



МИНИСТЕРСТВО НА ИКОНОМИКАТА И ЕНЕРГЕТИКАТА



АГЕНЦИЯ ПО ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

София 1000, ул. Екзарх Йосиф № 37, ет. 3, тел./факс: 981 5802

УТВЪРЖДАВАМ:

МИНИСТЪР
РУМЕН ОВЧАРОВ



МЕТОДИЧЕСКИ УКАЗАНИЯ ЗА ОБСЛЕДВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ В ПРОМИШЛЕНИ СИСТЕМИ

Септември 2005

Тези методически указания за обследване на енергийната ефективност в промишлени системи са реализация на широкомащабната дейност на Агенцията по енергийна ефективност в съответствие със Закона за енергийната ефективност и произтичащите от него наредби и са разработени на основата на изпитаната в продължение на много години “Единна методика за съставяне и анализ на енергийните баланси на промишлени предприятия”.

Методическите указания за обследване на ЕЕ в ПС са изготвени в изпълнение на заповед на Министъра на енергетиката № РД 14-34/10.02.2005 година от авторски колектив и обсъдени в работна група от широк кръг специалисти. Разработката е приета през месец юни 2005 година от експертен съвет.

С утвърждаването на тези методически указания от Министъра на икономиката и енергетиката, те стават неразделна част от процеса на обследване за енергийна ефективност в промишлените системи. С подробен пример е показано приложението им в конкретна промишлена система.

Тези указания са предназначени за използване от лица, извършващи обследвания за енергийна ефективност, както и от енергийни мениджъри, отговарящи за енергийната ефективност в индустриалните енергопотребители.

СЪДЪРЖАНИЕ

ВЪВЕДЕНИЕ	7
ЧАСТ I. СЪСТАВЯНЕ НА ЕНЕРГИЙНИ БАЛАНСИ	10
1. Основни положения при съставяне на енергийните баланси	10
1.1. Характеристика на енергийните баланси.....	10
1.2. Методи за съставяне на енергийните баланси.....	12
1.3. Форми на съставяне на енергийните баланси	14
• Форма 1 - Енергопотребяващи агрегати по структурни единици на промишлената система и потребени енергия и енергоносители.....	17
• Форма 2 - Работна форма на балансите на топлоносителите и на топлинната енергия ...	19
• Форма 3 - Работна форма на баланса на горивата по видове и общо	24
• Форма 4 - Работна форма на балансите на получените посредством електрическата енергия енергоносители и на баланса на електрическата енергия.....	27
• Форма 5 - Синтезирана форма на баланса на топлинна енергия	30
• Форма 6 - Синтезирана форма на баланса на електрическа енергия.....	34
• Форма 7 - Обобщен енергиен баланс	37
1.4. Агрегатни енергийни баланси	40
➤ <i>за баланси на горивопотребяващи технологични агрегати (материални и топлинни) - клинкерова въртяща се пещ, работеща в непрекъсваем процес по сух способ за производство на цимент:</i>	41
➤ <i>за баланси на топлопотребяващи технологични агрегати (материален и топлинен) - скарен клинкероохладител, работещ с въртяща се клинкерова пещ в непрекъсваем процес по всички способности на производство (мокър, сух и полусух).</i>	42
➤ <i>за баланси на електропотребяващи технологични агрегати с крайно използване на енергията във вид на топлинна енергия - стоманодобивна електродъгова пещ:</i>	43
➤ <i>за баланси на електропотребяващи агрегати, с крайно използване на енергията във вид на механична енергия</i>	45

Въведение	92
1. Структура на енергопотребление и схеми на енергоснабдяване	
в промишлената система	92
2. Форми на енергийни баланси	95
• Форма 1 - Енергопотребяващи агрегати по структурни единици на ПС	
и потребени енергия и енергоносители	95
• Форма 2 - Работна форма на балансите на топлоносителите	
и на топлинната енергия	98
• Форма 3 - Работна форма на балансите на горивата и на баланса	
на условното гориво	103
• Форма 4 - Работна форма на балансите на получените посредством	
електрическата енергия енергоносители (сгъстен въздух,	
вода под налягане и др.) и на баланса на електрическата енергия	104
• Форма 5 - Синтезирана форма на баланса на топлинната енергия.....	110
• Форма 6 - Синтезирана форма на баланса на електрическата енергия.....	119
• Форма 7 - Обобщен енергиен баланс	122
3. Агрегатни енергийни баланси	125
4. Анализ на енергийните баланси	131
4.1. Анализ на агрегатните енергийни баланси	131
4.2. Анализ на баланса на топлинната енергия.....	133
4.3. Анализ на баланса на електрическата енергия	136
4.4. Анализ на обобщения енергиен баланс	140
5. Усъвършенстване на енергийните баланси	141
5.1. Мероприятия за икономия на топлинна енергия.	141
Сравнителна синтезирана форма на баланса на топлинната енергия.....	141

5.2. Мероприятия за икономия на електрическа енергия.	
Сравнителна синтезирана форма на баланса на електрическата енергия.....	147
5.3. Сравнителна форма на обобщения енергиен баланс.....	123
6. Рекапитулация на резултатите от дейността по енергийните баланси	
в промишлената система	155
Заключение	156

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременната енергийна политика е пряко свързана с усъвършенстване управлението на производствените процеси и въвеждане критерии за енергийна ефективност, а в управлението на енергопотреблението - с аналитичен подход при оценката им.

За нашата страна, чиято икономика се характеризира от една страна с енергоемка промишленост, а от друга - с ограничени запаси на природни енергийни ресурси и растящ енергиен дефицит, въпросите свързани с ефективното енергопотребление са от изключителна важност.

Това е особено актуално в настоящия момент, когато предстои влизането ни в Европейския съюз (ЕС).

Достигането нивото на енергийната ефективност на страните от ЕС е немислимо без промени в подхода и средствата за управление на енергопотреблението в промишлените системи (ПС).

Не е възможно рационално управление на енергопотреблението без познаване и анализиране технологията и енергетиката на процесите в тяхната взаимна връзка, без детайлно обследване на всички енергийни разходи в ПС по място и вид на използваната енергия (енергоносител), съответно диференцирани на полезно използвана енергия и загуби по видове и разкриване възможностите за икономия на горива и енергия, както и решения за тяхното прилагане.

Реализацията на тези изисквания налага въвеждане на аналитичния подход в управление на енергопотреблението.

Дейността по енергийните баланси е в основата на комплексния анализ на енергопотреблението при съществуващите условия на възможности за неговото усъвършенстване и рационализиране.

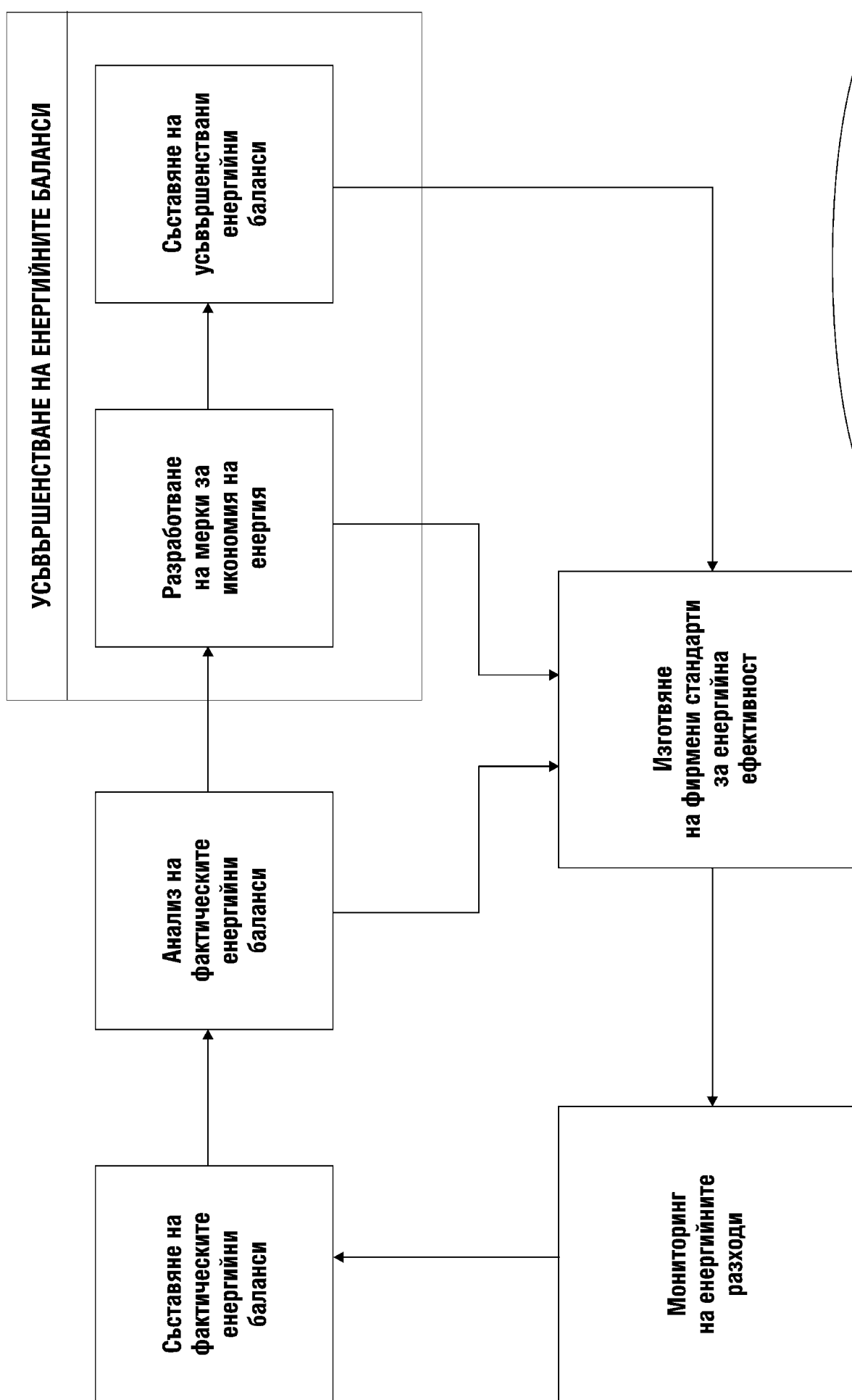
Въвеждането на аналитичния подход в управлението на енергопотреблението изисква качествено и задълбочено обследване на енергопотреблението в ПС. За тази цел е необходимо да се извършат комплексни технико-икономически обследвания в енергийното стопанство на ПС, разкриващи фактическото състояние на енергоснабдяването и енергопотреблението в производствените процеси, възможностите за икономия на енергийни ресурси и тяхната реализация, съгласно Закона за енергийната ефективност и наредбите към него.

Повишаването на енергийната ефективност на ПС е постоянен процес, за чието осъществяване е необходимо да се извършват редица дейности с определен характер и последователност в периодически повтарящ се цикъл.

Схемата на управлението на енергопотреблението, показана на фиг. 1, определя характера и последователността на тези дейности.

Комплексът от дейности по управление на енергопотреблението, отговарящ по рационалност и ефективност на съвременните изисквания е изложен като методически указания за обследване на енергийната ефективност.

Тъй като основните дейности в тази схема са свързани с енергийните баланси можем да ги обединим в понятието “дейност по енергийни баланси”.



Фигура 1. Схема на управление на енергопотреблението

ЧАСТ I. СЪСТАВЯНЕ НА ЕНЕРГИЙНИ БАЛАНСИ

1. Основни положения при съставяне на енергийните баланси

1.1. Характеристика на енергийните баланси

Енергийните баланси са средство за управление на енергопотреблението, позволяващо да се решават основните въпроси по повишаване енергийната ефективност на производствените процеси в ПС.

