

REFERENCES

- [1] Naumov A.L. Ienergoeffektivnii ghiloi dom v Moskve. // Zdania visokih tehnologii. 2012.TPA 2009 г. №2. - S. 83-84.
- [2] STO NOSTROI 2.35.4 – 2011. «Zelenoe stroitelstvo». Zdania ghilie i obshestvennie. Reitingovaia sistema ocenki ustoiчивosti sredi obitania. M.: 2011. S.65
- [3] Barinova L.S., Avdeeva L.N., Storoghenko B.P., Avdeev S.G. Metodicheskie rekomendazhii po tehnikе-akonomicheskoi effektivnosti rekonstrukzhii ghilih zdanii i opredeleniu srokov okupaemosti zatrat. M.: 1998. - S. 1-15.
- [4] Benuzh A., Kazeikin V., Podhivalov D. Metodika rascheta stoimosti vladenia «zelenim» zdaniem na vseh atapah ego zhiznennogo zcikla. Gurnal. Zdania visokih tehnologii. Leto 2015. M.: 2015. - S. 92.
- [5] Naumov A.L., Kapko D.V. Luchshie otechestvennie и zarubeghnie inergoeffektivnie inghenernie sistemi. AVOK №5. M.:2015. - S.4-88.
- [6] Ghurnal AVOK. Moskva: ARKTIKA 2015. – S. 23-27.

Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

Жасыл ғимараттар құрылысына энергия тиімділігі

Түйіндеме. Қарастырылып отырған сұрақтар бүгінде тек Қазақстан Республикасы аумағында ғана емес, сонымен қатар шет жерлерде де көкейтесті болып отыр, өйткені құрылыс саласында энергияны үнемдеу, жасыл құрылыс мәселелері алды болып тұр. Энергияны үнемдеу технологияларына қосымша қаражаттарды бағалау моделін ұсыну аса маңызды.

Негізгі сөздер: Құрылыс, энерготиімділік, жылжымайтын мүліктер нарығы, сатып алушы, қымбаттау, төлемдер, энергия, энергоресурстар, шығындар, еңбек сымдылығы

Pyak O.U. Seydaliev T.O.

Energy efficiency at building of green building

Summary. Existent questions for today are actual not only in Republic of Kazakhstan but also far after his limits, because energy-savings, green building stands in the forefront of problems of building industry. That the model of estimation of additional expenses offers on energy-saving technologies is especially important.

Key words: Building, energy efficiency, property market, customer, rise in prices, utilization, payments, investments, energy, power resources, expenses, labour intensiveness.

УДК 53917

A. Suleimenov, A. Kuikabaeva, K. Esenalina, A. Nurmuhanova

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

suleimen_8@mail.ru)

ANALYSIS MODELING BY USING COMSOL MULTIPHYSICS PROGRAM FOR THE EFFECTIVE THERMAL CONDUCTIVITY OF LIQUID METAL BLANKET IN FUSION REACTOR

Annotation. The effective thermal conductivity of liquid metal blanket is an important design parameter for the thermo-mechanical design of WWR-K Reactor. In this paper, the 2D and 3D theoretical equations for the effective thermal conductivity of Li_2TiO_3 pebble bed are derived and compared with the modelling results obtained by using COMSOL as a numerical tool and also with available experimental results. The modelling analysis gives the preliminary result of the effective thermal conductivity of Li_2TiO_3 pebble bed. The lithium metatitanate pebble bed is single size ($\text{Ø}1.7\text{-}2.0$ mm pebbles) with a packing fraction of 61% [2].

Key words: effective thermal conductivity, theoretical calculations, modelling analysis, Li_2TiO_3 pebble bed, Fourier law, Comsol Multiphysics program.

