

Також у цій паливні можна спалювати природний газ в суміші з біогазом або з газом сміттєзвалищ, що приведе до зменшення окислів азоту, які викидаються в атмосферу.

1. Сигал И. Я., Домбровская Э. П., Марковский А. В., Куц В. П. Разработка, исследование и внедрение в промышленных котлах специальных горелочных устройств для сжигания биогаза очистных сооружений: Первая в Украине Международ. конф. "Энергия из биомассы". – К. – 2002.
2. Сигал А. И., Сигал И. Я., Падерко Д. Ю. Модули для термической переработки твердых бытовых отходов производительностью 2 т/год. мусора с глубокой термической доочисткой продуктов сгорания на базе вращающейся печи / Первая в Украине Международ. конф. "Энергия из биомассы". – К., – 2002.
3. Мисак Й. С., Гнатишин Я. М., Івасик Я. Ф. Паливні пристрої для спалювання низькосортних палив. – Львів, 2002.
4. Сакилова С.Е., Корабейникова В.К. Методы снижения концентрации оксидов азота при сжигании экибастузского угля / Промышленная теплотехника. – 2001. – № 1 – 2. – С. 84 – 88.
5. Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов: Учеб. пособие для студ. вузов. – М., 1990.

УДК 662.987:697.7

Я. Гнатишин, М. Кузик, Й. Мисак
Національний університет "Львівська політехніка"
кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій

ПАРАБОЛОЦИЛІНДРИЧНИЙ СОНЯЧНИЙ КОНЦЕНТРАТОР

© Гнатишин Я., Кузик М., Мисак Й., 2003

The paper describes the design of parabolo-cylindric helio-concentrator. The reflecting surface is made of film that is spanned over the framework. The film is coated with metal. Helio-concentrator is equipped with the system that corrects the geometry of reflecting surface and thereby optimizes the quantity of concentration of solar radiation. The system of orientation is single axed with axe directed from east to west.

Серед геліоенергетичних пристроїв сьогодні на побутовому рівні особливе місце займають сонячні колектори та сонячні фотоелементи. Але, розглядаючи можливості їх використання в умовах України, не можна не зазначити їх досить високої вартості. Цей чинник передусім стримує їх широке застосування. Колектори використовуються досить широко в побуті і зараз спостерігається стрімке зростання їх кількості. Наприклад, в США кожного року встановлюється до 1,3 млн. м² колекторів. На ринку України представлено великий вибір імпортованих колекторів за ціною від 290 (разом з обладнанням) до 50 доларів за 1 м². Випускаються вітчизняні колектори СК-1, СК-2, СК-П (НПФ "Нові технології", м. Одеса), ПСВ-100/100-1 вартістю приблизно 400 грн. (НВП "Укреліопром") [1].

Відомо, що в Україні середньорічні величини сонячної радіації на горизонтальну поверхню залежно від кліматичної зони становлять від 1080 (Чернігів) до 1400 кВт-год/м² (Євпаторія). Для Львівської області, розташованої в середньому на 48° п.ш., величина сумарної за рік радіації становить 1100 кВт-год на 1 м² горизонтальної поверхні. За величиною це досить посередні значення і в цих умовах є сенс використовувати поряд з геліоколекторами геліоконцентратори, насамперед для отримання гарячої води у весняний і осінній періоди в умовах сільського подвір'я.

Аналізуючи стан розвитку геліоконцентраторів (ГК), видно, що основні зусилля, спрямовані на створення систем середньої та великої потужності, а також на реалізацію пристроїв з високим ступенем концентрації радіації, що дає змогу отримати високі температури в площині приймача радіації. Сектор ГК побутового призначення, передусім для отримання гарячої води, сьогодні не можна вважати розвиненим, що пов'язано з переважаючою орієнтацією на застосування геліоколекторів. Це можна пояснити специфікою конструкції та експлуатації геліоконцентраторів, вимогами до точності виготовлення певних елементів, ціною окремих деталей тощо. Так, вартість 1 м² подзеркаленої скляної поверхні ГК сягає 100 – 120 доларів. Тобто в класичному варіанті ГК є досить дорогими та складними в оптико-механічному плані системами. Крім того, система орієнтації, яка складається з давачів та привідних механізмів, коштує не менше 100 доларів. Такі ціни роблять використання ГК в умовах України проблематичним. Отже, потрібен дешевий, надійний і відносно простий в експлуатації ГК.

Метою нашої роботи була розробка конструкції дешевого лінійного ГК, який можна виготовити в домашніх умовах (за наявності невеликої майстерні) з доступних матеріалів. Коефіцієнт корисної дії (по теплу) повинен становити не менше 40 %. Має бути розумний компроміс між вартістю і ефективністю.

