

СТЕРЖЕНЬНИҢ ЖЫЛУ МЕХАНИКАЛЫҚ КҮЙІН АНЫҚТАЙТЫН БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ӨНІМНІҢ ИНТЕРФЕЙСІН ӨНДЕУ

НҰРЛЫБАЕВА Э. Н.¹, ТАШЕНОВА Ж. М.², АМАНЖОЛОВА Ш. А.³,
САТЫМБЕКОВ М. Н.⁴

¹Т.Қ. Жүргенев атындағы Қазақ Ұлттық өнер академиясы, 050000, Алматы, Қазақстан

²Л. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, 010000, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

³Құрманғазы атындағы Қазақ Ұлттық консерваториясы, 050000, Алматы, Қазақстан

⁴әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, 050000, Алматы, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада жасалған бағдарламалық кешенінің көмегімен көптеген өндіріс орындарындағы немесе стратегиялық қондырғылардағы стерженьдік құрылым элементтердің температура әсерінен жылу механикалық күйін алдын ала біліп, оны зерттеп, қанишалықты ұзаратынын не қысқаратынын, қанишалықты деформацияға ұшырайтынын, сығушы күш пен созушы күштердің мәндері қанишалықты болатынын инженер маман үшін таптырмайтын құрал екендігі анық білінетіні көрсетілген.

Түйінді сөздер: ақпараттық қауіпсіздік, бағдарламалық тілі, шекті элементтер әдісі, интерфейс, мәліметтер қоры, деформация, жылу өткізгіштік, жылу ағыны, жылудан оқшауланған.

ИНТЕРФЕЙСНАЯ ОБРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТЕРЖНЯ

НУРЛЫБАЕВА Э.Н.¹, ТАШЕНОВА Ж.М.², АМАНЖОЛОВА Ш.А.³,
САТЫМБЕКОВ М.Н.⁴

¹ Казахская Национальная академия искусств им. Т.К. Жургенова, 050000, Алматы, Казахстан

²Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 010000, Нур-Султан, Казахстан

³Казахская Национальная консерватория им. Курмангазы, 050000, Алматы, Казахстан

⁴Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, 050000, Алматы, Казахстан

Аннотация. С помощью программного обеспечения, разработанного в статье, ясно, что стержневая конструкция на многих производственных объектах или стратегических объектах является незаменимым инструментом для инженера для прогнозирования термомеханического состояния элементов под воздействием температуры.

Ключевые слова: информационная безопасность, язык программирования, метод предельных элементов, интерфейс, база данных, деформация, теплопроводность, тепловой поток, теплоизоляция.

INTERFACE PROCESSING OF SOFTWARE PRODUCTS, DETERMINING THE HEAT AND MECHANICAL STATE OF THE ROD

NURLYBAYEVA E.N.¹, TASHENOVA Zh.M.², AMANZHOLLOVA Sh.A.³,
SATYMBEKOV M.N.⁴

¹Kazakh National Academy of Arts named after T.K. Zhurgenev, 050000, Almaty, Kazakhstan

²L. Gumilyov Eurasian National University, 010000, Nur-Sultan, Kazakhstan

³Kazakh National Conservatory named after Kurmangazy, 050000, Almaty, Kazakhstan

⁴Al-Farabi Kazakh National University, 050000, Almaty, Kazakhstan

Abstract. With the help of the software developed in the article, it is clear that the pivot structure at many production facilities or strategic sites is an indispensable tool for the engineer to predict the thermomechanical state of elements under the influence of temperature.

Key words: *information security, programming language, limit element method, interface, database, deformation, thermal conductivity, heat flux, thermal insulation.*

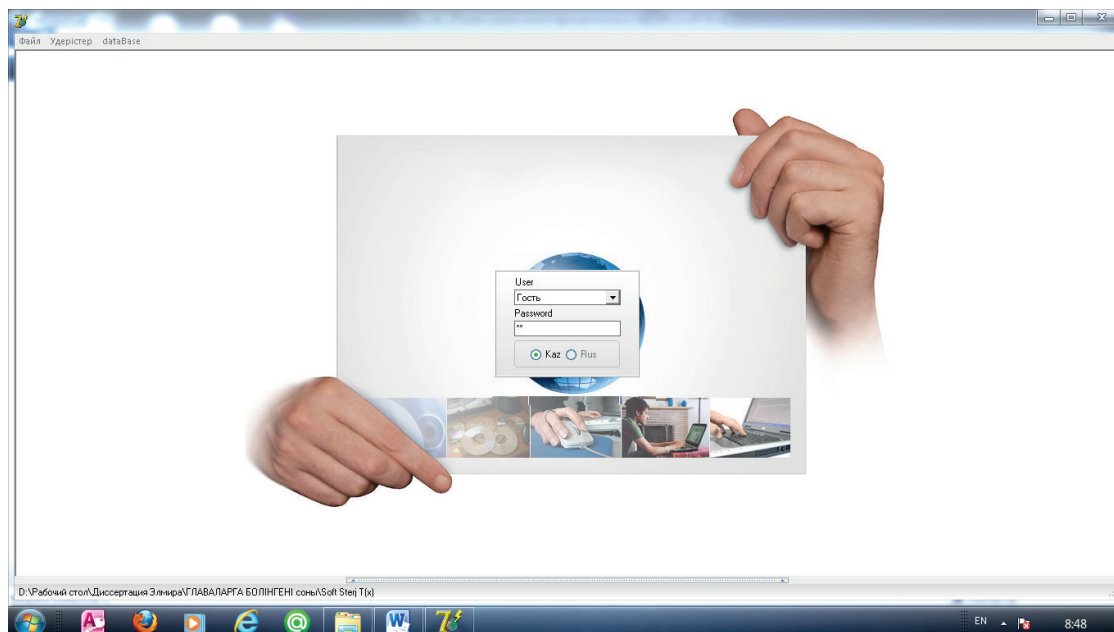
Кіріспе

Бұл ғылыми жұмыстың ерекшеліктерін ескере отырып, оған бағдарламалық кешенді жасауда Delphi 7 нұсқасын қолдану қолайлы болды. Сол себепті бағдарламалық кешен Delphi 7 нұсқасында жасалды. Delphi 7 объектіге бағытталған бағдарламалық тілі қазіргі таңда көп тараған тілдік бағдарлама. Delphi 7-де бізге қолайлылық туғызатын көптеген элементтері мен компоненттері және сондай-ақ мәліметтер қорын басқару жүйесі де бар.

Бағдарламамен жұмыс жасау үшін бізге Project1.exe файлын іске қосу қажет. Бағдарлама қосылғанда, төмендегі терезе ашылады

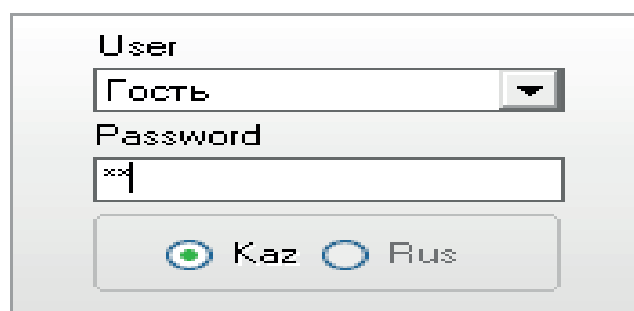
(1 сурет). Бағдарламаны қолдануда бізден арнайы логин мен құпия сөз (пароль) сұрайды. Ол бағдарламаны қолдану барысында қауіпсіздігін сақтау үшін керек. Логин ретінде қолданушының аты-жөні сұралады. Оны біз таңдаймыз.

