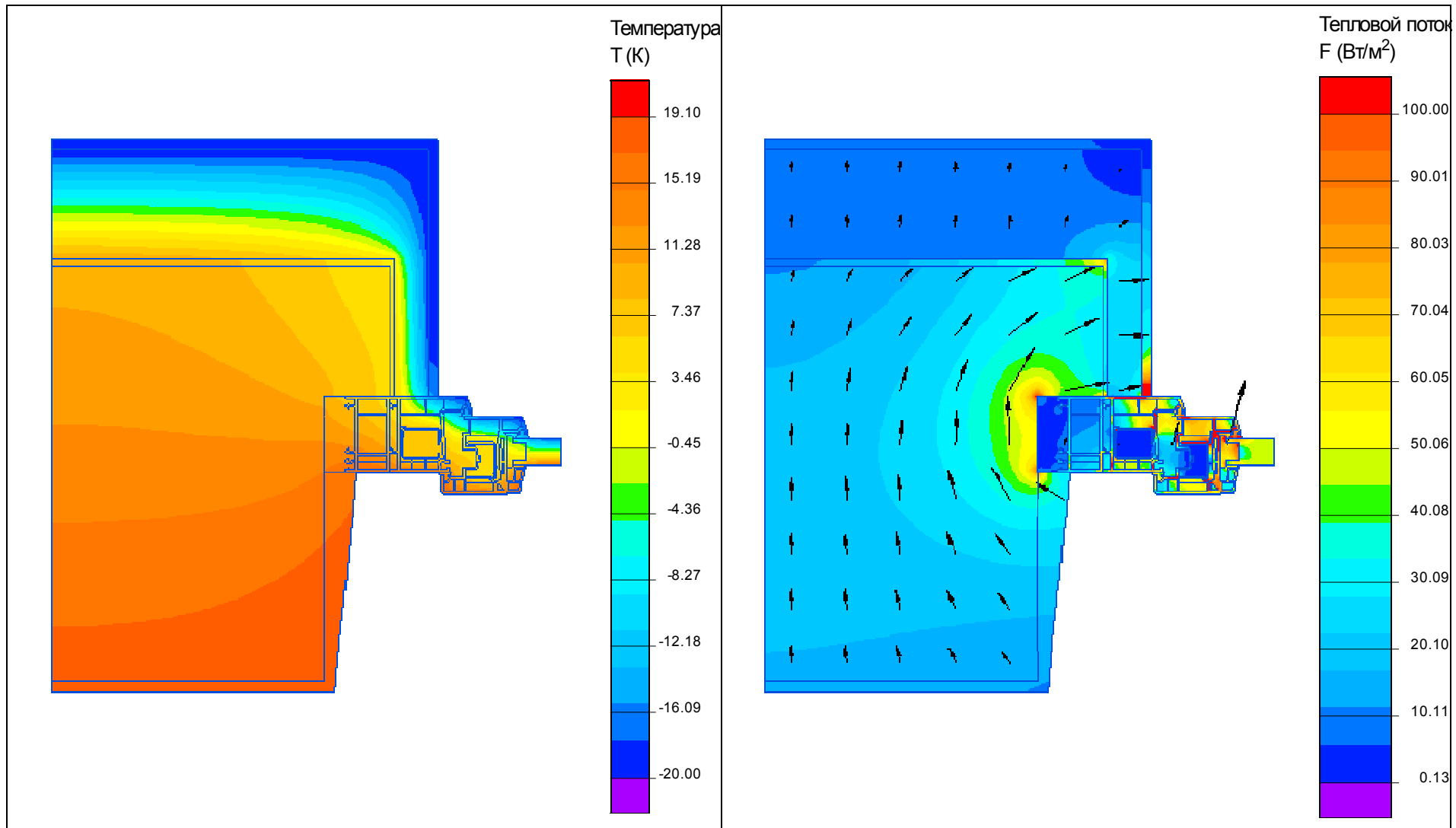


Рисунок 57.а – Картина температурного поля

Рисунок 57.б – Картина поля теплового потока

## Вузол примикання віконної конструкції до зовнішньої стіни з цегли в зоні рядового сполучення

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,103</b>	0,108	0,113	0,116
	0,04	0,108	0,114	0,119	0,123
	0,045	0,112	0,119	0,124	0,129
	0,05	0,116	0,123	0,129	0,134
	0,055	0,119	0,127	0,133	0,139
	0,06	0,122	0,13	0,137	0,143
	1 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				