1. Introduction

Lithium-based ceramics have been recognized as promising tritium-breeding materials for the fusion reactor blankets. In this concept Li_2TiO_3 as lithium ceramic material will be adopted in the form of pebbles for tritium breeding and helium as coolant and purge gas. The ceramic pebbles configuration has been the preferred option in most blanket designs due to its potential advantages like simpler assembly of breeder into complex geometry regions, uniform and stable pore network for purge gas transport, no thermal stress

cracking because small thermal gradient across each pebbles, active control of bed thermal conductivity by varying the purge gas pressure. The WWR-K Reactor consists of lithium metatitanate as ceramic breeder (CB) material in the form of packed pebble beds. The thermal properties of the lithium ceramic pebble beds have a significant impact on blanket's temperature profile and the heat extraction process. So, the effective thermal conductivity of pebble beds is an important design parameter for the temperature control in the pebble beds.

In this paper the theoretical calculation and modelling analysis for the effective thermal conductivity of Li_2TiO_3 pebble bed are performed. The 2D and 3D theoretical equations for the thermal conductivity of pebble bed are derived, and compared with the modelling results using COMSOL as a numerical tool. The effective thermal conductivity of Li_2TiO_3 pebble bed can be preliminarily obtained by analysis modelling or theoretical calculation under the lack of experimental set-up at present. It might be a feasible choice to firstly calculate the effective thermal conductivity of pebble bed based on Fourier law of heat transfer [5] before going for experimental evaluation of pebble bed thermal conductivity. The mathematical model used in this paper for the calculation of effective thermal conductivity of Li_2TiO_3 pebble bed is based on a simple thermal conduction model, which only depends on the packing factor of pebble bed, thermal conductivity of purge gas helium and solid pebble material. These Li_2TiO_3 pebble beds are subjected to volumetric nuclear heating caused by the fusion neutrons; as a result heat is transferred from the hot lithium ceramic pebble beds to the coolant. The thermal properties of the Li_2TiO_3 pebble beds have a significant impact on the temperature profile of the blanket and heat transfer from these pebble beds to the coolant. The effective thermal conductivity k_{eff} and the interface thermal conductance h , at the pebbles / cooling plates interface, are the main thermal properties of the Li_2TiO_3 pebbles beds.

2. 2D Li_2TiO_3 pebble bed

Fig. 1(a) shows the 2D schematic array of Li_2TiO_3 pebbles with the theoretical packing factor of 78.5 % [1]. The red colour is Li_2TiO_3 pebbles with the diameter of 1.0 mm and the blue colour is helium purge gas. Fig 1(b) and 1(c) shows the unit cell model and half unit cell model of 2D pebble bed array.

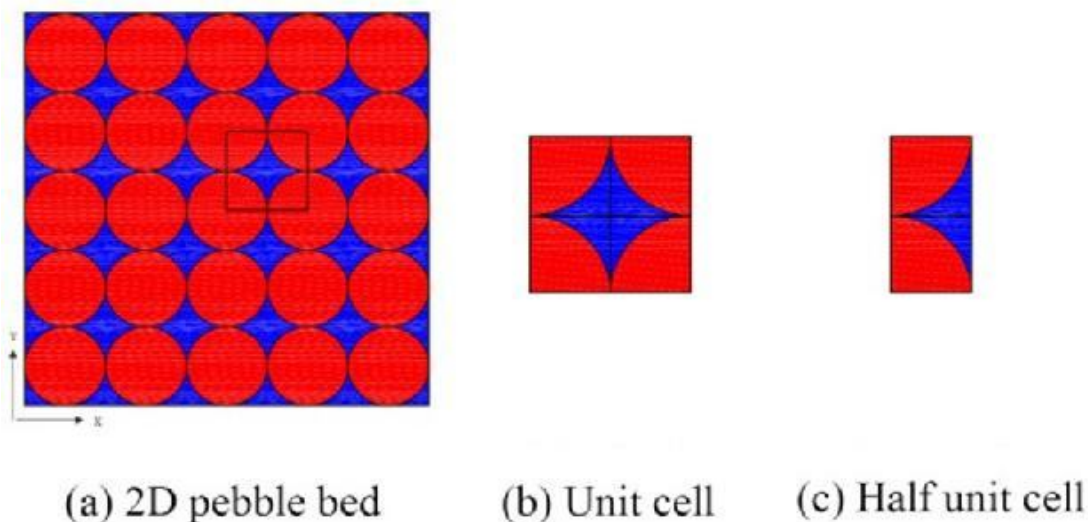


Figure 1. 2D array of Li_2TiO_3 pebbles

In case of Fig. 1(a) with the infinite array of bed, it is could be approximately considered the thermal conduction is isotropy in xy plane, so the thermal-electrical analogy technique and the 1D heat conduction model can be used to evaluate the effective thermal conductivity of Li_2TiO_3 pebble bed in x or y direction for two dimensional array.