Жоғарыда айтқандай терезенің ортасында қолданушы мен құпия сөзді сұрайтын шағын терезе бөлігі орналасқан (2 сурет). Бұл бөлікте екі қолданушы орналасқан бірінші **Администратор** екіншісі **Гость**. Администратор бізге бағдарламаны баптау үшін қажет. Ал Гость барлық қолданушыға қолдануға рұқсат беретін қолданушы [1].



1 сурет. Бағдарламаға ену терезесі (негізгі терезе)

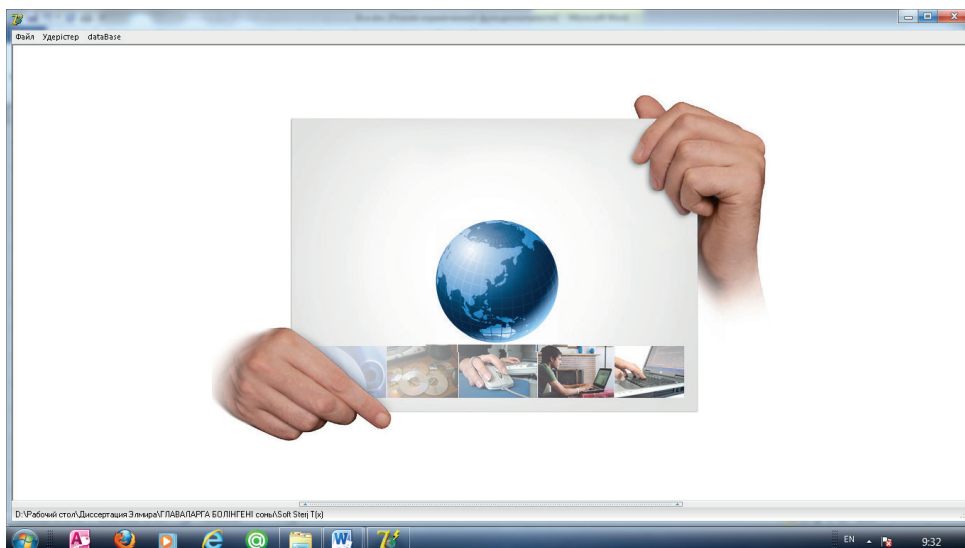
Біз құпия сөзді дұрыс ендіrmесек, бағдарламамен жұмыс істеуге мүмкіндік бермейді.



2 сурет. Құпия сөзі бар терезе

Құпия сөзді бұрыс ендіріп жазған уақытта, бағдарлама автоматты түрде бағдарламаны жұмыс істеуге дайындап қосып береді. Бұл жерде Ok немесе Да деген батырмалар жоқ.

Құпия сөзі дұрыс болып ары қарай жұмысты істеуге рұқсат бергеннен соң, бізге мынадай терезе толығымен қосылады (3 сурет).



3 сурет. Бағдарламаны қолданудың негізгі алаңы

Негізгі бөлім

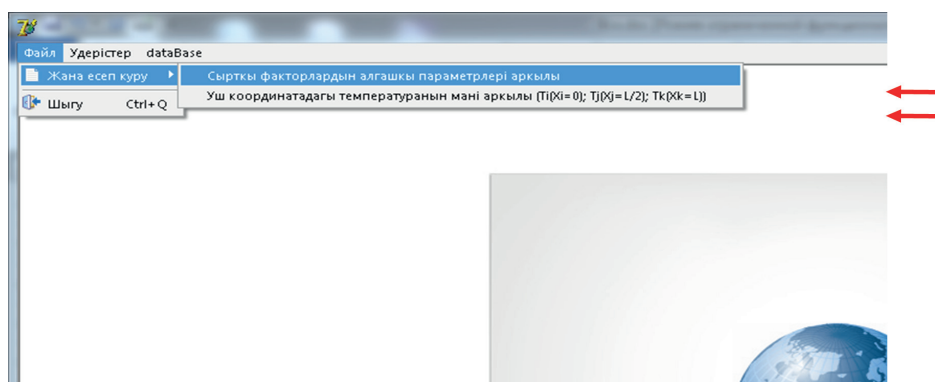
Бағдарлама негізінен үлкен үш бөліктен тұрады (4 сурет):

1. Файл
2. Үдерістер
3. DataBase

Үш бөліктің әрқайсысы өзіндік жұмыстар атқарады. Енді соларға жеке-жеке тоқталайық.

1. Бірінші бөлігі Файл деп аталады (4 сурет). Бұл бөлікте, есепті екі нұсқада құруға мүмкіндігі бар:

1. Сыртқы факторлардың алғашқы параметрлер арқылы
2. Үш координатадағы температураның мәні арқылы



4 сурет. Файл бөлігінің ішіндегі Жаңа есеп құру бөлігі

Әрқайсысын жеке-жеке қарастырайық:

«Сыртқы факторлардың алғашқы параметрлер арқылы» бөлігінде біз стерженьнің бойымен жылудың таралу заңдылығын анықтауға

қажетті барлық параметрлердің алғашқы мәндерін ендіру арқылы құрамыз. Алғашқы параметрге жататындар олар мыналар:

- L (см) – стерженьнің жалпы ұзындығы;

- R, a, b, c (см) – стерженьнің көлденең қима ауданын табу үшін қажетті айнымалылар (шеңбердің радиусы, қабырғалардың мәні және т.б.);

- N – стерженьді дискреттеу саны;

K_{xx} (Вт/см · °С) – стержень материалының жылу өткізгіштік коэффициенті;

h (Вт/см² · °С) – стерженьнің сыртқы ортамен жылу алмасу коэффициенті;

T_{co} (°С) – қоршаған сыртқы ортаның температурасы;

$q(x)$ (Вт/см²) – жылу ағынының түсіп тұрған мөлшері;

Q (Вт/см³) – ішкі жылу көзінің мөлшері;

T (°С) – алдын ала берілген температура мәні.

Бұл параметрлердің алғашқы мәнін ендіргеннен соң бағдарлама автоматты түрде өңдеп, жүйеге келтіріп қояды. Бұл бөлімге алдағы уақытта толығырақ тоқталамыз.

«Үш координатадағы температураның мәні арқылы» бұл бөлікте біз стерженьнің

$T(x=0) = T_i$, $T(x=L/2) = T_j$ және $T(x=L) = T_k$ координаталарындағы температураларды ендіру арқылы қалған кез

келген координатадағы температуралардың мәндерінің таралу заңдылығын шекті элементтер әдісі (ШЭӘ) арқылы анықтаймыз.

2. *Екінші бөлігі Үдерістер* деп аталады (5 сурет). Бұл бөлікте нәтижені көруге болады. Ол нәтижелерге мыналар жатады:

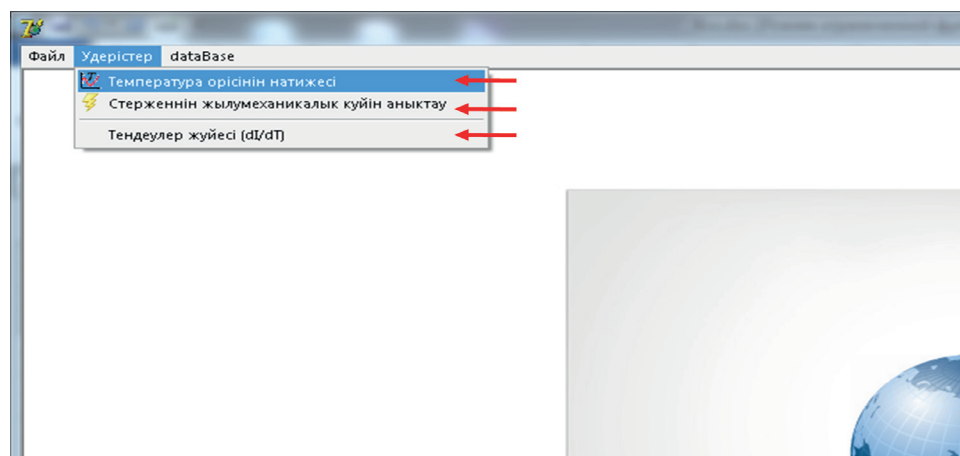
- Температура өрісінің нәтижесі;

- Стерженьнің жылу механикалық күйін анықтау;

- Температураның таралу заңдылығын анықтауда құрылған алгебралық теңдеулер жүйесін шығару.

