

Zhuchenko A. I., Tsapar V. S.

STUDY OF TEMPERATURE FIELDS OF GLASS FURNACE

The results of simulation of temperature distribution in glass furnace were carried out. An investigation from temperature fields in different sections of glass-melting furnace. The results of temperature fields in the furnace were formulated.

Keywords: glass furnace, temperature field, mathematical model.

References

1. Ginzburg D. G. Steklovarennye pechi [Glass furnaces] / D. G. Ginzburg. – M. : Gosstrojzdat, 1967. – 214 s.
2. Dzuzer V. Ja. Matematicheskaja model' steklovarennoj pechi s podkovoobraznym napravleniem plameni [Mathematical model of the glass furnace with the horseshoe direction of a flame] / V. Ja. Dzuzer, B. C. Shvydkij, V. B. Kut'in // Steklo i keramika. – 2004. – № 10. – S. 8-12
3. Jugov A. M. Opredelenie temperaturnykh polej na kontaktirujushchih poverhnostyah vneshnego kontura agregata steklovarennoj pechi [Definition of temperature fields on contacting surfaces of an external contour of the unit of glass furnace] / A. M. Jugov, V. I. Moskalenko, A. V. Ihno, D. A. Judkalo // Visnik Donbas'koji nacional'noji akademiji budivnictva i arhitekturi. – 2009. – № 6 (80).
4. Kafarov V. V. Sistemnyj analiz processov himicheskoj tehnologii [System analysis of processes chemical technology] / V. V. Kafarov, I. N. Dorohov. – M. : Himija, 1979. – 201 s.
5. Zhuchenko A. I. Modeljuvannja teplovogo rezhimu sklovarnojoj pechi [Design of the thermal mode of glass furnace] / A. I. Zhuchenko, V. O. Romanenko // Visn. Nac. tehn. un-tu Ukrayini «Kijiv. politehn. in-t» ; ser. «Him. inzhenerija, ekologija ta resursozberezhennja». – 2011. – № 1 (11).

УДК 65.012.122

КУБРАК А. І., к.т.н., проф.; СИТНИКОВ О. В.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВИВЕДЕННЯ ПЕРЕДАТНОЇ ФУНКЦІЇ ВАННИ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ

Розглянуто ванну скловарної печі, що є об'єктом у системі керування скловарним виробництвом, створено структурну модель ванни печі та виведено її передатну функцію.

Ключові слова: передатна функція, скловарна піч, структурна модель.

Постановка задачі та аналіз попередніх досліджень. Передатна функція необхідна для створення і процесу синтезу системи керування скловарною піччю. Отримують із структурної моделі ванни печі, що має вигляд схеми зв'язків та дозволяє визначити керовані та не керовані елементи передатної функції.

Необхідність створення структурної моделі полягає у складності виведення передатної функції ванни скловарної печі. У свою чергу, передатна функція є складною структурою, яка залежить від передатних функцій скломаси та кладки. У праці [1] отримані передатні функції елементів скловарної печі: скломаси та кладки. З їх використанням та при вхідному зосередженному керуванні за витратою газу відносно розподіленого виходу температурного поля ванни створено структурну модель (рис. 1) на базі системи теплових потоків, що випромінюють скломаса q_{ct} і кладка q_{kl} ванни скловарної печі [2].

$$\begin{cases} q_{ct} = 3,5 \cdot 10^{-8} (T_{kl}^4 - T_{ct}^4) + 1,1 \cdot 10^{-8} (T_r^4 - T_{ct}^4), \\ q_{kl} = 2,11 \cdot 10^{-8} (T_{ct}^4 - T_{kl}^4) + 1,3 \cdot 10^{-8} (T_r^4 - T_{kl}^4), \end{cases} \quad (1)$$

де T_{ct} , T_{kl} , T_r – температури скломаси, кладки й газу відповідно.

Розглядаючи систему (1) у прирістах, лінеаризуючи її та використовуючи перетворення за Лапласом [3], перейдемо до вигляду:

$$\begin{cases} q_{ct}(p) = a_1 T_{ct}(p) + a_2 T_{kl}(p) + a_3 T_r(p) \\ q_{kl}(p) = b_1 T_{ct}(p) + b_2 T_{kl}(p) + b_3 T_r(p) \end{cases}$$

де коефіцієнти $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$ відповідають фізико-хімічним параметрам скломаси, кладки й газу.