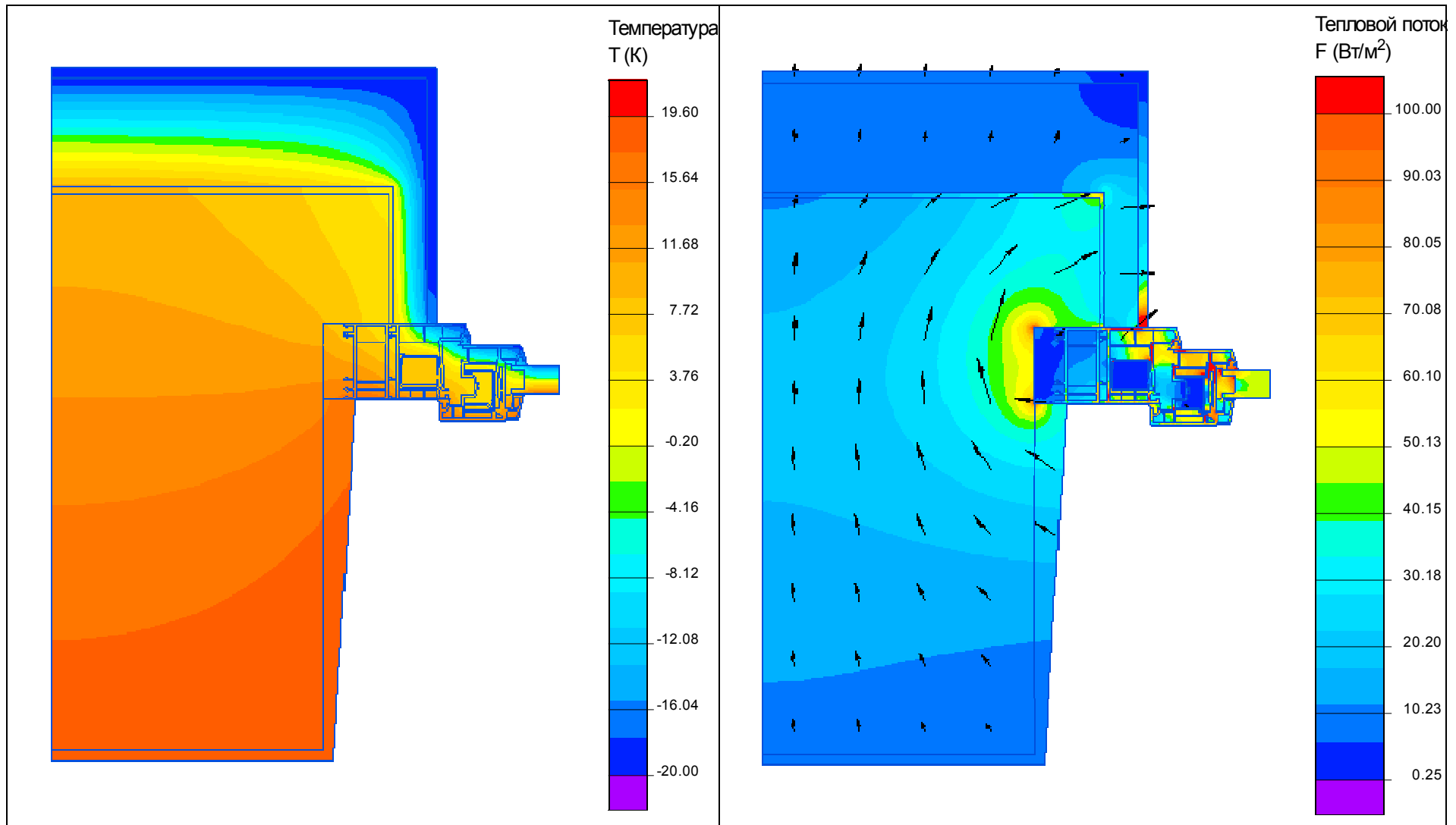


Рисунок 58.а – Картина температурного поля

Рисунок 58.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 59

**Вузол примикання віконної конструкції до зовнішньої стіни з цегли в зоні рядового сполучення**

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,104</b>	0,109	0,113	0,116
	0,04	0,11	0,115	0,119	0,123
	0,045	0,115	0,12	0,125	0,129
	0,05	0,119	0,124	0,13	0,134
	0,055	0,123	0,129	0,134	0,139
	0,06	0,126	0,132	0,138	0,143
	1 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				

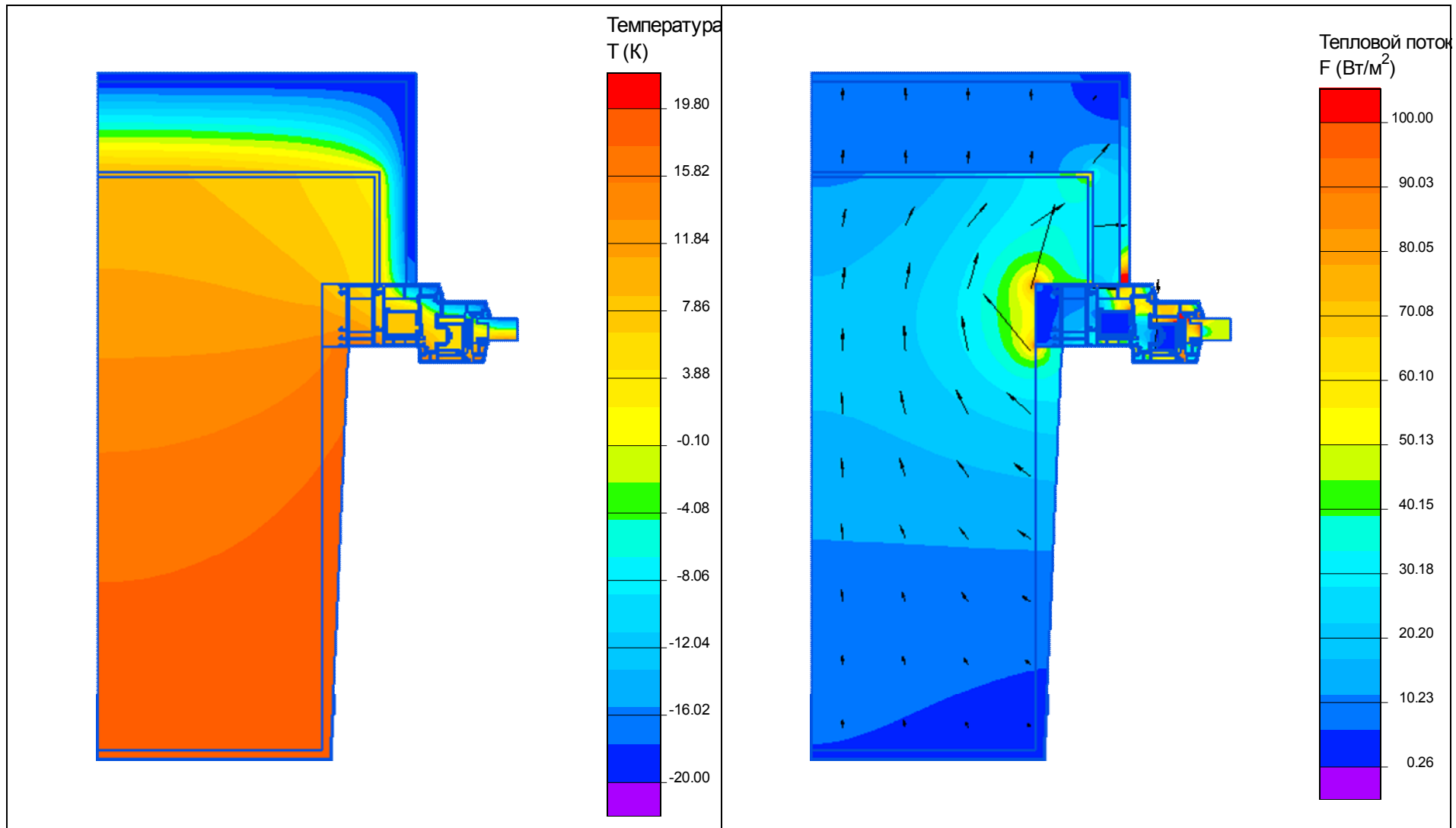


Рисунок 59.а – Картина температурного поля

Рисунок 59.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 60

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,116</b>	0,119	0,12	0,121
	0,04	0,123	0,126	0,127	0,128
	0,045	0,129	0,132	0,134	0,136
	0,05	0,135	0,138	0,14	0,142
	0,055	0,14	0,143	0,146	0,148
	0,06	0,144	0,148	0,151	0,153
	1 – залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				



