

ГЕОЛОГІЯ, ВИДОБУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 621.

¹Й.С. Мисак, д.т.н.
¹П.Й. Омеляновський
²Л.В. Голишев

ОПТИМАЛЬНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ ПИЛОСИСТЕМИ З КУЛЬОВИМ БАРАБАННИМ МЛИНОМ ПРИ РОЗМЕЛЮВАННІ ВУГІЛЛЯ МАРКИ АШ

¹Національний університет «Львівська політехніка» e-mail: mysak@polynet.lviv.ua
²ВАТ «ЛьвівОРГРЕС», м. Львів

Представлені результати експериментального визначення оптимального режиму пилосистеми з млином типу КБМ 370/850 (Ш-50А) при розмелюванні вугілля марки АШ і спалюванні вугільного пилу в котлі ТПП-210А.

Ключові слова: кульовий барабанний млин, кульове завантаження млина, розмелювання кам'яного вугілля, зольність палива, вологість палива, питома витрата електроенергії на пилоприготування.

Вступ

Необхідність визначення впливу якості твердого палива на ефективність роботи енергоблоків теплових електричних станцій (ТЕС) виникла за надходження на ТЕС твердого палива погіршеної якості.

Проходження сезонного мінімуму в енергосистемі забезпечується, як правило, довгостроковим мінімальним навантаженням енергообладнання ТЕС, при якому експлуатація котельних установок пов'язана із погіршенням якості ведення топкового режиму і погіршенням процесу рідкого шлаковидалення, особливо при спалюванні низькорекційного вугілля марки АШ.

Постановка задачі

Основним фактором, що обмежує паропродуктивність котлів і наявну потужність енергоблоку є дефіцит пиловугільного палива, який виникає за рахунок зменшення продуктивності млинів пилосистем у випадку розмелювання вугілля погіршеної якості.

Оптимальний режим пилосистеми з кульовим барабанним млином прийнято характеризувати такими показниками:

- максимальною продуктивністю млина;
- мінімальною питомою витратою електроенергії на пилоприготування;
- проектною тонкістю помелу готового пилу.

Основний зміст

Результатами проведених досліджень і експлуатаційний досвід показали, що для стабілізації топкового режиму при мінімальних навантаженнях котла доцільно спалювати вугільний пил АШ з низькою тонкістю помелу. Тому в теперішній час доцільно встановлювати оптимальний режим пилосистеми з млином типу КБМ залежно від навантаження котла.

Ефективність режиму пилосистеми, в основному, залежить від продуктивності млина, на яку впливають вологість вугілля і кульове завантаження барабана.

За даними дослідження [1] продуктивність млина залежно від збільшення вологості вугілля понад проектне значення для різних марок вугілля визначається за формулою:

$$V_m = V_m^n \cdot \left(\frac{W_{\Pi}^p}{W^p} \right)^m, \quad (1)$$

де V_m – продуктивність млина, т/год; V_m^n – проектна продуктивність млина, т/год; W_{Π}^p, W^p – проектна та фактична вологості вугілля, %; m – показник степеня, значення якого залежить від марки вугілля.

Максимальна продуктивність млина може бути досягнута тільки за проектної або близької до неї вологості вугілля.

Для визначення поправочних коефіцієнтів до питомої витрати молотьних куль [2] проведено випробування пилосистеми з млином типу КБМ 370/850 (Ш-50А) при номінальних навантаженнях котла ТПП-210А і розмелюванні вугілля марки АШ з $Q_n^p=22,89\div 23,85$ МДж/кг, $A^p=18,6\div 20,7$ %, $W^p=6,6\div 8,4$ %, фіксованих значеннях кульового завантаження барабана у межах $G_k=65\div 95$ т і зміні тонкості помелу готового пилу $R_{90}=2,4\div 4,8$ %.

Основні проектні показники пилосистеми при розмелюванні вугілля марки АШ:

- вологість вугілля $W_n^p=7,5$ %
- тонкість помелу пилу $R_{90}^n=7$ %;
- продуктивність млина $V_m^n=50$ т/год.

