

МЕТОДИКА ЗА 2D ЦВЕТНО ВИЗУАЛИЗИРАНЕ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА ТЕМПЕРАТУРАТА В ЦИЛИНДРИЧНИ МАТЕРИАЛИ ПО ВРЕМЕ НА НАГРЯВАНЕТО ИМ

Част 1. Използване на процедури в MS Excel 2010 за създаване на 2D цветни диаграми с модифицирана температурна легенда

Ненчо Делийски¹, Веселин Брезин¹, Иван Христов¹, Радослав Милчев¹,
Ладислав Дзуренда², Славчо Соколовски¹, Наталия Тумбаркова¹
¹Лесотехнически университет, София
²Технически университет, Зволен, Словакия

Резюме

Предложена е методика за построяване с помощта на MS Excel 2010 на 2D цветни диаграми, илюстриращи разпределението на температурата в надлъжни сечения на цилиндрични дървени или други материали в различни моменти от нагряването им. За изготвяне на диаграмите се използват големи масиви от числови резултати, получени при решаване на нелинеен математичен модел на процеса на нагряване на цилиндричните материали. Тези числови резултати се представят във формат .txt преди обработването им със софтуера на MS Excel 2010 с цел построяване на 2D цветни диаграми.

Ключови думи: цилиндрични материали, нагряване, температурно разпределение, 2D визуализация, MS Excel 2010

Key words: frozen wooden logs, heating, temperature distribution, 2D visualization, MS Excel 2010

JEL: C63, O3, O14, Q23

Увод

Основна задача при оразмеряване, оптимизиране и управление на съвременните технологии за топлинно обработване на дървени и други материали е научно обоснованото определяне на температурата t в отделни точки от обема на материалите във всеки момент от съответния процес [1, 3, 4, 5, 9].

Такова определяне става с помощта на твърде сложни математични модели, съдържащи диференциални уравнения с частни производни [2, 6, 7, 8, 10]. Решенията на моделите се получават във вид на големи масиви от числови данни за разпределението на t в обема на материалите във всеки момент от процеса [2, 3, 6, 10]. Използването на тези числови масиви за анализ на описаните с модела процеси е силно затруднено. Значителни предимства при анализа на данните дава тяхното 2D и 3D визуализиране с помощта на цветни диаграми.

Богатият инструментариум на Excel 2010 позволява създаване на такива диаграми. Прилагането му за построяването им с използване на големи масиви от числови данни е доста сложно и обхваща десетки разнообразни процедури. Това предопределя актуалността на настоящата работа, която е посветена на разработването на методика за изготвяне на 2D цветни диаграми за визуализиране на изменението на температурата в обема на подложени на нагряване цилиндрични дървени или други материали, използвайки многочислови решения

на математични модели на процеса на нагряване на такива материали и богатия инструментариум на MS Excel 2010 [11].

1. Методични подходи за 2D цветно визуализиране на разпределението на t в цилиндрични дървени материали

За осигуряване на яснота, разбиране и лесна възпроизводимост на процедурите на MS Excel 2010, които е необходимо да бъдат следвани при построяването на 2D цветни диаграми, последователното им описание по-долу е ориентирано към визуализиране с тяхна помощ на изменението на t в обема на подложени на нагряване дървени материали с цилиндрична форма.

Като пример при съставянето и прилагането на методиката се разглежда визуализирането на изменението на t в $1/4$ от надлъжното сечение на съдържащи лед цилиндрични дъбови материали с диаметър $D=0,4$ m, дължина $L=0,8$ m и съдържание на вода $u=0,3$ kg·kg⁻¹, подложени на нагряване с цел пластифициране в производството на фурнир.

За построяване на 2D диаграмите се използват файлове с наставка .txt, в които са записани обширни резултати от изчисленото с математичен модел [6] изменение на t във възлите на изчислителна мрежа (фиг. 1), която е разположена върху $1/4$ от сечението на цилиндричната секция (поради наличие на огледална симетрия спрямо останалите $3/4$ от сечението на секцията). Пространствените оси x и z на изчислител-

ната мрежа са ориентирани така, че да съвпадат съответно с радиуса R и дължината L на секцията. Мрежата е построена със стъпка по пространствените оси x и z, равна на 10 mm. Това означава, че пространствените координати на възлите на мрежата по осите x и z се изменят през 10 mm съответно от 0 до R=200 mm и от 0 до L/2=400 mm.