Енергийният баланс:

- а)** разкрива фактическото състояние на енергоснабдяването и енергопотреблението в ПС;
- б)** изяснява енергийните потоци в ПС;
- в)** установява загубите на енергия по вид, място на възникване и количество, с диференциране на допустими и излишни;
- г)** изяснява възможностите за намаление на енергийните загуби;
- д)** обосновава необходимостта от усъвършенстване на съществуващите или внедряване на нови технологии и съоръжения и системи за тяхното управление;
- е)** оценява ефективността на различните енергоносители и потенциална подмяна на горивната база;
- ж)** определя оптималното използване на първични и вторични енергийни ресурси (по направления, начин и степен на използване);
- з)** дава възможност да се рационализират схемите на енергоснабдяване в ПС;
- и)** създава основи за нормиране на енергийните разходи;
- к)** осигурява възможност за планиране на потребностите от енергийни ресурси;
- л)** осигурява и натрупва изходна информация, необходима за анализиране ефективността на енергопотреблението за повишаване енергийната ефективност на производствените процеси.

Енергийните баланси се подразделят:

а) по време на действие:

- отчетни;
- планови (оперативно-производствени и текущи);
- перспективни.

б) по място на действие:

- на агрегат (група агрегати);

- на структурна единици на ПС;
- на ПС.

в) по степен на усъвършенстване:

- фактически;
- усъвършенствани.

Показателите, по които са класифицирани енергийните баланси не съществуват самостоятелно, а се разглеждат комплексно, както и самите баланси са в комбинация на отделните видове от горната класификация.

Освен представените видове баланси и техните комбинации, съществуват баланси, свързани с определен енергиен ресурс, наречени частни енергийни баланси.

Основните енергийни ресурси по показателите на чийто разходи се съставят енергийните баланси са:

За енергоносители:

- твърди, течни и газообразни горива (въглища, кокс, биомаса, мазут, дизелово и пещно гориво, бензин, природен газ, коксов газ, доменен газ и др.);

- горещи газове и въздух;
- пара с различни параметри;
- гореща вода и кондензат;
- сгъстен въздух и други газове под налягане;
- вода под налягане;
- термални води и др.

За енергия:

- химическа - на горивото;

- топлинна - на високо, средно и нискотемпературни топлоносители, в т.ч. и термална енергия;

- механична;
- електрическа;
- слънчева или друга от нетрадиционни енергоизточници;
- химическа - от екзотермични реакции.

Основните видове енергийни ресурси по вид на енергията им в процеса на използването са: горива, топлинна и електрическа енергия, което определя и основните частни баланси необходими за ПС.

1.2. Методи за съставяне на енергийните баланси

При съставянето на енергийните баланси, в практиката се използват следните методи: изчислителен, опитен и смесен.

Всеки от тези методи има позитивни и негативни страни. При избор на някои от методите е необходимо да се вземат предвид редица важни фактори, определящи целесъобразността на избора.

Изчислителен метод

Характеризира се с използване на емпирични формули, уравнения, технически характеристики на съоръженията, качествени характеристики на продукцията, технологични показатели, справочни данни и др.

Позитивните страни на този метод при приложението му в дейността по енергийните баланси се съдържат в създаваните от него възможности за:

- разработване на баланси в съответствие с предварително зададена база данни;
- извършване на съответни корекции на енергийните разходни норми.

Като недостатъци на изчислителния метод могат да се отбележат:

- липсата на пълно съответствие между използваните аналитични зависимости и производствените закономерности, водещи в много случаи до съществени грешки;
- голямата трудоемкост на изчислителната процедура.

Самостоятелното приложение на изчислителния метод изисква наличието на достатъчна изходна информация (пълна и достоверна) за изчисленията и постоянство на режимите на работа на съоръженията.

Това го определя като подходящ за приложение при операции с технологично използване на топлинната и електрическата енергия, при масово и едросерийно производство и сложна структура на енергийните баланси, както и в случаите на използване окрупнени нормативи (при стандартни технологии и съоръжения) и операции с ниска енергоемкост или с малък дял в общите енергийни разходи.

Най-широко приложение изчислителният метод има при усъвършенстване на баланса.

Опитен метод

Основава се на специално провеждани за целта измервания или комбинация от тях с използване на данни от статистическата енергийна отчетност (получени чрез

текущи измервания за контрол и отчетност на технологичните и технико-икономическите показатели на процеса).

По обем на работа, обхватност и точност измерванията се разделят на пълни и съкратени.

Пълните измервания, които обхващат определянето на всички необходими показатели на енергийните баланси изискват продължителна подготовка, специализирани контролно-измервателни прибори, голям брой наблюдатели и значителен обем от време за обработване на резултатите.

Съкратените измервания са по-разпространени в практиката, защото обхващат само основните показатели на енергийните баланси и могат да се осъществят с помощта на наличните контролно-измерителни прибори.

Положителни страни на опитния метод са:

- получената изходна информация от измерванията се характеризира с конкретност, точност зависеща само от измерителния прибор и пълна детайлизация на елементите на баланса, което гарантира неговата по-голяма достоверност;

- възможност да се използват и данни от статистическата отчетност;

- възможност при голям брой еднотипни агрегати, работещи при еднакви външни условия, резултатите от измерванията на един агрегат да се приложат за цялата група агрегати.

Съществени недостатъци на този метод са:

- значителния обем работа по подготовка и провеждане на измерванията (особено на пълните), характеризиращ се със сложност и трудоемкост;

- използването на голям брой измервателни прибори;

- недостатъчна възможност за самостоятелно приложение при определяне показателите на усъвършенстваните баланси, свързано с осигуряването на съответни технологични режими и техническо ниво на работата на съоръженията.

Използването на опитния метод се препоръчва за определяне показателите на фактическите енергийни баланси като се прилагат:

- пълни измервания само при големи енергоемки агрегати в стационарен работен режим;

- съкратени измервания за всички останали случаи.

Смесен метод (опитно-изчислителен)

В зависимост от приложението на двата метода се различават две разновидности на метода:

- комбиниран - последователно използване на опитния и изчислителния метод;
- метод на взаимна корекция - паралелно използване на двата метода.

Комбинираният метод предвижда определянето на някои показатели на енергийните баланси или изходната информация за тяхното определяне да се извърши по опитен път, а други показатели или крайното определяне на техните стойности да става чрез изчисления. Тези комбинации се определят от съществуващите условия, характеризиращи ефективността на използване на единия или други методи елиминиращи техните недостатъци.

Комбинираният метод е най-достъпният и универсален за използване в дейността по енергийните баланси.

Методът на взаимната корекция се прилага в два варианта:

- първият вариант предвижда определянето на показателите на енергийните баланси да става по изчислителния метод с частична последваща корекция в отделни случаи по опитен път;
- вторият вариант използва за определяне показателите на енергийните баланси съкратени измервания с последваща корекция на отделни съставляващи на показателите по изчислителен път.

Първият вариант осигурява голяма точност на определяне на показателите, но е значително трудоемък и се препоръчва само за големи енергоемки агрегати, докато вторият вариант, гарантиращ достатъчна точност на определяне на показателите е много по-универсален и намира широко приложение в различни условия.

За нашите условия най-приложими са двата смесени метода - комбинираният и метода на взаимната корекция (с предимство на втория вариант).

1.3. Форми на съставяне на енергийните баланси

Внедряването на аналитичния подход в управлението на енергопотреблението в производствените процеси на ПС поставя определени изисквания към енергийните баланси и по-специално към формите на представянето им, а именно:

- обединяването в групи на икономически еднородните елементи на баланса - полезна енергия, по съставлящи и загуби на енергия, по елементи;

- целево използване на енергийните ресурси: за енергийни, силови и технологични нужди, за осветление, отопление, вентилация и климатизация, комунално-битови нужди и т.н.;

- използване на енергийните ресурси по структурни единици на ПС;

- разпределение на енергийните ресурси по видове в частните енергийни баланси.

Удовлетворяването на тези четири изисквания е реализирано в две основни форми, различни по структура, но взаимно свързани по между си:

Работна форма - предвиждаща построяването на баланса във вертикален разрез по структурни единици на ПС и по целево използване на енергийните ресурси, т.е. с групиране на статиите на баланса по участъци на производството и направления на използване на енергията, а в хоризонтален разрез - с отразяване на частните баланси на всички енергийни ресурси, правещи оборот в производствения процес на ПС, включително вторични енергийни ресурси /ВЕР/.

В тази форма се отделят само загубите на енергия от общ характер, без да се засягат загубите в отделните потребители в структурните единици на ПС.

Работната форма на енергийните баланси ги определя като баланси на потреблението.

Работната форма се изготвя за трите основни енергийни ресурси - топлинна енергия, горива и електрическа енергия:

Форма 2 - Работна форма на баланса на топлоносителите и на топлинната енергия.

Форма 3 - Работна форма на баланса на горивата по видове и общо.

Форма 4 - Работна форма на баланса на енергоносителите, получени посредством електрическата енергия (състен въздух, вода под налягане и др.) и на електрическата енергия.

Построяването на работната форма във вертикален разрез се осъществява в следните раздели:

I. Постъпило отвън - за отделните баланси се определя конкретно, като например: за горивото - от склада, за електроенергията - от доставчиците и т.н.

II. Енергопреобразуващи инсталации - тук се обхващат всички видове инсталации, произвеждащи и преобразуващи енергоносители и енергия (с консумация от същите за собствени нужди (СН) - ТФЕЦ (заводски), котелни, газ генераторни, компресорни, хладилни, помпени и др.

III. Производствени потребители - обхваща всички основни и спомагателни структурни единици на ПС с целево разграничаване на енергийните разходи от: *силови потребители* (прокатни станове, металообработващи машини, преси и др.), *технологични потребители* (печи, сушилни, вани, апарати и др.), отопление, вентилация и климатизация, осветление, вътрешен за ПС транспорт.

IV. Непроизводствени потребители - в отделни статии са дадени общи разходи на ПС: енергия за осветление, отопление, вентилация и климатизация на непроизводствените потребители (административни сгради, складове и др.) и битови нужди.

V. Отпусната навън - енергия, подадена на външни за ПС консуматори.

VI. Общи загуби за ПС - включващи всички загуби на енергия в енергоснабдителната мрежа (електро, топлопреносна, въздухопроводна, водопроводна и др.) за структурните единици на ПС, трансформаторите и др.

Балансът в тази форма е в хоризонтален разрез.

Синтезирана форма - предвиждаща построяване на енергийните баланси във вертикален разрез по икономически и целеви елементи, синтезирано за ПС.

Синтезираните форми се съставят за двата основни вида енергия - топлинна (форма 5) и електрическа (форма 6).

Синтезираната форма се изгражда и балансира във вертикален разрез в две основни части: приходна и разходна.

В приходната част, която се формира от първите раздели на работните форми “постъпило отвън” са обхванати количествата на постъпила от различни външни източници енергия (топлинна енергия от ТФЕЦ или друг външен топлоизточник, гориво от склада или директно отвън постъпило в енергийния консуматор, електрическа енергия от доставчик и др.).

Разходната част е представена в четири раздела:

1. Полезно използвана - количеството полезно използвана енергия, разпределена по целеви елемент (за технологични, силови и спомагателни нужди, отопление, вентилация, климатизация, битови нужди и осветление в рамките на структурните елементи на ПС) и по основни енергопотребяващи агрегати.

2. Отпуснато навън - общото количество енергия, взето от същите раздели на работните форми.

3. Загуби в структурните единици на ПС - количеството енергийни загуби, диференцирани целево (в технологични, силови и спомагателни консуматори, освети-

телни, отоплителни, вентилационни и климатични инсталации, битови консуматори и СН на енергопреобразуващи инсталации) и по основни енергопотребяващи агрегати.

4. Общи загуби за ПС - енергийните загуби, получени от същите раздели на работните форми.

Освен работните и синтезираните форми в дейността по енергийните баланси се използват още две форми: Форма 1 и Форма 7, от които първата е информационна, а втората е със специално предназначение.