Сондай-ақ нәтижеден қарап отырып анализ жасауға да болады. Бағдарлама қосылған уақытта бұл бөлікпен жұмыс жасай алмаймыз, себебі біз алғашқы параметрлерді ендірмейінше, нәтижені көре алмаймыз, оны айтпай-ақ математика пәнінен белгілі. Ал алғашқы параметрлердің мәндерін жоғарыда айтып кеткендей екі жолмен беруге болады.

«Температура өрісінің нәтижесі» бөлігінде стерженьнің бойымен температураның таралу заңдылығының графикасы мен сандық мәнін көре аламыз. Осыған орай алынған нәтижелерге анализ жүргізуге де болады.



5 сурет. Үдерістер бөлігінің ішкі бөліктері

«Стерженьнің жылу механикалық күйін анықтау» бөлігінде стерженьнің жылу механикалық күйін ғылыми зерттеулер жүргізуге және нәтижелер алуға болады. Стерженьнің жылу механикалық күйіне мыналар жатады:

$u(x)$ (см) – стержень қималарының жылжулары;

ε_x – серпінділік деформация;

ε_T – температуралық деформация;

ε – ақиқаттық деформация;

σ_x (кг/см²) – серпінділік кернеу;

σ_T (кг/см²) – температуралық кернеу;

σ (кг/см²) – ақиқаттық кернеу;

R (кг) – сығушы немесе созушы күш;

$\Delta \ell_p, \Delta \ell_T$ (см) – стерженьнің жылудан не-

месе созушы-сығушы күштердің әсерінен ұзарудың-қысқарудың мәні;

α ($1/^\circ\text{C}$) – жылудан ұлғаю коэффициенті.

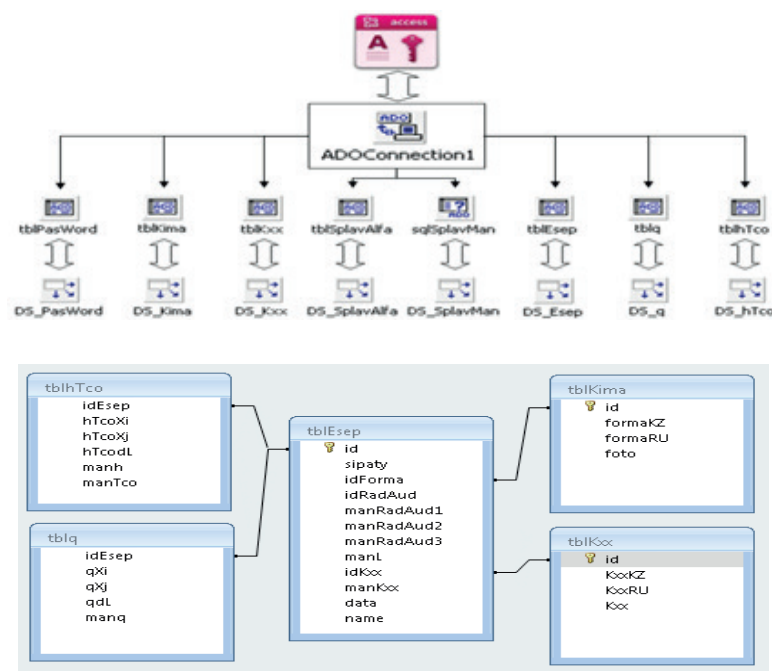
Жоғарыдағы аталғандардың стерженьнің жылу механикалық күйінің барлығы сандық және графикалық түрде нәтижелерін алуға мүмкіндік береді. Нәтижеге қарап ғылыми зерттеулер, талдаулар жасауға болады. Бұл бөлім бір жағынан көп функционалды деп атайды, өйткені біздің мақсатымыз стерженьнің бойымен температурасының таралу заңдылығын анықтау арқылы стерженьнің жылу механикалық күйінің қандай болып табылады. Жылу механикалық күйлердің көптеген компоненттерін қатар анықтау, олардың мәндерін графика және сандық шығару күрделі жүйе болып саналады. Әрбір жылу механикалық күйлердің компоненттері үшін процедуралық және функционалды блоктар құрылған [2].

Сол блоктардың көмегімен пішімі күр-

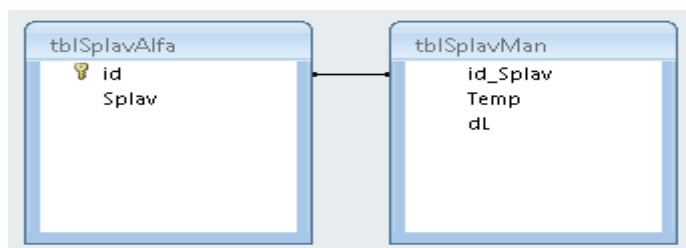
делі болып келетін стерженьдердің бойымен температураны, қималардың жылжуларын, деформация компоненттерін, кернеу компоненттерін, стерженьнің созушы-сығушы күштердің әсерінен ұзаруы мен қысқаруын анықтауға болады.

«Теңдеулер жүйесі dI/dT » бұл бөлікте стерженьнің бойымен температураның және қималардың жылжуларын анықтауда құрылған алгебралық теңдеулер жүйесін шығару, оны көру, талқылау іске асады.

3. *Үшінші бөлім dataBase* деп аталады. Бұл мәзір арқылы деректер қорына қол жеткізе аламыз. Деректер қорында үшінші бөлімнің нәтижесі бойынша жылуөткізгіштік коэффициенті, құймалардың (сплав) маркалары, жылуөткізгіштік коэффициенті, жылу ағыны, жылу алмасу коэффициенттері туралы деректер жинақталған.



6 сурет. Delphi ортасында деректер қорымен байланыс орнату сұлбасы



7 сурет. Кестелер арасындағы байланыс

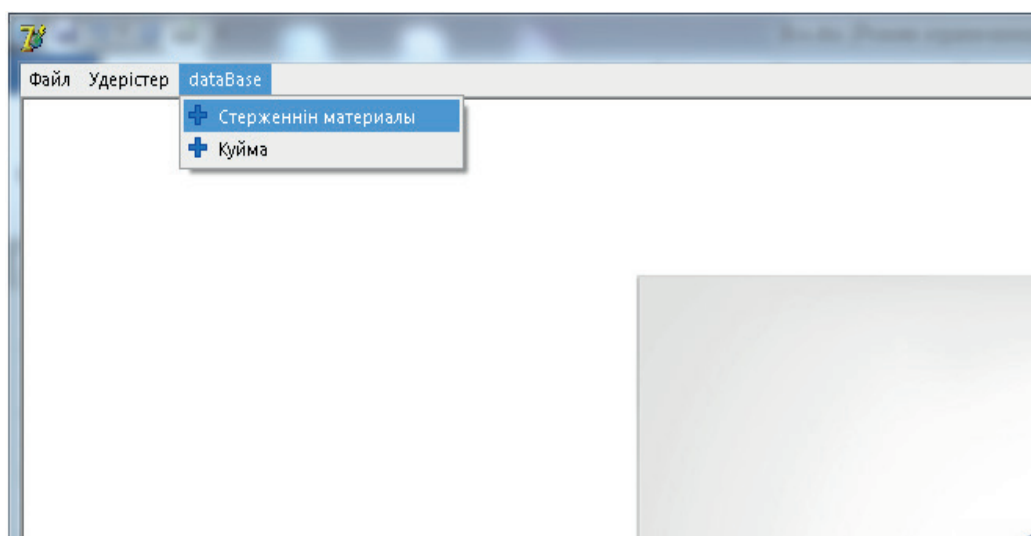
Бұл бөлімнің көмегімен стерженьнің жылуөткізгіштік коэффициенті мен құймалардың (сплав) маркаларының әртүрлі температурада жылудан ұлғаю коэффициенттерін МҚ-ға ендіріп, тіркеп қойсақ болады. Қаласақ МҚ-дан өзгертуге, жоюға болады (8 сурет).

