

троенергії в цих мережах. Разом з тим, виникає необхідність опрацювання міжнародних стандартів щодо характеристик різних технологій з огляду на їх експлуатацію в електричних мережах.

1. Ackermann T., Andersson G., Soder. L. *Distributed generation: a definition // Electric Power System Research*. — 2000, Vol. 57. — P. 195—204. 2. Barker P.P., De Mello R.W. *Determining the impact of distributed generation on power systems: Part 1 — Radial distribution systems // PES Summer Meeting, IEEE*. — 2000, Vol. 3. — P. 1645—1656. 3. Jenkins N., Allan R., Crossley P., Kirschen D., Strbac G. *Embedded Generation // The Institute of Electrical Engineers*. — London, 2000. 4. Jensen K.K. *Guidelines on grid connection of wind turbines // CIRED International Conference on Electric Power Distribution Engineering, France, June 1999, 5 p*. 5. Lopes J.A.P. *Integration of dispersed generation on distribution networks — impact studies // PES Winter Meeting, IEEE, 2002, Vol. L*. — P. 323—328. 6. *Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines*. — IEC Standard, Cffi/IEC 61400-21, 2001. 7. Milanovic J.V.; David T.M. *Stability of distribution networks with embedded generators and induction motors // PES Winter Meeting, IEEE*. — 2002. Vol. 2. — P. 1023—1028. 8. Scott N.C., Atkinson D.J., Morrell J.E. *Use of load control to regulate voltage on distribution networks with embedded generation // IEEE Trans, on Power Systems, Vol. 17, No 2, May 2002/* — P.510—515. 9. *Technical requirements for connection of dispersed generating systems operating in parallel on the distribution network. Document CIO/11 of the FPE/BFE, 7 May 2002*. 10. Vu Van T., Woyte A., Soens J., Driesen J., Belmans R. *Impact of distributed generation on distribution system power quality. Proc. of 6-th Int. Conf. Electrical power quality and utilization, Cracow, 2003*. — P. 585—591.

УДК 631.363

Я. Громко², М. Когут¹, Г. Куновський¹,
П. Ванкевич¹, Т. Харандюк¹

¹Львівський державний аграрний університет,
кафедра технології металів, кафедра механіки,

²ВАТ “Західенерго”, Добротвірська ТЕС Львівської обл.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СТАНУ НАДІЙНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

© Громко Я., Когут М., Куновський Г., Ванкевич П., Харандюк Т., 2004

The work of power equipment in thermoelectric power stations is examined which is used for hard fuel crushing and feeding it in power state burn in boilers. Conclusions are as follows: for reliability increasing of mills tires shafts hammers of crushers and fans blades it is necessary to introduce new technologies of worm parts of surfaces and their strengthening at the stage of their manufacture by plants — suppliers.

Постановка проблеми та завдання дослідження. Проблемою підвищення надійності та довговічності енергетичного обладнання займається ряд установ Міністерства паливно-енергетичного комплексу, де основні результати досліджень узагальнено в нормативних документах, де рекомендовано способи ремонту і реставрації спрацьованих деталей та методи забезпечення їхньої експлуатаційної довговічності. Разом з тим, недостатньо досліджень, які були би спрямовані на вивчення роботи відповідальних деталей енергетичного обладнання на операціях підготовки та розмолу вугілля до порохоподібного стану та спалювання його в котлах теплових електричних станцій.

У зв'язку з тим в роботі ставимо такі завдання:

— виконати довготривалі спостереження за роботою вальців млинів МВС-140А, молотків дробарок СМД-97А та лопаток вентиляторів ВВСН-3 в умовах їх експлуатації на Добротвірській ТЕС;

— застосувати методи статичної обробки даних щодо експлуатаційної довговічності переліченого вище обладнання;

— встановити загальні тенденції зміни техніко-економічних показників (ТЕП) роботи енергетичного обладнання на операціях підготовки та помолу вугілля.

Аналіз стану питання. Слід відзначити, що чинні нормативні документи з підготовки та розмолу вугілля [1] потребують певних уточнень і доповнень щодо розмірів пилинок, їх очищення від відходів металу, колчедану тощо.

Технологічні процеси зі зварювання та монтажу відповідального обладнання [2], а також контролю і ремонту котлів і трубопроводів [3, 4] і капітального ремонту тяговдувальних машин [5], також потребують свого удосконалення.

Сьогодні відомо також ряд методів [6, 7] оцінки міцності конструкційних матеріалів та їх зварних з'єднань, а також методик розрахунку з'єднань пар “вал—втулка” [8], які також слід було би спрямувати для ранжування матеріалів, із яких виготовляють відповідальні деталі енергетичного обладнання. І, нарешті, заслуговують на увагу способи відновлення спрацьованих поверхонь наплавленням зносостійких матеріалів [9] та вивчення механізмів спрацювання таких матеріалів від дії експлуатаційних чинників [10].

