

Олена Сергіївна МАКСИМОВА

кандидат економічних наук, доцент,
викладач кафедри економіки, організації та управління підприємствами,
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
E-mail: maxlenser@mail.ru

Сергій Володимирович МАКСИМОВ

кандидат економічних наук, доцент,
викладач кафедри економіки, організації та управління підприємствами,
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
E-mail: maxlenser@mail.ru

Ганна Володимирівна ТЕМЧЕНКО

кандидат економічних наук, доцент,
викладач кафедри економіки, організації та управління підприємствами,
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
E-mail: maxlenser@mail.ru

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ

Максимова, О. С. Оптимізація виробничої програми підприємств гірничо-металургійного комплексу / Олена Сергіївна Максимова, Сергій Володимирович Максимов, Ганна Володимирівна Темченко // Економічний аналіз : зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол. : В. А. Дерій (голов. ред.) та ін. – Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету “Економічна думка”, 2016. – Том 23. – № 2. – С. 93-101. – ISSN 1993-0259.

Анотація

Вступ. На сьогодні металургійні підприємства України неефективно споживають енергетичні ресурси. При формуванні виробничої програми необхідно враховувати наявні можливості, у тому числі енергетичні.

Мета. Дослідження основних напрямків оптимізації виробничої програми через зниження енергетичних витрат на металургійних підприємствах України.

Методологія. У процесі було використано графічний та порівняльний методи для аналізу та динаміки впливу енерговитрат на формування оптимальної виробничої програми. Порівняльний метод дозволяє визначити оптимальну виробничу програму.

Результати. У статті окреслено напрямки формування оптимальної виробничої програми при врахуванні стану виробничого обладнання. Досліджено зміну питомих витрат електроенергії при заданих обсягах виробництва. У результаті оптимізації економіко-математичної моделі отримано найбільш потрібні параметри виробничої програми.

Ключові слова: виробнича програма; енерговитрати; питомі витрати; обсяги виробництва.

Olena Serhiyivna MAKSYMOVA

PhD in Economic,
Associate Professor,
Department of Economics, Organization and Management,
Kryvyi Rih National University
E-mail: maxlenser@mail.ru

Serhiy Volodymyrovych MAKSYMOV

PhD in Economic,
Associate Professor,
Department of Economics, Organization and Management,
Kryvyi Rih National University

Hanna Volodymyrivna TEMCHENKO

PhD in Economic,
Associate Professor,
Department of Economics, Organization and Management,
Kryvyi Rih National University

OPTIMIZATION OF THE PRODUCTION PROGRAM OF MINING AND METALLURGICAL COMPLEX

Abstract

Introduction. Today the metallurgical enterprises of Ukraine inefficiently consume energy resources. In the process of the production program formation the available resources, including energy resources, must be considered.

Goal. The aim of the article is to study the main directions of optimization of production program because of the reduction of the energy costs at the metallurgical enterprises of Ukraine.

The method (Methodology). The graphical and comparative methods for analysis and dynamics of the impact of energy costs on the formation of optimal production program are used in this article. Comparative method allows to determine the optimal production program.

Results. The directions of formation of optimal production program considering the production status of the equipment are considered in the article. The change of the specific power consumption for a given production volume is investigated. As a result of optimization of economic and mathematical model the optimal parameters of the production program are obtained.

Keywords: production program; energy costs; unit costs; production volumes.

JEL classification: D 240, D570, L230, M110

Вступ

Металургійна промисловість є найважливішим компонентом світової економіки, у ній виробляється майже половина всієї продукції промисловості та більше ніж половина всіх товарів, які експортуються у світі. Вона є головним постачальником матеріалів для машинобудування та будівництва. Головна проблема світової чорної металургії, яка зберігає свою актуальність протягом останніх 25 років, - це надлишок виробничих потужностей і стабільне надвиробництво.

