



**Айтбаев Қ.,
Абдулманапова Д.**

**ЖАЗЫҚ ДЕНЕДЕГІ
ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ
ӨРІСКЕ ҚОРШАҒАН
ОРТАНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ
ЕСЕБІНІҢ ҚОЙЫЛУЫ**

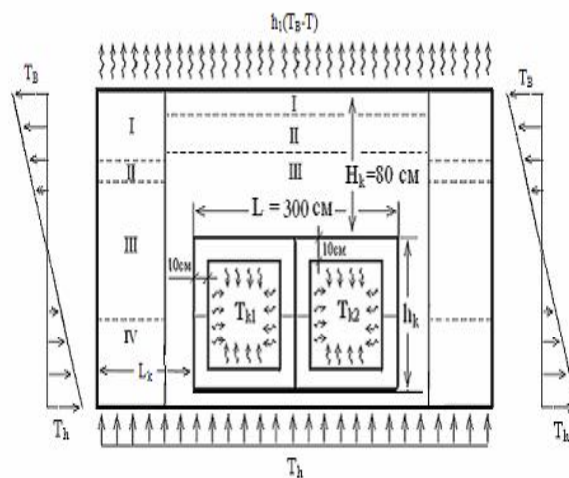
В работе ставится задача определения влияния температуры окружающей среды на формирование температурного поля в многоконтурном плоском теле.

The paper seeks to determine the effect of ambient temperature on the formation of the temperature field for multi planar body.

Жер қабатының жоғарғы қыртысында өтіп жататын алуан процестердің қоршаған ауаның температурасына байланысты өзгеру заңдылықтарын зерттеу математикалық физика ғылымының негізгі есептерінің бірі болып табылады. Бұл процестер күн қызуының тәуліктік, айлық және жылдық өзгеру циклымен тығыз байланыста болады.

Циклды өзгеріске ұшырайтын процестердің біреуі [1] жұмыста қарастырылған. Бұл жерде зерттеу аймағы ретінде жер асты жылу тарату жүйесінің үстіне салынған көпқабатты автомобиль жолының құрылымы алынады. Мұндай құрылымдағы температуралық өріс бір жағынан жер бетіндегі ауаның температурасына байланысты қалыптасатын болса, екінші жағынан оның деңгейіне жер асты қызу көзі, жылу тарату жүйесінің құбырларының температурасы әсер етеді.

Есептің математикалық қойылымын жасау үшін зерттеу аймағының есептеу схемасын келтірейік (1 сурет).



1 сурет. Шартты белгілеулер: I – екіқабатты асфальтбетон, II – қатты жыныстардан жасалған қиыршық тас, III – құм араласқан қиыршық тас, IV – табиғи топырақ, T_B – сыртқы ауаның температурасы, T_h – h м тереңдіктегі топырақтың температурасы, T_{k1} мен T_{k2} – коллекторлардың ішіндегі ауаның температурасы, $h_k=1.40$ м темірбетон коллекторлардың жалпы биіктігі.

Есептеу схемасында жерасты жылу тарату жүйесінің ыстық су мен салқындаған су жүретін құбырларын қоршап тұратын төртбұрышты темірбетон коллекторлар



көрсетілген. Коллекторлардың ішіндегі ауаның температурасы T_{k1} мен T_{k2} арқылы белгіленген.

Математикалық физиканың есептерін шекті элементтер әдісімен шешу барысында ең маңызды мәселе зерттеу аймағының шекараларын тағайындау мен шекаралық шарттарды негіздеу болып табылады. Себебі, егер аналитикалық тәсілдерде есептеу аймағының шекарасы шексіздікте орналасқан деп, ал ізделіп отырған шамалардың шекаралардағы мәндері олардың шекті мәндеріне тең деп жорамалдауға болса, вариациялық есептерді сандық әдістермен шешу кезінде зерттеу аймағының шекаралары нақты анықталған болуы шарт. Сонымен бірге, шекаралық шарттар да нақты шекаралық нүктелерге қатысты тағайындалуы тиіс.