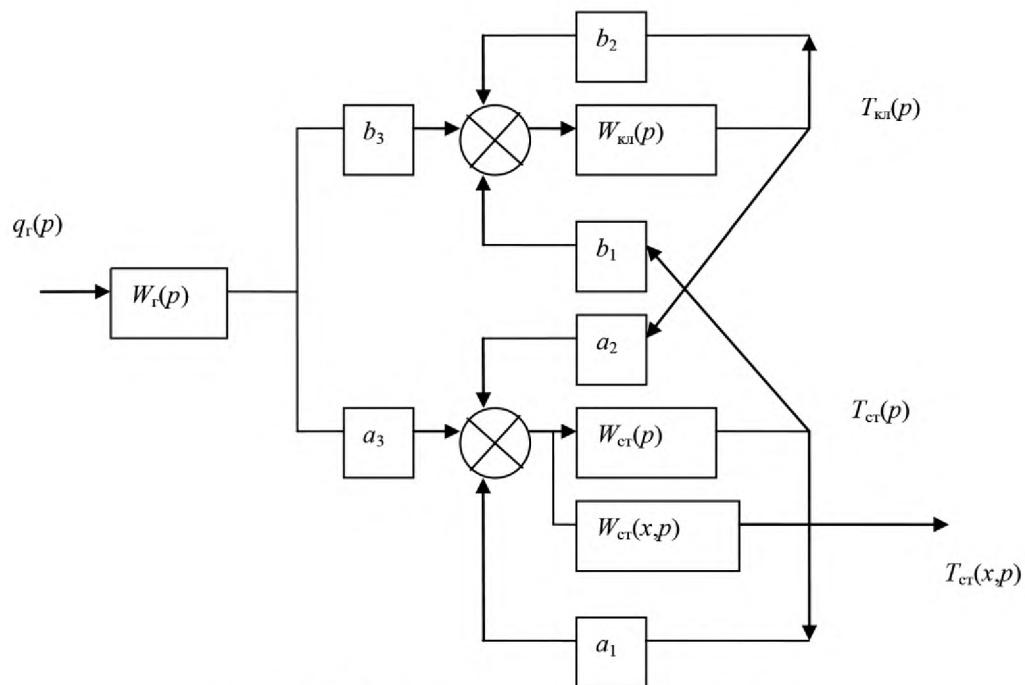


Рис. 1 – Структурна модель об’єкта керування

Мета статті полягає в знаходженні передатної функції ванни печі шляхом спрощення структурної моделі об’єкта керування [4].

Виклад матеріалу дослідження. Першим кроком у розв’язанні задачі спрощення структурної моделі буде запис до комірок b_3 і a_3 передатної функції $W_r(p)$ (рис. 2).

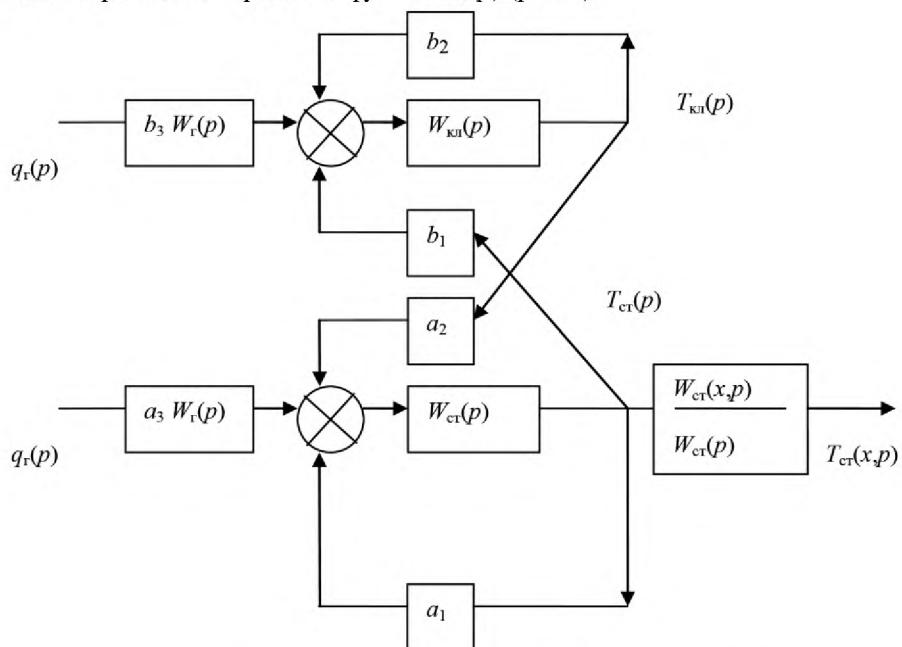


Рис. 2 – Перший крок спрощення структурної моделі

Для подальшого спрощення розглядатимемо окремо структурну схему для кладки та скломаси. На рис. 3-6 зображенено спрощення структурної схеми для кладки.