● **ФОРМА 1 - ЕНЕРГОПОТРЕБЯВАЩИ АГРЕГАТИ ПО СТРУКТУРНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ПРОМИШЛЕНАТА СИСТЕМА И ПОТРЕБЕНИ ЕНЕРГИЯ И ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ**

Форма 1 представлява списък на основните енергопотребяващи агрегати, които формират енергопотреблението в ПС и са обект на агрегатните енергийни баланси .

Във вертикалния разрез на формата са описани агрегатите, разпределени по структурни единици, а в хоризонталния - видовете енергоносители и енергия, потребени в ПС.

Във формата не се попълват стойности на показатели за енергийни разходи, а се отбелязва на реда срещу всеки агрегат в колоните на отделните енергоносители и енергия със знак “+” наличието на консумация или със знак “ - ” липсата на консумация.

Формата е помощна, но важна за правилната постановка на задачата по съставянето на енергийните баланси.

Енергопотребяващи агрегати по структурни единици на промишлената система и потребени енергия и енергоносители

Енергопотребяващи агрегати	Електрическа енергия	Вид на енергията (енергоносителя/ - "4" - при потребление на енергия и енергоносители - "5" - при липса на потребление на енергия и енергоносители												
		Топлинна енергия					Горива			Електрическа енергия				
		Пара до 1,3 МРа	Пара над 1,3 МРа	Кондензат и подхранваща вода	Продуктова вода	Гореща вода за отопление	Твърди	Течни	Газови	Разни	Общо	в т.ч.: с вода под налягане	със съгъстен въздух	Изходящи газове от пещи и др.
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A	1													
Основни структурни единици на ПС														
№ 1 - пещи														
№ 2 - сушилни инсталации - котли-утилизатори - пещи														
№ 3 - пещи -														
№ 4 - пещи														
№ 5 Други: - металообработващи машини - галванични инсталации - малки пещи -														
Спомагателни структурни единици на ПС Топлоенергиен: - котли - подгреватели на подхранваща вода -														
Кислороден: - компресори														
Компресорен: - компресори														

Дата:..... Име:..... Подпис:..... Тел:.....

**• ФОРМА 2 - РАБОТНА ФОРМА НА БАЛАНСИТЕ НА ТОПЛОНОСИТЕЛИТЕ
НА ТОПЛИННАТА ЕНЕРГИЯ**

Работната форма на баланса на топлинната енергия, обхваща оборотните частни баланси на различните видове топлоносители (пара с различни параметри, гореща, продухваща и подхранваща вода, кондензат и др.) от топлоизточника (външен или вътрешен) до консуматора.

В дадената примерна форма 2 са включени пет от най-разпространените в ПС топлоносители, цитирани като примери по-горе, без това да ги определя като задължителни за тази форма.

Основно изискване при тази форма е в хоризонталния разрез да се включат частните баланси на всички топлоносители, потребени в ПС. В анкетката на всеки топлоносител са дадени кратки данни за неговите параметри.

Балансирането на топлинната енергия във формата се извършва в хоризонтален разрез в две колони за всеки топлоносител: приходна и разходна. Първоначално се съставят частните баланси на отделните топлоносители в двойките колони за всеки, след което по редове за всеки обект (източник или консуматор на топлинна енергия) се определят съответните му компоненти в приходната и разходната част на общия баланс на топлинната енергия (представен в последните две колони на формата).

Частните баланси на топлоносителите се дават в натурални единици и енергийни в kWh, а общият баланс на топлинната енергия - само в енергийни единици.

В раздел 1 “Постъпила отвън”, в зависимост от конкретния случай се обхваща постъпилата отвън топлинна енергия от различни топлоизточници. За отделни случаи в този раздел трябва да се включи и топлинната енергия, внесена в баланса със суровините (от физически топлинни и екзотермични реакции) или с електрическата енергия, преобразувана в технологичните консуматори в топлинна.

Частните баланси на топлоносителите се съставят като срещу всеки обект (източник или консуматор на енергоносители и енергия) се записва в колонката “приход” полученото (произведеното) от него количество от същия енергоносител (в натурални и в енергийни единици), а в колонката “разходи” -потребеното от него количество (в същите единици) от съответния енергоносител.

След нанасяне на съответните показатели в приходната и разходната колонка на дадения топлоносител за всички обекти от шестте раздела във вертикалния разрез на

формата, които са източник или консуматор на този топлоносител се балансира приходната с разходната част. След съставяне на всички частни баланси на топлоносителите се пристъпва към изготвянето на общия баланс на топлинната енергия в работната форма. При формирането на приходната и разходната му част, обектите в статиите на работната форма по своята специфичност се диференцират в три групи:

I-ва група - източници (производители) на топлинна енергия - енергопреобразуващи инсталации (котелна, утилизационна и др.).

II-ра група - потребители.

III-та група - общи загуби на ПС.

Това разделяне на обектите в три групи се определя от различната техника на изчисляване на компонентите им в приходната и разходната част на общия баланс на топлинната енергия.

За първата група обекти (статии) като пример може да се вземе *котелната инсталация*.

Приходната компонента в общия баланс на топлинната енергия $/Q_{\kappa}^{\text{п}}/$ се определя от:

$$Q_{\kappa}^{\text{п}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{пр}} - Q_{\text{пвк}}, \text{ kWh}, \quad (1)$$

където:

- $Q_{\text{п}}$ е количеството отпусна топлинна енергия с парата или горещата вода;
- $Q_{\text{пр}}$ - количеството топлинна енергия на продукващата вода;
- $Q_{\text{пвк}}$ - количеството топлинна енергия на подхранващата вода (вкл. и на тази с върнатия кондензат).

Разходната компонента на статията “котелна инсталация” в общия баланс на топлинната енергия $/Q_{\kappa}^{\text{р}}/$ се определя по формулата:

$$Q_{\kappa}^{\text{р}} = Q_{\text{сн}} + Q_{\text{прв}}, \text{ kWh}, \quad (2)$$

където:

- $Q_{\text{сн}}$ са разходите на топлинна енергия за СН на котелната инсталация;
- $Q_{\text{прв}}$ - неоползотворената топлинна енергия на продукващата вода.

Аналогично се определят приходната и разходната компонента и за статията “утилизационна инсталация” - другата енергопреобразуваща инсталация с разлика, че при нея разходи на топлинна енергия за СН няма ($Q_{\text{сн}} = 0$).

За II-та група обекти, формиращи само разходните компоненти на общия баланс на топлинната енергия може да се приложи формулата:

Работна форма на балансите на топлоносителите и на топлинната енергия

Наименование на източници или потребители на енергия	Марка	по топлоносителите												Кондензат и подхранваща вода		Баланс на топлинната енергия	
		Пара до 1.3 МРА		Пара над 1.3 МРА		Гореща вода в преносната мрежа				Продухваща вода							
						подаваща	връщаща	Приход	Разход								
		Приход	Разход	3	4	5	6			7	8	9	10	11	12	Приход	Разход
A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
I. Постъпила отгън	t																
	kWh																
	°C																
II. Генерирани и преобразуващи инсталации	%																
	t																
	kWh																
- Котелна инсталация	°C																
	%																
Всичко по раздел II	t																
	kWh																
	%																
III. Производствени потребители по структурни единици на ПС	t																
	kWh																
	°C																
1. № 1: - технологични съоръжения 2. № 2: - утилизационни инсталации 3. № 3: - силови потребители /чукове, преси/ - технологични съоръжения 4. № 4: - технологични съоръжения 5. Други - технологични съоръжения	%																

ФОРМА 2
Стр. 2 от 2

A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6. Стомагателни структурни единици на ПС															
- технологични съоръжения															
- силови потребители															
7. Отопление, вентилация и климатизация на структурните единици на ПС															
Всичко по раздел III	t kWh %														
IV. Непроизводствени потребители	t kWh °C %														
1. Отопление, вентилация и климатизация															
2. Комунално битови нужди															
Всичко по раздел IV	t kWh %														
V. Отпуснато навън	t kWh °C %														
VI. Общи загуби за ПС	t kWh °C %														
1. В мрежите от утечки															
2. В мрежите от топлообмен с околната среда															
Всичко по раздел VI	t kWh %														
БАЛАНС	t kWh %													100.00	100.00

Дата:..... Име:..... Подпис:..... Тел:.....

$$Q_x^p = \sum_{i=1}^u Q_{tix} - Q_{вк} - Q_o, \text{ kWh}, \quad (3)$$

където:

- Q_{tix} е топлинната енергия на потребения i -ти топлоносител в обекта X ;
- $Q_{вк}$ - топлинна енергия на върнатия от обекта X кондензат;
- Q_o - топлинна енергия на отработен топлоносител в обекта X , използван в

друг обект.

За III-та група обекти, формиращи само разходните компоненти на общия баланс на топлинната енергия се използва формулата:

$$Q_x^p = \sum_{i=1}^u Q_{oi}, \text{ kWh}, \quad (4)$$

където:

- Q_{oi} е топлинната енергия в общите загуби на ПС с i -тия топлоносител.

Изменението на енталпията на топлоносителя в енергийните потоци на оборотните им частни баланси, свързано със загубите на топлинна енергия в топлопреносните мрежи, определя форма 2 като най-сложна и трудоемка.

По тази причина в самата форма са дадени допълнителни данни за топлоносителите: в анкетката - енталпията на топлоносителя (франко-източник/потребител) и по статии - температурата на някои от тях (на кондензата, на подхранващата вода и на водата от топлофикационната мрежа). Разликите в енталпията на топлоносителите в източника и в консуматора се отразяват в общите загуби.

Особено сложно е определянето на показателите за енергопреобразуващите инсталации - например котелната. За улеснение могат да се разделят на подобекти, когато има техническа възможност. В противен случай се разглеждат общо.

В случаите на получаване на вторични енергийни ресурси (ВЕР) в някои от обектите процедирането е в зависимост от това дали те се оползотворяват или не:

- при неоползотворяване - не се отбелязват в баланса, а се прибавят в колонката “разход” на дадения обект като загуба;
- при оползотворяване - се прави отделен частен баланс като сумарното им количество се записва в колонката “приход” на реда на обекта, в който се получава, а разходите им - в колонката “разход” на редовете на потребителите на ВЕР.

Количествените и качествените показатели на топлоносителите се определят с конкретни измервания и по изчислителен път (приложение на комбинирания метод)

като се ползват за целта и съответни номограми, таблици, диаграми, с каквито разполага специалната техническа литература.

● **ФОРМА 3 - РАБОТНА ФОРМА НА БАЛАНСА НА ГОРИВАТА ПО ВИДОВЕ И ОБЩО**

Форма 3 е подобна на форма 2.

В примерната форма 3 са дадени най-използваните в ПС горива, показателите за енергийните разходи, на които са определени аналогично на тези във форма 2. За разлика от баланса на топлоносителите, в баланса на горивата, няма изменение на потенциалната енергия на последните в енергийните потоци от източника до консуматорите, което прави определянето на показателите на този баланс, по-леко от това при баланса на топлоносителите.

И в тази форма показателите са дадени и в натурални (t или nm^3) и в енергийни единици.

Съставянето на формата и частните енергийни баланси е напълно аналогично на това при форма 2.

Специфично за тази форма е само определянето на показателите в раздел I “Постъпила отвън”. В този раздел трябва да се включат само тези количества горива, потребени в производствения процес.

И тук в случаите, когато в производствения процес се получават горими вторични енергийни ресурси процедирането става по двата начина, описани в текста за форма 2. Такива производствени процеси са типични за металургичната промишленост (доменно производство, коксохимическо производство), нефтопреработваща промишленост и др.

Освен като странични (вторични) енергийни ресурси в производствения процес могат да се получават и други горива в енергопреобразуващи инсталации (например генераторен газ). В такъв случай произведеното в ПС гориво става обект на отделен частен баланс с приходна част, определяна от производителността на енергопреобразуващата инсталация и разходна част - от отделните консуматори на произведеното в нея гориво.