Світова фінансово-економічна криза 2008-2009 рр. внесла суттєві корективи у завантаження виробничих потужностей металургійного комплексу. Основним споживачем паливно-енергетичних ресурсів у ГМК є підприємства чорної металургії, загальне споживання якими паливно-енергетичних ресурсів складає 50 млн т у.п. Висока енергоємність виробництва, неефективне споживання паливно-енергетичних ресурсів спонукають витратити понад 8,5 млрд м³ природного газу та 18 млрд кВт-год. електроенергії. Енергоємність виробництва чавуну на українських металургійних підприємствах на 33 % вища, ніж на провідних підприємствах світу. На коксохімічних підприємствах України використовується майже 14 % витрат ПЕР [1].

Виробнича програма повинна формуватись із урахуванням можливостей підприємства, його забезпечення різними видами ресурсів, насамперед – енергетичними, при наявності певних резервів виробничої потужності для регулювання відповідності попиту і пропозиції на ринку чорних металів у сучасних умовах [2].

Коксохімічне виробництво – це не окреме підприємство, а підрозділ металургійного комбінату. Продукцією його в основному є: кокс, коксовий газ та хімічні продукти коксування. Практично весь вироблений кокс, сірчана кислота та очищений коксовий газ використовуються у виробництві підприємства. Виробнича програма коксохімічного виробництва розраховується таким чином, щоб забезпечити з надлишком потребу доменних цехів комбінату високоякісним паливом для виплавки чавуну. Це пояснюється необхідністю задовольнити потреби в коксі при збільшенні обсягів виробництва металу. Все, що не спожито в основному виробництві, реалізується іншим металургійним комбінатам. Сульфат амонію використовується для потреб сільського господарства, промисловості, на експорт. Кам'яновугільна смола необхідна смолообробним та коксохімічним підприємствам для подальшої переробки, транспортним організаціям та коксохімічним підприємствам на експорт. Сирий бензол відвантажується коксохімічним підприємствам з метою подальшої очистки і на експорт.

Аналіз показує, що існує низка резервів збільшення ефективності формування виробничої програми підприємств ГМК, у тому числі коксохімічного виробництва. Важливо враховувати такі фактори формування: енергоефективність, якість продукції, її конкурентоспроможність, упровадження досягнень галузевої науки тощо.

Мета статті

Мета статті - визначення основних напрямків зниження питомих витрат електроенергії при формуванні виробничої програми за умови повного задоволення потреб ринку на прикладі коксохімічного виробництва ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг».

Виклад основного матеріалу дослідження

Задачею КХВ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» є переробка кам'яного вугілля із отриманням з нього якісної продукції – коксу, коксового газу і хімічних продуктів коксування. Нині на підприємстві експлуатується 4 коксових батареї із загальною проектною потужністю 2 млн 346 тис. тонн у рік коксу валовою 6 % вологості.

Аналіз зміни обсягів виробництва коксу за 2013-2014 рр. показує, що вони мають тенденцію до зниження (рисунок 1).

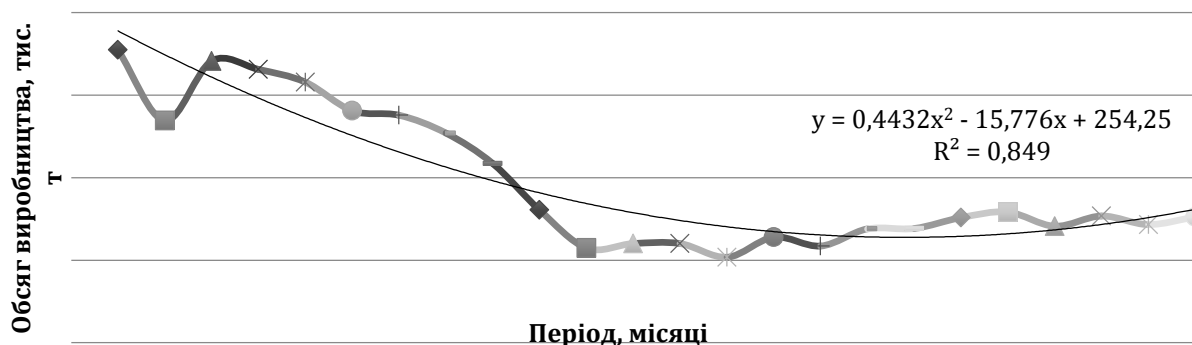


Рис. 1. Зміни обсягу виробництва коксу за період 2013-2014 рр*.