I N P U T D A T A
2D DEFROSTING OF OAK LOG

Kq= 1 M= 21 N= 0 KD= 41 Ry=670. Kw=1.13 Kwpr=1.63 U=0.300 Ufsp=0.29 D=2.4 L= 9.0
tw=40.0 Lc=40.0 t1= 0.0 t2= 80.0 t3= 80.0 tcs= 80.0 dtcm=.001 tck= 0.0 dtw= 3.0
T1=1800. Zz= 1. z3= 1. dF3= 0. dtm3= 0. T4=1800. T5= 900. TRUW= 0. INT=18000
ds=.008 S1=10 ROI=120. Ai=.0000022 dFa=0.05 Kk= 2 tcs= 25.0 dtwc= 0.1 Ts= 0
Fw=-30 Vw=-14.39 Va=47.95 tbi= 0. sim=0.200 Xp=1.00 L-log=0.80 D-log=-4.0 dx=0.01000

R E S U L T S

Time TRU, h Coordinate x of the characteristic points on the r a d i u s, mm

Coordinates:	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
z, mm	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC
5 h											
y= 0 mm	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
y= 20 mm	80.00	78.97	76.77	73.80	70.56	67.51	64.98	63.12	61.91	61.25	61.04
y= 40 mm	80.00	78.00	73.68	67.81	61.35	55.24	50.13	46.34	43.68	42.55	42.12
y= 60 mm	80.00	77.11	70.84	62.27	52.78	43.71	36.06	30.37	26.69	24.70	24.07
y= 80 mm	80.00	76.33	68.36	57.40	45.17	33.37	23.33	15.81	10.96	8.46	7.69
y= 100 mm	80.00	75.69	66.29	53.32	39.74	28.55	19.31	11.01	-2.98	-5.74	-6.51
y= 120 mm	80.00	75.37	64.55	51.58	37.99	27.80	19.55	12.21	-1.91	-4.67	-5.44
y= 140 mm	80.00	74.80	63.43	47.65	29.74	12.03	-3.91	-13.53	-18.56	-21.09	-21.88
y= 160 mm	80.00	74.53	62.56	45.92	27.01	8.24	-8.04	-17.25	-22.34	-24.99	-25.83
y= 180 mm	80.00	74.35	61.98	44.77	25.20	5.69	-10.52	-19.56	-24.78	-27.57	-28.46
y= 200 mm	80.00	74.23	61.61	44.04	24.08	4.29	-11.87	-20.99	-26.36	-29.26	-30.20
y= 220 mm	80.00	74.16	61.38	43.59	23.41	3.49	-12.66	-21.87	-27.36	-30.35	-31.33
y= 240 mm	80.00	74.12	61.25	43.33	23.02	3.03	-13.12	-22.40	-27.98	-31.05	-32.05
y= 260 mm	80.00	74.10	61.17	43.19	22.80	2.77	-13.39	-22.72	-28.37	-31.48	-32.50
y= 280 mm	80.00	74.08	61.13	43.11	22.68	2.62	-13.54	-22.91	-28.60	-31.74	-32.78
y= 300 mm	80.00	74.08	61.11	43.07	22.62	2.55	-13.62	-23.02	-28.73	-31.90	-32.94
y= 320 mm	80.00	74.07	61.10	43.05	22.58	2.51	-13.66	-23.07	-28.81	-31.99	-33.04
y= 340 mm	80.00	74.07	61.10	43.04	22.57	2.49	-13.68	-23.11	-28.83	-32.04	-33.09
y= 360 mm	80.00	74.07	61.09	43.04	22.56	2.48	-13.70	-23.12	-28.87	-32.07	-33.12
y= 380 mm	80.00	74.07	61.09	43.04	22.56	2.47	-13.70	-23.13	-28.88	-32.08	-33.13
y= 400 mm	80.00	74.07	61.09	43.04	22.56	2.47	-13.70	-23.13	-28.88	-32.08	-33.14
10 h											
y= 0 mm	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
y= 20 mm	80.00	79.66	78.91	77.81	76.47	75.00	73.56	72.25	71.21	70.52	70.27
y= 40 mm	80.00	79.34	77.84	75.65	72.98	70.06	67.15	64.52	62.41	61.02	60.52
y= 60 mm	80.00	79.02	76.81	73.58	69.60	65.26	60.92	56.97	53.79	51.68	50.93