За результатами аналізу експериментального матеріалу складено графічні залежності основних показників пилосистеми – продуктивності млина, тонкості помелу пилу і питомої витрати електроенергії на пилоприготування від кульового завантаження барабана млина.

Залежність продуктивності пилосистеми від кульового завантаження наведено на рис 1.

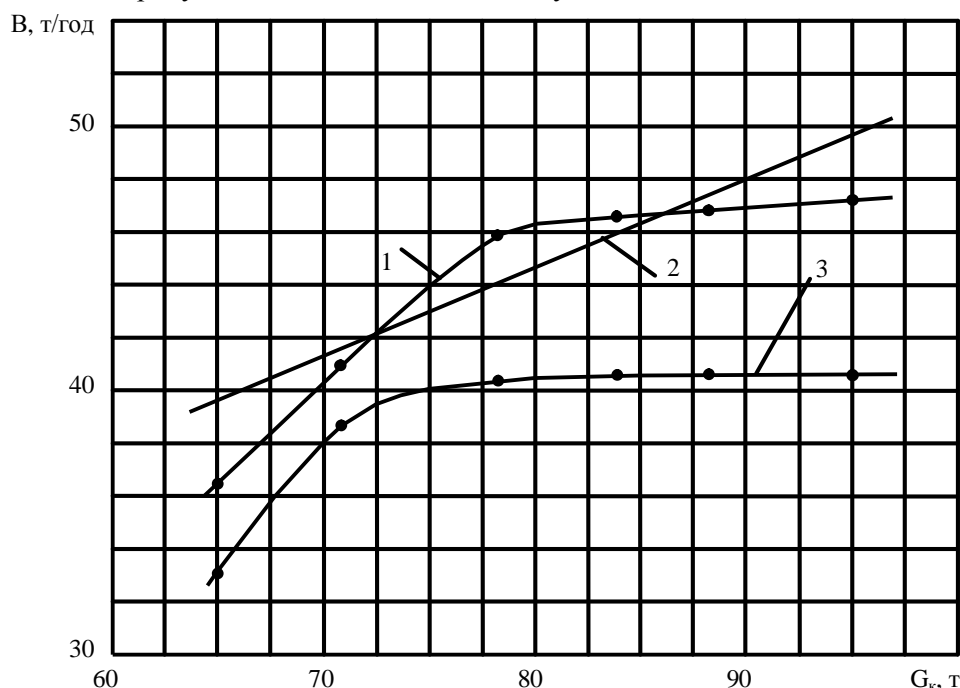


Рис.1. Залежність продуктивності пилосистеми від кульового завантаження барабана
1 – фактична продуктивність млина; 2 – розрахункова продуктивність млина; 3 - пилопродуктивність

Продуктивність млина – витрата вугілля (лінія 1) визначається методом, а пилопродуктивність – витрата вугільного пилу перед циклоном (лінія 3) – за допомогою пилувідбірника PFS фірми «Mark and Wedell» [3]. Достовірність проведених вимірювань підтверджувалася однаковим характером зміни витрат вугілля і пилу.

Динаміка зміни продуктивності млина при збільшенні кульового завантаження від 65 до 95 т мала різний темп зростання: швидкий – 0,728 т вугілля/т куль в діапазоні $G_k=65\div 78$ т і повільний – 0,077 т/т при $G_k > 78$ т.

За даними [4] у межах зміни кульового завантаження барабана від 10 до 35 % та інших незмінних умовах продуктивність млина рекомендується розраховувати за формулою:

$$V_m = a \cdot G_k^{0,6}, \text{ т/год} \quad (2)$$

де a – постійна величина.

При фактичній вологості вугілля $W_n^p=7,6$ %, що майже відповідала проектному значенню, продуктивності млина $V_m=46,36$ т/год і кульовому завантаженні $G_k=84$ т розраховано постійну величину $a=3,24$. На рис. 1 лінією 2 позначено зміну розрахункової продуктивності млина, яку

визначено за формулою (2), залежно від кульового завантаження.