Можливість реалізації такої конструкції пов'язана передусім з появою відносно дешевих подзеркалених (металізованих) полімерних плівок. Такі плівки з коефіцієнтом відбивання близько 90 % вже використовуються в геліоенергетиці провідними фірмами. Термін служби деяких з них перевищує 10 – 15 років [2]. За відсутності в наших умовах таких спеціальних плівок були використані менш якісні, але доступніші плівки, про що буде сказано нижче.

Вибираючи тип ГК, ми зупинились на параболоциліндричному, зважаючи на те, що такі концентратори потребують орієнтації на сонце тільки по куту місця. Крім того, парусність (вітрова) подібних концентраторів порівняно з циліндричними концентраторами, які теж дають змогу обходитись одновісною системою орієнтації, є меншою. Враховуючи те, що застосування плівок і недотримання необхідної точності (внаслідок вказаних умов виготовлення) погіршують оптичні характеристики концентратора, запропонована конструкція повинна містити механізм корегування оптичних вад.

Загальний вигляд запропонованого нами концентратора показаний на рис. 1. Конструктивно він являє собою трубчасту рамкову конструкцію, яка виконана з двох паралельних торцевих частин, з'єднаних між собою чотирма горизонтально орієнтованими трубами 1. Торцева частина складається з дугоподібного елемента 2, вигнутого по параболі, з фокусною віддаллю 35 см (рис. 2), до кінців якого прикріплена перемичка 3. До перемички в її центральній частині закріплена пластина 4, яка двома стяжками 5 з'єднана з дугою 2 в місцях стику останньої з трубами 1. Це забезпечує необхідну жорсткість конструкції концентратора. В пластині 4 виконано отвір, центр якого знаходиться в фокусі параболічного елемента 2. В отвори пластин встановлено трубу 6, тобто труба розміщена вздовж фокальної смуги концентратора і є поглиначем відбитої концентратором сонячної радіації. До торців труби прикріплені патрубки для під'єднання гнучких шлангів, через які здійснюється подача і відведення води, що нагрівається в трубі-поглиначі. Одночасно кінці труби 6 закріплені рухомо в опорах (на рисунках не показані), завдяки чому вона є віссю обертання для всієї конструкції ГК.

В трубах 1 на віддалі 15 – 16 мм від торцевих елементів, а далі з кроком 600 мм виконані перпендикулярно до осей труб пази а завширшки 2,5 – 4 мм і завглибшки не більше 1/3 діаметра труби (рис. 3). Ці пази розташовані на сторонах труб, протилежних по відношенню