Изчисляването на приходните и разходните компоненти на отделните обекти (статии) в общия баланс на гориво се извършва чрез сумиране на стойностите на съответните показатели в приходните и разходните колонки на частните енергийни баланси на отделните горива, дадени в енергийни единици (kWh).

Работна форма на балансите на горивата по видове и общо

Наименование на източници или потребители на енергия	Мярка	По видове горива								Общ баланс на горивата	
		Твърди		Течни		Газообразни					
		Приход 1	Разход 2	Приход 3	Разход 4	Приход 5	Разход 6	Приход 7	Разход 8		
A	Б										
I. Постъпила отгън	t /hm³/ kWh %										
II. Генерирaщи и преобразуващи инсталации	t /hm³/ kWh %										
- Котелна											
-											
Всичко по раздел II	t /hm³/ kWh %										
III. Производствени потребители по структурни единици на ПС	t /hm³/ kWh %										
1. № 1:											
- технологични съоръжения											
2. № 2:											
- утилизационни инсталации											
3. № 3:											
- силови потребители											
- технологични съоръжения											
4. № 4:											
- технологични съоръжения											
5. Други:											
- технологични съоръжения											
6. Стомателни структурни единици на ПС											
- технологични съоръжения											
- силови потребители											
7. Отопление и климатизация на структурните единици на ПС											

A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8
Всичко по раздел III									
IV. Непроизводствени потребители	t/nm ² / kWh %								
1. Отопление и климатизация	t/nm ² / kWh %								
2. Комунално битови нужди	t/nm ² / kWh %								
Всичко по раздел IV									
V. Отпуснато навяън									
VI. Общи загуби за ПС	t/nm ² / kWh %								
1. При съхранение									
2. При транспорт									
Всичко по раздел VI	t/nm ² / kWh %								
БАЛАНС	t/nm ² / kWh %								

Дата: Име: Подпис: Тел:

- **ФОРМА 4 - РАБОТНА ФОРМА НА БАЛАНСИТЕ НА ПОЛУЧЕНИТЕ ПОСРЕДСТВОМ ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ И НА БАЛАНСА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ**

Електрическата енергия има широко приложение в ПС пряко под формата на активна енергия или косвено чрез получени посредством нея енергоносители като сгъстен въздух, вода и газове под налягане, студ и др.

Съставянето на баланса на електрическата енергия без съставянето на частните баланси на получените посредством нея енергоносители е неправилно.

Затова във форма 4 едновременно с баланса на активната електрическа енергия са дадени и частните баланси на тези енергоносители. В дадената примерна форма са включени само частните баланси на най-разпространените енергоносители, получени посредством електрическата енергия - на сгъстения въздух и на водата под налягане. Важно условие за включването на такива енергоносители в баланса, е разходът на електрическа енергия за тяхното получаване да е направен в рамките на ПС.

В шестте раздела на вертикалния разрез на формата са разпределени източниците и потребителите на определените енергоносители, аналогично на това в предишните две форми. В раздел I "Постъпило отвън" се отразява общото количество на получената електрическа енергия.

В случаите, когато ПС има собствен електроенергиен източник, последният се включва в баланса като обект във II-ри раздел „Енергопреобразуващи инсталации” като получената от него електрическа енергия се записва в приходната колонка на електрическата енергия, а разходите за СН - в разходната колонка на реда на обекта.

При утилизационни инсталации от комбиниран тип се постъпва аналогично на горния случай с разлика само, че обектът ще бъде не в раздел I, а в раздел II, където се намира утилизационната инсталация (подобно на случая във форма 2).

Всички други показатели в балансите на потребителите се определят аналогично на тези във формите 2 и 3.

Стойностите на показателите са представени както и в другите форми в натурални единици за енергоносителите (млн. m^3 - за сгъстения въздух и хил. m^3 - за водата под налягане) и в енергийни единици за всички (kWh).

[illegible]

A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8
- силови приемници									
5. Други основни структурни единици на ПС									
- технологични приемници									
- силови приемници									
6. Стомателни структурни единици на ПС									
- технологични приемници									
- силови приемници									
7. Осветление									
Всичко по раздел III	m ³ kWh %								
IV. Непроизводствени потребители	m ³ kWh %								
1. Осветление на производствени потребители									
2. Комунално-битови нужди									
Всичко по раздел IV	m ³ kWh %								
V. Отпуснат навън	m ³ kWh %								
VI. Общи загуби за ПС	m ³ kWh %								
1. Утечки на енергоносители в мрежата									
2. В мрежи и трансформатори									
Всичко по раздел VI	m ³ kWh %								
БАЛАНС	m ³ kWh %							100,00	100,00

Дата: Име: Подпис: Тел:

• ФОРМА 5 - СИНТЕЗИРАНА ФОРМА НА БАЛАНСА НА ТОПЛИННА ЕНЕРГИЯ

Синтезираната форма е баланс на използване на енергията, обхващащ енергията на топлоносителите и горивото в една форма - тази на топлинната енергия.

Съставянето на синтезираната форма се основава на изходна информация от работните форми на балансите на топлинната енергия (форма 2), на горивото (форма 3) и от агрегатните енергийни баланси на основните енергоизползващи агрегати (описани във форма 1).

Цялата приходна част на форма 5 и два от разделите на разходната част - раздел II "Отпусната навън" и раздел IV "Общи загуби" се съставя чрез сумиране на стойностите на показателите от разделите I "Постъпило отвън", V "Отпусната навън" и VI "Общи загуби" на работните форми 2 и 3.

Останалата част от разходите на топлинна енергия, получена като разлика между общия приход на топлинна енергия и сумата от разходите ѝ в разделите II "Отпусната навън" и IV "Общи загуби" са разходите в структурните единици на ПС. Тези разходи на база агрегатните баланси на основните енергопотребяващи агрегати се разграничават на полезно използвана енергия (раздел I) и загуби (раздел III).

Определянето на показателите на последните два раздела се извършва диференцирано по целево предназначение на използваната енергия и по групи еднотипни основни енергопотребяващи агрегати или общо за определени нужди (енергоснабдителни мрежи).

В приходната част на баланса се включва топлинната енергия от различни източници, постъпила в ПС. Това е топлинната енергия, постъпила от външен източник (от форма 2) и с постъпилото гориво (форма 3). Освен тази енергия се прибавя при наличие и топлинната енергия от екзотермични реакции, постъпила отвън със суровините, от преобразуването на електрическа енергия в технологичните агрегати, физическите топлини на суровината и енергоносителите и др.

В хоризонталния разрез на формата са представени частните баланси на енергоносителите (горива, топлоносители, ВЕР) по вид на представяне в работните форми.

Определянето на показателите във форма 5 изисква прецизно проследяване на енергийните потоци, използвани в ПС (по форми 2 и 3) за всички големи енергопотребяващи агрегати, определящи основната част на енергопотреблението в ПС. Особено внимателно трябва да се подходи при определяне на показателите за енер-

гопреобразуващите инсталации, чиято продукция е енергоносител за други потребители в ПС.

Синтезираната форма на баланса на топлинната енергия дава възможност да се изясни структурата на топлоенергийните разходи, като се посочат загубите на топлинна енергия по място на възникване, целево предназначение и количество. В такъв аспект се определят загубите на топлинна енергия с неоползотворени ВЕР, представляващи резерв за икономия на енергия в ПС.

Синтезирана форма на баланса на топлинната енергия

Наименование на източниците или потребителите на енергия	Мярка	Частни баланси на енергоносителите										Общ баланс на топлинната енергия
		Горива			Топлоносители						ВЕР	
		Твърди	Течни	Газообразни	Гореща вода за отопление	Пара		Кондензат и подхранваща вода	Продуктова вода	Топлинни (изходящи газовеи др.)		
		1	2	3	4	до 1,3 МПа	над 1,3 МПа	7	8	9		
A	Б kWh					5	6				10	
ПРИХОД:												
I. Постъпила отвън:												
1. С енергия от външен топлоизточник												
2. С енергия от екзотермични процеси												
3. С енергия, преобразувана от електрическа енергия в технологичен потребител												
4. С гориво от склада												
Всичко приход	kWh %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	
РАЗХОД:	kWh											
I. Полезно използвана:												
1. За технологични нужди в:												
-												
- пещи												
- сушилни												
2. За битови нужди в:												
-												
3. За стопанателни нужди в:												
-												
4. За отоплително-вентилационни и комунално-битови нужди в:												
-отоплителни инсталации												
-комунално-битови инсталации												

A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Всичко по раздел I	kWh %										
II. Отпуснато навън	kWh %										
III. Загуби по структурни единици на ПС	kWh										
1. В технологични потребители											
- пещи											
- сушилни											
2. В силови потребители:											
-											
3. В stomatological потребители:											
-											
- парни котли											
- CH котелна											
- подграватели на подхранваща вода											
- котел утилизатор											
-											
4. В отоплително вентилационни и комунално-битови потребители:											
- бойлери											
- комунално-битови инсталации											
5. В енергоснабдителни мрежи:											
- топлинотранспортна мрежа											
6. CH на ТФЕЦ											
Всичко по раздел III	kWh %										
Общи загуби за ПС	kWh %										
ВСИЧКО РАЗХОД	kWh %	-	-	-	-	-	-	-			100.00

Дата: Име: Подпис: Тел:

- **ФОРМА 6 - СИНТЕЗИРАНА ФОРМА НА БАЛАНСА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКА ЕНЕРГИЯ**

Целите, задачите и техниката на съставянето са напълно аналогични на тези на синтезираната форма на баланса на топлинната енергия.

Различието в съставянето на тези две форми се състои в това, че като източник на изходна информация за форма 6 се използва само форма 4.

База за разделянето на електроенергийната консумация в структурните единици на ПС на полезно използвана (раздел I) и загуби (раздел III) са агрегатните енергийни баланси на енергопотребяващите агрегати (от форма 1) и изчисленията на електроенергийните загуби в електродвигатели, трансформатори и в електропреносната мрежа.

В частните баланси на енергоносителите, получени посредством електрическата енергия, като сгъстен въздух и вода под налягане (дадени в примерната форма 6), показателите в отделните статии на баланса определят разхода на електрическа енергия (kWh) за производството на потребения енергоносител в съответния обект (полезно използвана или загуби).

Синтезираната форма на баланса на електрическата енергия, аналогично на тази на топлинната енергия разкрива структурата на електроенергийно потребление с диференциране на електроенергийните разходи на полезно използвани и загуби по мястото на възникване, целево предназначение и количество.

Синтезирана форма на баланса на електрическата енергия

Наименование на източниците или потребителите на енергия	Мярка	Частни баланси на енергоносителите			Общ баланс на електрическа енергия
		Сгъстен въздух	Вода под налягане	Електрическа енергия	
A	Б	1	2	3	4
ПРИХОД:	kWh				
1. С постъпила от ЕЕС електрическа енергия					
2.					
Всичко приход:	kWh %	-	-	-	100,00
РАЗХОД:	kWh				
I. Полезно използвана					
1. За технологични нужди в:					
- пещи					
2. За сигови нужди в:					
- чукове и преси					
- електродвигатели					
3. За спомагателни нужди в:					
- компресори					
- помпи					
- други потребители					
4. За отоплително-вентилационни и комунално-битови нужди в:					
- отоплителни инсталации					
- вентилационни инсталации					
- комунално-битови инсталации					
5. За осветление					
Всичко по раздел I:	kWh %				
II. Отпуснато навън	kWh %				
III. Загуби в структурните единици на ПС	kWh				
1. В технологични потребители					
- пещи					

A	B	1	2	3	4
2. В силови потребители					
- чукове и преси					
- ел. двигатели					
"					
3. В спомагателни потребители					
- компресори					
- помпи					
"					
4. В отоплително вентилационни и комунално-битови потребители:					
- отоплителни потребители					
- вентилатори					
- комунално-битови потребители					
5. В енергоснабдителните мрежи на структурните елементи на ПС:					
- въздухопроводни					
- водопроводни					
- електрически					
"					
6. В трансформаторите на структурните елементи на ПС					
7. В осветителните инсталации					
8. За СН на ТФЕЦ на ПС					
Всичко по раздел III:	kWh %				
	kWh %				
IV. Общи загуби на ПС					
Всичко РАЗХОД:	kWh %	-	-	-	100,00

Дата Име: Подпис: Тел.:

- **ФОРМА 7 - ОБОБЩЕН ЕНЕРГИЕН БАЛАНС**

В двете синтезирани форми енергопотреблението в ПС се разглежда отделно за топлинната и за електрическата енергия. Отделно се оценява и ефективното им използване, като пълна енергийна оценка на производствения процес в ПС се прави в условията на общ енергиен баланс, обединяващ балансите на топлинната и електрическата енергия.