Қолданушы екі бөлімге қол жеткізе алады. Олар:

1. Стерженьнің материалы
2. Құйма

«Стерженьнің материалы» бөлігінде физикада мәндері анықталған материалдардың жылуөткізгіштік коэффициенттері мәліметтер қорына (МҚ) ендіру жүзеге асырылады (9 сурет). Төмендегі суретте стержень материалы орыс және қазақ тілінде ендіріледі. Сондай-ақ әрбір материалдың жылуөткізгіштік коэффициенттері де МҚ ендіреді.

Бұл терезе мәліметтер қорымен байланыс жасайтын интерфейсі болып табылады.



8 сурет. dataBase бөлігінің ішкі бөліктері

«Құйма» бөлігінде қазіргі таңда ыстыққа төзімді құймалардың маркалары мен олардың сан түрлі температурада жылудан ұлғаю

коэффициенттерінің мәндері МҚ ендіріледі (9, 10 сурет).

Жан Сактау Жою Болдырмау Шығу

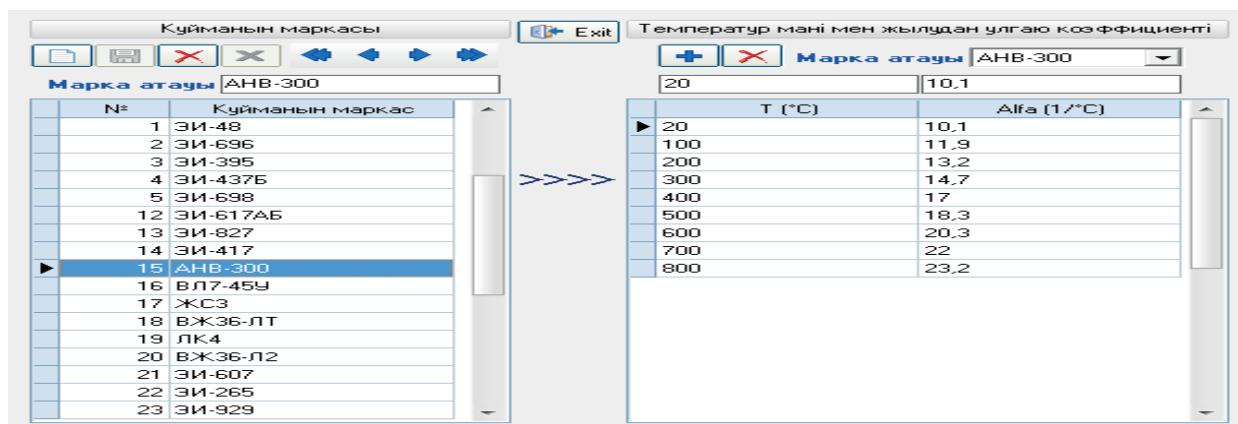
Стержень материалының казакша атауы

Стержень материалының казакша атауы

Материалдың жылуоткізгіштік коэффициенті

N°	Казакша атауы	Орысша атауы	Kxx
1	Бас?а	Другой	
2	Темір	Железо	74,4000015258789
3	Мыс	Медь	389,600006103516
4	Алюминий	Алюминий	209,300003051758
5	Алтын	Золото	312,799987792969
6	K?mic	Серебро	418,700012207031
7	Жез	Латунь	85,5
8	Болат	Сталь	45,4000015258789
9	Шойын	Чугун	62,7999992370605
10	fgdfgdfg		

9 сурет. Стерженьнің материалдарының жылуөткізгіштік коэффициенттерін МҚ ендіру



10 сурет. Ыстыққа төзімді құймалардың маркасы мен олардың әртүрлі температурада жылудан ұлғаю коэффициенттерінің мәндері МҚ ендіру интерфейсі

Енді біз *Файл* бөліміндегі «Сыртқы факторлардың алғашқы параметрлер арқылы» ендіру бөлігімен қалай жұмыс жасайтынына тоқталайық. Ол үшін *Файл*→*Сыртқы факторлардың алғашқы параметрлер арқылы* нұсқауын орындаймыз. Сол кезде төмендегі 11 сурет ашылады. Бұл терезе негізгі 5 бөліктен тұрады. Олар:

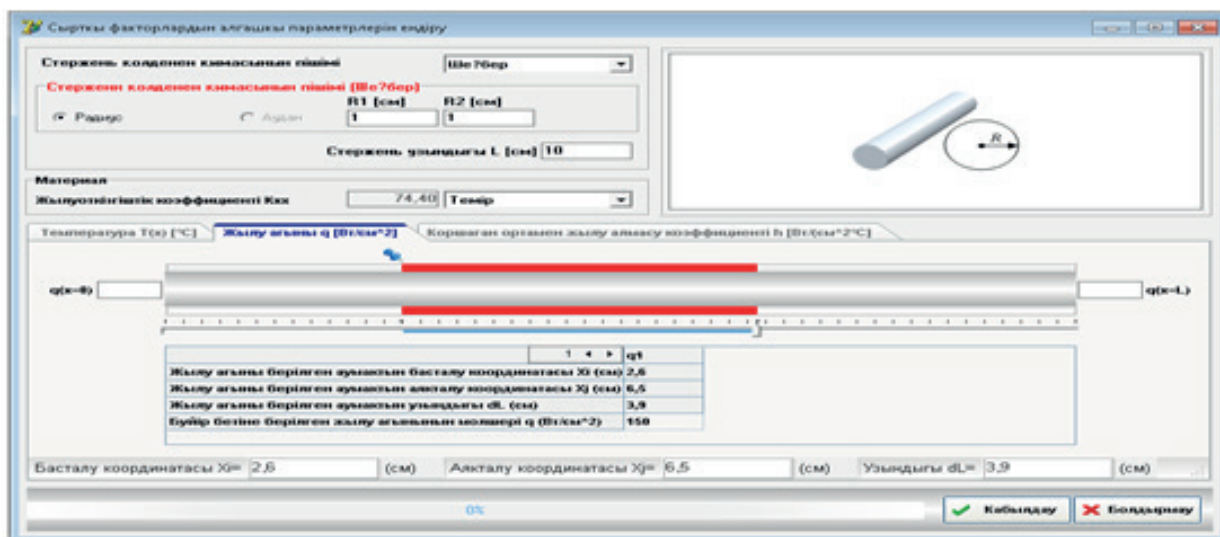
1. Стерженьнің көлденең қима пішімі мен оның параметрлерін және жалпы ұзындығын ендіру
2. Стерженьнің жылуөткізгіштік коэффициентін (жасалу материалы) ендіру;

3. Белгілі болған температура мәндерін ендіру;

4. Қандайда бір ауданға түсіп тұрған жылу ағынының мөлшерін ендіру;

5. Сыртқы ортамен жылу алмасу коэффициентін ендіру.