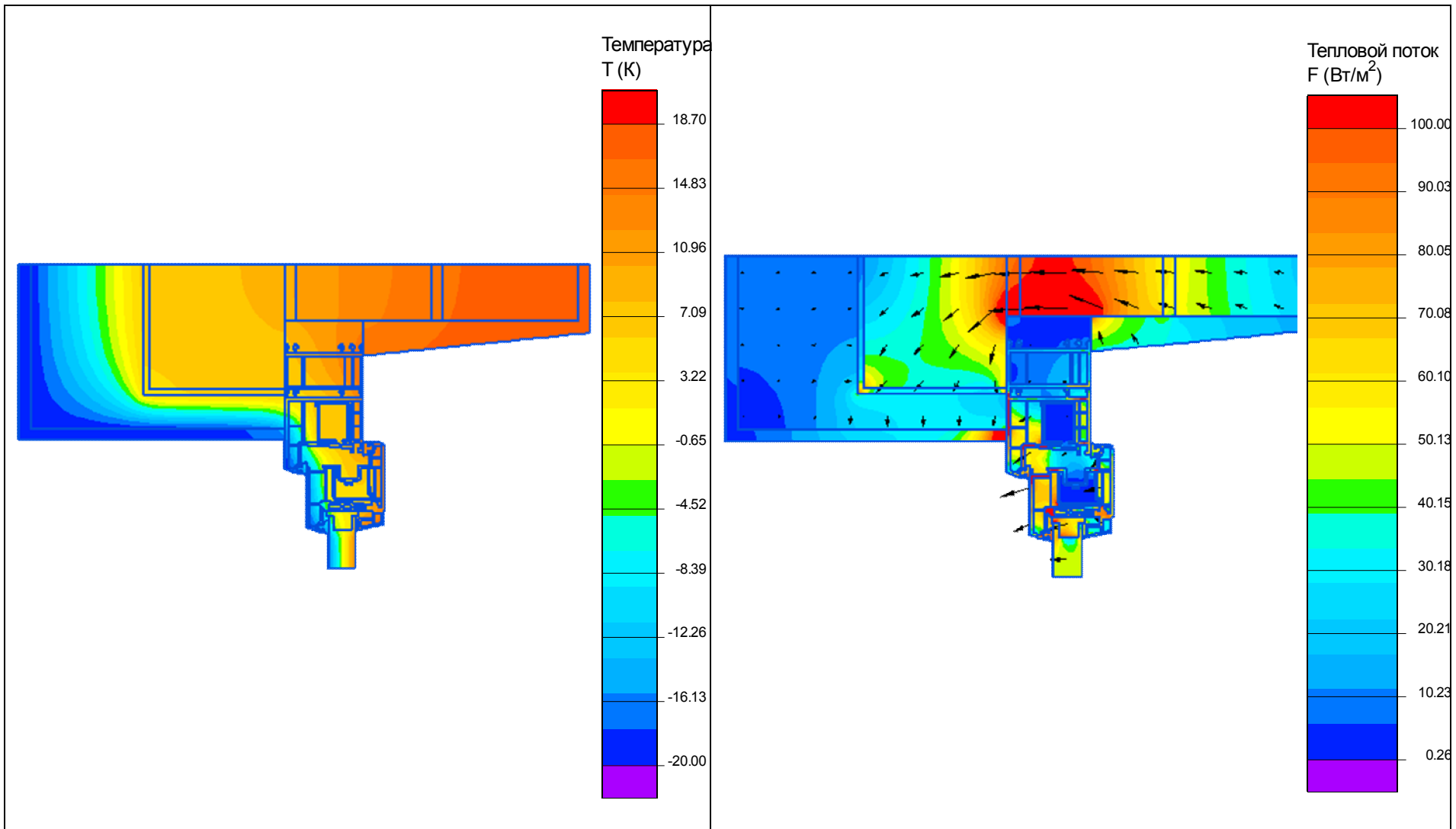


Рисунок 60.а – Картина температурного поля

Рисунок 60.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 61

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,116</b>	0,118	0,119	0,121
	0,04	0,123	0,125	0,127	0,128
	0,045	0,129	0,131	0,133	0,135
	0,05	0,134	0,137	0,14	0,141
	0,055	0,139	0,143	0,145	0,147
	0,06	0,144	0,148	0,15	0,127
	1 – залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				