Това се осъществява във форма 7 в т.н. обобщен енергиен баланс, изграден на база структурата на синтезираната форма с някои различия, произтичащи от обединяването на двете синтезирани форми (5 и 6) и от новата постановка на представянето на показателите от приходната част на баланса.

Синтезираните форми на фактическите баланси на топлинната и електрическата енергия показват състоянието на енергопотреблението в ПС, достатъчно за управление на общото енергопотребление.

Показателите на разходната част на обобщения енергиен баланс се определят чрез сумиране показателите от синтезираните форми в балансите на топлинната и електрическата енергия по съответните статии (обекти).

Обобщен енергиен баланс

Наименование на източниците или консуматорите на енергоносители и енергия	Мярка	Фактически отчетен баланс		
		Частни баланси		Обобщен енергиен баланс
		Топлинна енергия	Електрическа енергия	
А	Б	1	2	3
ПРИХОД				
1. С топлинна енергия от външен източник	kWh			
2. С енергия от екзотермични процеси				
3. С енергия от преобразуване на електрическа енергия в технологичните консуматори				
4. С гориво от склада				
5. С електрическа енергия от ЕЕС				
6.				
Всичко приход:	kWh %			
РАЗХОД	kWh			
I. Полезно използвана				
1. За технологични потребители				
2. За силови нужди				
3. За спомагателни потребители				
4. За отоплителни, вентилационни и комунално-битови потребители				
5. За осветление				
Всичко по раздел I:	kWh %			
II. Отпуснато навън	kWh			
Всичко по раздел I и II:	%			
III. Загуби в структурните единици на ПС	kWh %			
1. В технологични потребители				
2. В силови потребители				
3. В спомагателни потребители				
4. В енергоснабдителните мрежи на структурните единици на ПС				
5. В отоплителни, вентилационни и комунално-битови потребители				
6. В трансформатори по структурни единици на ПС				
7. В осветителните инсталации				
8. За СН в ТФЕЦ на ПС				

A	Б	1	2	3
Всичко по раздел III:	kWh %			
IV. Общи загуби в ПС	kWh %			
V. Загуби в енергоснабдителната система на ПС	kWh %			
Всичко по раздел III, IV и V:	kWh			
ВСИЧКО РАЗХОД	kWh %			

Дата..... Име:..... Подпис :..... Тел:

1.4. Агрегатни енергийни баланси

Съставянето на агрегатните енергийни баланси е много важен етап в обследването за енергийна ефективност в ПС. Енергийните баланси на основните енергопотребяващи агрегати в системата (описани във форма 1) са основа за разделяне на енергийната консумация на полезно използвана и загуби.

Агрегатните енергийни баланси позволяват да се обхване изцяло структурата на енергопотреблението в съответния агрегат. Тук от особена важност е диференциацията на загубите на енергия по място и вид с определяне на точните им количествени и качествени показатели.

Голямото разнообразие на енергопотребяващи агрегати не ни позволява да изразим с обща формула енергийните им баланси. В най-общ вид структурата им се представя с формулата :

$$\sum_{i=1}^k Q_i^n = \sum_{i=1}^m Q_{ni}^p + \sum_{i=1}^n Q_{zi}^p, \text{ kWh}, \quad (5)$$

където:

- Q_i^n - количество на i -та компонента на постъпилата в агрегата енергия;
- Q_{ni}^p - количество на i -та компонента на полезно използваната енергия;
- Q_{zi}^p - количество на i -та компонента на загубите на енергия.

Съставянето на агрегатните енергийни баланси се предшества от съставянето на материалните баланси.

Материалните баланси се изразяват с формулата:

$$\sum_{i=1}^m G_i^n = \sum_{i=1}^n G_i^p, \text{ kg/h}, \quad (6)$$

където:

- G_i^n е количеството на i -та компонента на материалния поток, постъпващ в агрегата;
- G_i^p - количество на i -та компонента на материалния поток, изходящ от агрегата.

Крупните енергопотребяващи агрегати по вид на подадената в тях енергия се разпределят в следните основни групи:

- горивопотребяващи - пещи, котли, сушилни, вътрешен транспорт на системата и др.;

- топлопотребяващи - топлообменници, сушилни, автоклави, реактори, дестилатори, ректификатори и др.;

- електропотребяващи - пещи, сушилни, помпи, вентилатори, компресори, въздухонагнетатели, кранове, вътрешен транспорт, електролизери и др.

По вида на енергията в крайното ѝ използване в агрегатите, се разпределят в следните основни групи:

- агрегати с крайно използване на подадената в тях енергия във вид на топлинна енергия;

- агрегати с крайно използване на подведената в тях енергия във вид на механична енергия.

Групирането на енергопотребяващите агрегати определя характера на енергийните им баланси. Различават се два основни вида агрегатни енергийни баланси :

- топлоенергиен - прави се за всички гориво- и топлопотребяващи агрегати и за част от електропотребяващите, в които подведената електрическа енергия в крайното си използване е във вид на топлинна енергия (за този случай в разходната част на баланса се отделят характерните за електрическата енергия загуби, kWh);

- електроенергиен баланс - прави се за всички електропотребяващи агрегати, в които подведената електрическа енергия в крайното си използване е във вид на механична енергия.

Представянето на агрегатните енергийни баланси е: математично, таблично или графично.

Пример за математично представяне по видове агрегатни енергийни баланси може да бъде:

➤ **за баланси на горивопотребяващи технологични агрегати (материални и топлинни) - клинкерова въртяща се пещ, работеща в непрекъсваем процес по сух способ за производство на цимент:**

за материалния баланс:

$$G_{\text{с}}^{\text{п}} + G_{\text{г}}^{\text{п}} + G_{\text{вп}}^{\text{п}} + G_{\text{вв}}^{\text{п}} = G_{\text{кл}}^{\text{п}} + G_{\text{иг}}^{\text{п}} + G_{\text{у}}^{\text{п}} \pm G_{\text{н}}, \text{ kg/h}, \quad (7)$$

където:

- $G_{\text{с}}^{\text{п}}$ - количество на подадената в пещта суровина (сурово брашно);

- $G_{\text{г}}^{\text{п}}$ - количество на горивото;

- $G_{\text{вп}}^{\text{п}}$ - количество на първичния въздух ;

- $G_{\text{вв}}^{\text{п}}$ - количество на подгрятия вторичния въздух, подаван от скарния охладител;

- $G_{\text{кл}}^{\text{п}}$ - количество на получения от пещта клинкер;

- $G_{\text{уг}}^{\text{п}}$ - количество на изходящите от пещта газове;

- $G_{\text{у}}^{\text{п}}$ - количество на уноса с изходящите газове;

- $G_{\text{н}}$ - необвързка на баланса (допуска се до 5 %).

за топлинния баланс:

$$Q_{\text{с}}^{\text{п}} + Q_{\text{гх}}^{\text{п}} + Q_{\text{гф}}^{\text{п}} + Q_{\text{вп}}^{\text{п}} + Q_{\text{вв}}^{\text{п}} = Q_{\text{п}}^{\text{п}} + Q_{\text{кл}}^{\text{п}} + Q_{\text{уг}}^{\text{п}} + Q_{\text{гхн}}^{\text{п}} + Q_{\text{гмн}}^{\text{п}} + Q_{\text{у}}^{\text{п}} + Q_{\text{ос}}^{\text{п}} + Q_{\text{н}}^{\text{п}}, \text{ kWh}, \quad (8)$$

където:

- $Q_{\text{с}}^{\text{п}}$ - физическа топлина на суровината;

- $Q_{\text{гх}}^{\text{п}}$ - химическа енергия на горивото;

- $Q_{\text{гф}}^{\text{п}}$ - физическа топлина на горивото;

- $Q_{\text{вп}}^{\text{п}}$ - физическа топлина на първичния въздух;

- $Q_{\text{вв}}^{\text{п}}$ - физическа топлина на вторичния въздух;

- $Q_{\text{п}}^{\text{п}}$ - полезно използвана топлина (топлинен ефект на клинкерообразуване) -

теоретичен разход на енергия;

- $Q_{\text{кл}}^{\text{п}}$ - физическа топлина на излизания от пещта клинкер;

- $Q_{\text{уг}}^{\text{п}}$ - физическа топлина на изходящите от пещта газове;

- $Q_{\text{гхн}}^{\text{п}}$ - загуба на топлина от химическо недоизгаряне на горивото;

- $Q_{\text{гмн}}^{\text{п}}$ - загуба на топлина от механично недоизгаряне на горивото;

- $Q_{\text{у}}^{\text{п}}$ - загуба с физическата топлина на уноса ;

- $Q_{\text{ос}}^{\text{п}}$ - загуба на топлина от топлообмен с околната среда;

- $Q_{\text{н}}^{\text{п}}$ - необвързка на баланса.

➤ **за баланси на топлопотребяващи технологични агрегати (материален и топлинен) - скарен клинкероохладител, работещ с въртяща се клинкерова пещ в непрекъсваем процес по всички способности на производство (мокър, сух и полусух).**

за материалния баланс:

$$G_{\text{ка}}^{\text{п}} + G_{\text{в}}^{\text{п}} = G_{\text{кл}}^{\text{п}} + G_{\text{вв}}^{\text{п}} + G_{\text{вк}}^{\text{п}} + G_{\text{у}}^{\text{п}} \pm G_{\text{н}}^{\text{п}}, \text{ kg/h}, \quad (9)$$

където:

- $G_{\text{ка}}^{\text{п}}$ е количеството на клинкера, постъпващ в скарния охладител;

- $G_{\text{в}}^{\text{п}}$ - количество на въздуха, подаден в скарния охладител за охлаждане на клинкера;

- $G_{\text{кл}}^{\text{р}}$ - количество на излизания охладен клинкер;

- $G_{\text{вв}}^{\text{р}}$ - количество на подгрятия в скарния охладител въздух и подаден като вторичен във въртящата се клинкерова пещ;

- $G_{\text{вк}}^{\text{р}}$ - количество на подгрятия в скарния охладител въздух и изхвърлен в атмосферата;

- $G_{\text{у}}^{\text{р}}$ - количество на уноса с изхвърления в атмосферата излишен подгрят въздух;

- $G_{\text{н}}^{\text{р}}$ - необвръзка на баланса (до 5 %).