y= 80 mm	80.00	78.72	75.85	71.62	66.42	60.70	54.97	49.74	45.50	42.68	41.67
y= 100 mm	80.00	78.47	74.92	69.44	63.47	57.49	51.92	46.27	42.47	39.66	38.91
y= 120 mm	80.00	78.21	74.15	68.18	60.80	52.62	44.36	36.74	30.48	26.28	24.76
y= 140 mm	80.00	77.99	73.45	66.75	58.44	49.22	39.85	31.15	23.96	19.09	17.32
y= 160 mm	80.00	77.81	72.85	65.52	56.41	46.27	35.93	26.27	18.19	12.66	10.62
y= 180 mm	80.00	77.65	72.34	64.49	54.71	43.80	32.62	22.10	13.21	6.99	4.64
y= 200 mm	80.00	77.53	71.93	63.64	53.32	41.77	29.90	18.66	9.03	2.02	-0.83
y= 220 mm	80.00	77.43	71.60	62.98	52.22	40.16	27.74	15.93	5.65	-2.16	-5.47
y= 240 mm	80.00	77.35	71.35	62.46	51.37	38.93	26.09	13.84	3.10	-5.17	-7.90
y= 260 mm	80.00	77.29	71.16	62.07	50.73	38.01	24.87	12.33	1.27	-6.84	-9.32
y= 280 mm	80.00	77.25	71.02	61.79	50.26	37.34	24.00	11.26	0.11	-7.81	-10.20
y= 300 mm	80.00	77.22	70.92	61.59	49.94	36.87	23.39	10.53	-0.65	-8.44	-10.76
y= 320 mm	80.00	77.20	70.85	61.45	49.71	36.55	22.98	10.04	-1.17	-8.88	-11.12
y= 340 mm	80.00	77.19	70.80	61.35	49.56	36.34	22.71	9.72	-1.52	-9.10	-11.35
y= 360 mm	80.00	77.17	70.78	61.30	49.47	36.21	22.55	9.52	-1.73	-9.25	-11.40
y= 380 mm	80.00	77.17	70.76	61.26	49.42	36.14	22.46	9.42	-1.85	-9.33	-11.56
y= 400 mm	80.00	77.17	70.75	61.25	49.40	36.12	22.43	9.38	-1.89	-9.35	-11.58
15 h											
y= 0 mm	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
y= 20 mm	80.00	79.83	79.44	78.87	78.16	77.37	76.58	75.85	75.25	74.85	74.71
y= 40 mm	80.00	79.66	78.89	77.76	76.34	74.77	73.18	71.71	70.51	69.71	69.42
y= 60 mm	80.00	79.50	78.36	76.67	74.56	72.22	69.84	67.64	65.84	64.64	64.21
y= 80 mm	80.00	79.34	77.84	75.62	72.85	69.75	66.61	63.70	61.31	59.72	59.15
y= 100 mm	80.00	79.19	77.33	74.82	71.21	67.41	63.53	59.93	56.99	54.99	54.90
y= 120 mm	80.00	79.05	76.89	73.69	69.69	65.20	60.63	56.37	52.88	50.53	49.69
y= 140 mm	80.00	78.92	76.47	72.83	68.27	63.16	57.93	53.07	49.06	46.37	45.40
y= 160 mm	80.00	78.80	76.09	72.05	66.99	61.30	55.48	50.04	45.56	42.55	41.46
y= 180 mm	80.00	78.70	75.75	71.35	65.83	59.63	53.26	47.31	42.40	39.09	37.90
y= 200 mm	80.00	78.61	75.44	70.73	64.81	58.15	51.30	44.89	39.58	36.01	34.72
y= 220 mm	80.00	78.53	75.18	70.03	63.93	56.86	49.59	42.77	37.12	33.31	31.94
y= 240 mm	80.00	78.46	74.96	69.74	63.17	55.76	48.12	40.95	35.00	30.99	29.54
y= 260 mm	80.00	78.40	74.77	69.36	62.53	54.83	46.88	39.42	33.22	29.03	27.51
y= 280 mm	80.00	78.36	74.62	69.04	62.01	54.07	45.87	38.15	29.26	26.24	25.83
y= 300 mm	80.00	78.32	74.50	68.79	61.59	53.46	45.05	37.13	30.55	26.29	24.48
y= 320 mm	80.00	78.29	74.40	68.59	61.27	52.98	44.41	36.34	29.62	25.07	23.42
y= 340 mm	80.00	78.27	74.33	68.45	61.03	52.63	43.94	35.75	28.92	24.30	22.63