Відомо, що на реальну продуктивність млина одночасно впливають вугілля і кульове завантаження барабана. Тому лінії 1 і 2 збігаються при значеннях вологості вугілля наближених до проектного і розходяться при значеннях більших або менших за проектне.

При зафіксованому положенні стулок відцентрового сепаратора пилу та інших рівних умовах зміна кульового завантаження помітно впливала на тонкість помелу пилу (рис.2).

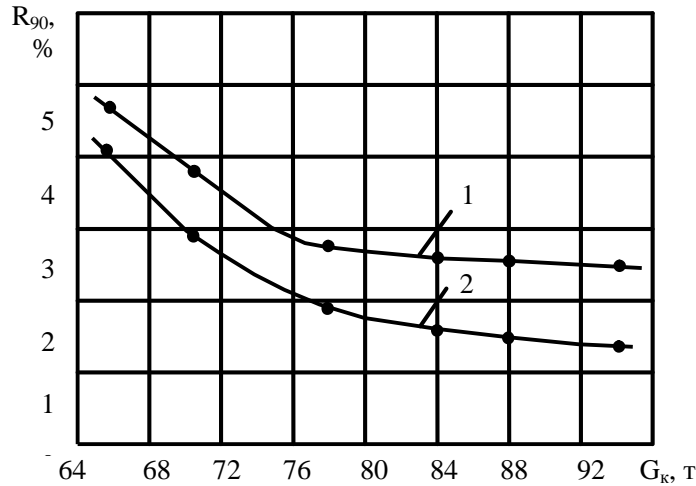


Рис. 2. Залежність тонкості помелу готового пилу від кульового завантаження барабана
1 – пил під циклоном; 2 – пил перед циклоном

Збільшення кульового завантаження від 65 до 95 т викликало зменшення тонкості помелу пилу R_{90} перед і під циклоном відповідно від 4,2 до 1,3 % і від 4,8 до 2,4 % із характерною зміною темпу зниження при $G_k > 78$ т. При зменшенні тонкості помелу готового пилу $R_{90} < 4$ % відбувалося помітне розхолодження ліній 1 і 2, що свідчило про погіршення ефективності уловлювання пилу в циклоні.

За даними [5] ККД циклону пилу можна розраховувати за формулою:

$$\eta_{\text{ц}} = \frac{R'_{90}}{R_{90}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

де R'_{90} , R_{90} – тонкість помелу пилу перед і під циклоном.

Залежність ККД циклону від тонкості помелу готового пилу R_{90} наведено на рис. 3. За умови зниження тонкості помелу пилу від 4,8 до 2,4 % ККД циклону зменшувався від 87,5 до 54,2 %, що проводило до нерегульованого викиду значної кількості тонких фракцій пилу через скидні пальники у передтопок котла ТПП-210А. Тому за нормальної експлуатації пилосистеми тонкість помелу готового пилу R_{90} повинна становити не менше 4 % і підтримуватися на постійному рівні за допомогою регулювання положення стулок відцентрового сепаратора.

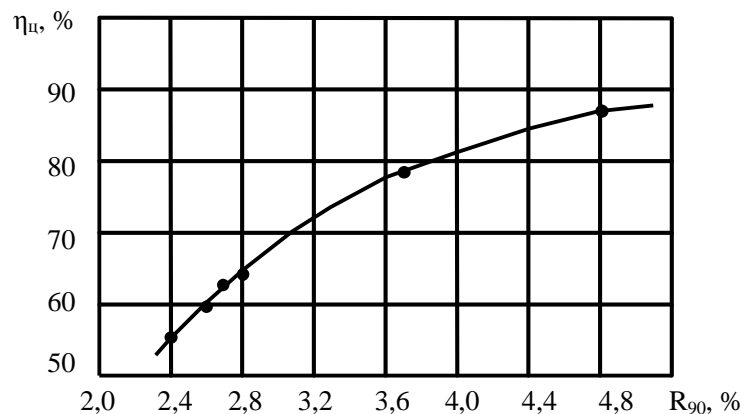


Рис. 3. Залежність ККД циклону від тонкості помелу готового пилу

Економічну ефективність пилосистеми визначає питома витрата електроенергії на пилоприготування, залежність якої від кульового завантаження барабана млина наведено на рис.4.