за топлинния баланс:

$$Q_{\text{кл}}^{\text{п}} + Q_{\text{в}}^{\text{п}} = Q_{\text{вв}}^{\text{р}} + Q_{\text{кл}}^{\text{р}} + Q_{\text{вк}}^{\text{р}} + Q_{\text{у}}^{\text{р}} + Q_{\text{гфн}}^{\text{р}} + Q_{\text{ос}}^{\text{р}} \pm Q_{\text{н}}^{\text{р}}, \text{ kWh.} \quad (10)$$

Повечето от агрегатите от този тип имат материални и енергийни баланси от вида на:

$$G_{\text{т}}^{\text{п}} + G_{\text{м}}^{\text{п}} = G_{\text{м}}^{\text{р}} + G_{\text{т}}^{\text{р}} \pm G_{\text{н}}^{\text{р}}, \text{ kg/h} \quad (11)$$

$$Q_{\text{т}}^{\text{п}} + Q_{\text{м}}^{\text{п}} = Q_{\text{м}}^{\text{р}} + Q_{\text{т}}^{\text{р}} + Q_{\text{ос}}^{\text{р}} \pm Q_{\text{н}}^{\text{р}}, \text{ kWh,} \quad (12)$$

където:

- $G_{\text{т}}^{\text{п}}$ и $Q_{\text{т}}^{\text{п}}$ - са количествата на топлоносителя и на внесените с него топлинна енергия в агрегата;

- $G_{\text{м}}^{\text{п}}$ и $Q_{\text{м}}^{\text{п}}$ - количествата на материала и на неговата физическа топлина, постъпили за подгриване в агрегата;

- $G_{\text{м}}^{\text{р}}$ и $Q_{\text{м}}^{\text{р}}$ - количествата на материала и на неговата физическа топлина, излизащ от агрегата;

- $G_{\text{т}}^{\text{р}}$ и $Q_{\text{т}}^{\text{р}}$ - количествата на отработения топлоносител и неговата физическа топлина, излизащ от агрегата;

- $Q_{\text{ос}}^{\text{р}}$ - загуба на топлина от топлообмен с околната среда;

- $G_{\text{н}}^{\text{р}}$ и $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ - необвръзка на материалния и топлинния баланс.

➤ **за баланси на електропотребяващи технологични агрегати с крайно използване на енергията във вид топлина - стоманодобивна електродъгова пещ:**

за материалния баланс:

$$G_{\text{ш}}^{\text{п}} + G_{\text{во}}^{\text{п}} + G_{\text{ст}}^{\text{п}} + G_{\text{в}}^{\text{п}} = G_{\text{ст}}^{\text{р}} + G_{\text{шл}}^{\text{р}} + G_{\text{во}}^{\text{р}} + G_{\text{нг}}^{\text{р}} \pm G_{\text{н}}^{\text{р}}, \text{ kg/h,} \quad (13)$$

където:

- $G_{ш}^п$ - количество внесен в пещта материал;
- $G_{во}^п$ и $G_{во}^р$ - количество охлаждаща вода;
- $G_{ет}^п$ - количество изразходвани електроди;
- $G_{в}^п$ - количество подаван в пещта въздух;
- $G_{ст}^р$ - количество получена стомана;
- $G_{шл}^р$ - количество шлака;
- $G_{нг}^р$ - количество изходящи от пещта газове;
- $G_{н}^р$, - необвързка на баланса (до 5 %).

за топлинния баланс:

$$Q_{е}^п + Q_{ш}^п + Q_{во}^п + Q_{ет}^п + Q_{в}^п + Q_{екз}^п = Q_{п}^р + Q_{стф}^р + Q_{шл}^р + Q_{во}^р + Q_{нг}^р + Q_{ос}^р + Q_{др}^р + Q_{тр}^р + Q_{нн}^р + Q_{ет}^р + Q_{н}^р, \text{ kWh}, \quad (14)$$

където:

- $Q_{е}^п$ - топлина, внесена в агрегата с електрическата енергия;
- $Q_{ш}^п$ - физическа топлина на внесения в пещта материал;
- $Q_{во}^п$ - физическа топлина на постъпилата охлаждаща вода ;
- $Q_{ет}^п$ - топлина, отделена от изгаряне на електродите;
- $Q_{в}^п$ - физическа топлина на постъпващия в пещта въздух;
- $Q_{ек}^п$ - топлина от екзотермични реакции ;
- $Q_{п}^р$ - полезно използвана топлина (теоретичния разход на енергия, при полу-

чаването на стомана);

- $Q_{стф}^р$ - физическа топлина на получената стомана;
- $Q_{шл}^р$ - физическа топлина на шлака;
- $Q_{во}^р$ - загуба на топлина с охлаждащата вода;
- $Q_{нг}^р$ - загуба на топлина с изходящите газове;
- $Q_{ос}^р$ - загуба на топлина от топлообмен с околната среда;
- $Q_{др}^р$ - загуба на електрическа енергия в дроселите (във вид на топлина);
- $Q_{тр}^р$ - загуба на електрическа енергия в трансформатора (във вид на топлина);
- $Q_{нн}^р$ - загуба на електрическа енергия в електрическата мрежа НН (във вид на

топлина);

- $Q_{ет}^р$ - загуби на електрическа енергия в електродите (във вид на топлина);
- $Q_{н}^р$ - необвързка на баланса (до 5 %).

➤ *за баланси на електропотребяващи агрегати, с крайно използване на енергията във вид на механична енергия* - компресори, помпи, вентилатори и др.:

$$E_{\text{подв}}^{\text{п}} = E_{\text{п}}^{\text{п}} + E_{\text{еп}}^{\text{п}} + E_{\text{пр}}^{\text{п}} + E_{\text{та}}^{\text{п}} \pm E_{\text{н}}, \text{ kWh}, \quad (15)$$

където:

- $E_{\text{подв}}^{\text{п}}$ - подведена в електропотребяващия агрегат електрическа енергия;
- $E_{\text{п}}^{\text{п}}$ - полезно-използвана електрическа енергия (теоретически необходима) ;
- $E_{\text{еп}}^{\text{п}}$ - загуба на електрическа енергия в енергоприемника (ел. двигател);
- $E_{\text{пр}}^{\text{п}}$ - загуба на електрическа енергия в предавателния механизъм (механична);
- $E_{\text{та}}^{\text{п}}$ - загуба на електрическа енергия в технологичния апарат (механична);
- $E_{\text{н}}$ - необвързка на баланса (до 5 %).

В случаите, когато технологичният процес протича в последователност в различни по тип и вид енергопотребяващи агрегати, разграничаването на потребената енергия на полезно използвана и загуби се извършва не по агрегати, а общо за процеса. За тази цел се прави групов агрегатен енергиен баланс, обхващащ всички енергопотребяващи основни агрегати.

Това се налага, защото енергийните загуби с изходящите от тях материални потоци, в баланса на отделен агрегат от тази група в последователността на технологичния процес, се оказват постъпила енергия отвън в друг агрегат, т.е. в рамките на процеса те не са енергийни загуби.

Съставянето на такъв баланс позволява да се определят действителните енергийни загуби за процеса, общо и съответно по агрегати, включени в този баланс.

Използването на изходната информация от агрегатните енергийни баланси на основните енергопотребяващи агрегати за съставянето на синтезираните форми на баланс на топлинната и електрическа енергия трябва да се осъществява много внимателно и с предварителна задълбочена преценка за избора на подхода при конкретните условия. Недооценяването на потребността от съставянето на групови енергийни баланси може да доведе до изопачена картина на фактическото енергопотребление в ПС.

Друг съществен момент при съставяне на агрегатните енергийни баланси е определянето показателите на полезно използваната в процесите (агрегатите) енергия.

В редица случаи полезно използваната енергия не се разграничава от другите статии в разходната част на балансите по наименование и съдържанието ѝ не винаги

съответствува на определението на понятието “полезен разход”, прието в настоящите методически указания. Към полезния разход се включват и загуби на енергия, които макар и под формата на съпътстващи разходи по същество са загуби, които могат да се намаляват или оползотворяват.

Такива примери има най-много за енергопотребяващите агрегати в металургичната промишленост. В техническата литература не се определя полезно използваната енергия като отделна статия на баланса. Не са дадени теоретически необходимите разходи на енергия за осъществяването на процесите в тези агрегати (химични, термични), които могат по изчислителен път да се определят за всеки процес и които са всъщност действително полезните разходи. Неправилно е да се приема, като полезен разход топлинната енергия на получения продукт (чугун, стомана, мед и др.) или на отпадъци от производството (шлака и др.), която може да бъде определена като съпътстващ разход, представляващ вторичен енергиен ресурс.

Препоръчително е полезно използваната енергия в различните технологични процеси да се определя за:

- осветление - по светлинния поток на лампите;
- силови (механични) процеси - по изчисления теоретичен разход на енергия, за процеса (за двигателните процеси - по полезната работа на вала на двигателя - енергоприемник);
- електрохимични и електрофизични - по изчисления теоретичен разход на енергия, необходим за процеса;
- термични - по изчисления теоретичен разход на енергия (нагряване, фазово превръщане и охлаждане на материалите и от ендотермични реакции);
- отопление, вентилация, кондициониране, горещо водоснабдяване и др. - по топлина/студ/, получено от потребителя;
- средства за комуникация и мениджмънт - по подведената енергия;
- процеси на преобразуване, преработка, транспорт и съхранение на енергийните ресурси - по количествата енергийни ресурси, получавани от тези процеси;
- процеси на утилизация на вторични енергийни ресурси, когато оползотворената енергия се използва за нуждите на отоплението, кондиционирането, горещото водоснабдяване и др. подобни нужди - по количество на получената от потребителя топлина.

При съставянето на агрегатните енергийни баланси, определянето точно и пълно на полезния енергиен разход е от изключително значение за анализа и оценката на енергопотреблението в тези агрегати, както и общо в ПС.

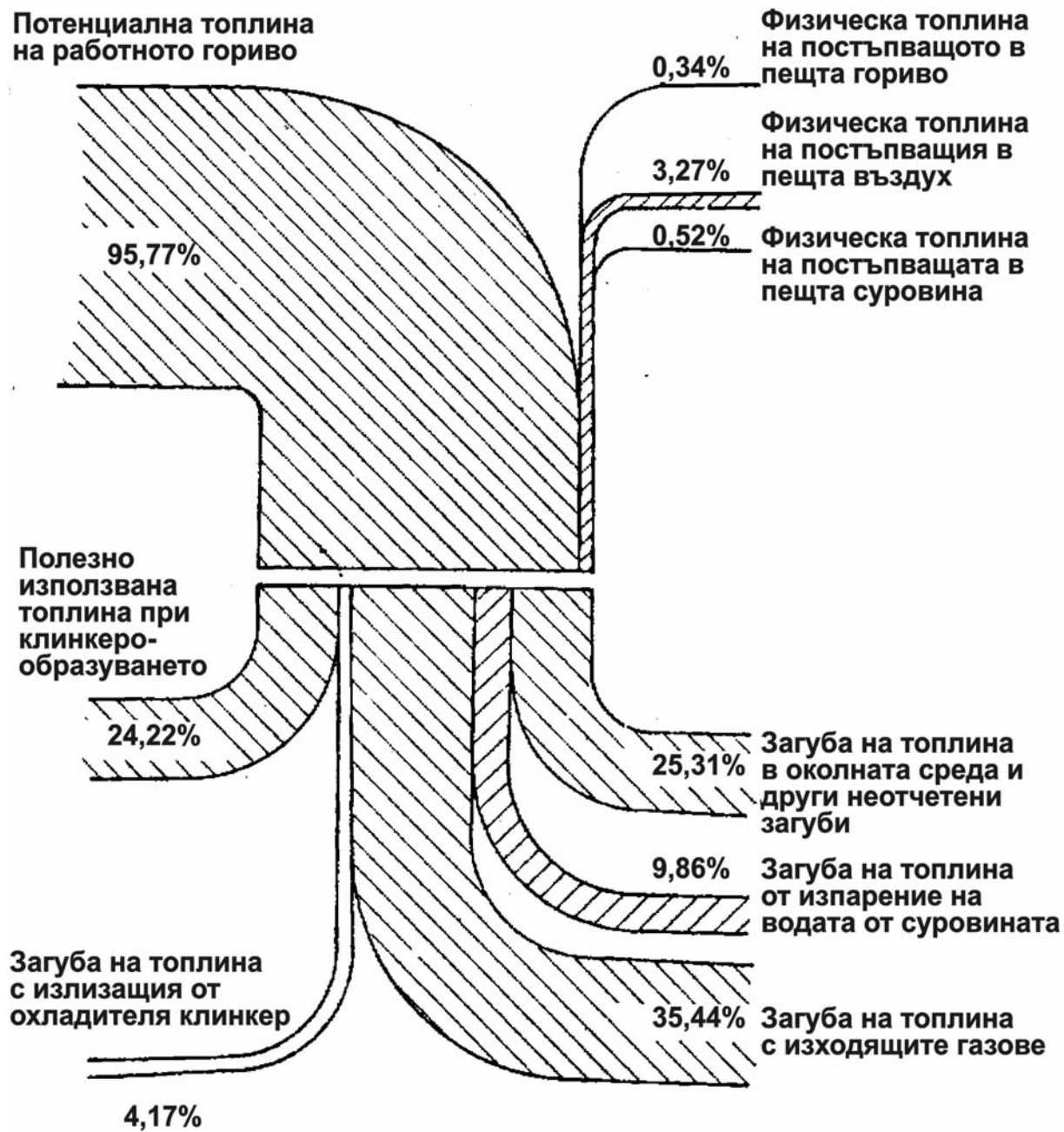
Определянето показателите на агрегатните енергийни баланси се извършва предимно по комбинирания смесен метод.