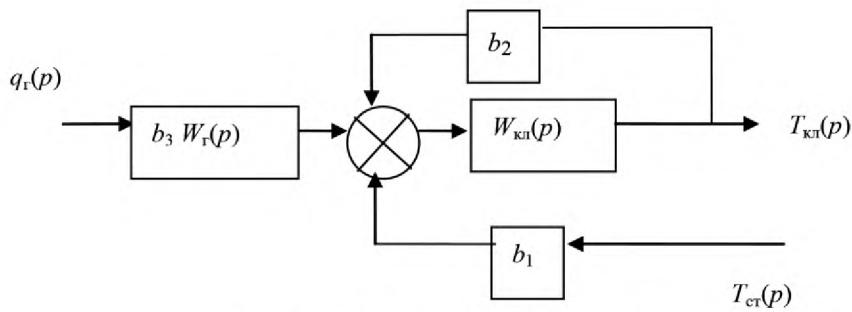


Рис. 3 – Перший крок спрощення

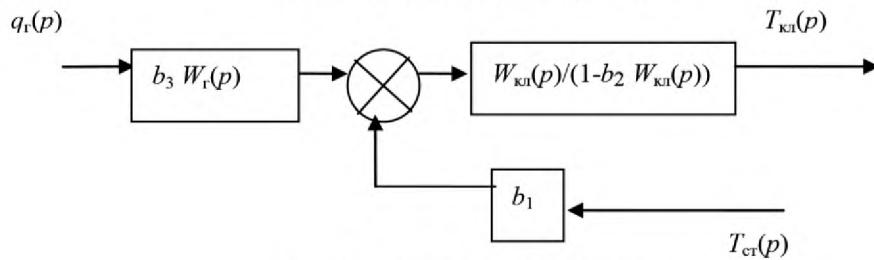


Рис. 4 – Другий крок спрощення

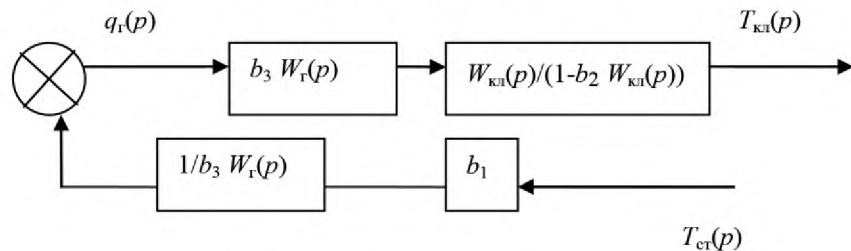


Рис. 5 – Третій крок спрощення

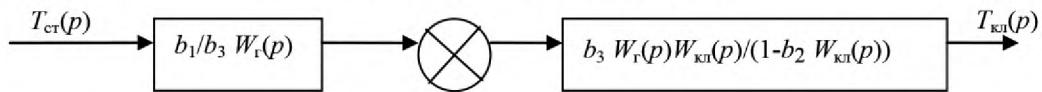


Рис. 6 – Четвертий крок спрощення

Таким чином отримано спрощену частину структурної моделі – частину, що відповідає за кладку. Аналогічно спрощуємо структурну схему для скломаси (рис. 7-10).