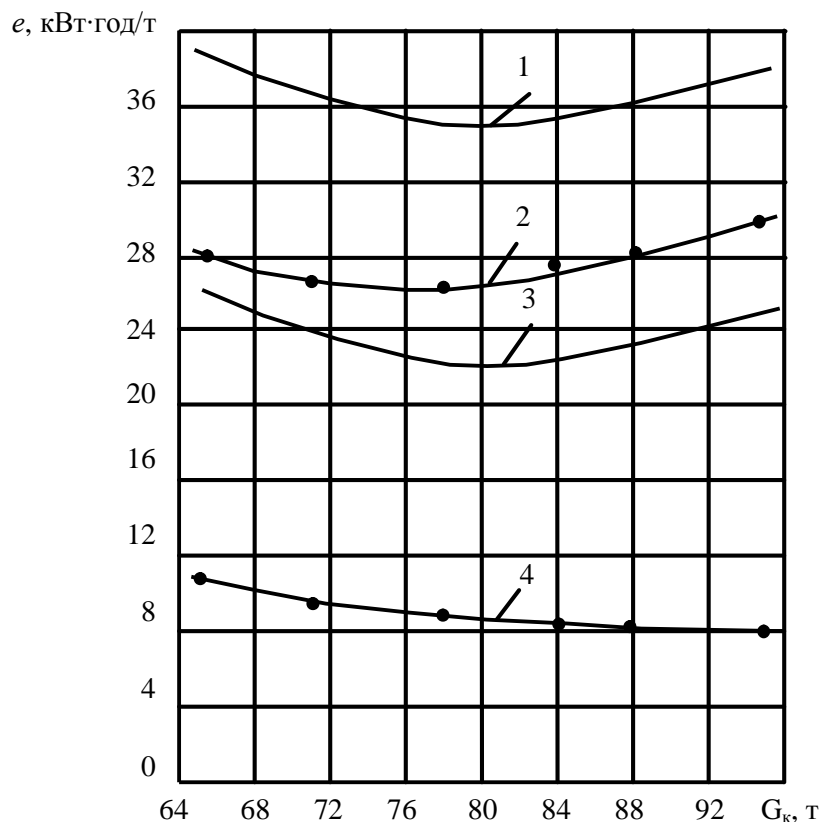


Рис.4. Залежність питомої витрати електроенергії на пилоприготування від кульового завантаження барабана: 1 – питома витрата електроенергії на пилоприготування; 2 – фактична питома витрата електроенергії на розмел; 3 – питома витрата електроенергії на розмел, яка приведена до $R_{90}^n = 7\%$; 4 – питома витрата електроенергії на пневмотранспорт

Питома витрата електроенергії на пилоприготування e_n (крива 1) є сумою двох складових: питомої витрати енергії на розмел (крива 2) і питомої витрати енергії на пневмотранспорт (крива 4).

Питома витрата електроенергії на пневмотранспорт e_{nm} прямопропорційна потужності, яка споживається електродвигуном МВ і залежить від величини нерегульованої витрати відпрацьованого сушильного агента (вентиляції), і обернено пропорційна продуктивності млина. За збільшення кульового завантаження відбулося підвищення продуктивності млина, яке приводило до зростання опору тракту пилосистеми і незначного зменшення вентиляції та потужності електродвигуна МВ, що в кінцевому результаті знижувало e_{nm} .

Питома витрата електроенергії на розмел e_p прямопропорційна потужності, споживаної двигуном млина, що змінюється, в основному, залежно від ваги кульового завантаження, і обернено пропорційна продуктивності млина, що також в значній мірі залежить від кульового завантаження.