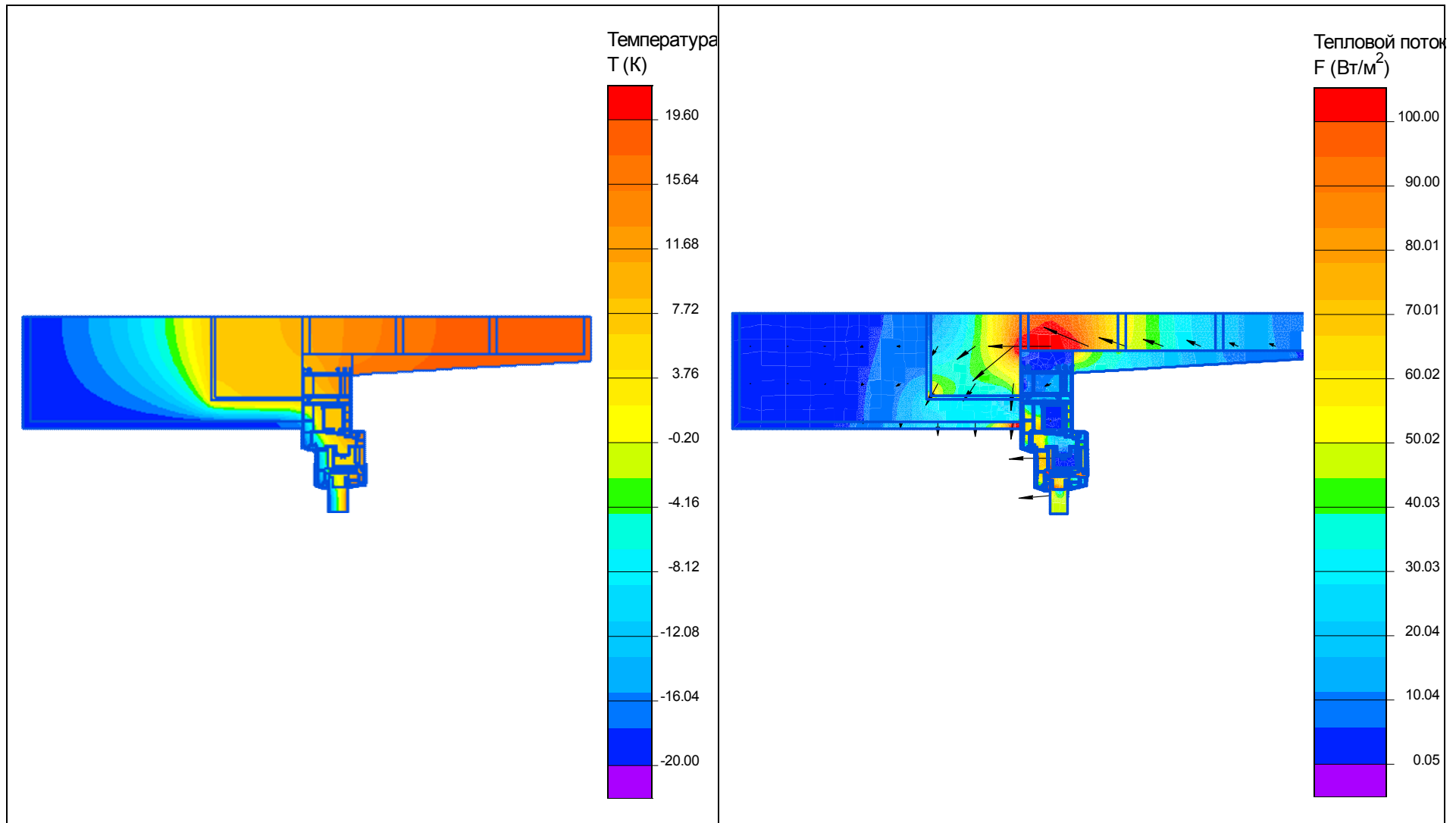


Рисунок 61.а – Картина температурного поля

Рисунок 61.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 62

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,114</b>	0,116	0,117	0,118
	0,04	0,121	0,123	0,124	0,126
	0,045	0,127	0,129	0,131	0,132
	0,05	0,132	0,135	0,137	0,139
	0,055	0,137	0,14	0,143	0,144
	0,06	0,142	0,145	0,148	0,15
<p>1 – залізобетон <math>\rho = 2500 \text{ кг/м}^3</math>;            2 – теплоізоляційний шар;            3 – штукатурка <math>\rho = 1600 \text{ кг/м}^3</math>;            4 – опоряджувальний шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            5 – монтажна піна <math>\rho = 25 \text{ кг/м}^3</math>;            6 – клейовий шар <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>;            7 – цементно-піщаний розчин <math>\rho = 1800 \text{ кг/м}^3</math>.</p>					

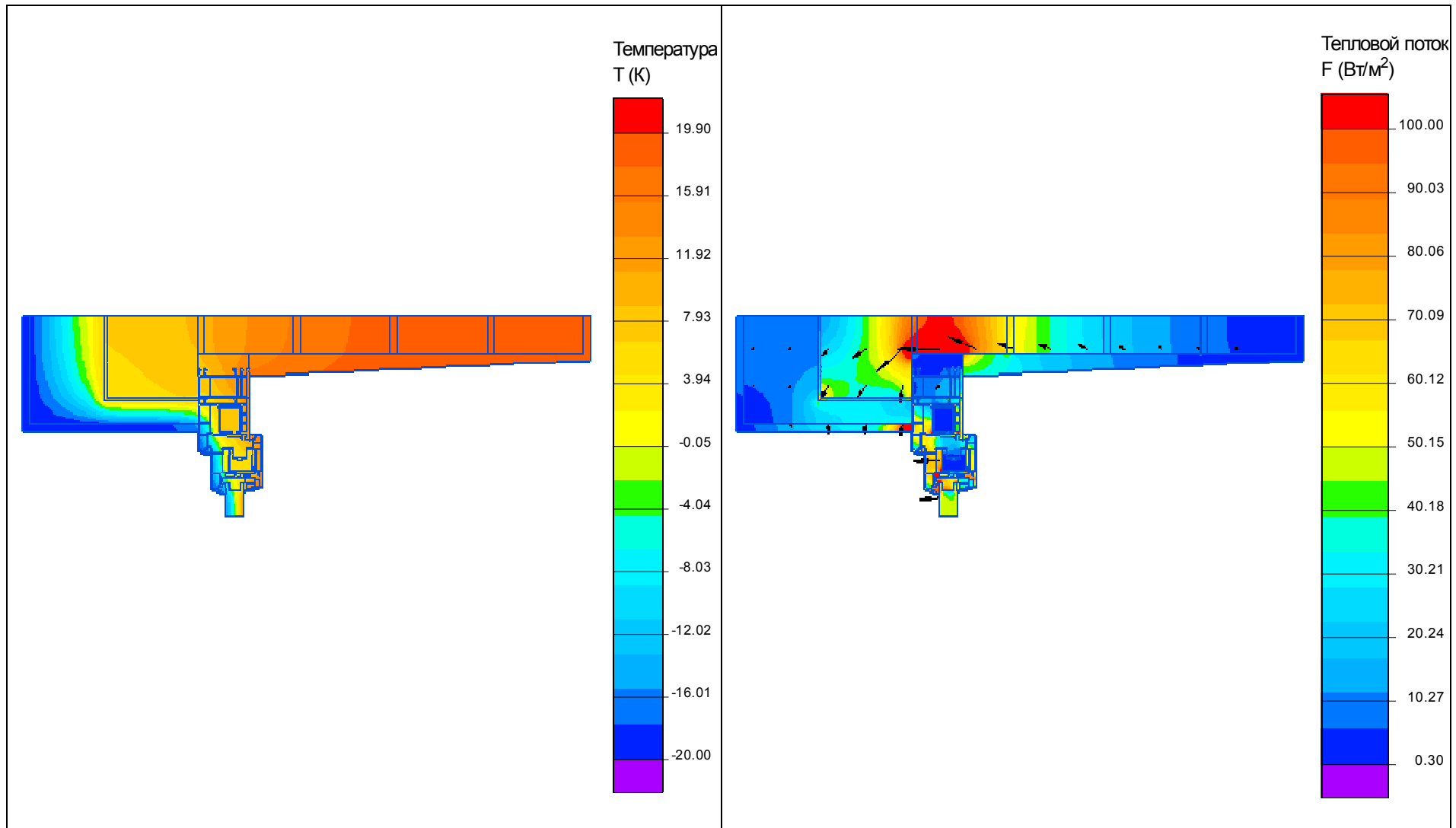


Рисунок 62.а – Картина температурного поля

Рисунок 62.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 63

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,181</b>	0,175	0,173	0,173
	0,04	0,195	0,188	0,186	0,187
	0,045	0,208	0,201	0,199	0,199
	0,05	0,22	0,212	0,21	0,211
	0,055	0,231	0,223	0,221	0,222
	0,06	0,242	0,233	0,231	0,232
	1 – залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 8 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				