*Побудовано автором за даними річного звіту КХВ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» за період 2013-2014 рр.

Важливим ресурсом при виробництві коксу є витрати електричної енергії. Зміна питомих витрат електроенергії у часі за 2013-2014 рр. описується нелінійною моделлю (рисунок 2). При цьому слід ураховувати, що працююча коксова батарея, навіть не виробляючи коксу, не може бути вимкнена і споживає електроенергію для підтримання своєї працездатності. Якщо порівняти вищезазначений графік (рисунок 1), де показана зміна обсягу виробництва у часі, то побачимо обернену їх залежність.

Як бачимо, зв'язок фактору та результуючого показника досить міцний. Отже, при збільшенні обсягу виробництва на 1 % питоми витрати електроенергії знизяться.

Важливою умовою формування виробничої програми коксохімічного виробництва є стан коксових батарей, який характеризується таким показником пічного фонду підприємства, як кількість непрацюючих печей та їх зміна під впливом часу (рисунок 4).

Як бачимо, зміна кількості непрацюючих печей, яка залежить від обсягу капіталовкладень у ремонт коксової батареї, змінюється нелінійно. Проаналізуємо, яким чином кількість непрацюючих печей впливає на зміну обсягу виробництва (рисунок 5).

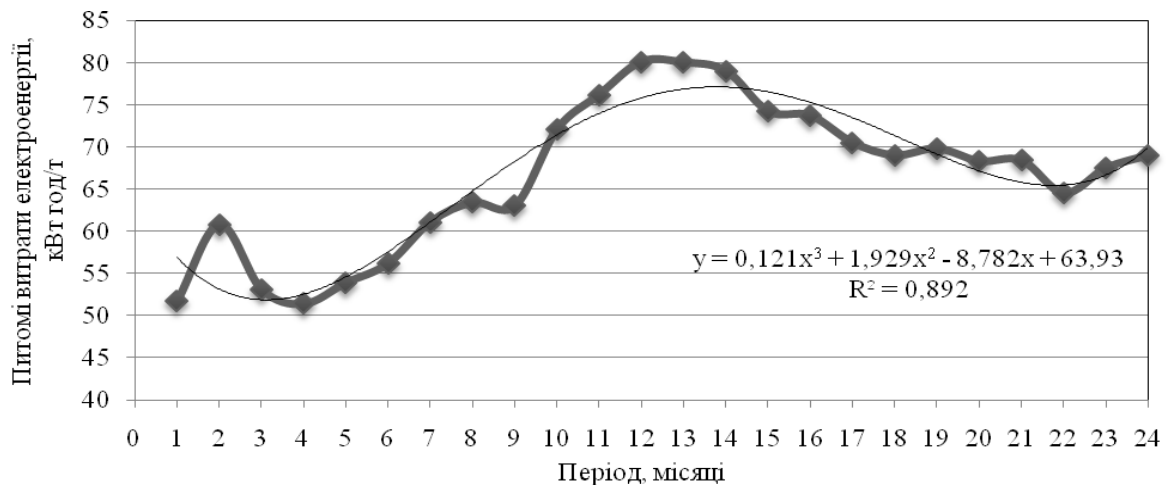


Рис. 2. Аналіз зміни питомих витрат електроенергії за період 2013-2014 рр*.

*Побудовано автором за даними КХВ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» за період 2013-2014 рр.