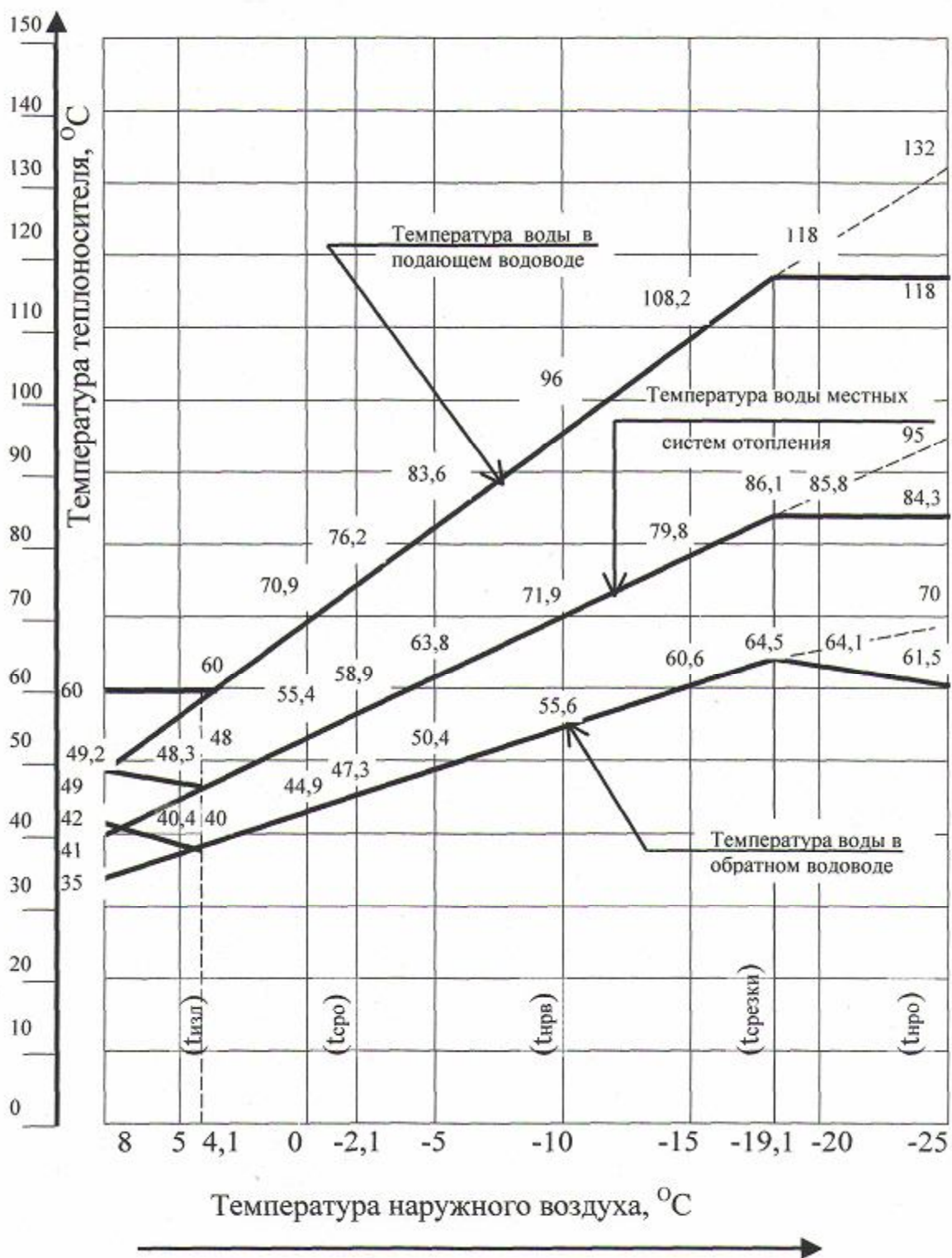
Жерасты жылу көзінің үстіне салынған жол құрылымының 1-ші суретте келтірілген есептеу схемасына сәйкес жылуөткізгіштік есебін шешу үшін төрт түрлі шекаралық шарттар тағайындалуы керек. Ол – зерттеу аймағының вертикал шекаралары мен табанындағы шарттар, жер бетіндегі жылу алмасу шарттары және темірбетон коллекторлар ішіндегі жылуалмасу шарттары (1 сурет).

Сыртқы ауаның температурасы конвективті жылу алмасу арқылы $h_1(T_B - T)$ заңдылығы бойынша ескеріледі. Бұл жерде h_1 – сыртқы ауа мен асфальт жамылғы арасындағы конвективті жылуалмасу коэффициенті, T_B – сыртқы ауаның температурасы. Ал темірбетон коллекторлар ішіндегі жылуалмасу процесі $h_2(T_{k1} - T)$ немесе $h_2(T_{k2} - T)$ заңдылықтары бойынша жүреді.

Зерттеу аймағының табанындағы шекаралық шарттарды тағайындау кезінде белгілі бір тереңдікте топырақтың температурасы жыл бойы өзгермей, бірқалыпты T_h шамасында сақталатыны [1] ескеріледі.