Фиг. 1. Изменение на t във възлите на изчислителната мрежа, построена върху 1/4 от надлъжното сечение на цилиндрична дъбова секция с D=0,4 m, L=0,8 m, u=0,3 kg.kg⁻¹ и t₀ =-40 °C през 5 h от нагряването ѝ при t_m=80 °C

За построяване на 2D диаграмите се използват текстови файлове с изчислени с модела резултати за разпределението на t в 1/4 от надлъжното сечение на цилиндрична дъбова секция с начална t₀=-40 °C в различни моменти от нагряването ѝ при температура на обработващата среда t_m=80 °C.

Методиката обхваща последователността от процедури за построяване с инструментариума на MS Excel 2010 на цветни диаграми, върху

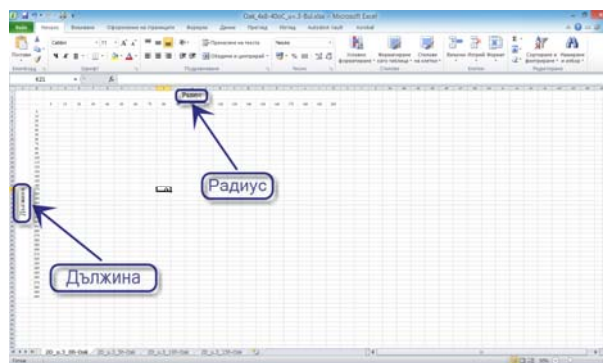
които ще бъде изобразено изчисленото разпределение на t в 1/4 от надлъжното сечение на секцията в 4 еднакво отдалечени един от друг моменти от нагряването ѝ в среда от гореща вода или наситена водна пара. Такава нагряваща среда се характеризира с много голям коефициент на топлопредаване към дървесината, което осигурява равенство на t на повърхността на секцията с тази на средата.

Разпределението на t в надлъжното сечение на секцията ще бъде визуализирано чрез построяване на 2D цветни диаграми, всяка от които изобразява температурното поле в сечението в желаните моменти на нагряването, а именно: t=0 h, t=5 h, t=10 h и t=15 h. На фиг. 1 е показана табулограма с изчисленото с модела разпределение на t във възлите на мрежа, построена върху 1/4 от надлъжното сечение на дъбова секция с D=0,4 m, L=0,8 m, t₀=-40 °C и u=0,3 kg.kg⁻¹ през всеки 5 h от нагряването ѝ.