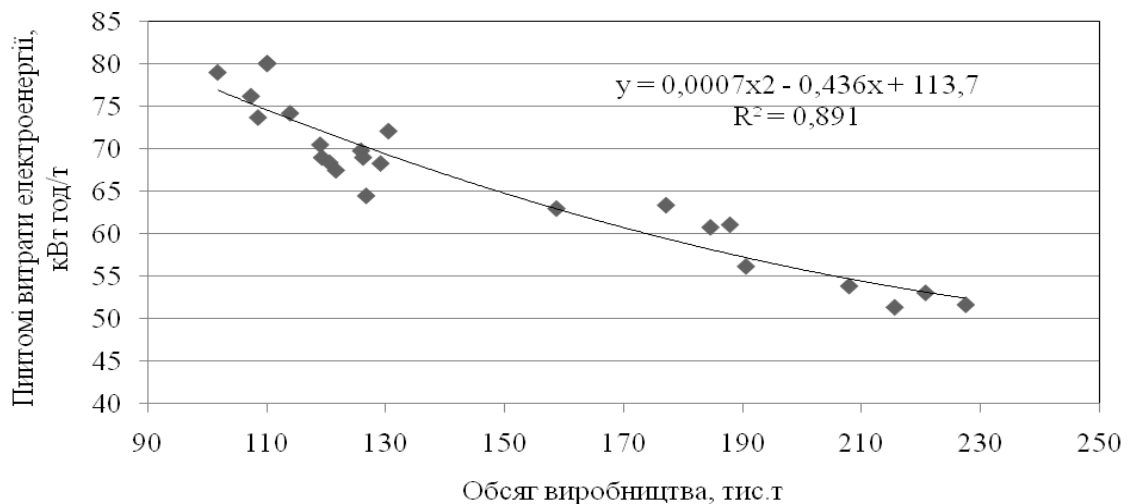


Рис. 3. Аналіз впливу зміни обсягу виробництва коксу на питомі витрати електроенергії*

*Побудовано автором за даними КХВ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» за період 2013-2014 рр.



Рис. 4. Аналіз зміни кількості непрацюючих печей за період 2013-2014 рр*.

*Побудовано автором за даними КХВ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» за період 2013-2014 рр.

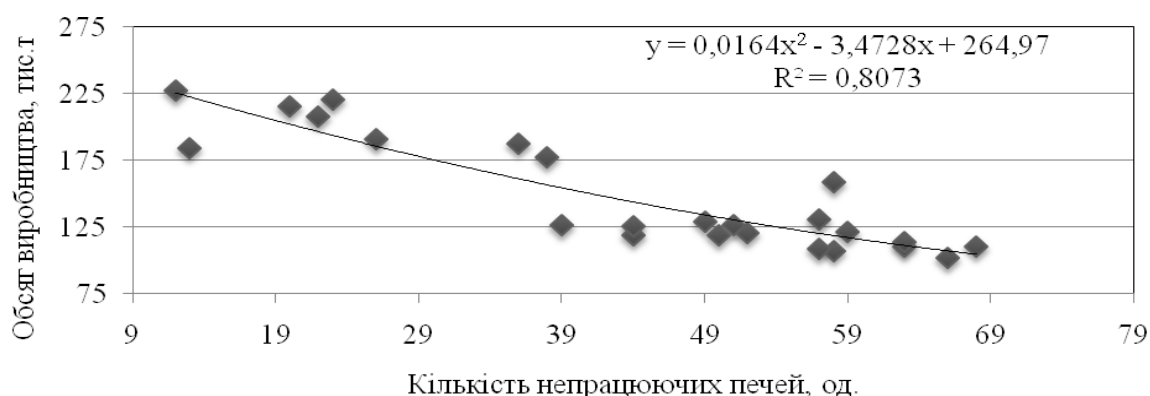


Рис. 5. Аналіз зміни кількості непрацюючих печей на обсяг виробництва*

* Побудовано автором за даними КХВ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» за період 2013-2014 рр.

Як видно із побудованої моделі, зв'язок між зазначеними факторами є нелінійним. Коефіцієнт детермінації свідчить про високий ступінь його щільності.