Вертикал қабырғалардағы шекаралық шарттарды алғашында жер бетіндегі ауаның T_B температурасымен топырақтың h тереңдіктегі T_h температурасына дейін сызықтық заңдылықпен өзгереді деп қабылдауға болады. Ол үшін алдымен зерттеу аймағының горизонтал бағыттағы шекарасын тағайындау керек. Бұл шекараны [1] жұмыстың нәтижелеріне қарап тағайындасақ, онда ол жерасты коллекторлардың вертикал қабырғасынан $L_k = 4,45$ м шамада алыстатылуы керек екен. Дәл осылайша зерттеу аймағының табанының 5.95 метр тереңдікте орналасуы қажет екенін дәлелдейміз.

Жерасты жылу тарату коллекторларының ішіндегі ауаның температурасын анықтау үшін [1] жұмыста келтірілген мәліметтерді пайдаланамыз. Жұмыста Алматы қаласы бойынша жылумен қамтамасыз ету мекемесінің жылу тарату құбырларындағы температура мен сыртқы ауаның температурасы арасындағы байланыс график түрінде берілген (2 сурет). Графиктен сыртқы ауаның температурасы неғұрлым төмендеген сайын жылу жүйесіне берілетін судың температурасы жоғарылай түсетіні көрінеді.



2 сурет. Жылумен қамтамасыз ету жүйесіндегі жылуды беру графигы

Графиктің жоғарғы сызығында сыртқы ауаның температурасы мен жылу тарату жүйесіндегі ыстық судың ($T_{\text{тік}}$), ал төменгі сызығында сыртқы ауаның температурасы мен салқындап қайтқан судың



($T_{кері}$) температурасының арасындағы байланыс график түрінде көрсетілген. Егер осы графикалық байланысты аналитикалық түрге келтірсек төмендегі бөлшекті-сызықтық функциялар жинағын аламыз:

$$\begin{aligned}
 & \text{егер } T_B \geq 4.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } 60 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 T_{тік} = & \text{егер } 4.1 \text{ } ^\circ\text{C} > T_B \geq -19.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } -2.5 \cdot T_B + 70.9 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 & \text{егер } T_B < -19.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } 118 \text{ } ^\circ\text{C}. \\
 \\
 & \text{егер } T_B \geq 4.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } 0.51 \cdot T_B + 37.9 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 T_{кері} = & \text{егер } 4.1 \text{ } ^\circ\text{C} > T_B \geq -19.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } -1.06 \cdot T_B + 44.9 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 & \text{егер } T_B < -19.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } 0.51 \cdot T_B + 74.21 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (1)
 \end{aligned}$$

Жерасты коллекторлардың ішіндегі ауаның $T_{к1}$ мен $T_{к2}$ температуралары мен сыртқы ауаның температурасының арасындағы байланысты анықтау үшін [2] жұмыста келтірілген табиғи эксперименттің графикалық нәтижелерін пайдаланамыз. Сонда бөлшекті-сызықтық функциялар түрінде көрсетілген келесі заңдылық алынады:

$$\begin{aligned}
 T_{к1} = & \text{егер } 4.1 \text{ } ^\circ\text{C} > T_B \geq -19.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } -0.93 \cdot T_B + 48.51 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 & \text{егер } T_B < -19.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } 66.28 \text{ } ^\circ\text{C}. \\
 \\
 T_{к2} = & \text{егер } 4.1 \text{ } ^\circ\text{C} > T_B \geq -19.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } -0.69 \cdot T_B + 30.69 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 & \text{егер } T_B < -19.1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ болса, онда } 0.51 \cdot T_B + 53.61 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2)
 \end{aligned}$$

Осымен жерасты жылу тарату жүйесінің үстіне орналасқан жол құрылымындағы температуралық өрісті анықтау есебінің математикалық моделі құрылды. Енді тек шекті элементтер әдісі бойынша зерттеу аймағын дискреттеуге қажетті мәліметтерді тағайындап, есептеу программасын іске қосу қалады. Мысалы, шекті элементтер жиынын алу үшін зерттеу аймағын 30 горизонтал және 65 вертикал түзу сызықтар арқылы реттелген торға ойша бөліп тасталынып, нәтижесінде 1950 түйіндік нүктелер алынады.

Әдебиеттер:

1. Турсумбекова Х.С. Исследование температурного режима городской дорожной конструкции с подземным теплопроводом: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Алматы: 2003. - 141 с.
2. Айталиев Ш.М., Телтаев Б.Б., Айтбаев К., Турсумбекова Х.С. О комплексном исследовании температурного режима городских дорожных конструкций над подземным теплопроводом//Известия вузов. Строительство. - Новосибирск, 2003. №12. С. 66-70.