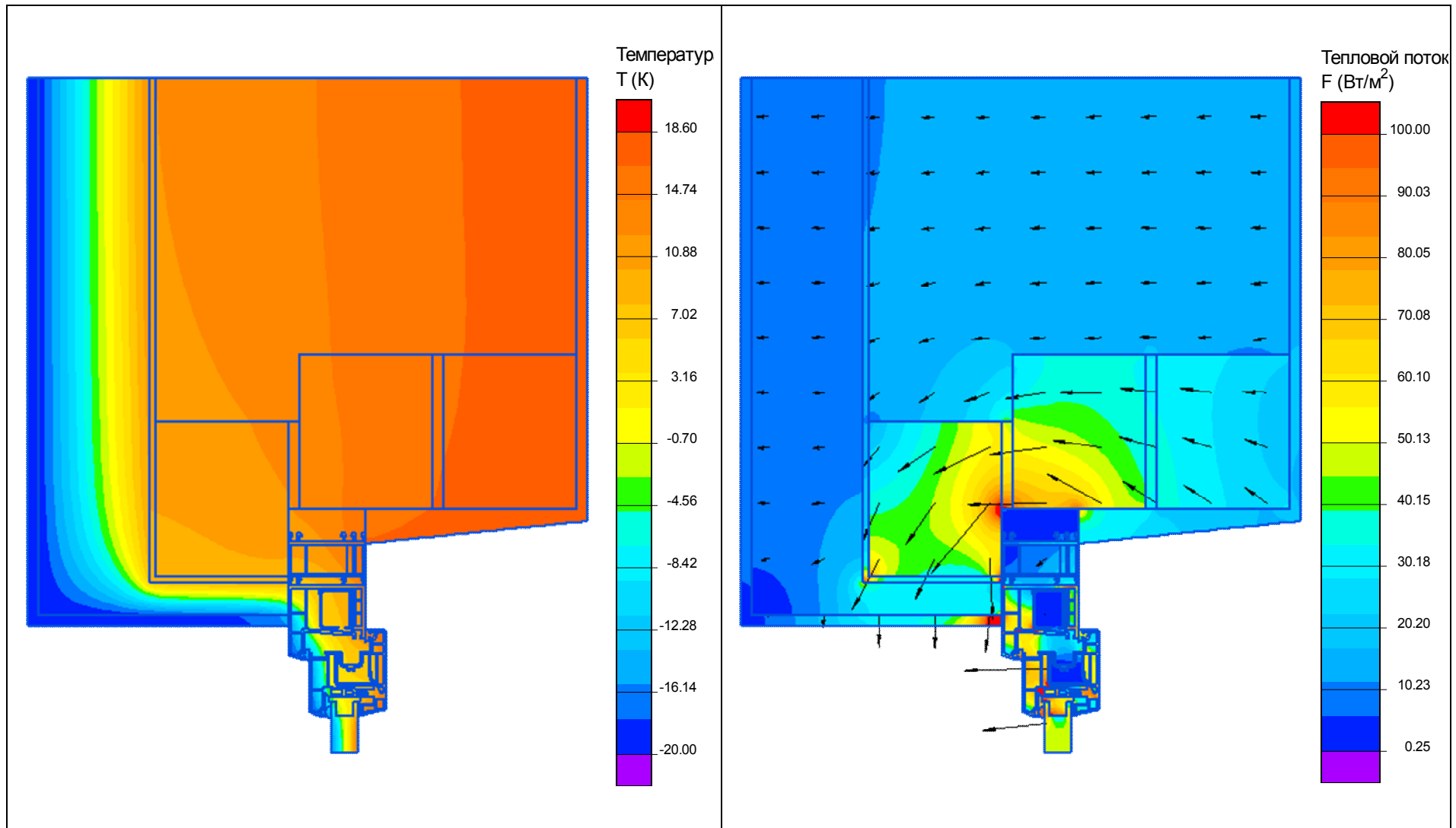


Рисунок 63.а – Картина температурного поля

Рисунок 63.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 64

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,178</b>	0,17	0,169	0,169
	0,04	0,192	0,183	0,182	0,181
	0,045	0,204	0,195	0,194	0,194
	0,05	0,216	0,207	0,205	0,205
	0,055	0,227	0,217	0,216	0,216
	0,06	0,238	0,227	0,226	0,225
	1 – залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 8 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				



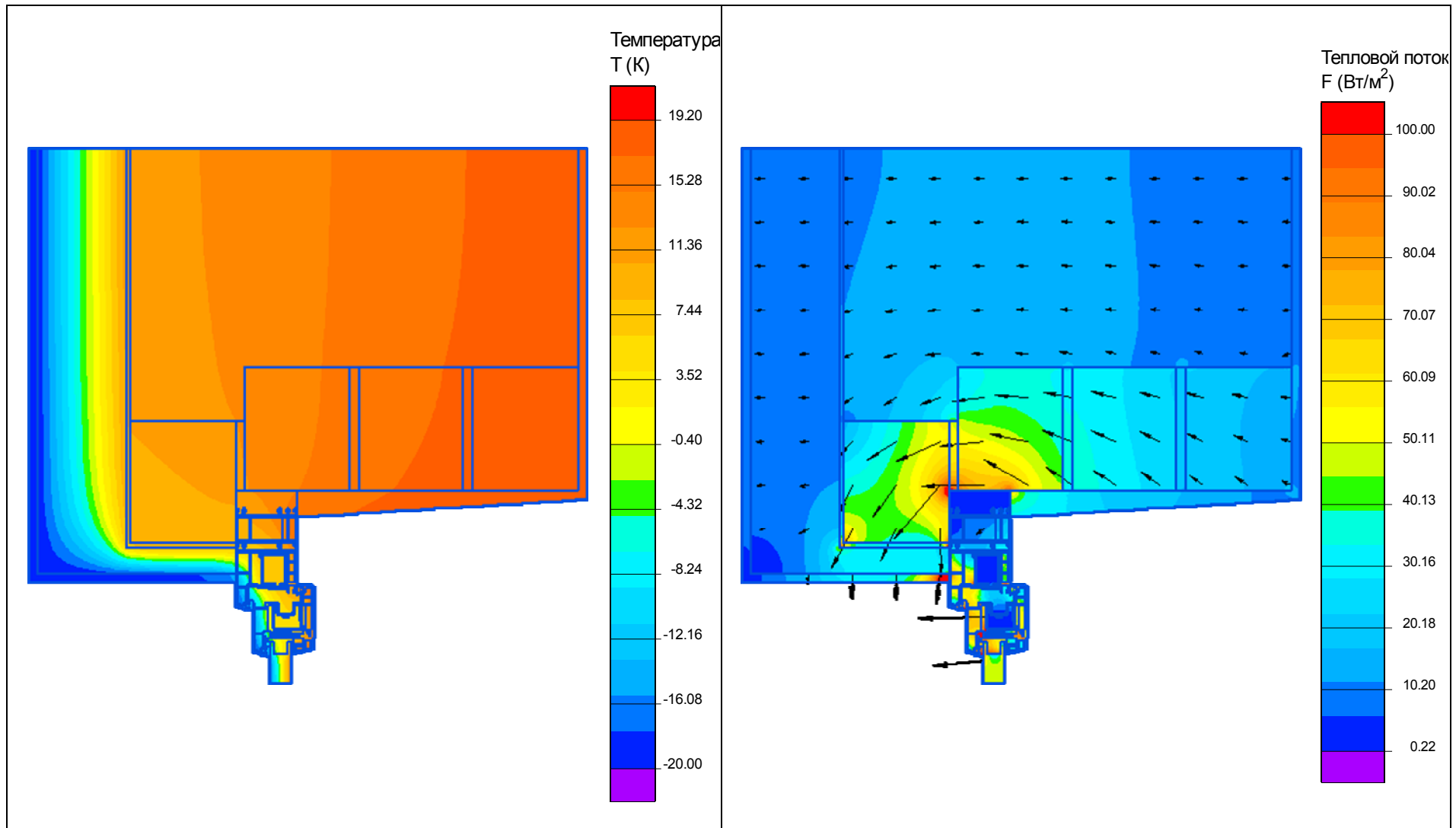


Рисунок 64.а – Картина температурного поля

Рисунок 64.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 65

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,176</b>	0,168	0,167	0,166
	0,04	0,19	0,181	0,18	0,179
	0,045	0,203	0,194	0,192	0,191
	0,05	0,215	0,205	0,203	0,202
	0,055	0,226	0,215	0,214	0,213
	0,06	0,236	0,225	0,223	0,223
1 – залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 8 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .					