У результаті дослідження було визначено, що найбільш важливим фактором формування виробничої програми на КХВ ПАТ «АМКР» є питомі витрати електроенергії. Останні залежать від завантаженості коксових батарей та їх стану. При збільшенні кількості непрацюючих печей кількість виробленого коксу зменшується, у той час, як затрати електроенергії збільшуються через неможливість відімкнення коксової батареї від джерела електроенергії (рисунок 6).

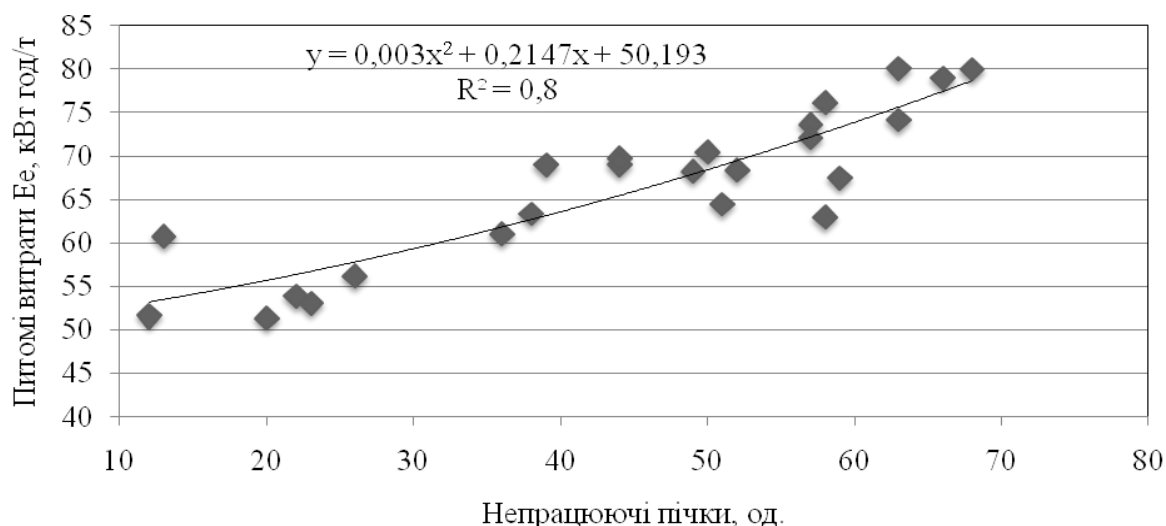


Рис. 6. Залежність між питомим витратами електроенергії та кількістю непрацюючих печей*

* Побудовано автором за даними КХВ ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» за період 2013-2014 рр.

Таким чином завдання зниження питомих витрат електроенергії було обрано головним критерієм формування оптимальної виробничої програми КХВ ПАТ «АМКР» при умові повного задоволення потреб у коксі основного виробництва [3].

Оскільки на КХВ ПАТ «АМКР» обсяг виробництва коксу має нелінійний зв'язок із питомими витратами електроенергії, то цільова функція для оптимізації виробничої програми може мати вигляд:

$$PE_e = \frac{E_{заг}}{Q_{В,К}} \rightarrow \min \quad (1)$$

де PE_e – питомі витрати електроенергії, кВт год/т;
 $E_{заг}$ – загальні витрати електроенергії;
 $Q_{В,К}$ – плановий обсяг виробництва валового коксу, тис. т.
 при умові:

$$Q_{B.K} \cdot H_K \geq Q_{B.ч}$$

де $Q_{B.ч}$ – плановий обсяг виробництва чавуну, тис. т.;

H_K – норма витрат коксу.

Доцільно буде загальні витрати електроенергії визначити як функцію від обсягу виробництва та кількості непрацюючих печей:

$$E_{заг} = f(Q, n_{непр}), \quad (2)$$

де $n_{непр}$ – кількість непрацюючих печей.

Непрацюючою коксова піч визнається за умови серйозної неполадки. Наприклад, це може бути поламка простінки чи її непрацездатність.