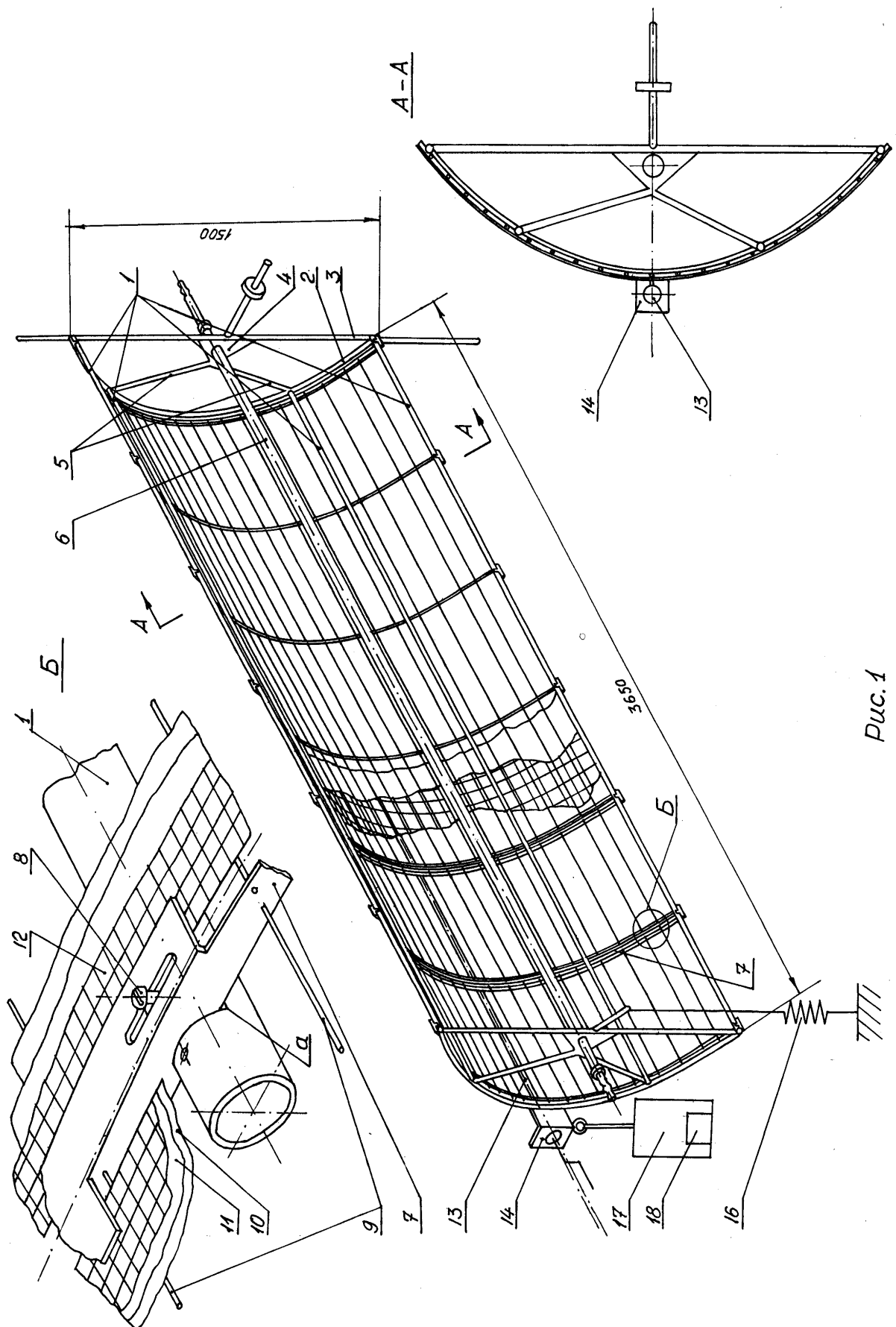
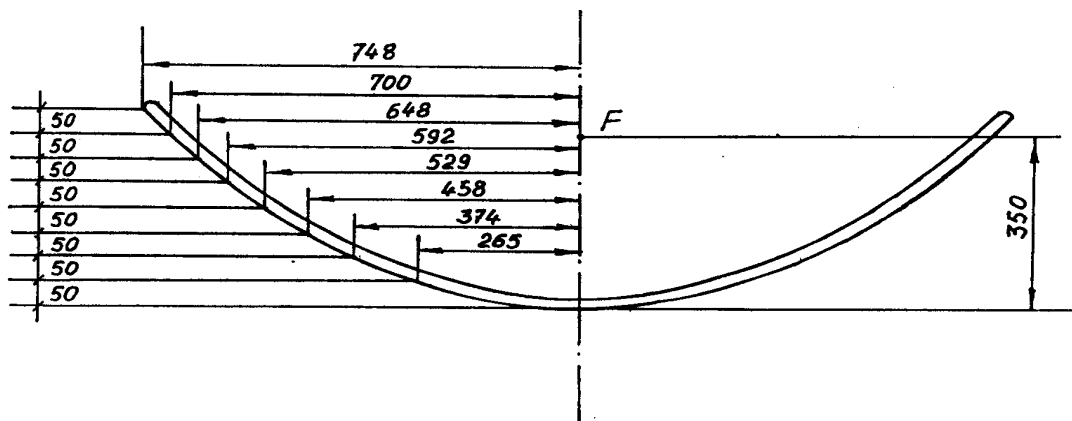
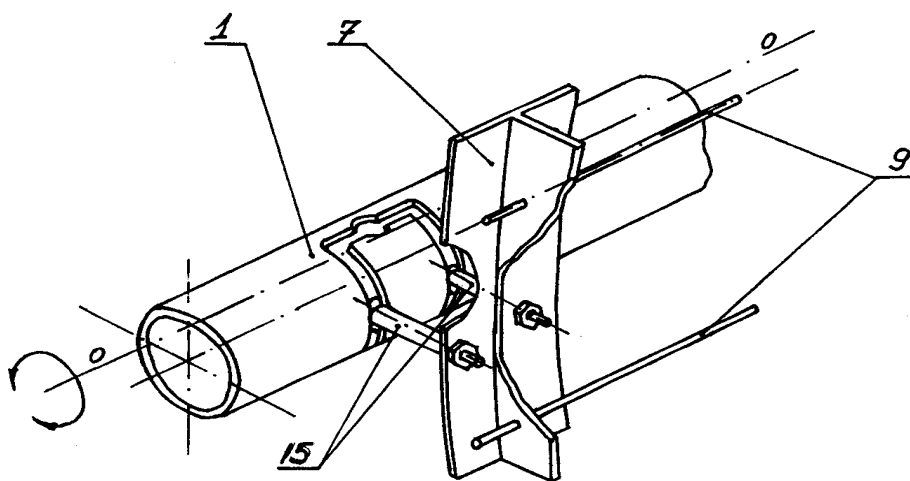