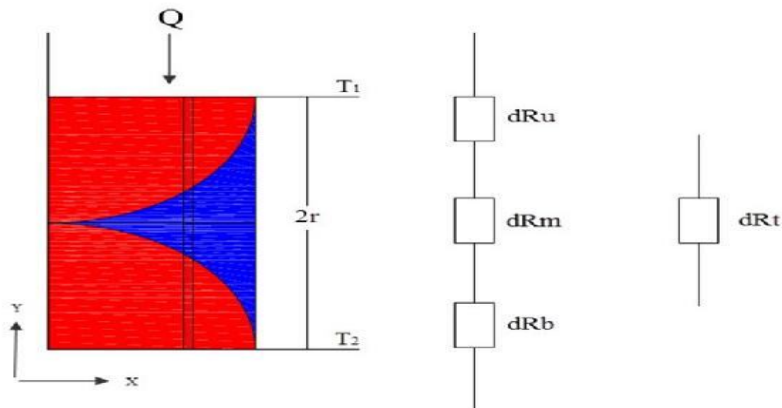


Figure 2. 2D heat transfer calculation model and thermal resistance network

As shown in Fig. 2, Q is the heat transfer rate along y direction, T_1 and T_2 are the temperatures on the top and bottom surfaces, respectively. The half unit cell model is divided into many infinitesimal layers with the thickness dx for each layer. The thermal resistance of different three sections inside an infinitesimal layer can be expressed using Fourier law of heat conduction for one dimension and steady state heat flow condition.

Obtained based on the assumption that the array of $2D Li_2TiO_3$ pebble is infinite; however the size of pebble bed is always finite in the real-life, so based on the theoretical calculation, it is necessary to choose a finite model and analyze the effective thermal conductivity. Here the FEA (Finite Element Analysis) code COMSOL is used as numerical tool in the following analysis.

Fig. 3 shows the comparison of modelling k_m and theoretical k_x results. Both k_m and k_x increases with temperature increases. As temperature increases both modelling k_m and theoretical k_x results come closer.

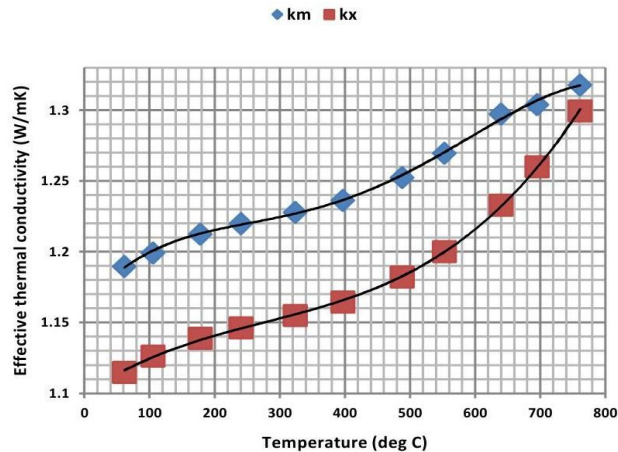


Figure 3. Comparison of modelling k_m and theoretical k_x results for 2D pebble bed

3. 3D Li_2TiO_3 pebble bed

3.1 Mono-sized pebble bed

Fig. 4(a) shows the 3D schematic array of Li_2TiO_3 pebbles with a uniform diameter of 1 mm. It is only a simple cubic arrangement of pebble bed, having the theoretical packing factor is 52,33 % [1]. Fig. 4(b) and fig. 4(c) shows the unit cell model and the quarter unit cell model respectively.