Залежність $E_{заг} = f(Q, n_{непр})$ є множинною нелінійною регресією, яка буде мати вигляд:

$$y = b_0 + b_1 x_1^2 + b_2 x_2^2 + b_3 x_1 + b_4 x_2 + b_5 x_1 x_2, \quad (3)$$

де b_0, b_1, \dots, b_5 – невідомі параметри моделі;

x_1 – обсяг виробництва коксу валового, тис. т.;

x_2 – кількість непрацюючих печей (дискретна величина);

U – загальні витрати електроенергії, кВт год.

Після визначення параметрів маємо модель наступного виду

$$y = 1381,908 - 0,17345 x_1^2 + 0,7923 x_2^2 + 87,1394 x_1 - 71,836 x_2 + 0,12 x_1 x_2 \quad (4)$$

Підставляємо це рівняння в цільову функцію (1) і отримуємо оптимізаційну економіко-математичну модель виду:

$$PE_e = \frac{1381,908 - 0,17345 x_1^2 + 0,7923 x_2^2 + 87,1394 x_1 - 71,836 x_2 + 0,12 x_1 x_2}{x_1} \rightarrow \min \quad (5)$$

Обмеженням такої моделі буде виступати система рівнянь, яка характеризує максимально можливий обсяг виробництва печей та їх кількість:

$$\begin{cases} 68,4 < x_1 < 195,5; \\ 0 < x_2 < 75; \\ x_2 - \text{цілочисленне.} \end{cases}$$

Як бачимо, обмеженням для першого фактору (обсягу виробництва) є середньомісячна виробнича потужність – 195,5 т та мінімально можливий попит – 68,4 т. Обмеженням для другого фактору є максимальна кількість непрацюючих печей, яка забезпечить виробництво необхідної кількості продукції.

Проведемо аналіз зміни питомих витрат електроенергії від зміни обсягу виробництва при заданій кількості непрацюючих печей (рисунок 7).

При розрахунку питомих витрат електроенергії було враховано, що при кількості непрацюючих печей – 68 обсяг виробництва коксу валового не може перевищувати 170 тис. т, адже виробнича потужність такої кількості печей менша. Тенденція врахована і при інших кількостях непрацюючих печей. Дані взято на основі статичного аналізу вихідних даних.

Також проаналізуємо, яким чином змінюються питомі витрати електроенергії при зміні кількості непрацюючих печей на заданому рівні обсягу виробництва (рисунок 8). Дані обмежені виробничою потужністю працюючих печей при визначеному рівні непрацюючих. Тому питомі витрати розраховані не на всьому діапазоні кількості непрацюючих печей.

Як бачимо, при збільшенні кількості непрацюючих печей обсяг питомих витрат електроенергії зменшується, але згодом значно зростає і утворює параболу. Це свідчить про нелінійний зв'язок.

Суміщення цих залежностей дозволяє знайти мінімальні питомі витрати електроенергії і побудувати графік (рисунок 9).

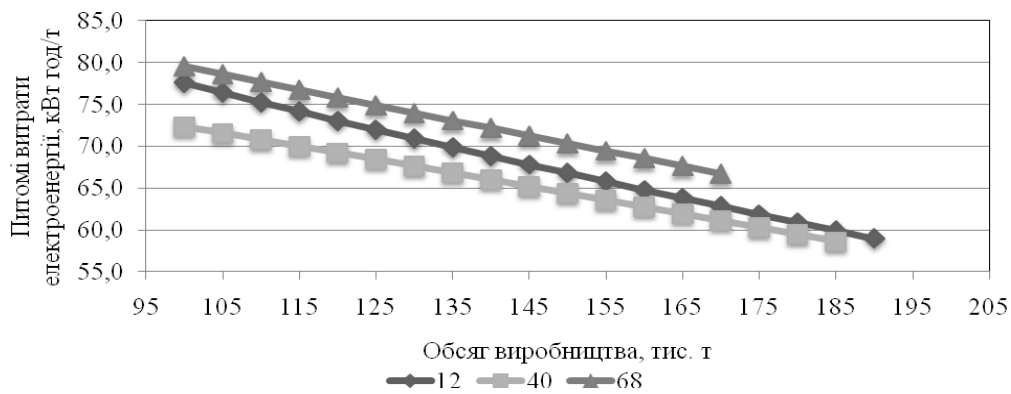


Рис. 7. Залежність питомих витрат електроенергії від зміни обсягу виробництва при кількості непрацюючих печей (12, 40, 68)