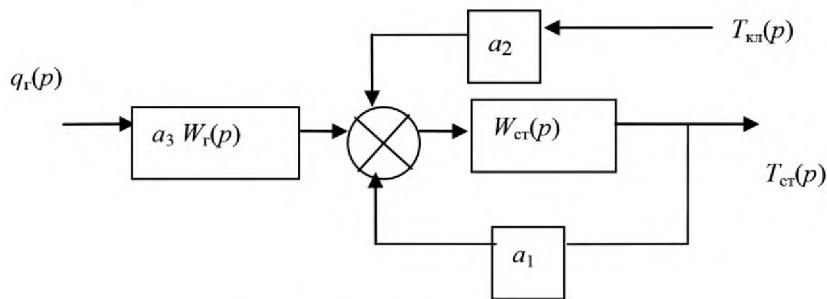


Рис. 7 – Перший крок спрощення

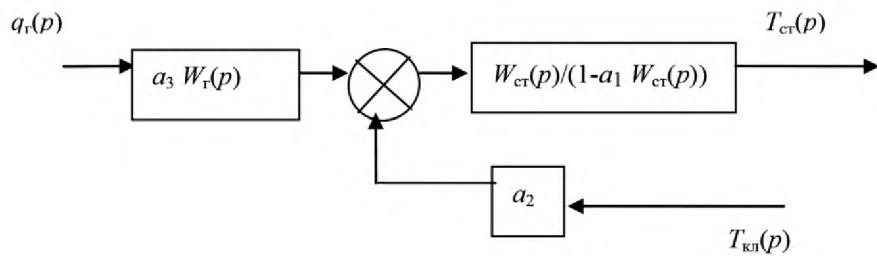


Рис. 8 – Другий крок спрощення

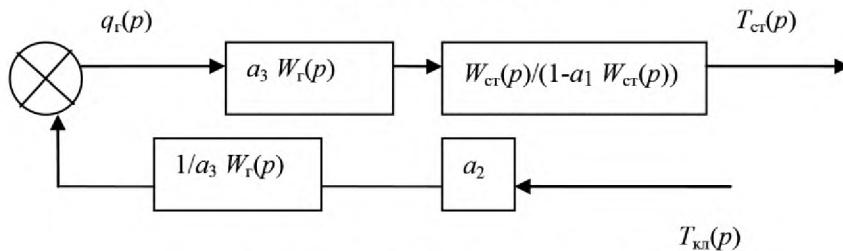


Рис. 9 – Третій крок спрощення

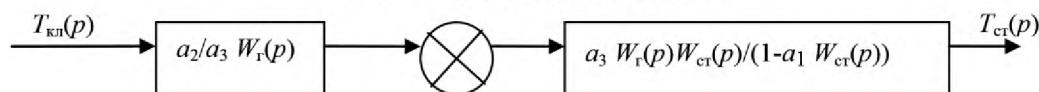


Рис. 10 – Четвертий крок спрощення

За результатами рис. 2, 6 і 10 переходимо до наступного етапу спрощення (рис. 11).

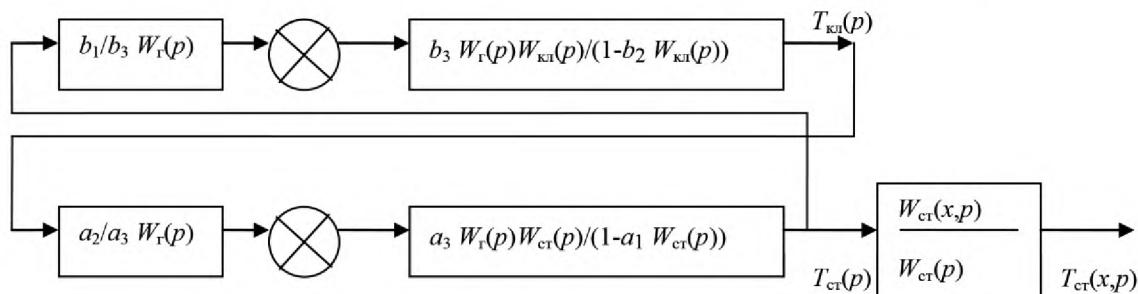


Рис. 11 – Другий етап спрощення структурної моделі

Для подальшого розв'язання задачі необхідно позбутися перехресних зв'язків (рис. 12-15).