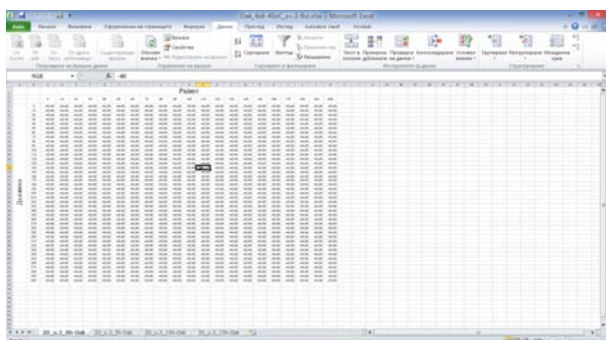
2. Инициализация на работните екселови листове за построяване на диграмите

За инициализация на работните екселови листове, след стартиране на MS Excel 2010 в долния ляв край на отворения се прозорец в Лист 1 се нанася наименованието „2D_u.3_0h-Oak“. В клетката L1 на първия ред на листа се нанася думата „Радиус“, а в клетка A26 на първата колона A на Лист 1 се нанася думата „Дължина“ (фиг. 2).

Върху втория ред на листа, започвайки от колона C и завършвайки с колона W, т.е. от клетка C2 до клетка W2, се нанасят координатите на възлите на изчислителната мрежа по радиуса на подложената на нагряване секция, равни съответно от 0 до 200 (mm) с интервал през 10 (mm). Върху втората колона B на листа, от клетка B4 до клетка B43, се нанасят координатите на възлите на мрежата по половината от дължината на секцията, равни съответно от 0 до 400 (mm) с интервал през 10 (mm) (виж фиг. 2).

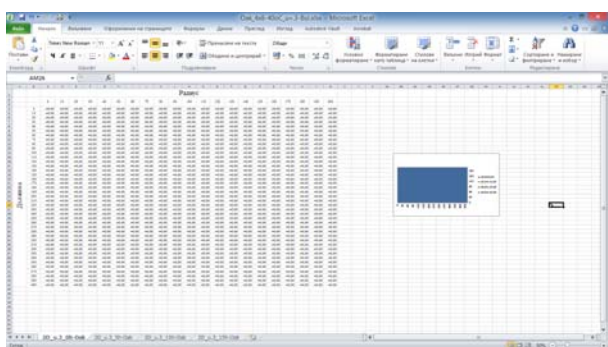


Фиг. 2. Инициализация на координатните оси

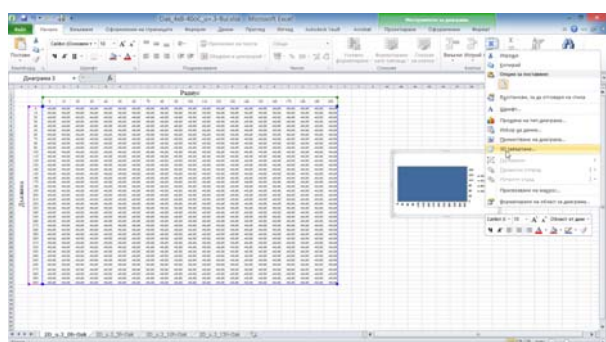


Фиг. 6. Импортирани върху екселовия лист данни във вид, подходящ за построяване на 2D диаграма

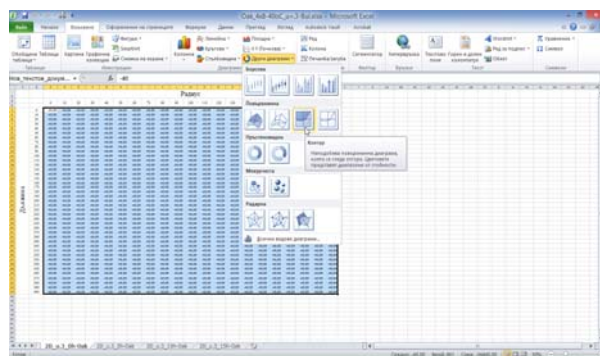
Тогава върху работния лист се появява показаният на фиг. 8 прозорец с 2D диаграма, разположена до масива с числовите данни с t за сечението в момента $t=0$ h. Тъй като температурата в това сечение е равна на началната t на дървесината, то цялата появила се на фиг. 8 диаграма има един и същ цвят.