Основною причиною зношування найзавантаженіших деталей енергетичного обладнання, зокрема бандажів, вальців млинів МВС-140А, молотків дробарок СМД-97А, лопаток вентиляторів ВВСН-3, є важкі умови праці, пов'язані з підготовкою та розмолем твердого палива (вугілля), яке в порохоподібному стані спалюють в котлах, чим і забезпечується безперебійна робота будь-якої теплової електричної станції.

Мета роботи — дати аналіз стану надійності та довговічності енергетичного обладнання теплових електростанцій, яке використовується для помолу вугілля на основі спостережень за його експлуатацією з досвіду роботи Добротвірської ТЕС.

Науково-методичні підстави дослідження. Саме підготовка вугілля до спалювання в порохоподібному стані є однією з найбільш трудомістких операцій, оскільки потребує запровадження нетрадиційних технологій. Принцип порохоподібного спалювання полягає в тому, що тверде паливо в результаті ряду операцій перетворюється в порошок (порох заданих фракцій частинок R, %), який вдувається з повітрям в спалювальну камеру, де згоряє на льоту. Однією з основних переваг такого спалювання є надійне та економічне згоряння низькосортного вугілля або відходів вугледобування та вуглезбагачування.

Слід зазначити, що для покращання згоряння палива його попередньо розморожують та просушують, особливо в зимовий період. Проте надійна та економічна робота розмельного обладнання можлива за умови подачі сипкого й добре подрібненого палива, яке повинно бути максимально очищеним від відходів металу та колчедану тощо. Крім цього, воно повинно забезпечувати автоматизовану, безперебійну, регульовану та рівномірно розподілену по всіх пальниках топок котлів подачу пилу спалювального вугілля, розмолотого до заданої фракції аби забезпечити надійну та економічну роботу котлів при повному їх завантаженні.

Отже, перед надходженням палива в тракт паливоподачі його піддають попередньому подрібненню в дробильних установках, оскільки млини не пристосовані до подрібнення великих шматків вугілля. Наприклад, дробарка типу СМД-97А подрібнює паливо до розмірів шматків не більше за 15 мм, а при високій вологості палива — не більше ніж 25 мм. Продуктивність молоткової дробарки, питома витрата електроенергії та тонкість подрібнення залежать від фізичних властивостей та складу палива, що надходить, його вологості, залишкової кількості глини в ньому, початкових розмірів шматків тощо.

Тривала експлуатація дробарки завершується, як правило, зношенням робочої поверхні молотка. Для підвищення працездатності молотків дробарок їх робочі поверхні наплавляють зносостійкими сплавами, для чого використовують електроди типу Т-590, Т-620 та порошкові дроти ПП-АН-170; ПП-АН-125.

У разі приготування порохоподібного палива регламентованих фракцій з дрібношматкового вугілля при великій продуктивності використовують розмельне обладнання — млини. Наприклад, у вальцево-середньоходових млинах типу МВС— 140А, сила, яка необхідна для розмелювання дрібних шматків вугілля, складається з самої ваги розмелювальних елементів (вальців) та додаткової сили пружин для притискання цих елементів. У кульково-барабанних млинах типу Ш-12, розмелювання шматків вугілля відбувається за рахунок ударної та розтискної сили куль, тобто їх відцентрової сили.

Як і в попередньому випадку, тривала експлуатація млинів завершується зношенням робочої поверхні бандажів вальців. Термін служби бандажів вальців млина МВС— 140А при товщині наплавленого шару 8...10 мм електродами Т-590 або Т-620 становить 700...900 год відповідно. Після цього сталеві бандажі передають на ремонт. Робочу поверхню бандажів наплавають порошковими дротами типу ППАН-176. Термін служби відновлених бандажів за запропонованою технологією становить 1050—1100 год при подрібненні високозольного палива.

Деталлями, які також виходять з ладу, є лопатки вентиляторів типу ВВСН-3. Ці деталі мають інтенсивне зношення на ударних поверхнях за рахунок ударної дії поданого куска вугілля заданого розміру. Термін служби лопаток залежить від твердості та в'язкості зміцненої контактуючої поверхні.

Результати досліджень. Нижче подано техніко-економічні показники роботи енергетичного обладнання Добротвірської ТЕС на підставі довготривалих спостережень і статистичної обробки, які виконані протягом 2000...2002 рр.

На рис. 1 показано дані роботи дробарки типу СМД— 97А, яка широко використовується для подрібнення вугілля.