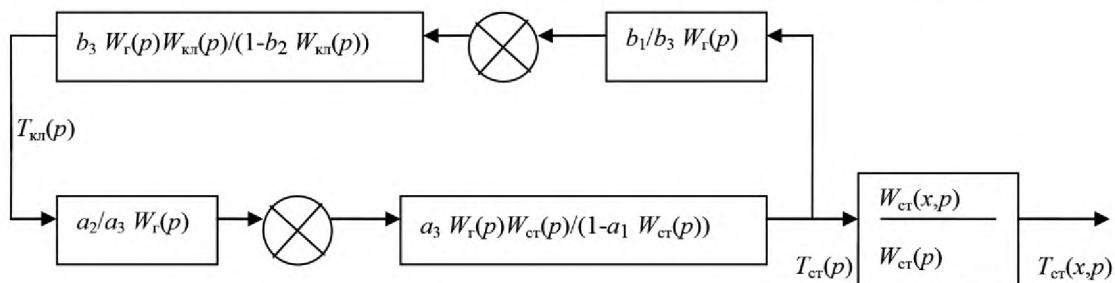


Рис. 12 – Третій етап, крок перший

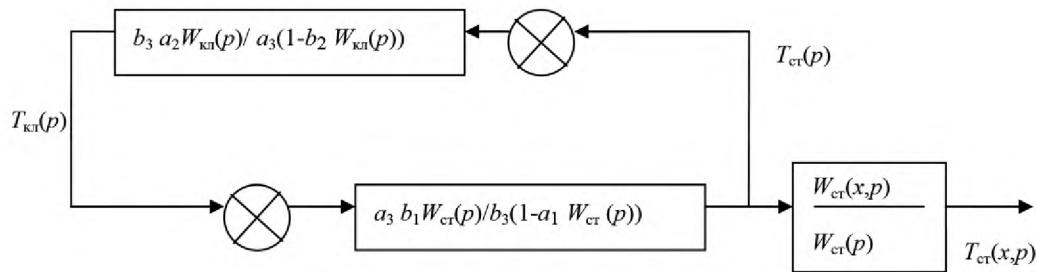


Рис. 13 – Третій етап, крок другий

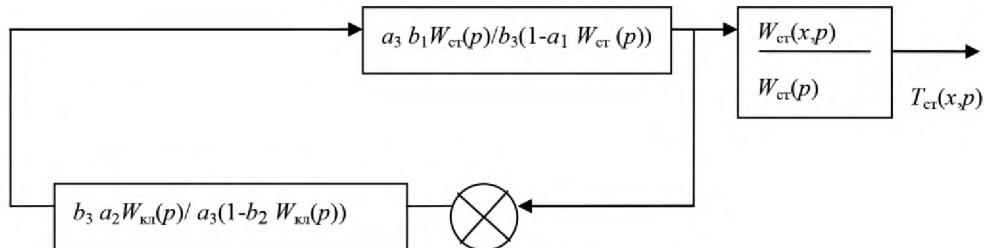


Рис. 14 – Третій етап, крок третій

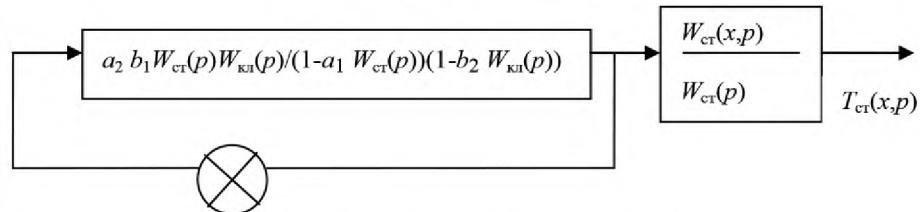


Рис. 15 – Третій етап, крок четвертий

Останнім етапом буде виведення власне передатної функції за існуючою схемою (рис. 16-17).

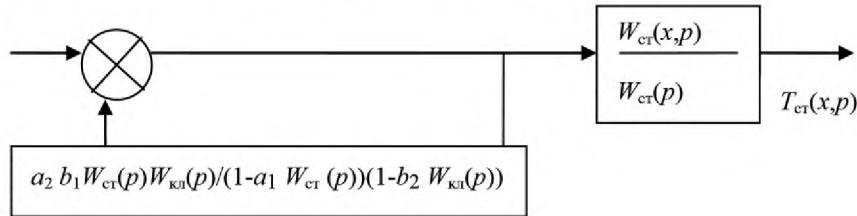


Рис. 16 – Четвертий етап, крок перший

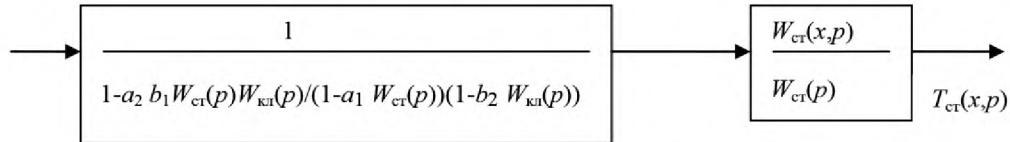


Рис. 17 – Четвертий етап, крок другий

Якщо ланки сполучені послідовно, результатуюча буде добутком двох. Згідно з рис. 17 передатна функція ванні печі матиме вигляд:

$$W(p) = \frac{(1-a_1 W_{cr}(p))(1-b_2 W_{ki}(p)) W_{cr}(x,p)}{[(1-a_1 W_{cr}(p))(1-b_2 W_{ki}(p)) - a_2 b_1 W_{cr}(p) W_{ki}(p)] W_{cr}(p)}.$$