Фиг. 8. Изготвяне на заявения тип 2D диаграма



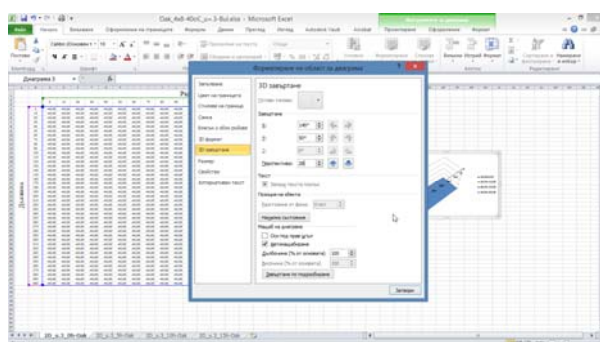
Фиг. 9. Завъртане на 2D диаграмата към 3D



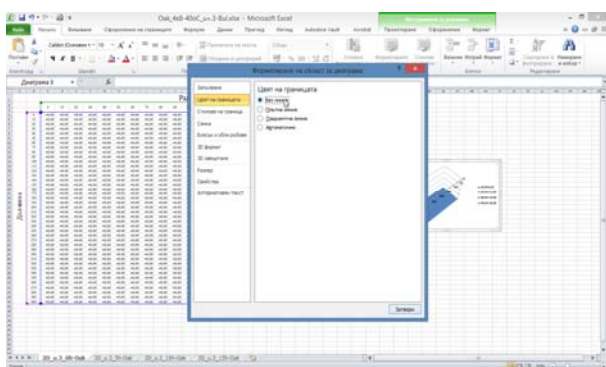
Фиг. 7. Маркиране на данни и избор на повърхнина

4. Завъртане на 2D диаграмата на 90° и формиране на цветна температурна легенда

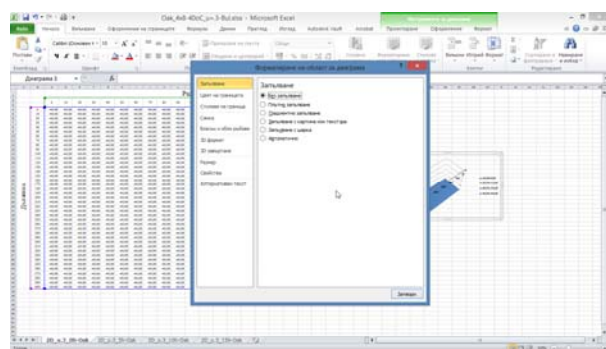
За постигане на тази цел се предприемат следните действия. При активирана секция „Инструменти на диаграмата“ от екселовото меню се кликва с десния бутон на мишката върху 2D диаграмата на фиг. 8 и от падащото меню се избира опцията „3D Завъртане“ (фиг. 9). В резултат на това се появява прозорец със заглавие „Форматиране на област на диаграма“, в който с левия бутон на мишката се кликва върху надписа „3D Завъртане“ (фиг. 10). По този начин 2D диаграмата се преформатира временно в 3D диаграма, върху която последователно се задават липса на фон (фиг. 11), липса на рамка (фиг. 12) и желаните параметри на температурната легенда на диаграмата (фиг. 13)



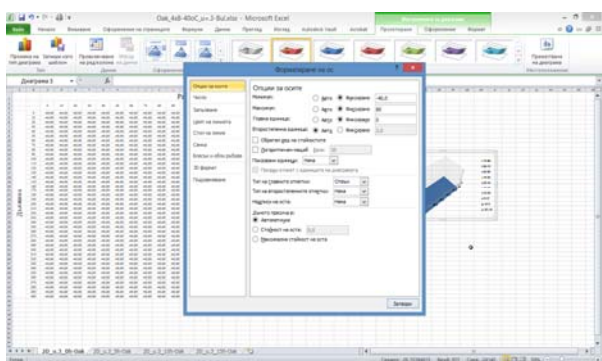
Фиг. 10. Временно преминаване към 3D диаграма с цел оформяне на цветната температурна легенда