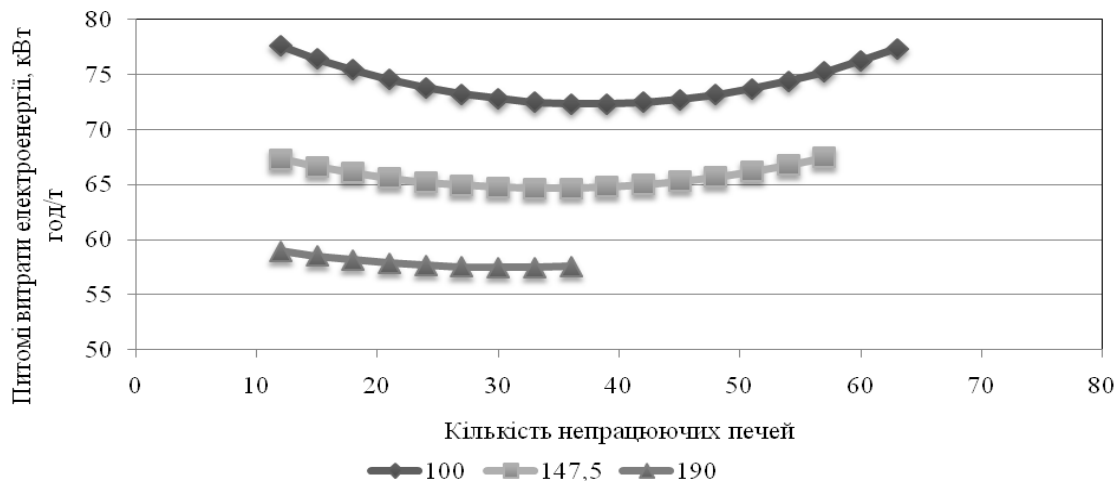


Рис. 8. Залежність питомих витрат електроенергії від кількості непрацюючих печей на заданому рівні обсягу виробництва (100, 147,5 та 190 тис. т)