Однотимчасний і неоднаковий вплив кульового завантаження на потужність двигуна і на продуктивність млина формували різні напрямки зміни e_p . При збільшенні кульового завантаження від 65 до 78 т спостерігалось інтенсивне зростання продуктивності млина (див.рис.1), що приводило до зниження e_p , а при $G_k > 78$ т сповільнене збільшення продуктивності млина – до підвищення e_p . Подібну динаміку мала питома витрата електроенергії на розмел e_{po} (лінія 3), яка за рекомендаціями [4] приведена до проектної тонкості помелу готового пилу $R_{90}^n = 7\%$ за формулою:

$$e_{po} = e_p \cdot \left(\frac{\ln \frac{100}{R_{90}^n}}{\ln \frac{100}{R_{90}}} \right), \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{т}. \quad (4)$$

Можна очікувати, що при проектній тонкості помелу пилу $R_{90}^n = 7\%$ питома витрата електроенергії на розмел e_{po} буде меншою за фактичну в середньому на 2 – 4 кВт·год/т, а це додатково підтверджує висновок про недоцільність експлуатації пилосистеми з тонкістю помелу готового пилу $R_{90}^n < 4\%$.

Мінімальні значення e_p і e_n визначають оптимальне кульове завантаження барабана, яке становило $G_k^{opt} = 79 \pm 1$ т і забезпечувало найбільш економічний режим пилосистеми при продуктивності млина дещо нижчій за проектну.

Для досягнення проектної або близької до неї продуктивності млина значення оптимального кульового завантаження рекомендується збільшувати на 13 15 5 – до максимального робочого кульового завантаження $G_k^n = 90 \pm 2$ т.

Таким чином, оптимальний режим пилосистем доцільно встановлювати відповідно до довготривалого навантаження котла за такими показниками:

- кульовим завантаженням барабана млина G_k ;
- вологістю вугілля W^p ;
- тонкістю помелу готового пилу R_{90} ;
- питомою витратою електроенергії на пилоприготування e_n .

На підставі аналізу результатів випробування пилосистеми з млином типу КБМ 370/850 (Ш-50А) при розмелюванні вугілля марки АШ і залежно від довготривалих навантажень котла ТПП-210А визначено такі оптимальні режими:

а) котел – максимальні та середні навантаження;

пилосистема $G_k^n = 90 \pm 2$ т, $W^p = 7,5 \pm 0,5\%$, $R_{90}^n = 7 \pm 1\%$, $e_n = 37 \pm 1$ кВт·год/т;

б) котел – мінімальні навантаження;

пилосистема $G_k^{opt} = 79 \pm 1$ т, $W^p = 7,5 \pm 0,5\%$, $R_{90} = 4 \div 5\%$, $e_n^{min} = 35 \pm 1$ кВт·год/т.

Висновки

1. При розмелюванні вугілля марки АШ оптимальний режим пилосистеми з млином типу КБМ 370/850 (Ш-50А) необхідно визначати за рівнем кульового завантаження барабана, вологості вугілля, тонкості помелу готового пилу і питомої витрати електроенергії на пилоприготування.

2. Оптимізацію режиму пилосистеми рекомендовано проводити залежно від довготривалих максимальних (середніх) і мінімальних навантажень котла ТПП-210А..

Список літературних джерел

1. Голишев Л.В., Мисак Й.С., Кравець Т.Ю. Визначення продуктивності кульового барабанного млина при розмелі кам'яного вугілля погіршеної якості // Энергетика и электрификация. -2000.-№8.-с.13-15.

2. Голишев Л.В., Мисак Й.С., Міщенко Ю.М., Кравець Т.Ю. Визначення поправочних коефіцієнтів до питомої витрати молотильних куль при розмелюванні вугілля марки АШ // Энергетика и электрификация., 2005.-№10.

3. Гольшев Л.В., Мысак И.С., Филь С.А. Опыт применения портативного пылеотборника PFS //Электрические станции. -2004.-№11.-с.66-70.

4. Лебедев А.Н. Подготовка и размол топлива на электростанциях. -М.: Энергия, 1969. -520 с.

5. Ромадин В.П. Пылеприготовление. – М-Л.: Госэнергоиздат, 1953. -519 с.