Фиг. 11. Задаване на липса на липса на фон на диаграмата



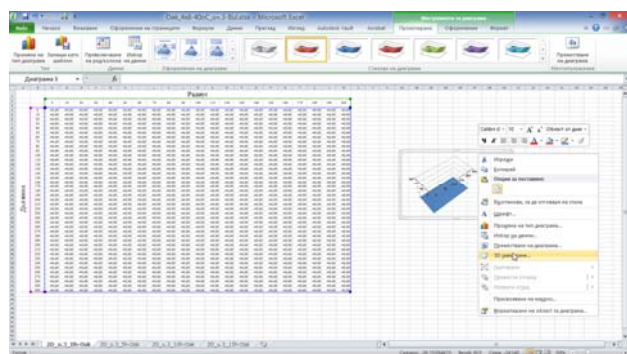
Фиг. 12. Задаване на липса на рамка на диаграмата



Фиг. 13. Задаване на желани параметри на температурната легенда на диаграмата

5. Градуиране и позициониране на координатните оси на диаграмата

При активирана секция „Инструменти на диаграмата“ с десния бутон на мишката се кликва



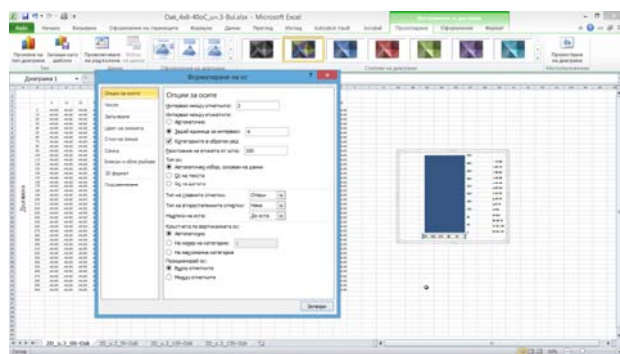
Фиг. 14. Връщане от 3D към 2D диаграмата

При активирана секция „Инструменти на диаграмата“ с десния бутон на мишката се кликва върху числата на хоризонталната ос на 2D диаграмата на фиг. 15 и от падащото меню се избира опцията „Форматиране на осите“. В появилия се прозорец с име „Опции за осите“ се кликва върху командата „Категориите в обратен ред“ и с бутона „Затвори“ този прозорец се затваря. Обръщането на категориите осигурява обръщане на подреждането на градуировъчните числа на координатните оси така, че началата,

върху температурната легенда на диаграмата на и от падащото меню се избира опцията „Форматиране на ос“ (фиг. 13).

В появилия се прозорец се задава обхватът, желаната стъпка на изменение на t върху легендата и желаният брой на знаците след десетичната точка за показване на t върху тази легенда. На фиг. 13 е зададен обхват от -40°C до 80°C , стъпка през 8°C и липсата на значещи цифри след десетичната точка на легендата.

След задаване на тези параметри на легендата се кликва върху бутона „Затвори“ в долния ляв ъгъл на прозореца на фиг. 13 и след кликане върху 3D диаграмата, а след това - върху надписа „3D завъртане“ в появилия се прозорец до нея (фиг. 14) става връщане към желаната 2D диаграма (фиг. 15).

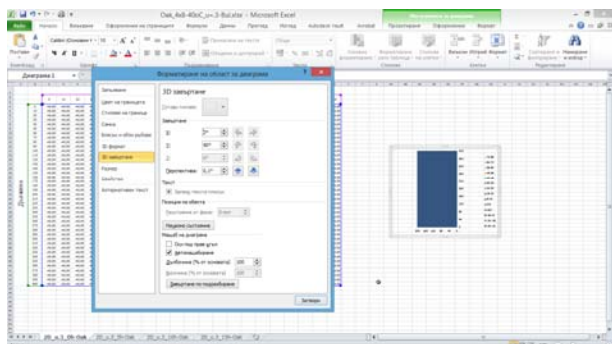


Фиг. 15. Осигуряване на съвпадение на нулевите стойности по координатни оси g и z на диаграмата

т.е. нулевите стойности в градуировката по двете оси g (по радиуса на секцията) и z (по дължината на секцията) да съвпадат.