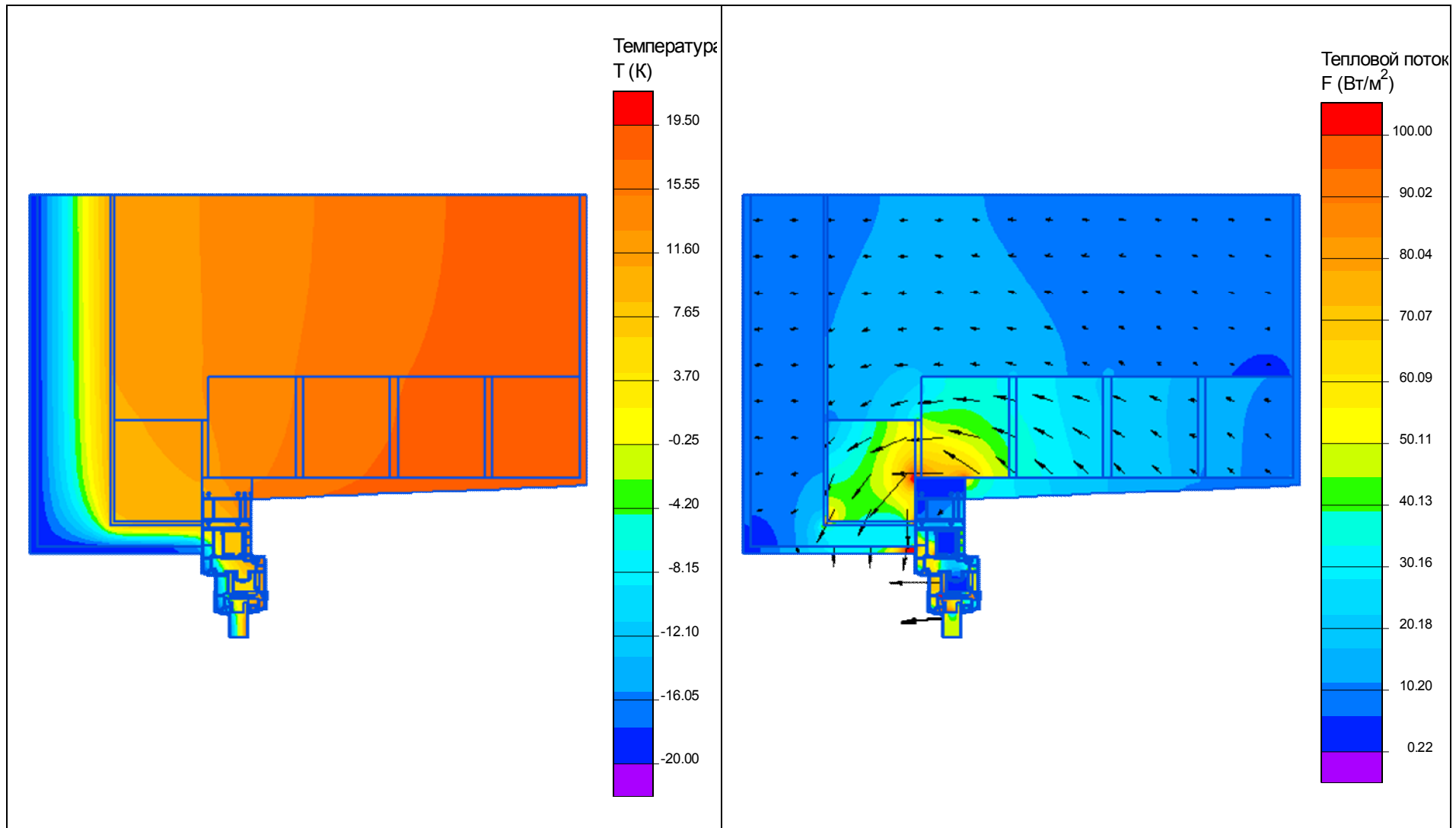


Рисунок 65.а – Картина температурного поля

Рисунок 65.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 66

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,211</b>	0,197	0,192	0,189
	0,04	0,229	0,213	0,208	0,205
	0,045	0,245	0,229	0,222	0,219
	0,05	0,26	0,243	0,237	0,233
	0,055	0,275	0,257	0,25	0,246
	0,06	0,289	0,27	0,263	0,259
1 – залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 8 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .					