Висновок. Виведено передатну функцію ванни скловарної печі, як об'єкта керування. Її буде використана в подальших дослідженнях з аналізу і синтезу системи керування піччю.

Список використаної літератури

1. Жученко А. І. Отримання передатних функцій елементів скловарної печі / А. І. Жученко, О. В. Ситников // Вісник Нац. техн. ун-ту України «Київ. політехн. ін-т» ; сер. «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2011. – № 1 (7). – С. 101-105.
2. Ситников А. В. Создание системы уравнений тепловых потоков для стекловарной печи ванного типа / А. В. Ситников, К. М. Мироненко // Перспективы развития информационных технологий. – 2011. – № 5. – С. 101-105.
3. Бутковский А. Г. Характеристики систем с распределенными параметрами / А. Г. Бутковский. – М. : Наука, 1979. – 224 с.
4. Рапопорт Э. Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами / Э. Я. Рапопорт. – М. : Высш. шк., 2003. – 299 с.

Надійшла до редакції 05.05.2012.

Kubrak A. I., Sytnikov O. V.

DETERMINATION OF TRANSFER FUNCTION OF GLASS FURNACE TUB

The tub of glass furnace that is subject to the control system of glassmaking production is considered. A structural model of the furnace bath and withdrawn its transfer function are created.

Keywords: transfer function, glass furnace, structural model.

References

1. Zhuchenko A. I. Otrymannia peredatnykh funktsii elementiv sklovarnoi pechi [Calculation of transfer functions of elements of glass furnace] / A. I. Zhuchenko, O. V. Sytnikov // Visnyk Nats. tekhn. un-tu Ukrayny «Kyiv. politekhn. in-t» ; ser. «Khimichna inzheneriia, ekolohiia ta resursozberezhennia». – 2011. – # 1 (7). – S. 101-105.
2. Sitnikov A. V. Sozdanie sistemy uravnenij teployh potokov dlja steklоварnoj pechi vannogo tipa [Creating a system of equations of heat flows for tank type glass furnace] / A. V. Sitnikov, K. M. Mironenko // Perspektivy razvitiya informacionnyh tehnologij. – 2011. – № 5. – S. 101-105.
3. Butkovskij A. G. Harakteristiki sistem s raspredelennymi parametrami [Characteristics of systems with the distributed parameters] / A. G. Butkovskij. – M. : Nauka, 1979. – 224 s.
4. Rapoport Je. Ja. Struktornoe modelirovanie ob'ektov i sistem upravlenija s raspredelennymi parametrami [Structural modeling of objects and control systems with distributed parameters] / Je. Ja. Rapoport. – M. : Vyssh. shk., 2003. – 299 s.

УДК 004.314:338.5; 229.735.45; 681.3

КОЛОСОВ О. Є.¹, д.т.н., пр.н.с.;

МАТВІЄВСЬКИЙ О. М.², к.в.н., с.н.с., ЛУШНІЧЕНКО В. М.², к.т.н.

¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

² ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Енергія-2000», м. Київ

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СТРУКТУРИ АВТОМАТИЗОВАНИХ ТРЕНАЖНО-МОДЕЛЮЮЧИХ ЗАСОБІВ

Описано принципи побудови структури автоматизованих тренажно-моделюючих засобів на прикладі комплексного тренажера, призначеного для навчання і тренування осіб групи керівництва польотами, офіцерів бойового управління і пілотів літальних апаратів з управління повітряною обстановкою в зонах відповідальності командних диспетчерських пунктів державної авіації, оснащених сучасними комплексами засобів керування польотами. При цьому комплексний тренажер виконаний з можливістю залучення до спільних тренувань пілотів, що діють в єдиному віртуальному просторі на пілотажних тренажерах (тренувальних пристроях) керованих літальних апаратів.

Ключові слова: автоматизована система моделювання, тренажер, пілот, літальний апарат.