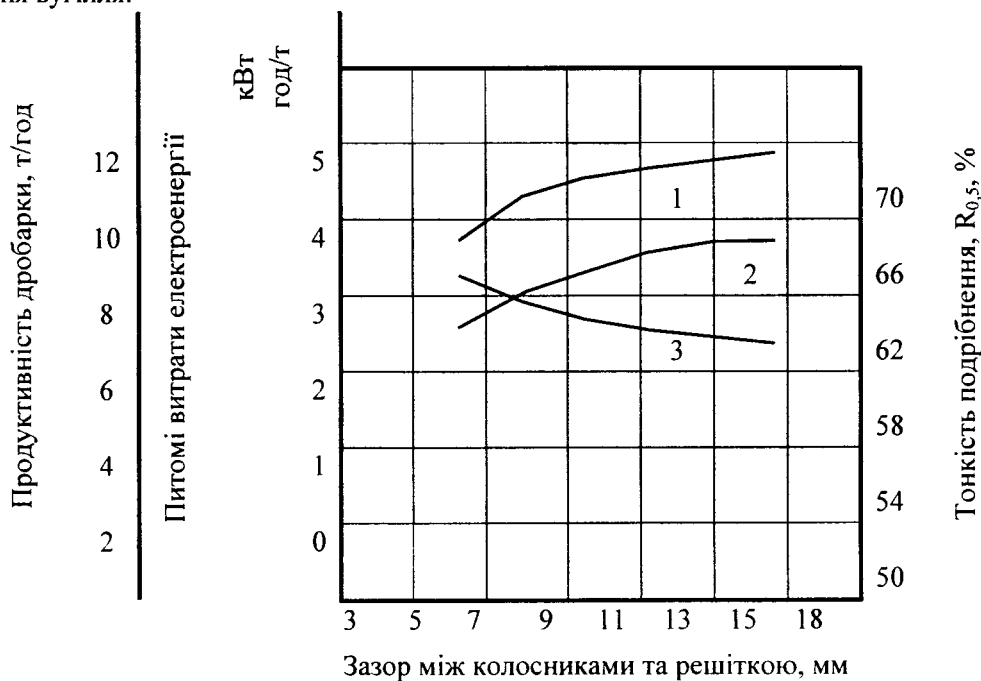


Рис. 1. Залежність продуктивності подрібнення вугілля (крива 1) та тонкості подрібнення вугілля (крива 2) і питомих витрат електроенергії (крива 3) від продуктивності дробарки СМД-97А

Видно, що збільшення продуктивності дробарки призводить до збільшення продуктивності подрібнення (крива 1) і до збільшення тонкості фракції подрібнення (крива 2), а також до зменшення питомих витрат електроенергії (крива 3), які зображені на рис. 1. Зменшення питомих витрат електроенергії можна пояснити так. Зі збільшенням продуктивності дробарки та розміру фракції шматка подрібненого вугілля маємо зменшення питомих витрат електроенергії за рахунок збільшення зазору між колосниками та решіткою, що призводить до виходу більших розмірів

кусків подрібненого палива, а водночас зменшується крутий момент на валках внаслідок зменшення тертя між контактуючими поверхнями.

Що стосується техніко-економічних показників млина типу МВС-140А, які показано на рис.2, то тут збільшення його продуктивності залежить від потужності його електрообладнання (див. рис. 2). Зростання спожитої потужності залежить від розмірів шматків подрібненого палива, тобто більшій продуктивності відповідає менша фракція завантажуваного вугілля, що приводить до збільшення пропускної здатності млина.

Що стосується техніко-економічних показників млина типу МВС-140А, які показано на рис. 2, то тут збільшення його продуктивності залежить від потужності його електрообладнання (див. рис. 2). Зростання спожитої потужності залежить від розмірів кусків подрібненого палива, тобто більшій продуктивності відповідає менша фракція завантажуваного вугілля, що приводить до збільшення пропускної здатності

Дещо іншою є картина з продуктивністю млина відносно питомих витрат електроенергії на розмелювання вугілля (крива 1), витрат електроенергії на роботу пневмотранспорту (крива 2), а також загальних витрат потужності (крива 3), які зображені на рис. 3.



Рис. 2. Залежність спожитої потужності при розмелюванні пісного вугілля від продуктивності млина МВС-140А.

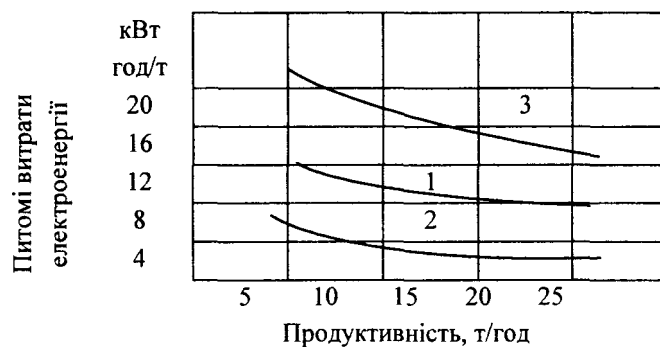


Рис. 3. Залежність питомих витрат електроенергії при розмелюванні пісного вугілля (крива 1), а також питомих витрат електроенергії на пневмотранспорт (крива 2) і загальних витрат потужності (крива 3) від продуктивності млина МВС-140А.