При активирана секция „Инструменти на диаграмата“ с десния бутон на мишката се кликва върху диаграмата, като в появилия се прозорец се извършват желаните настройки за позициониране на координатните й оси. В дадения случай са избрани следните настройки: $X:=0^{\circ}$, $Y:=90^{\circ}$ и Перспектива:= $0,1^{\circ}$ (фиг. 16). Накрая с

помощта на бутона „Затвори“ този прозорец се затваря.



Фиг. 16. Позициониране на осите на 2D диаграмата

Резултати и изводи

Резултати от прилагането на изложената по-горе част от методиката са показани във втората част от настоящата работа върху изготвените с нейна помощ 2D диаграми на разпределението на температурата в обема на съдържащи лед цилиндрични дъбови и букови секции в желани моменти от нагряването им с цел пластифициране в производството на фурнир.

Благодарност

Статията е публикувана с финансовата подкрепа на BG051PO001-3.3.06-0056 „Подкрепа за развитието на младите хора в Лесотехническия университет“ – проект по Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

Литература

1. Виделов, Х. *Сушене и топлинно обработ-ване на дървесината*. Изд. Къща на ЛТУ. София. 2003. 335 с.
2. Делийски, Н. *Моделиране и технологии за автоклавно пропарване на дървени материали*. Дисертация за д.т.н. ЛТУ. София. 2003. 358 с.
3. Делийски, Н., Дзуренда, Л. *Моделирование тепловых процессов в технологиях обработки древесины*. ТУ - Зволен. Словакия. 2010. 224 с.
4. Чудинов, Б. *Теория тепловой обработки древесины*. Изд. „Наука“. Москва. 1968. 255 с.
5. Шубин, Г. *Сушка и тепловая обработка древесины*. Изд. „Лесная промышленность“. Москва. 1990. 337 с.
6. Deliiski, N. *Modelling of the energy needed for heating of capillary porous bodies in frozen and non-frozen states*. Lambert Academic Publishing, Scholars' Press, Saarbrücken, Germany. 2013. 116 p. [<http://www.scholars-press.com/system/cover-generator/build/1060>].
7. Khattabi, A., Steinhagen, H. *Numerical solution to two-dimensional heating of logs*. Holz Roh-Werkstoff. 1992. 50. pp. 308-312. [<http://dx.doi.org/10.1007/BF02615359>].
8. Khattabi, A., Steinhagen, H. *Analysis of transient non-linear heat conduction in wood using finite-difference solutions*. Holz Roh- Werkstoff. 1993. 51. pp. 272-278. [[http:// dx.doi.org/10.1007/ BF02629373](http://dx.doi.org/10.1007/BF02629373)].
9. Pervan, S. *Technology for treatment of wood*. Publishing House of the University in Zagreb. 2009. 246 p.
10. Steinhagen, H. *Heat transfer computation for a long, frozen log heated in agitated water or steam - A practical recipe*. Holz Roh- Werkstoff. 1991. 49 (7-8). pp. 287-290.
11. [<http://www.gcflearnfree.org/excel2010>].

METHODOLOGY FOR 2D COLOUR VISUALIZATION OF THE TEMPERATURE DISTRIBUTION IN CYLINDRICAL MATERIALS DURING THEIR HEATING Part 1. Using of procedures in MS Excel 2010 for creation of 2D diagrams with modified temperature legend

Nencho Deliiski¹, Veselin Brezin¹, Ivan Hristov¹, Radoslav Miltchev¹, Ladislav Dzurenda², Slavcho Sokolovski¹, Natalia Tumbarkova¹
¹ University of Forestry, Sofia, Bulgaria
² Technical University, Zvolen, Slovakia

Abstract

A methodology for the creation of colorful 2D diagrams using MS Excel 2010, illustrating the temperature distributions in the longitudinal sections of cylindrical wood or other materials during different moments of their heating, has been suggested in this paper. For the creation of the diagrams numerical results have been used, which represent the solutions to a non-linear mathematical model of the heating process of the cylindrical materials. These numerical results are presented in files in the .txt format before their processing with the software of MS Excel 2010 aiming at the creation of the 2D colourful diagrams.