Бұл жоғарыдағы 5 сыртқы факторлар стерженьнің бойымен жылудың таралу заңдылығын және жылу механикалық күйін анықтауға жеткілікті.



11 сурет. Сыртқы факторлардың алғашқы параметрлер арқылы ендіру бөлігі

Енді әрқайсысымен жеке-жеке танысайық және жұмыс жасауы туралы нұсқаулығын түсіндірейік:

12 суретте (63 бет) қызыл шеңбермен белгіленіп тұрған компонент көмегімен стерженьнің көлденең қима пішімін таңдаймыз. Таңдалған соң оның керекті параметрлері

астыңғы бөлігінде көрсетіледі. Суреттегі жағдай үшін R1 және R2 мәндері сұрап тұр. Мұндағы R1 стерженьнің бірінші шетінің қима радиусы, ал R2 екінші шетінің қима радиусы.

Келесі операция стерженьнің жалпы ұзындығын беру. Оның өлшемі см беріледі.

Стержень колденен қимасының пішімі

Ше?бер

Стержень колденен қимасының пішімі (Ше?бер)

Радиус Аудан

R1 [см] R2 [см]

1 1

Стержень ұзындығы L [см] 10

12 сурет. Стерженьнің көлденең қима пішімі мен оның параметрлерін және жалпы ұзындығын ендіру

Енді стерженьнің жылуөткізгіштік коэффициентін ендіруді қарастырайық (13 сурет). Бұл амал МҚ-на ендірілген материалдарды таңдау арқылы іске асырылады. Жоғарыда айтқанымыздай, бұл материалдар МҚ-на алдын ала ендіріліп қойылады.

Материал

Жылуөткізгіштік коэффициенті Kxx

74.40 Темір

13 сурет. Стерженьнің жылуөткізгіштік коэффициентін (жасалу материалы) ендіру

Тізімнен өзімізге керекті материалды тандасақ бағдарлама автоматты түрде ол материалдың жылуөткізгіштік коэффициентін анықтайды. Егер сіз таңдаған материалдардан жылуөткізгіштік коэффициентті таппасаңыз, онда тізімнен **Басқа** дегенді таңдау қажет. Осы кезде жанындағы ұяшық белсенді болады. Сол ұяшыққа жылуөткізгіштік коэффициенттің мәнін ендірсеңіз болады.

Белгілі болған температура мәндерін ендіру бөліміне тоқталайық (14 сурет). Егер сіз қарастырып жатқан мәселеде стерженьнің

белгілі бір координатасында температураның мәні белгілі болса, онда осы бөлікпен жұмыс жасалады. Температураның мәнін ендіру үшін төменде орналасқан сырғытпа компонентіне жүгінеміз. Сырғытпа компонентін сызғыш деп те алсақ болады. Стерженьнің қай координатасында температура берілген сызғышпен анықтаймыз. Содан соң температураның мәнін ендіреміз.

Температура T(x) [°C]

Жылу ағыны q [Вт/см²]

Қоршаған ортамен жылу алмасу коэффициенті h [Вт/(см²·°C)]

Температура

Температура мәні T(x) [°C]

14 сурет. Белгілі болған температура мәндерін ендіру

Температура мәні стерженьнің қандай да бір координатадан екінші координата арасында берілген болса, онда бұл жағдай өте күрделі. Температура мәнін ендіруде үлкен сақтық қажет, себебі температура берілген ауданда бір сәтте жылу алмасу да, жылу ағыны да беріле алмайды.

Жылу ағынының мөлшерін ендіру бөліміне келейік (15 сурет). Бұл жерде жылу ағынын ендіруде өте сақ болу қажет, себебі берілген алғашқы мән қате болса, барлығы да қате болады.

Температура T(x) [°C]

Жылу ағыны q [Вт/см²]

Қоршаған ортамен жылу алмасу коэффициенті h [Вт/(см²·°C)]

h(x=0) 6 Tco(x=0) 40

10 h(x=L) 40 Tco(x=L)

1	h1
Жылу алмасып жатқан аумақтың басталу координатасы X1 (см)	10
Жылу алмасып жатқан аумақтың аяқталу координатасы X2 (см)	15
Жылу алмасып жатқан аумақтың ұзындығы dL (см)	5
Жылу алмасу коэффициентінің мәні h (Вт/(см²·°C))	10
Сыртқы ортаның температурасы Tco (°C)	40

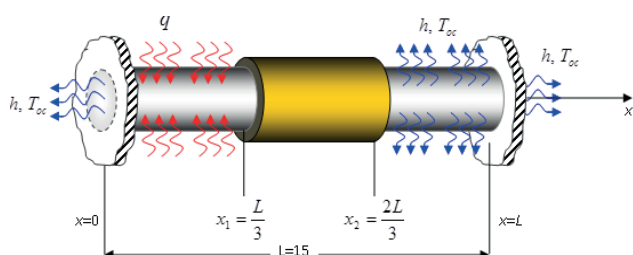
Басталу координатасы X1= 10 (см) Аяқталу координатасы X2= 15 (см) Ұзындығы dL= 5 (см)

15 сурет. Қандайда бір ауданға түсіп тұрған жылу ағынының мөлшерін ендіру

Жылу ағынын ендіру процесі түсінікті болуы үшін бір мысал қарастырайық. Есептің берілгені 16 суретте (64 бет) көрсетілген.

Біз бағдарламаны пайдаланбай тұрып, өзіміз қолмен әрбір сыртқы орта стерженьнің қай бүйір бетінде орналасқанын есептеп ала-

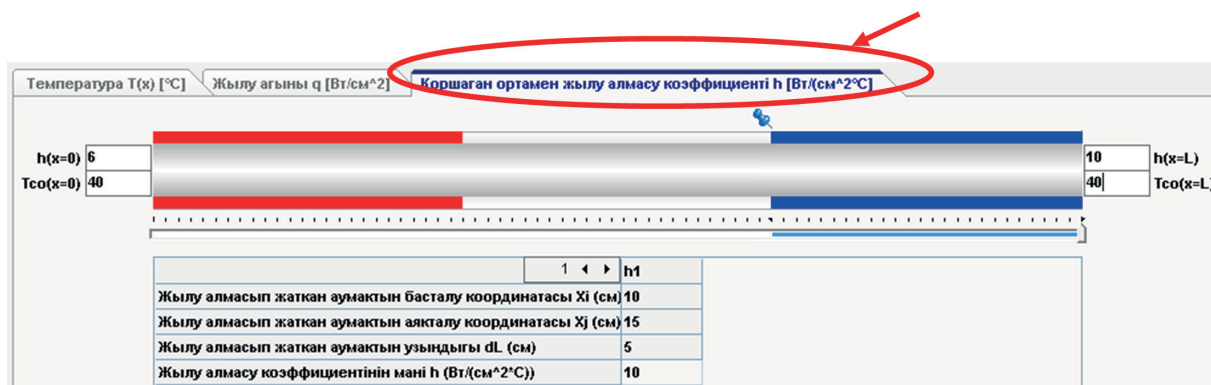
йық. Мына мысал үшін көрініп тұрғандай үш түрлі сыртқы орта бірдей ұзындықта берілген. Стерженьнің $1/3$ бөлігіне жылу ағыны, $1/3$ бөлігі жылудан оқшауланған, $1/3$ бөлігі сыртқы ортамен жылу алмасады. Есептеуге оңай болсын десек стерженьнің ұзындығын, көлденең қима ауданын, материалдың жылуөткізгіштік пен сыртқы ортамен жылу алмасу коэффициентін және т.б. параметрлерге мән береміз. $K_{xx} = 74,4 (Вт/(см \cdot ^\circ C))$, $h = 10 (Вт/(см^2 \cdot ^\circ C))$, $T_{co} = 40 (^\circ C)$, $q = 200 (Вт/см^2)$, $L=15 (см)$, $R=1 (см)$, $x_1 = 5 (см)$, $x_2 = 10 (см)$.