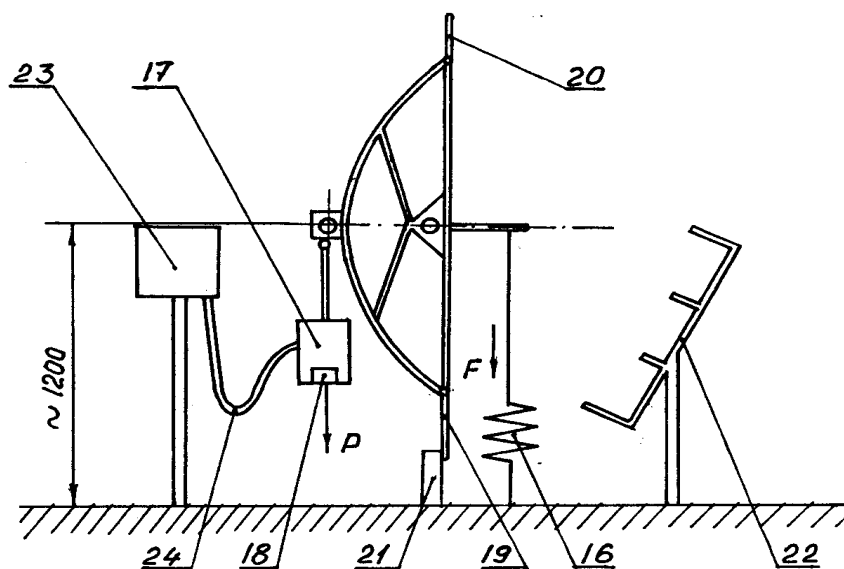
Рис. 1



Puc. 2



Puc. 3



Puc. 4

до труби поглинача 6. В пази входять основою гнучкі планки Т-подібного профілю 7. Планки ці попередньо вигнуті по параболі аналогічно до елемента 2. Закріплюються планки на трубах 1 за допомогою болтів 8. При цьому завдяки наявності пазів а і вільному проміжку між основою планки та дном паза а існує можливість переміщення планки вздовж пазів. В основі планок з кроком приблизно 80 мм виконано отвори діаметром 2,5 – 3,5 мм, в які встановлено металеві прутки 10, паралельно до труб 1. Сукупність планок та прутків утворює “параболоциліндричний каркас”, на який натягнуто металізовану полімерну плівку 10. Поверх плівки 10, з її металізованого боку, накладена поліетиленова плівка 11 завтовшки 0,3 мм, яка притискається до каркаса полімерною сіткою 12 з комірками, не меншими за 40×40 мм. Такий потрійний шар з плівок має, з одного боку достатню еластичність, з іншого, – необхідну міцність, щоб протистояти поривам вітру. Очевидно варто використовувати спеціально призначену для таких цілей металізовану плівку, яка має високі коефіцієнти відбивання, підвищену стійкість до атмосферних впливів і сонячної радіації та досить великий термін експлуатації. Якщо така плівка відсутня, то можна використовувати металізовані полімерні плівки побутового призначення, забезпечивши їх захист від атмосферних опадів. При вказаній вище орієнтації металізованої поверхні функцію захисту виконує плівка 11. При цьому краї плівок 10 і 11 по всьому периметру їх контакту на ширині 20 – 25 мм склеюються, наприклад, за допомогою силіконового клею. В такий спосіб металізований шар плівки ізолюється від зовнішнього середовища. Проте застосування металізованих плівок побутового призначення вимагатиме достатньо частої їх заміни, не менше одного разу в рік. Можуть бути використані тонкостінні поліровані металеві листи, наприклад з нержавіючої сталі.

На рис. 3 показано фрагмент системи корегування геометрії відбиваючої поверхні. Ця система складається з труби 13, яка закріплена в гніздах 14 (рис. 1), що розташовані на торцевих поверхнях ГК. Вісь обертання труби зміщена відносно геометричної осі труби. До труби під'єднані тяги 15, які протилежними кінцями закріплені попарно з планками 7. Поворот труби призводить до руху тяг, які зміщують планки в пазах відносно нерухомого каркаса. Відповідно зміщуються прутки 10, змінюється геометрія відбиваючої поверхні і фокальна смуга пересувається відносно (і паралельно) поглинача 6. Це дає змогу експериментальним шляхом оптимізувати величину концентрації радіації.