Фактическият баланс (материален и енергиен) на енергопотребяващ агрегат се съставя на базата на информация от конкретни, измервания на количествени и качествени показатели на енергийните (материалните) потоци, входящи и изходящи от обекта. Една част от показателите на баланса се определят непосредствено от количествените измервания на енергоресурсите, а друга - по изчислителен път на базата на информация, получена от тях.

Агрегатните енергийни баланси се съставят за определен период от време (за час - при непрекъсваеми процеси и за цикъл - при периодични процеси) или за единица продукция (kg, 100 kg или др.).

Представянето на агрегатните енергийни баланси е най-разпространено в таблична форма, в която едновременно с измерителната единица на показателите се дава и тяхното процентно участие в общия приход или разход на енергия.

Графичното изображение на агрегатен енергиен баланс е възможно да се представи със Sankey-диаграма (фиг. 2).



Фигура 2. Sankey - диаграма на топлинния баланс на въртяща се клинкерова пещ, работеща по мокър способ на производство.

ЧАСТ II. АНАЛИЗ И УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИ БАЛАНСИ

1. Основни положения при анализ на енергийните баланси

Основните положения при анализа на енергийния баланс обхващат формулиране на задачата, изясняване структурата на енергийните разходи, обекта на анализа, определяне основните показатели на потребление в производствените процеси и регламентиране на методиката за него.

1.1. Задачи на анализа на енергийния баланс

Постигането на основната цел на анализа - повишаване на енергийната ефективност на производствените процеси в ПС, изисква решаването на задачи, разпределени в три групи:

I-ва група - задачи, свързани с определяне фактическото състояние на енергопотреблението:

- установяване отклоненията на показателите на баланса от стойностите, предвидени в нормативните документи (технологии, проекти, баланси);
- установяване причините за тези отклонения;
- степента на оползотворяване на вторичните енергийни ресурси;
- ефективността на използване на различните енергийни ресурси;
- рационалност на схемите на енергоснабдяване в промишлената система;
- съхраняване и транспорт на енергийните ресурси.

II-ра група - задачи, свързани с определяне възможностите за повишаване на енергийната ефективност на ПС:

- минимизиране на енергийните загуби;
- намаление на вторичните енергийни ресурси;
- максимално оползотворяване на вторичните енергийни ресурси;
- усъвършенстване съществуващата технология и съоръжения;
- интензифициране и подобряване на енергийните режими на работа на съоръженията;
- енергоикономично управление на процесите и механизмите.

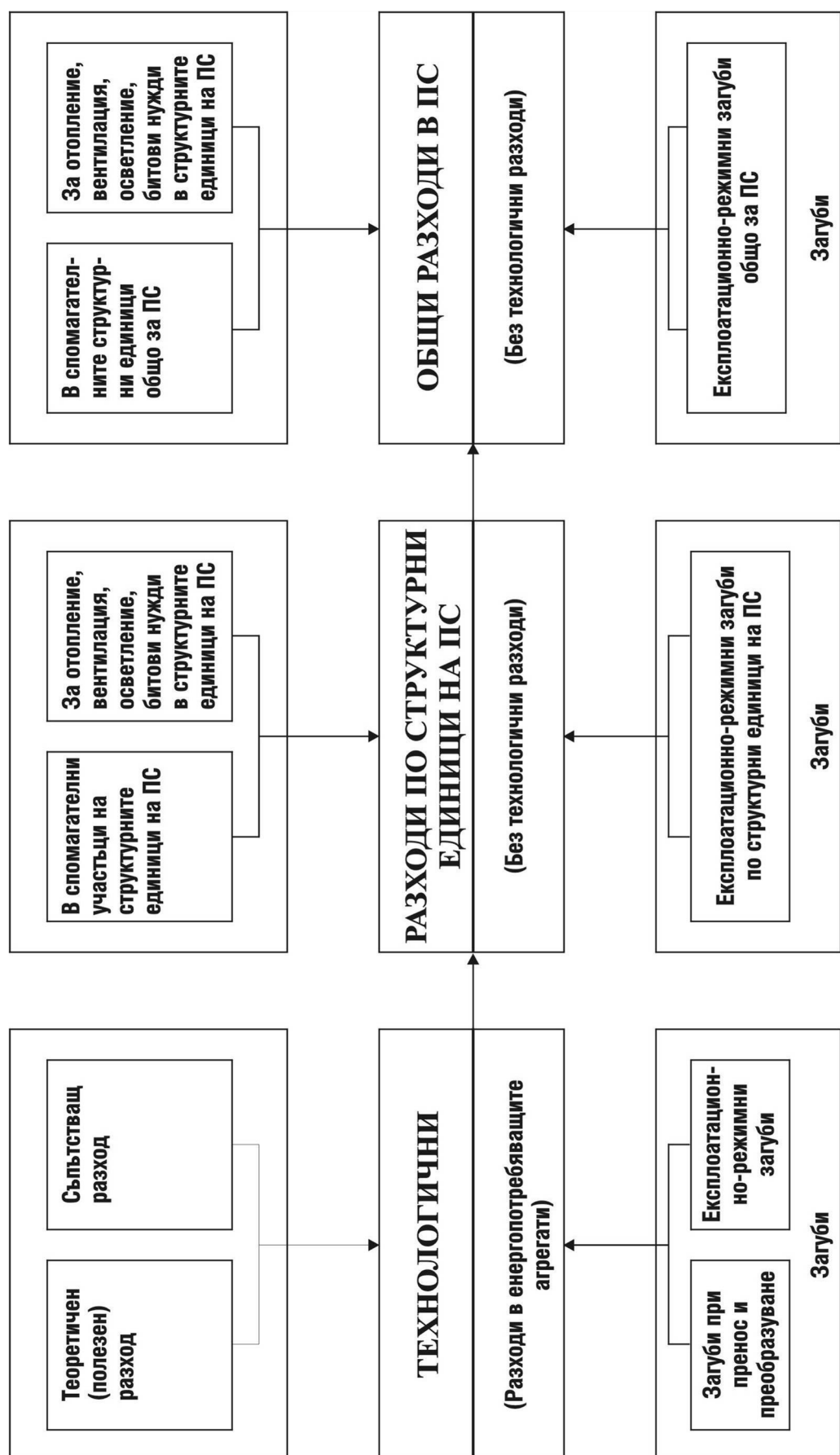
III-та група - задачи, свързани с реализация на възможностите за икономия на енергия:

- определяне на основните насоки за осъществяване на тези възможности;
- разработване и внедряване на мерки за минимизиране на енергийните загуби;
- разработване и внедряване на мерки за повишаване степента на оползотворяване на ВЕР;
- разработване и внедряване на мерки за усъвършенстване режимите на работа на енергопотребяващите агрегати - по агрегати и по групи.
- разработване и внедряване на мерки за рационализиране схемите на енергоснабдяване.

Информацията от съответните енергийни баланси дава възможност за комплексно разглеждане на технологичните и енергийни схеми, за изследване на взаимните връзки между отделните структурни единици на ПС, за оценка влиянието на всички фактори, определящи енергийната ефективност на производствените процеси.

Основно за анализ на енергийните баланси се използва сравнителният метод. Чрез сравняване на получените от фактическите баланси енергийни показатели, с нормативни такива за дадения процес (технологични, проектни и др.) и с водещи постижения в тази област, се прави оценка на фактическото състояние на енергопотреблението в ПС.

Основно изискване на метода е осигуряване на база за сравнимост, т.е. сравняването на отделни показатели да се осъществява при еднакви условия по отношение на технология, съоръжения, качество на суровината и на продукцията и производствена мощност на ПС.



Фигура 3. Структура на енергийните разходи

1.2. Структуриране на енергийните разходи

Структурата на енергийните разходи, извършени на всички нива в ПС, дадена в фиг.3, е диференцирана на полезно използвана енергия и на енергийни загуби.

Тази структура предвижда детайлизирането на разходите на енергия по вид и място за всеки енергопотребяващ агрегат, като за основните е задължителна.

На ниво - енергопотребяващ агрегат се определят технологичните разходи на енергия, формирани от четири компоненти:

- **теоретичен (полезен) разход на енергия** (прил. 1). Определянето му за всеки процес е разгледано в специализираната литература (например: за нагревателни пещи - количеството енергия за топлинна обработка на материала определена от конкретната технология; получаването на циментов клинкер, стъкломаса и др. - топлинният ефект на клинкерообразуване (на стъклообразуване), определен като разлика на топлинната енергия от екзо- и ендотермични реакции в процеса и т.н.);

- **съпътстващ разход на енергия** (прил.1). Определя се по изчислителен път, но се изисква и известна изходна информация, която се получава от конкретни за целта измервания, например: разход на енергия за загряване на агрегата, на спомагателните съоръжения (вагонетки, метали ленти, супорти и др.), загуби в околната среда (изчислени, проектни), загубите с енергоносители, продукция, отпадъци;

- **загуби при предаване и преобразуване на енергия** (прил. 1). Определят се по изчислителен път: например в енергоприемника - ел. двигател, пещ, топлообменен апарат и др. и загубите при предаването от енергоприемника в технологичния апарат);

- **експлоатационни и режимни загуби на енергия** (прил. 1). Определя се като разлика между фактическия разход и сумата от разгледаните по-горе компоненти.

Сумата от теоретичния и съпътстващия разход дава общото количество подведена в технологичния апарат енергия, определена като **условно-полезен разход**.

На ниво -структурни единици на ПС енергийните разходи се формират от следните компоненти:

- **технологични разходи** - сума от технологичните разходи в енергопотребяващите агрегати в рамките на структурните единици на ПС;

- **полезен разход в спомагателните участъци на ПС** - определя се чрез сумиране на полезния разход на енергия: в ремонтни работилници (електрическа, механическа и др.), в лаборатории (химическа, КИП и А и др. и в транспорта);

- **полезен разход за отопление, вентилация, осветление и комунално-битови нужди в ПС** - определя се чрез сумиране на полезните разходи, изчислени за всеки консуматор;

- **вътрешни за структурните единици експлоатационни и режимни загуби** - определят се като разлика между подведената енергия и сумата от посочените по-горе компоненти.

На ниво - ПС енергийните разходи се формират от следните компоненти:

- **разходи** в структурните единици на ПС - обща сума;

- **полезен разход в спомагателните структурни единици на ПС** - определя се чрез сумиране на полезните разходи в тях (ремонтно-механична, електро-ремонтна, ремонтно-строителна, компресорна, паросилова, кислородна, КИП и А и др.), централна химическа лаборатория, складове и вътрешнозаводски транспорт;

- **полезен разход за отопление, вентилация, осветление и комунално-битови нужди в ПС** - определя се чрез сумиране на полезните разходи на енергия, изчислени за всеки консуматор с общо значение за ПС.

- **общи експлоатационни и режимни загуби за ПС** - определят се общо за ПС като разлика между подведената енергия и сумата от посочените компоненти на разходите.