16 сурет. Есептің сызбасы

Енді сырғытпа жолды сызғыштың ең басына апарамыз. Сырғытпа жолдың жоғары жағында қысқа ұзындықта бейнеленген сызғыш суреті бар батырманы басамыз. Сол кезде сызғыш ретінде бейнеленген батырма суреті шегелеу суретіне автоматты түрде ауысады. Содан соң сырғытпа жолды қашан 5 см болғанша, орнынан қозғалта береміз. Нәтижеде стерженьнің бүйір беті қызыл түске боялады (17 сурет). Ол дегеніміз сол ауданға жылу ағыны түсіп тұр дегенді білдіреді. Ал жылу ағынының мәні ең астында орналасқан кестеге $q = 200 (Вт/см^2)$ деп жазамыз. Осымен біздің мысалда жылу ағынының берілуі ауданы аяқталады. Келесі операция сыртқы ортамен жылу алмасуды бастаймыз.

Стерженьнің кейбір бөліктері сыртқы ортамен жылу алмасу процесі жүріп жатыр. Оны анықтау үшін келесі бөлімге өту қажет (17 сурет).



17 сурет. Сыртқы ортамен жылу алмасу коэффициентін ендіру

Бұл бөлімде жылу ағыны қай ауданға берілгені автоматты түрде анықталып тұрады. Сырғытпа жолды еш уақытта қызыл түспен боялған бөлікке апара алмаймыз, себебі жылу ағыны мен жылу алмасу процесі бір сәтте бір жерде болуы мүмкін емес.

Ал енді сыртқы ортамен жылу алмасатын бөлікті сырғытпа жолмен анықтайық. Бұл операция жоғарыда көрсетілген жылу ағыны сияқты іске асырылады, яғни сырғытпа жолдың жоғарысында орналасқан қысқа бейнеде бейнеленген сызғышты 10 см тұсына сырғытпа жолдың көмегімен алып келеміз. Содан соң қысқа бейнеде бейнеленген сызғышты батырманы бір рет шертеміз, сол уақытта

сызғыш шегелеу бейнесіне автоматты түрде ауыстырылады.

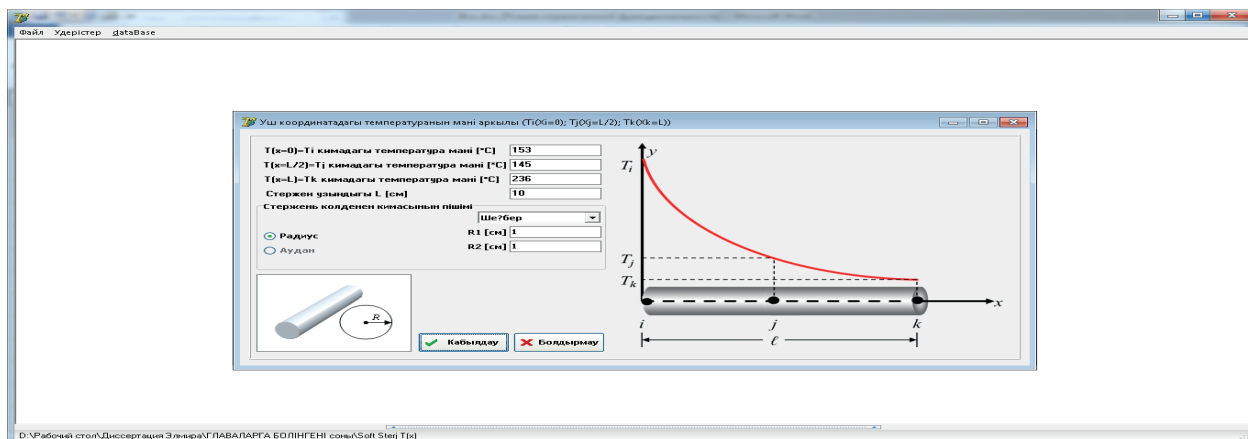
Енді сырғытпа жолды тышқан көмегімен стерженьнің соңына дейін созамыз. Нәтижеде белгілеген аумақ көк түске боялады. Ол дегеніміз 10 см-ден бастап 15 см дейінгі аралықта стерженьнің бүйір беті бойынша сыртқы ортамен жылу алмасады деген сөз.

Оның мәнін, яғни сыртқы ортамен жылу алмасу коэффициенті мен сыртқы орта температурасын төменде орналасқан кестеге ендіреміз. Сондай-ақ біздің мысалды стерженьнің екі шеті көлденең қима аудандарында сыртқы ортамен жылу алмасады. Олардың да, мәндерін ендіреміз (13 сурет 63 бет).

Сонымен біздің мысалымыз толық компьютер жадына алғашқы параметрлердің мәндері ендірілді. Ендігі кезек ендірілген мәндерді дұрыс деп қабылдау. Ол үшін төменгі жағында орналасқан **Қабылдау** батырмасын басамыз. Сол кезде компьютер автоматты түрде берілген ақпараттарды өңдеп, стерженьнің бойымен температураның мәнін анықтайды. Оны көру үшін басты мәзірден

Үдерістер→*Температура өрісінің нәтижесі* нұсқауын орындаймыз (15 сурет 63 бет).

Енді біз *Файл* бөліміндегі «Үш координатадағы температураның мәні арқылы» ендіру бөлігімен қалай жұмыс жасайтынына тоқтайлық. Онда *Файл*→*Үш координатадағы температураның мәні арқылы* нұсқауын орындаймыз. Сол кезде бізге келесі терезе ашылады (18 сурет).



18 сурет. Үш координатадағы температураның мәні арқылы ендіру интерфейсі

Бұл терезеде стерженьнің үш координатасында берілген (анықталған) температура мәндерін ендіру арқылы қалған кез келген координатадағы температуралардың таралу заңдылықтарын ШЭӘ анықтауға болады. Егер біздің мысалда берілген болса, онда ол мына координаталар болады:

$$T(x=0) = T_i = 153 (^{\circ}\text{C});$$

$$T(x=7,5) = T_j = 145 (^{\circ}\text{C});$$

$$T(x=15) = T_k = 236(^{\circ}\text{C}).$$

Сонымен біз стерженьнің бойымен температураның таралу заңдылығын анықтау үшін алғашқы берілетін параметрлердің мәндерін бердік. Ендігі кезекте оның нәтижесін көру. Жоғарыда біз алғашқы параметрлердің мәндерін ендірудің екі жолын қарастырдық. Соның нәтижесін келесі нұсқаудың көмегімен көруге болады, ол үшін *Үдерістер*→*Температура өрісінің нәтижесі* нұсқауын орындаймыз. Сол кезде бізге келесі терезе ашылады (19 сурет 66 бет).

Бұл интерфейсте (19 сурет 66 бет) температураның стержень бойымен таралу заңды-

лығының графикалық және сандық түрде көре аламыз. Терезенің оң жақ бөлігінде графиканы баптау батырмалары орналасқан, ал ең төменгі бөлігінде температураның сандық мәндері орналасқан.