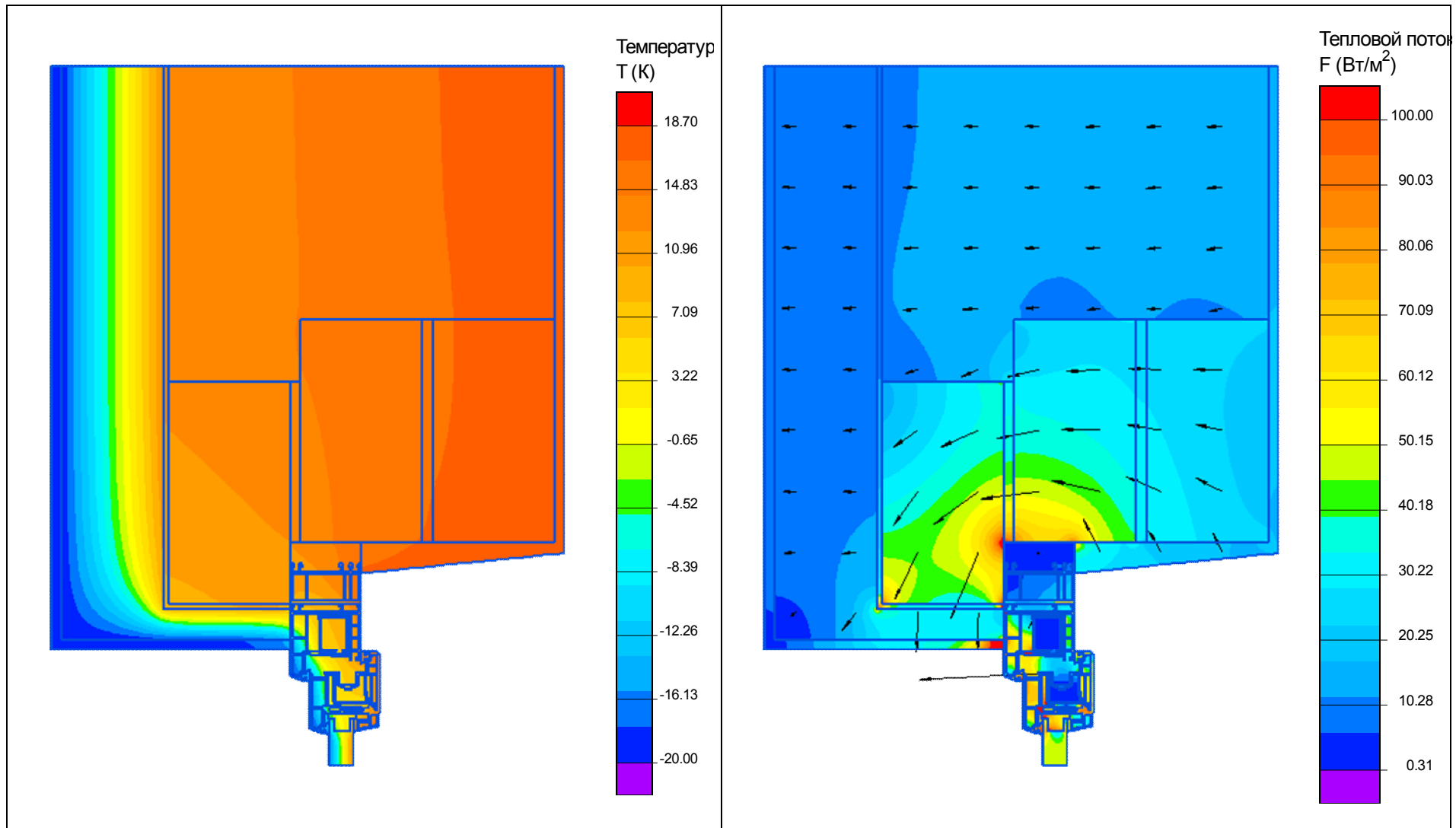


Рисунок 66.а – Картина температурного поля

Рисунок 66.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 67

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,207</b>	0,193	0,187	0,184
	0,04	0,224	0,209	0,203	0,199
	0,045	0,241	0,224	0,217	0,214
	0,05	0,256	0,238	0,23	0,227
	0,055	0,27	0,251	0,243	0,24
	0,06	0,283	0,264	0,255	0,251
	1 – залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 8 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				

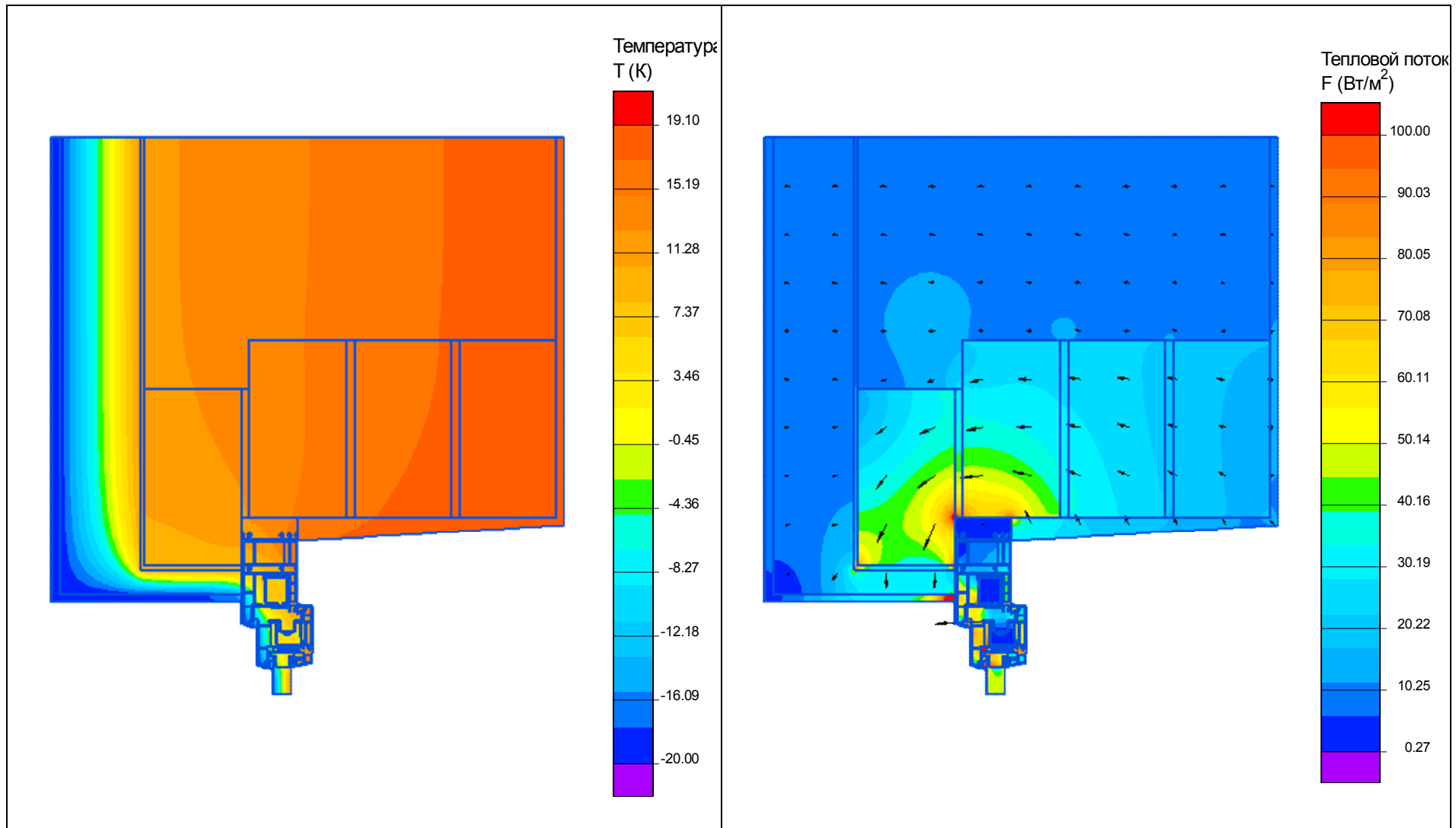


Рисунок 67.а – Картина температурного поля

Рисунок 67.б – Картина поля теплового потока

Таблиця 68

## Примикання вікна до стіни в зоні перемички

Схема теплопровідного включення	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару				
	Розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина, мм, теплоізоляції зовнішньої стіни, дут			
		100	150	200	250
	0,035	<b>0,204</b>	0,19	0,185	0,182
	0,04	0,222	0,206	0,2	0,197
	0,045	0,238	0,22	0,214	0,211
	0,05	0,253	0,234	0,228	0,224
	0,055	0,267	0,247	0,24	0,236
	0,06	0,28	0,26	0,252	0,248
	1 – залізобетон $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; 2 – теплоізоляційний шар; 3 – штукатурка $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$ ; 4 – опоряджувальний шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 5 – монтажна піна $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$ ; 6 – клейовий шар $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 7 – цементно-піщаний розчин $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ; 8 – цегла $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ .				