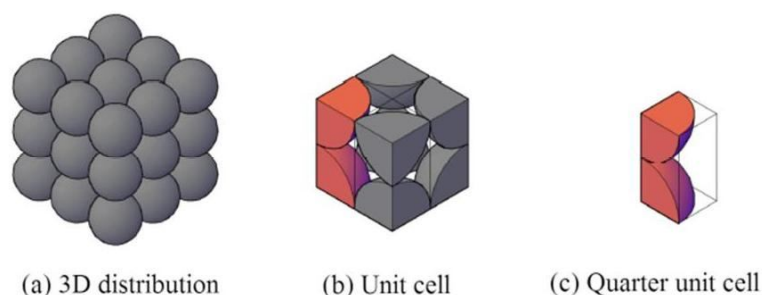


Figure 4. Simple cubic arrangement of pebble bed

3.2 Binary sized pebble bed

The theoretical calculation for uniform diameter pebbles or mono-sized pebble bed is performed. But it is not in the real condition, there are more or less differences in size of pebbles diameter.

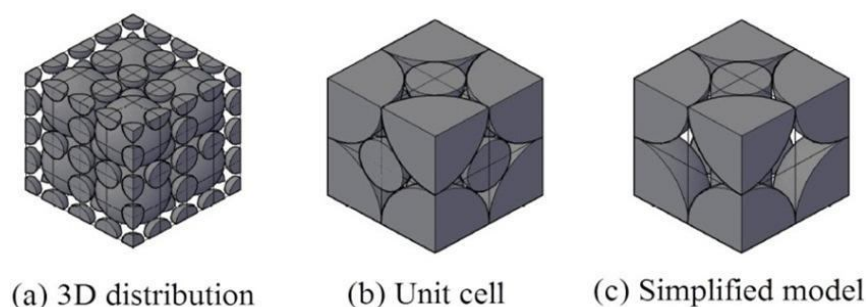


Figure 5. Binary sized pebble bed

Fig. 5(a) is a 2x2x2 simple cubic pile of Li_2TiO_3 pebbles, but the size of pebble diameter is binary, there are 32 little pebbles in the clearance among the 8 large pebbles, and the array formed by the large and little pebbles is symmetrical. For this array of Fig. 5(a), the diameter ratio of the little pebble to the large pebble is 0.4. The packing factor is about 65.76%. The integral model for Fig. 5(b) is very complicated; therefore a simplified model used for the heat transfer calculation. The effective thermal conductivity for simplified model shown in fig.5(c) is obtained by using the thermal-electrical analogy and integral techniques. In simplified model a cylinder along z direction is used instead of four small size pebbles, where the diameter ratio of the cylinder to the large pebble is 0.4, the maximum value is $(\sqrt{2}-1)$; thus its packing factor for this simplified model is equals 64.93%, which is almost as same. According to the model, assuming that the heat flows along z direction, an approximate result can be obtained and expressed in the following equation, which is a rough evaluation for the theoretical thermal conductivity of Li_2TiO_3 pebble bed under the distribution [4].

4. Discussion

It can be seen from the modelling and theoretical results of 2D pebble bed (with packing factor of 78.5%), 3D mono-sized (with packing factor of 52.3%) and 3D binary sized pebble bed (with packing factor of 65.8 %) that the packing fraction is an important design parameter for enhancing the value of effective thermal conductivity in pebble bed. The theoretical results of effective thermal conductivity is obtained by using very simplified and regular calculation models so the theoretical results is limited for the reality model of pebble bed which will be always irregular and complex in geometry. Therefore, the better modelling work is required. These will be carried out in next work.

REFERENCES

- [1] M. Panchal, A. Shrivastava, P. Chaudhuri, E. Rajendrakumar. «Theoretical calculation and analysis modeling for the effective thermal conductivity». Excerpt from the Proceedings of the 2012 COMSOL Conference in Bangalore.
- [2] Kuikabaeva A.A. Massoperenos tritiya, generiruemogo v litievoi keramike pri vozdeistvii neytronnogo oblucheniya. – Almaty, 2008. – s. 12-27.
- [3] T. Hatano et.al., Effective thermal conductivity of Li_2TiO_3 pebble bed for a demo blanket, Fusion Science and Technology, 2003. s. 44, 94-98.
- [4] User manual Comsol Multiphysics 4.3.
- [5] Y.A. Cengel, Heat Transfer: A Practical Approach, 2nd ed., McGraw-Hill, 2003.
- [6] Comsol material library for Liquid metal.