Енді *Үдерістер* бөлімінің келесі бөлігімен танысайық. Ол бізде «Стерженьнің жылу механикалық күйін анықтау» болып табылады. Стерженьнің жылу механикалық күйіне мыналар жатады:

$u(x)(\text{см})$ – стержень қималарының жылжулары;

ϵ_x – серпінділік деформация;

ϵ_T – температуралық деформация;

ϵ – ақиқаттық деформация;

$\sigma_x(\text{кг/см}^2)$ – серпінділік кернеу;

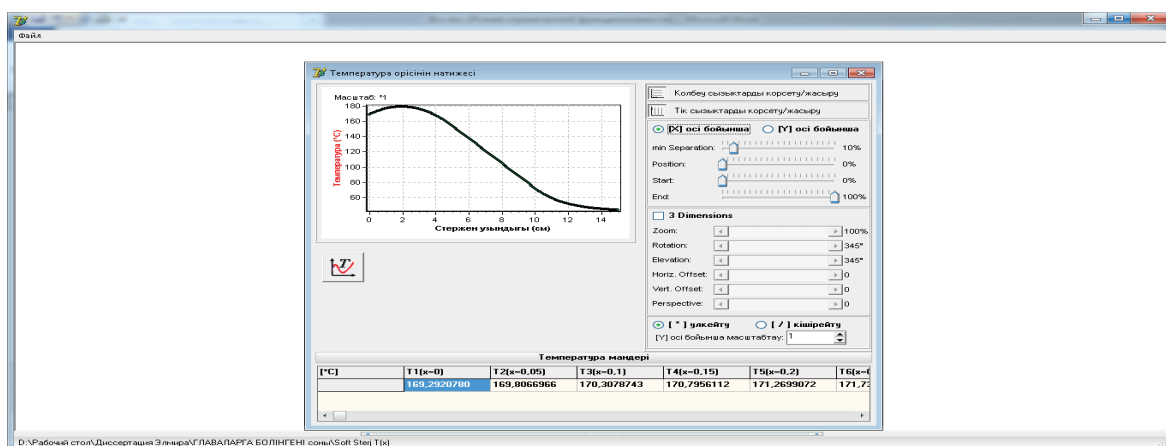
$\sigma_T(\text{кг/см}^2)$ – температуралық кернеу;

$\sigma(\text{кг/см}^2)$ – ақиқаттық кернеу;

$R(\text{кг})$ – сығушы немесе созушы күш;

$\Delta \ell_P, \Delta \ell_T(\text{см})$ – стерженьнің жылудан немесе созушы-сығушы күштердің әсерінен ұзарудың-қысқарудың мәні;

$\alpha(1/^{\circ}\text{C})$ – жылудан ұлғаю коэффициенті.

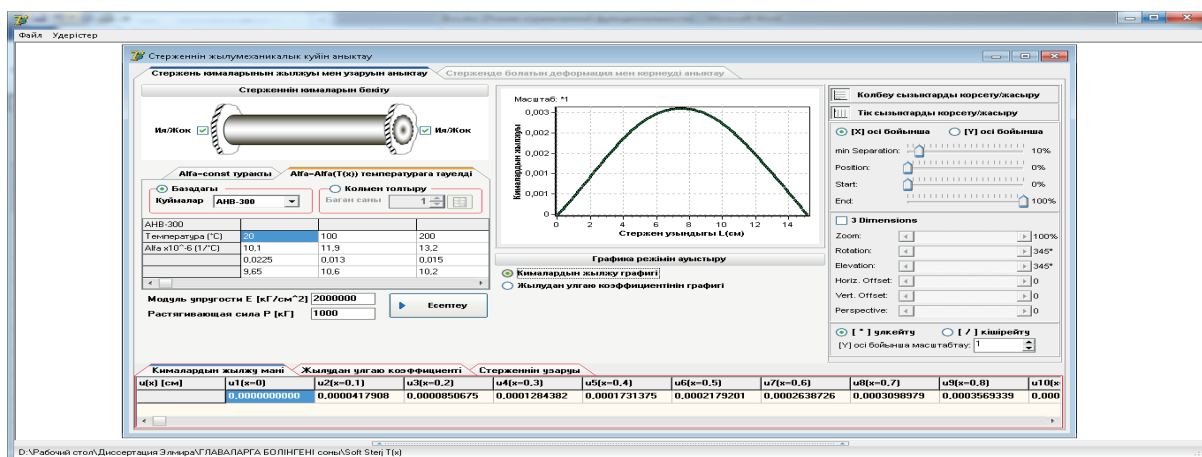


19 сурет. Температура өрісінің нәтижесін көру интерфейсі

Олай болса, осы операцияны жүзеге асырайық. Бұл амал стерженьнің бойымен температураны анықтағаннан соң жүзеге асырылады, себебі температураның таралу заңдылығы табылмай жылу механикалық күй табылмайды. Оны жүзеге асыру үшін *Үдерістер* → «Стерженьнің жылу механикалық күйін анықтау» нұсқаулығын

орындаймыз. Нәтижеде төмендегі терезе ашылады (20 сурет). Бұл терезе екі бөліктен тұрады:

- стержень қималарының жылуы мен ұзаруын анықтау;
- стерженьде болатын деформация мен кернеуді анықтау.



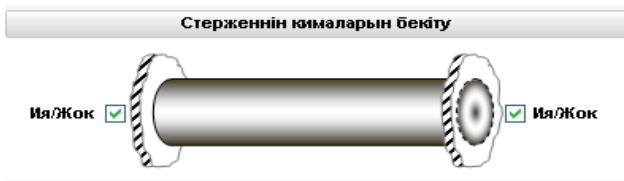
20 сурет. Стерженьнің жылу механикалық күйін анықтау интерфейсі

Бұл терезеде функционалдық құрылым өте күрделі. Сондай-ақ жылу механикалық күйді өте үлкен дәлдікпен анықтайды. Терезенің оң жақ шетінде орналасқан батырмалар графиканы баптауға арналған. Ал ең төменгі жағында стержень қималарының жылжу мәндері, жылудан ұлғаю коэффициентінің мәндері және стерженьнің ұзаруының мәндері кесте түрінде берілген. Терезенің сол жақ шетінде стерженьнің жылу механикалық күйін анықтауда алғашқы ұсынылатын параметрлер. Сонымен қатар алдын

ала есептелетін операциялар. Бұлар ең алдымен орындалмаса нәтиже шықпайды. Бұл операцияны орындау үшін барлық іс әрекеттерді рет-ретімен орындау қажет.

Енді сол әрбір әрекетті жеке-жеке түсіндірейік:

1. Стерженьнің екі шетін мықтап бекіту. Егер деформация және кернеу компоненттерін анықтау керек болса, онда міндетті түрде стерженьнің екі шетін мықтап бекітесіз. Ол үшін 21 суреттегідей (67 бет) етіп жасау қажет.



21 сурет. Стерженьді екі шетінен мықтап бекіту

2. Стерженьнің жылудан ұлғаю коэффициентін α ($1/^\circ\text{C}$) анықтау (22 сурет). Бізде мұның екі нұсқасы қарастырылған. Біріншісі α мәні температураға тәуелді, яғни $\alpha = \alpha(T(x))$. Ал екіншісі α мәні тұрақты, яғни $\alpha = \text{const}$.

Alfa=const тұрақты		Alfa=Alfa(T(x)) температураға тәуелді	
Базадағы		Колмен толтыру	
Куймалар		Баған саны	
АНВ-300		1	
АНВ-300			
Температура ($^\circ\text{C}$)	20	100	200
Alfa $\times 10^{-6}$ ($1/^\circ\text{C}$)	10,1	11,9	13,2
	0,0225	0,013	0,015
	9,65	10,6	10,2

деформация мен кернеуді анықтау 22 сурет).