Загальна тенденція їх зменшення зі збільшенням продуктивності млина при регламентованих фракціях подрібнення $R_{0,5}=10-12\%$ та швидкості подрібнення $V=(30...35)\cdot 10^3\text{ м}^3/\text{год}$ пояснюється розміром фракцій (кусків) вугілля, які надходять і частина яких під час подрібнення повторно повертається із сепаратора в зону розмелювання, що потребує додаткової потужності для завершення повного помелу поданого потоку палива.

В основу дослідження процесів спрацювання лопаток вентиляторів типу ВВСН — 3 покладемо дію газоабразивного потоку, який рухається в газоходах технологічного обладнання. Внаслідок візуального обстеження поверхонь лопаток було виявлено сітку раковин, порожнин та інші недосконалості рельєфу структури матеріалу.

При подальшій експлуатації такої лопатки може настати дисбаланс ротора, її розрив або кінцеве руйнування корпусу вентилятора.

Для продовження терміну працездатності робочих поверхонь лопаток необхідно розробити нові технології їх зміцнення наплавленням новими зносостійкими порошковими дротами типу ПП АН170 та ПП АН170М2 з діаметром дроту $\varnothing 2,6 \dots \varnothing 3,2$ мм.

Висновки. Отже, за результатами досліджень роботи вищезгаданого енергетичного обладнання можна зробити такі основні висновки:

1. Вивчення проблеми підготовки та розмелу твердого палива (вугілля) для роботи котлів засвідчує про те, що аварійні випадки від спрацювання і руйнування найнавантажениших деталей та механізмів енергетичного обладнання з досвіду роботи Добротвірської ТЕС продовжуються, а ремонт та зміцнення спрацьованих деталей вимагає значних коштів і часу.

2. Для підвищення надійності та довговічності енергетичного обладнання теплових електростанцій і загалом покращання для них техніко-економічних показників (ТЕП) необхідно розробляти прогресивні технології спалювання вугілля в порохоподібному стані при запровадженні нових методів відновлення спрацьованих деталей експлуатованого обладнання.

3. Зміцнення деталей бандажів вальців млинів, молотків дробарок, лопаток вентиляторів слід здійснювати на стадії виготовлення заводами-виробниками, а надалі повторно їх відновлювати в цехах централізованого ремонту теплових електричних станцій або в спеціалізованих ремонтних підприємствах.

4. В перспективі подальші розвідки стану надійності та довговічності енергетичного обладнання слід спрямовувати на розробку нових методів відновлення спрацьованих деталей та оцінки міцності конструкційних металів і їх зварних з'єднань з позиції механіки руйнування (тріщиностійкості), що дасть змогу надійніше прогнозувати їх працездатність.

1. Лебедев А.П. Подготовка и размол топлива на электростанциях. — М., 1969. 2. Руководящие технические материалы по сварке при монтаже тепловых электростанций (РТМ-1С-81). — М., 1982. 3. Руководящий документ РД 15.027.80. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций (РТМ-1с-89). — М., 1991. 4. Ремонтная сварка корпусного оборудования ТЭС без термической обработки. — М., 1988. 5. Общее руководство по капитальному ремонту центробежных тягодутьевых машин. — М., 1981. 6. Козут М.С. Трещиностойкость конструкционных материалов. — Львів, 1986. 7. А.С. № 1631350 Способ определения прочности соединения наварного шва с цилиндром // М.С. Козут, В.Д. Мигус, В.С. Бошняк. Открытия, изобретения. — 1991. — № 8. — 8 с. 8. Козут М.С., Ванкевич П.І., Затхей Б.І., Хлестун Б.Т. Методика розрахунку гладких циліндричних і конічних з'єднань вальців машин для подріблення зерна // Вісн. Львів. держ. аграрного ун-ту. Сер. Агроінженерні дослідження. — 2000. — № 7. — С. 53—62. 9. Обзорная информация: Восстановительная и упрочняющая наплавки в машиностроении. — М., 1974. 10. Гордиенко В.Н. Исследование механизма абразивного изнашивания лопаток тягодутьевых машин тепловых электростанций и разработка износостойких материалов для их защиты. Автореф. дисс. ... к. т. н. / Запорожский машиностроительный ин-т им. В.Я. Чубаря. — Запорожье, 1981. — 22 с.