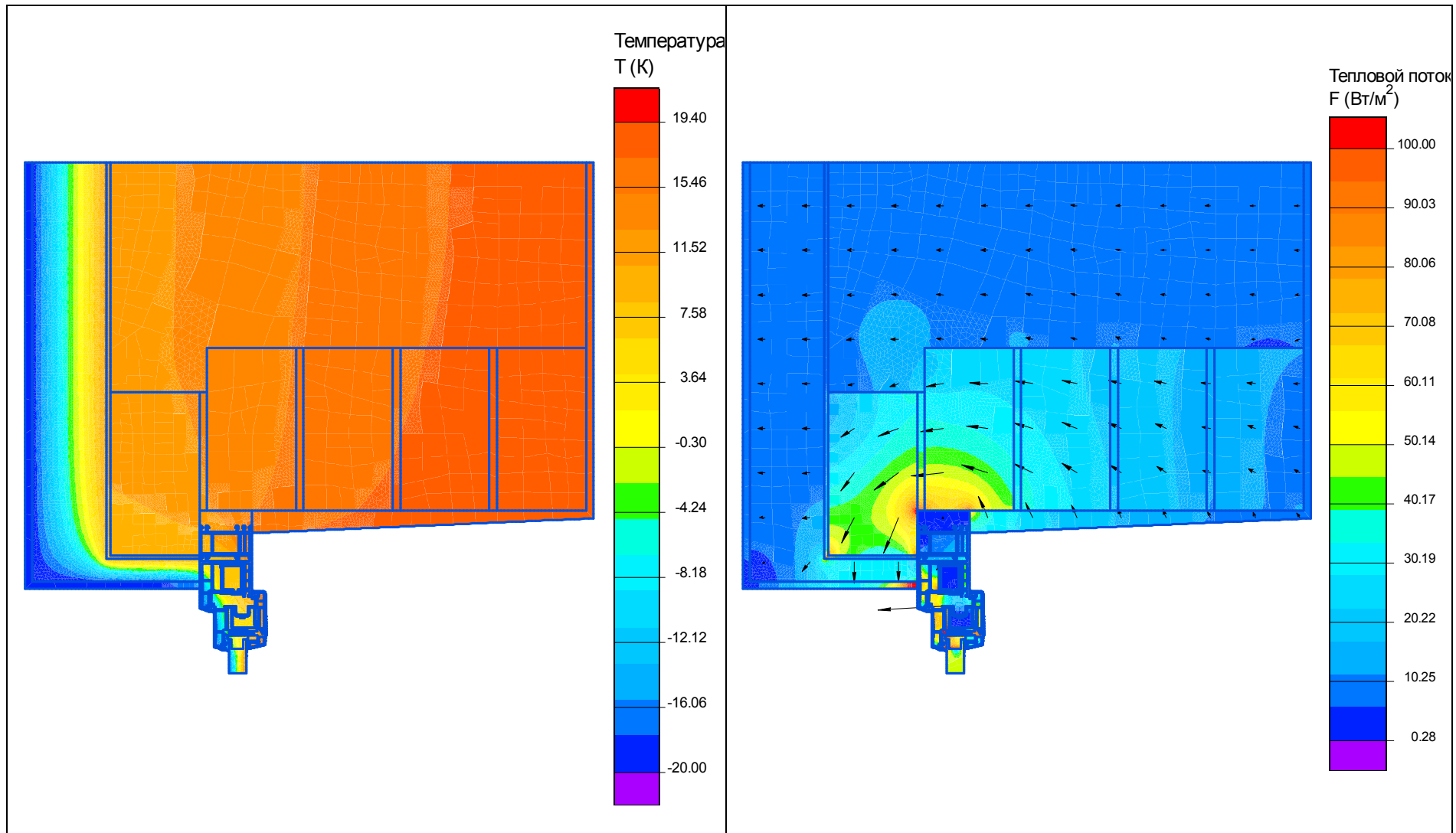


Рисунок 68.а – Картина температурного поля

Рисунок 68.б – Картина поля теплового потока

1. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. – 51 с.
2. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2022. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 23 с.
3. ДСТУ ISO 10211-1:2005 Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 38 с.
4. ДСТУ ISO 10211-2:2005 Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с.
5. ДБН В.2.6-33: 2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 24 с.
6. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. - 13 с.
7. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 29 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-36:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 25 с.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



### **Семко Олександр Володимирович**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівництва та цивільної інженерії Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Професор Олександр Семко керівник напрямку досліджень «Надійність комплексних конструкцій. Реконструкція та ризики». Дослідження здійснюються з питань: вивчення надійності комплексних конструкцій при врахуванні та забезпеченні сумісної роботи несучих і огорожувальних елементів; дослідження надійності конструкцій, що утворюються при підсиленні та реконструкції будівель і споруд. Опубліковано понад 350 публікацій, з них 6 монографій, 3 навчальні посібники, співавтор ДБН та ДСТУ.



### **Філоненко Олена Іванівна**

доктор технічних наук, професор кафедри будівництва та цивільної інженерії Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Науковим напрямом роботи є інноваційні методи зниження тепловтрат будівлями, розробка енерго- й ресурсозберігаючих конструктивних рішень будівель, методологій з раціонального використання природного середовища, енергоефективного будівництва з природних матеріалів й ін. Опубліковано понад 70 публікацій, 4 навчальні посібники та монографія, співавтор ДСТУ.



### **Юрін Олег Іванович**

кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Наукові інтереси Юріна О.І. направлені на вдосконалення конструкцій покриття будівель холодильників, дослідження температурних полів складних ділянок огорожувальних конструкцій, уточнення методів розрахунку теплофізичних параметрів теплоізоляційної оболонки будівель та ін. Є автором понад 90 наукових та навчально-методичних робіт.



### **Магас Наталія Миколаївна**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Науковий співробітник кафедри конструкцій будівель Словацького технічного університету в Братиславі. Є автором понад 60 наукових та навчально-методичних робіт. Наукові інтереси направлені на дослідження сталезалізобетонних конструкцій з зовнішнім листовим армуванням, міцність і довговічність кам'яних стін при температурно-вологісних впливах, технічна експлуатація будівель і споруд.