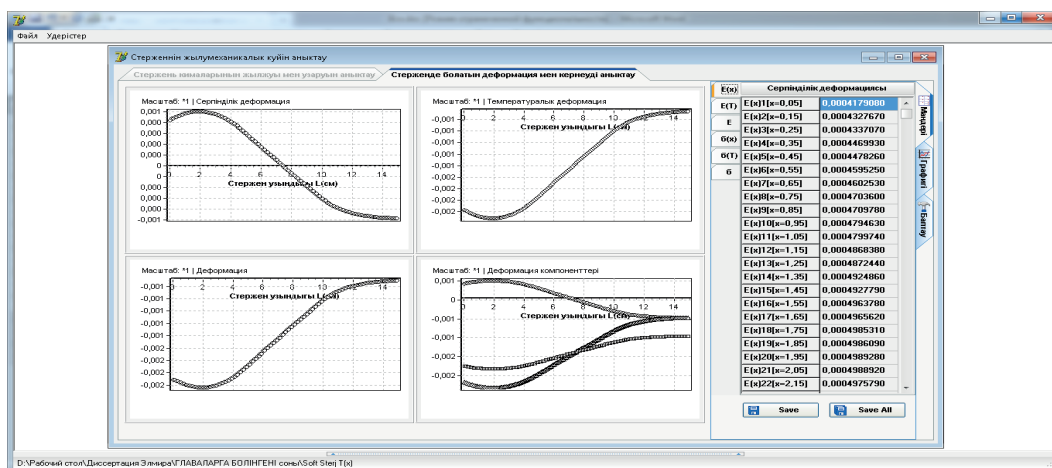
22 сурет. Жылудан ұлғаю коэффициенті α ($1/^\circ\text{C}$) анықтау

3. Стерженьнің қатандық модулі мен созушы күштің мәнін енгізу (23 сурет). Содан соң Есептеу батырмасын басамыз. Нәтижеде стержень қималарының жылжулары, жылудан ұлғаю коэффициентінің температураға тәуелділігі, стерженьнің жылу әсерінен ұзаруы мен созушы күштің әсерінен ұзаруы сандық және графикалық түрде анықталады.

Модуль упругости E [кГ/см ²]	2000000	Есептеу
Растягивающая сила P [кГ]	1000	

23 сурет. Стерженьнің қатандық модулі мен созушы күштің мәнін енгізу

Енді 24 суретте көрсетілген терезенің екінші бөліміне өтейік (стерженьде болатын



24 сурет. Стерженьде болатын деформация мен кернеуді анықтау интерфейсі

Қорытынды

Біз терезеден деформация мен кернеудің сандық мәндерімен графикалық таралу заңдылықтарын көре аламыз. Бұл терезе екі бөлімнен тұрады. Біріншісі терезенің сол жақ шетінде орналасқан деформацияның және кернеудің стержень бойымен таралудың графикалық заңдылығы. Ал екінші бөлігі терезенің оң жақ шетінде орналасқан деформация мен кернеудің сандық мәндері, графиканы деформация немесе кернеу режиміне ауыстыру, графиканы баптау батырмалары.

Бұл ыстыққа төзімді құймалар арнайы физика-химия саласында тәжірибеден өтіп,

зерттеліп анықталған. Нақты өмірде осы құймалар бар, әрі өндірісте қолданылып жатыр. МҚ құймалар ендірілген болса, «Стерженьнің жылу механикалық күйлері» бөлімінде арнайы таңдалып МҚ-нан шақырылады. Мұндай жүйе бізге не үшін керек деген сұраққа жауап беретін болсақ, онда оның себебі мынада: нақты өмірде кез келген материал жылудың әсерінен көлемі ұлғаяды, яғни деформацияға ұшырайды. Егер біз стерженьнің әртүрлі координатасына әркілкі жылу ағынын немесе температура берсек, онда жылудан ұлғаю коэффициенті де температураға байланысты әрбір стерженьнің қимасында әртүрлі мәнге ие болатыны көрсетілген [3].

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ғ.З. Қазиева, Қ.Д. Дінасылова, С.Қ. Баймұхамедова. DELPHI ОРТАСЫНДА ПРОГРАММАЛАУ: оқулық. – Алматы: ҚазҰТУ, 2010. – 240 б.
2. С.А. Любавин Программируем в Turbo Delphi. – Санкт-Петербург: НТ Пресс, 2008. – 320 с.
3. Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. Основы построения автоматизированных информационных систем: учебное пособие. – М.: Форум: ИНФРА – М, 2005. – 416 с.
4. E.L. Wilson, Nickell. Application of the finite element method to heat conduction analysis // Nucl. Eng. and Des. – 1966. – Vol. 4. – P. 276-286.
5. I. Babushka, B.A. Szabo, I.N. Katz. The p-Version of the Finite Element Method // SIAM Journal on Numerical Analysis. – 1981. – Vol. 18. – P. 515-545.
6. H.J. Wirz, Smallderen. Numerical methods in fluid dynamics hemisphere publishing Corporation. – Washington: London, 1981. – 245 p.
7. F. Krieth, Principles of heat Transfer, 3-rd ed. – N.Y.: Intex Educational Publishers, 1973.
8. Y.C. Fung, Foundations of Solid Mechanics. Prentice-hall. – N.J.: Englewood Cliffs, 1965. – P. 23.
9. R.D. Cook, Concepts and Application of finite Element Analysis. – N.J.: Wiley, 1975. – P. 123.
10. R.H. Callagher, Finite Element Analysis Fundamentals. Prentice-Hall. – N.J.: Englewood Cliffs, 1975. – P. 27.

REFERENCES

1. G.Z. Kazyeva, K.D. Dinasylova, S.K. Baymukhamedova. DELPHI ORTASYNDA PROGRAMMALAU: okulyk basylym. – Almaty: KazUTU. 2010. – 240 b.
2. S.A. Lyubavin, Programmiruyem v Turbo Delphi. – Sankt – Peterburg: NT Press. 2008. – 320 s.
3. N.Z. Emelianova, T.L. Partyka, I.I. Popov. Osnovy postroyeniya avtomatizirovannykh informatsionnykh sistem: uchebnoye posobiye. – M.: Forum: INFRA – M. 2005. – 416 s
4. E.L. Wilson, Nickell. Application of the finite element method to heat conduction analysis // Nucl. Eng. and Des. – 1966. – Vol. 4. – P. 276-286.
5. I. Babushka, B.A. Szabo, I.N. Katz. The p-Version of the Finite Element Method // SIAM Journal on Numerical Analysis. – 1981. – Vol. 18. – P. 515-545.
6. H.J. Wirz, Smallderen. Numerical methods in fluid dynamics hemisphere publishing Corporation. – Washington: London, 1981. – 245 p.
7. F. Krieth, Principles of heat Transfer, 3-rd ed. – N.Y.: Intex Educational Publishers, 1973.
8. Y.C. Fung, Foundations of Solid Mechanics. Prentice-hall. – N.J.: Englewood Cliffs, 1965. – P. 23.
9. R.D. Cook, Concepts and Application of finite Element Analysis. – N.J.: Wiley, 1975. – P. 123.
16. R.H. Callagher, Finite Element Analysis Fundamentals. Prentice-Hall. – N.J.: Englewood Cliffs, 1975. – P. 27.

Information about authors:

1. Nurlybayeva E. N. – PhD, associate professor, Kazakh National Academy of Arts named after T. Zhurgenov
Email: nuremuk@mail.ru
2. Tashenova Zh. M. – PhD, associate professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Email: zhuldyz_tm@mail.ru
3. Amanzholova Sh.A. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor, Kazakh National Conservatory named after Kurmagazy
Email: schirin75@mail.ru
4. Satymbekov M.N. – Master student, Al-Farabi Kazakh National University
Email: m_satymbekov@mail.ru