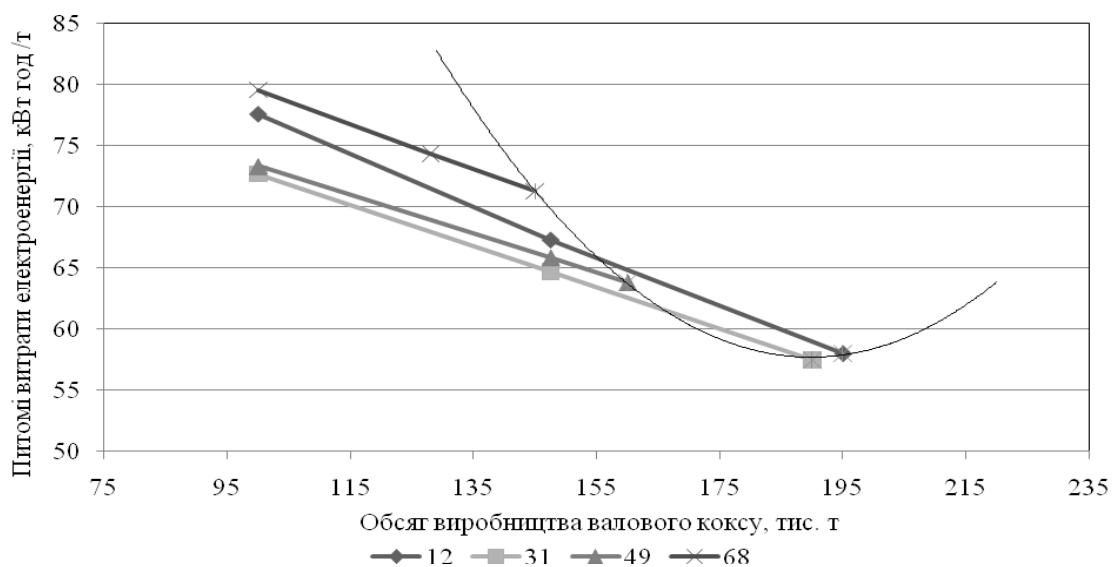


Рис. 9. Визначення залежності зміни питомих витрат електроенергії при зміні обсягу виробництва за певної кількості непрацюючих печей (12, 31, 49, 68)

Для знаходження оптимального рішення скористаємося функцією «Пошук рішень». З її допомогою можна визначити, при яких значеннях факторів формула в цільовому осередку набуває потрібного значення (мінімального, максимального або рівного якій-небудь величині). Для процедури пошуку рішення можна задати обмеження, причому не обов'язково, щоб при цьому використовувалися ті ж фактори.

Використавши цю програму, отримуємо оптимальне значення моделі. Розрахунок показано на рисунку 10.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1381,908								
2	-0,17345								
3	0,7923			вп	195,5	68,425			
4	87,1394			печи	75				
5	-71,836		x1	190					
6	0,12		x2	31					
7		57,46386							

Рис. 10. Пошук оптимального рішення за допомогою середовища MS Excel

У результаті покращення економіко-математичної моделі отримано оптимальні параметри виробничої програми КХВ ПАТ «АМКР». Отже, за умови плану виробництва на рівні 190 тис. т коксу валового і при кількості непрацюючих печей не більше 31, питомі витрати електроенергії будуть найменшими, а саме 57,46 кВт год/т.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Таким чином нами було визначено, що у зіставленні з фактичною кількістю непрацюючих печей у 2014 р. – 53 та досягнутим рівнем питомих енергетичних витрат – 71,16 кВт год /т, перехід на оптимальну виробничу програму при плановій кількості непрацюючих печей, що не перевищує 31, питомі витрати електроенергії будуть найменшими, а саме 57,5 кВт год./т.

Ефект від оптимізації виробничої програми шляхом визначення оптимальної кількості непрацюючих печей становить 2504,0 тис. грн.

Список літератури

1. Галузева програма енергоефективності та енергозбереження на період до 2017 р. – затверджено наказом міністра промислової політики України № 152 від 25.02.2009 року. - 123 с.
2. Максимова, О. С. Методика визначення ресурсного потенціалу гірничорудних підприємств / О. С. Максимова // Збірник наукових праць ДонДУУ: «Проблеми та сучасна практика ЗЕД в умовах глобалізації та інтеграції». – Серія «Економіка». – Т.VIII. – Вип. 92. – 2007 – с.352-359.
3. Сталинский, Д. В. Проблемы и перспективы энергосбережения в горно-металлургическом комплексе / Д. В. Сталинский, В. Г. Литвиненко, Р. А. Перетятко // Экология и промышленность. – 2012. – №1. – С. 4-10.

References

1. *Haluzeva prohrama enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennya na period do 2017 r.* (2009). Zatverdzheno nakazom ministra promyslovoyi polityky Ukrainy # 152 vid 25.02.2009 roku.
2. Maksymova, O. S. (2007). *Metodyka vyznachennya resursnoho potentsialu hirnychorudnykh pidpryyemstv. Problemy ta suchasna praktyka ZED v umovakh hlobalizatsiyi ta intehratsiyi*, VIII(92), 352-359.
3. Stalynskyy, D. V., Lytvynenko, V. H., Peretyatko, R. A. (2012). *Problemy y perspektivy enerhosberezhennya v hornno-metallurhycheskom komplekse. Ekolohiya i promyshlennost'*, 1, 4-10.

Стаття надійшла до редакції 15.03.2016 р.