Сулейменов А.Ж., Куйкабаева А.А., Есеналина К.А., Нурмуханова А.З.

Термоядролы реактордың сұйықметалды пәблдарының эффективті жылуөткізгіштігін COMSOL Multiphysics бағдарламасы арқылы моделдеу анализін шығару

Түйіндеме. Мақалада Li_2TiO_3 пәблдарының эффективті жылуөткізгіштігін есептеу үшін, COMSOL Multiphysics бағдарламасы арқылы 2D және 3D модельдері құрастырылды. Алынған нәтижелер мен тәжірибелік нәтижелер салыстырылып графикке салынды. Моделдеу анализі Li_2TiO_3 пәблдарының эффективті жылуөткізгіштігін есептеудегі алдын ала нәтижелерін береді. Негізгі сөздер: эффективті жылуөткізгіштік, теоретикалық есептеулер, моделдеу анализі, Li_2TiO_3 пәблдары, Фурье Заңы, Comsol Multiphysics бағдарламасы.

Сулейменов А.Ж., Куйкабаева А.А., Есеналина К.А., Нурмуханова А.З.

Анализ моделирования эффективной теплопроводности жидкометаллического пэбла термоядерного реактора с помощью программы COMSOL Multiphysics

Резюме. В этой статье показаны, теоретические 2D и 3D модели и уравнения для эффективной теплопроводности пэблов Li_2TiO_3 , получены результатами моделирования, с помощью программы Comsol в виде числового инструмента, а также с имеющимися экспериментальными результатами. Анализ моделирования дает предварительный результат эффективной теплопроводности пэбла Li_2TiO_3 . Ключевые слова: эффективная теплопроводность, теоретические вычисления, анализ моделирования, пэблы Li_2TiO_3 , Закон Фурье, программа Comsol Multiphysics.

ӘОЖ 37.011

А.С. Көжебаева

(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, ainagulk@yandex.ru)

ОБЪЕКТІЛІК ДЕКОМПОЗИЦИЯНЫ ОҚЫТУҒА АРНАЛҒАН КЕЙБІР МЫСАЛДАР

Аңдатпа. Бұл мақаладағы объектіге бағытталған программалаудағы негізгі механизмдерді қарастыратын хабарламалармен алмасатын объектілердің жиыны түріндегі мәселе саласын көрсету процесін оқытудың мысалдары берілген. Объектіге бағытталған бағдарламалау соңғы жылдарда өте танымал болуда. Студенттердің объектіге бағытталған бағдарламаны үйренуге құлшыныс белсенділігіне қарап үлкен ынтаның бар екенін айтуға болады. Мұнда ең бастысы объектілік декомпозициямен нені түсінуге болатынын, оның процедуралық декомпозициядан айырмашылығын зерттеу маңызды орын алады. Сипаттамада объектілік модельдердің нақты жүзеге асыру ерекшеліктерін ешқандай программалау тілін қолданбай, тек таза теориялық түрде орындалады. Мәселенің пәндік саласының хабарламалармен алмасатын объектілер жиынтығы түрінде көрсетілу процесі объектілік декомпозиция болып табылады. Әр нақты жағдайда объектілік декомпозиция орындауда қандай объектілер мен хабарламалар туралы жазбалар жүріп жатқанын түсіну үшін, алдымен объектілік тәсіл күрделі жүйелер әрекеті моделін өңдеу үшін ұсынылғанын ескеру керек.

Кілтті сөздер: объектілік, кезектер, хабарламалар, мәзір, бағдарлама, модельдеу, алгоритмдік, бағандар, ақпарат.

Қазір объектіге бағытталған программалауды оқыту әдістемесі келешек мамандарды дайындауда маңызды мәселелердің бірі болып отыр. Оны терең меңгеруге жоғары оқу орындарында көп тәжірибе, объектіге бағытталған программалаудың оқытудың әдістері қажеттілігі туындайды. Объек-