Труба 6, опираючись кінцями на опори, займає горизонтальне положення і розташована в напрямку схід – захід, тобто ГК орієнтується на сонце тільки по куту місця.

Відповідна система одновісної орієнтації складається (рис.1 і 4) з пружини 16, один з кінців якої нерухомо поєднується з землею, а інший приєднаний до ричага, який закріплений на торці ГК та підвішений до ГК бачка 17, на дні якого вмонтовано клапан 18. За відсутності в бачку рідини площина симетрії ГК приймає майже горизонтальне положення. Поступове заповнення бачка через шланг 24 рідиною, що початково знаходиться в ємності 23, призводить до обертання ГК аж до вертикального (або іншого, заданого) розташування площини симетрії. В цей момент клапан 18 відкривається, рідина поступово витікає і площина симетрії ГК повертається в горизонтальне положення. Очевидно робота за таким принципом вимагає попереднього налагодження системи орієнтації, а саме балансування концентратора (при горизонтальному положенні площини симетрії), визначення кількості рідини і швидкості заповнення бачка рідиною, а також сезонних поправок для цих величин.

Нижній стопор 19 та фіксатори 21 та 22 (рис. 4) дають можливість зафіксувати нерухомо ГК при таких кутах α площини симетрії відносно горизонту: 90, 65, 50, 35 і 0°.

Крім того, верхній стопор 20 дає можливість реалізувати положення, при якому відбиваюча поверхня обернена вниз до землі. Останнє необхідне для зберігання ГК протягом ночі, в негоду, при сильному вітрі тощо. Кути α , що дорівнюють 65° , 50° і 35° , дають можливість працювати в режимі фіксованих положень ГК, яких може бути від одного до трьох протягом світлового дня. Зрештою, нескладно забезпечити фіксацію ГК при довільному куті α .

Основний каркас ГК, який складається з деталей 1, 2 і 3, повинен бути жорстким і виготовлений зварюванням між собою вказаних деталей. Як матеріал бажано використовувати дюралюмінієві труби. Якщо відсутня можливість зварювання дюралюмінію, то можна використовувати тонкостінні сталеві труби. На рис. 2 показано профіль (в оцифрованому вигляді) дугоподібного елемента 2, який в процесі виготовлення повинен максимально витримуватись. По цьому ж профілю вигинають і дюралюмінієві Т-подібні планки 7.

Бажано, щоб труба-поглинач 6 була мідною, принаймні алюмінієвою, діаметром 80 – 100 мм. Можлива її заміна системою з трьох мідних (алюмінієвих) труб діаметром 35 – 45 мм, із взаємним розташуванням поздовжніх осей по вершинах правильного трикутника. Поверхню труб, яка обернена до відбиваючої поверхні, необхідно фарбувати чорною матовою фарбою. Найкращим було б селективне покриття труб, наприклад, з чорного хрому або геліотитанове.

В такий спосіб розроблена проста і дешева конструкція лінійного геліоконцентратора, який дає можливість отримати за рік 1500 – 1700 квт/год теплової енергії (при площі апертури приблизно $5,5 \text{ м}^2$), тобто може бути вагомим елементом альтернативного енергозабезпечення індивідуального житла, сільського подвір'я та малих підприємств.

1. Дорошенко А.В., Глауберман М.А., Гліксон А.Л., Адамьян О.В. Сонячні системи автономного теплопостачання // *Мат. 1-ї наук.-практ. Конф. "Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні"*. – Львів. – 31.05-01.06.2001. – С. 169 – 173. 2. Alpert D.J., Mancini T.R., Houser R.M. *Solar concentrator development in the United States / 5 th Symp. Sol. Higt-Temp. Technol. Davos, 27 – 31 Aug., 1990 // Sol. Energy Mater.* – 1991. – 24, № 1 – 4. – С. 307 – 319.

УДК 621.182.42

В. Матусевич, П. Янко

Національний університет "Львівська політехніка"
кафедра теплотехніки та теплових електростанцій

РОБОТА ПОВЕРХОНЬ НАГРІВУ КОТЛІВ ЗА УМОВ ЕРОЗІЙНОГО ЗНОШЕННЯ

© Матусевич В., Янко П., 2003

The problem of deterioration of surfaces of heating of steam boilers and influence of particles of ashes and factors of surplus of air on process of erosive deterioration is considered.

Постановка проблеми

Більшість енергетичного обладнання було введено в експлуатацію у 60 – 70 роках ХХ ст. і, як правило, переважна його частина відпрацювала свій ресурс. Через істотне збільшення зольності значно погіршилась якість спалюваного твердого палива (в окремі періоди