Най-детайлно се разглеждат технологичните разходи на енергия, тъй като в тях се крият най-големите възможности за икономия на енергийни ресурси, докато компонентите на разходите в структурните единици на ПС и общите стойности се определят по обобщени показатели.

Структурата на енергийните разходи в рамките на ПС, е основна при анализа на енергопотреблението в производствените процеси.

1.3.Основни показатели за използване на енергията

Показателите, които се използват за сравняване на фактическите с нормативните (или с усъвършенстваните) енергийни баланси, се разпределят по групи:

- **абсолютни** - абсолютните количества на енергия, характеризиращи се с определено място в енергийния поток или в структурата на енергийните разходи на баланса (съставен за определен период от време - час, цикъл, година) в kWh, основните от които са дадени в табл. 1.

Таблица 1.

№	Наименование на показателя	Обозначение
1	2	3
1.	Пълен разход на енергия за производствения процес	E_p
2.	Подадена енергия	$E_{под}$
3.	Вътрешна енергия (от екзотермични реакции)	$E_{екз}$
4.	Теоретичен разход	E_t
5.	Съпътстващ разход	E_c
6.	Условно-полезен разход	$E_{уп}$
7.	Загуби при предаване и преобразуване на енергията	$E_{зп}$

* определенията им са дадени в Приложение 1.

- **специфични** - специфичните енергийни разходи и техните норми за крайни (междинни) продукти, изчислени в съответствие със структурата за отделни елементи общо за ПС по формулата:

$$e = \frac{E_{под}}{G_{прод}}, \frac{\text{енергийни единици}}{\text{единица продукция}}, \quad (16)$$

където:

$E_{под}$ - количество подадена в производствения процес енергия - топлинна или електрическа за определен период от време (час, цикъл, година) в kWh;

$G_{прод}$ - количество произведена продукция в натурални единици в процеса за същия период.

- **относителни** - приемат се два основни показателя в зависимост от използването на теоретичния или условно-полезния разход на енергия, наречени с общото наименование “коэффициенти на използване на енергията” и се изчисляват по формулата:

$$КИЕ = \frac{E_n}{E_o} \cdot 100, \%, \quad (17)$$

където:

- E_n - количество полезно използвана енергия за определен период от време или за определено количество продукция в производствения процес за съответно ниво на енергийния баланс в kWh;

- E_o - общ разход на енергия при същите условия както за E_n , сума от подадена / $E_{под}$ / и вътрешна енергия / E_v / ($E_o = E_{под} + E_v$) в kWh. $E_{под}$ се привежда към енергията на първичния енергиен ресурс.

Основни коефициенти на използване на енергията са:

- **коэффициент на полезно използване на енергия** - КПИ, за който $E_o = E_T$ (теоретичен разход на енергия);

- **коэффициент на ефективно използване на енергия**- КЕИ, за който $E_o = E_{уп} = E_T + E_c$.

Когато пълният разход на енергия не се привежда към първичен енергиен ресурс коефициентите на използване на енергията се наричат коефициенти на полезно действие - КПД за съответния процес.

1.4. Методика за анализ на енергийни баланси

В крайния етап на използване на енергията, независимо от вида на подадените в процеса енергийни ресурси (горива, топлинна или електрическа енергия, газове под налягане и др.), тя в повечето случаи е във вид на топлинна или механична енергия. Някои специфични особености на използване на енергията при тези два вида процеси (електро- и топлопроизводство) налага подходът при анализирането им да се разглежда поотделно.

1.4.1. Анализ на потребената топлинна енергия

Представлява анализ на потребление на топлинна енергия, като технологичните разходи може да се изчислят по формулата:

$$Q = a \cdot b (c - d), \text{ kWh}, \quad (18)$$

която се определя, като основна за топлинните изчисления при съставяне на аналитични баланси.

Формулите за изчисление на топлинните разходи се привеждат към тази зависимост, като за всяка нейна съставляща (a, b, c, d) съответстват компоненти от тях (Приложение 3).

При анализа на потреблението на топлинна енергия в енергопотребяващите агрегати се ползват помощни таблични форми (табл. 2). В тях балансите се разграничават по части на агрегата - енергоприемник и технологичен апарат и структура на технологичните енергийни разходи (фиг. 3). За всеки елемент от балансите са дадени обозначение, начин на определяне, часове и годишни стойности на съответните им показатели.

Изчисляването на показателите се извършва по формули, изразени чрез общата формула (18), като за всеки конкретен обект се съставят помощни таблици (табл. 3).

Таблица 2. Анализ на потреблението на топлинна енергия в технологични агрегати.

№ по ред	Баланс на	Наименование на статията на баланса	Обозначение	Начин за определяне на показателите	Часов разход		Годишен разход		Забележка
					kWh	%	kWh	%	
					6	7	8	9	
1	2	3	4	5					10
1.	Енергоприемник	Приход на енергия	$Q_{\text{еп, подв}}$	Измерен					
2.		Разход на енергия	$Q_{\text{еп, р}}$	р. 1					
3.		В т.ч. - предадена в технологичния апарат	$Q_{\text{та, подв}}$	Измерена					
4.		- загуби при предаване и преобразуване	$Q_{\text{еп, зп}}$	Измерени					
5.		Експлоатационни и режимни загуби	$Q_{\text{еп, ерз}}$	р. 2 - р. 3 - р. 4					
6.	Технологичен апарат	Приход на енергия	$Q_{\text{та, п}}$	р. 1 + р.8					
7.		В т.ч.: - енергоприемника	$Q_{\text{та, подв}}$	р. 3					
8.		- вътрешно топлоотделяне (екзотермични реакции и др.)	$Q_{\text{та, ерз}}$	Изчислен					
9.		Разход на енергия	$Q_{\text{та, р}}$	р. 6					
10		В т.ч.: - теоретичен разход	$Q_{\text{та, т}}$	Изчислен					
11.		- съпътстващ разход	$Q_{\text{та, с}}$	Изчислен					
12.		- условно-полезен	$Q_{\text{та, ул}}$	р. 10 + р. 11					
13.		Експлоатационни и режимни загуби	$Q_{\text{та, ерз}}$	р. 9 - р. 12					
14.		Всичко експлоатационни и режимни загуби		р. 5 + р. 13					
15.		ВСИЧКО РАЗХОД		р. 2 + р. 9					

Таблица 3.

№ по ред	Технологичен процес	Обозначение	Компоненти на формулата								Стойност на показателя kWh
			a		b		c		d		
			Обознач.	Стойност	Обознач.	Стойност	Обознач.	Стойност	Обознач.	Стойност	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.											

В таблица 3 с помощта на информация от конкретни измервания и съответната техническа литература за елементите на формула (18) се изчисляват стойностите на енергийните показатели за отделните технологични процеси.

В случаите, когато е невъзможно разграничаване на енергоприемника и технологичния апарат, както е при големите технологични агрегати - пещи в циментовата, стъklarската, металургичната и др. промишлености, табл. 2 се разработва по структурата на баланса на технологичния апарат, в която се разпределят компонентите на агрегатните енергийни баланси.

Това разпределяне се извършва по изчислителен път. Специално за разходната част на баланса от отделните загуби на енергия в цитираните формули се вадят тези, които са съпътстващ разход.

При анализа на потреблението на енергията в топлинните процеси, подходът към отделните обекти трябва да бъде съобразен със спецификата на промишления подотрасъл, процес, агрегат.

За ефективността на анализа от голямо значение са две условия:

1. Наличието на достатъчно подробна изходна информация, необходима за определянето на показателите на баланса, получен от измервания, отчетни данни, изчисления и данни от специализираната техническа литература.

2. Задълбочено изучаване на технологията и енергетиката на процесите и техните взаимни връзки.

Анализът на потреблението на енергия в топлинните процеси не зависи от вида на подадената енергия - с горива, топлинна или електрическа.

1.4.2. Анализ на потребената механична енергия

Анализът на потреблението на енергия в тях не се различава съществено от този в топлинните процеси.

Главните различия се свеждат до:

- вид на подадената енергия - при механичните процеси тя е основно електрическа;
- възможност за разделянето на енергопотребяващия агрегат на енергоприемник и технологичен апарат - лесно осъществима в почти всички случаи;
- определяне на съпътстващите разходи при механичните процеси - представлява значителна трудност.

При анализа се използва помощна таблична форма (табл. 4), която не се различава съществено от тази в табл. 2. Тя е съобразена с вида на потребената енергия - електрическа.

Енергийният баланс на енергоприемника, който в повечето случаи е електродвигател, се съставя с помощта на посочени в литературата методи и формули.

Трудностите по определяне на съпътстващите разходи се преодоляват по два начина:

- когато апаратите имат разходни характеристики (вентилатор, помпи и др.) по тях се изчислява условно - полезния разход на енергия;
- когато липсват такива характеристики се провеждат измервания, които изискват две задължителни условия: номинално натоварване и изправно състояние на апарата, определящи разхода на енергия като условно-полезен.

От условно-полезния разход, получен по тези начини, умножен с нормативния КПД на апарата се получава теоретичния разход на енергия.

След получаването на тези два показателя останалите се изчисляват с прости аритметични действия.

Условията за ефективно провеждане на анализа на потребление на енергията в механичните процеси са същите като тези при топлинните процеси.

Таблица 4. Анализ на потребление на електрическа енергия в технологични агрегати.

№ по ред	Баланс на	Наименование на статията на баланса	Обозначение	Начин на определяне на показателите	Стойности				Забележка
					Часов разход		Годишен разход		
					kWh	%	kWh	%	
					6	7	8	9	
1	2	3	4	5					10
1.	Електроприводник	Приход на електроенергия	$E_{подв}^{еп}$	Измерен					
2.		Разход на електроенергия	$E_p^{еп}$	р. 1					
3.		В т.ч. - предадена в технологичния апарат	$E_{подв}^{та}$	Изчислен					
4.		- загуби при предаване и преобразуване	$E_{згп}^{та}$	р. 5 + р. 6					
5.		В т.ч. - в двигателите - в предавките - експлоатационни и режимни загуби	$E_{здв}^{та}$ $E_{зпр}^{та}$ $E_{ерз}^{та}$	По литературни данни По литературни данни					
6.	Технологичен апарат	Приход на електроенергия	$E_{подв}^{та}$	р. 3					
7.									
8.									
9.		Разход на електроенергия	$E_p^{та}$	р. 8					
10		В т.ч.: - теоретичен разход	$E_T^{та}$	Изчислен					
11.		- съгътстващ разход	$E_c^{та}$	Изчислен					
12.		- условно-полезен	$E_{таул}$	р. 10 + р. 1					
13.		- експлоатационни и режимни загуби	$E_{таерз}$	р. 8 - р. 12					
14.		Всичко експлоатационни и режимни загуби		р. 7 + р. 13					
15.		ВСИЧКО РАЗХОД		р. 2 + р. 9					

2. Основни положения при усъвършенстване на енергийните баланси

Усъвършенстването на енергийните баланси обхваща два етапа от дейността: разработване на мерки за икономия на горива и енергия, обединени в планове и съставяне на баланси, отразяващи резултатите от тях.

2.1. Разработване на мерки за икономия на горива и енергия

Анализът на енергийните баланси дава оценка за ефективността на използването на енергийните ресурси, като се определят и възможностите за намаление на разходите в производствения процес. Реализацията на тези възможности изисква намирането на конкретни решения, изразени в мерки за икономия на енергийни ресурси.

Свързването на мероприятията с конкретните разходи определя тяхното групиране в съответствие със структурата им.

I-ва група - Мерки за намаление на експлоатационно-режимните загуби

Експлоатационно-режимните загуби, възникнали вследствие нарушения на технологичния режим на процеса и режимите на работа на съоръженията на всички нива на контрол и управление на енергопотреблението са начален обект на разработване на мерки за тяхното намаляване или отстраняване.

Мерките от тази група обхващат преразхода на енергия, в енергопотребяващи агрегати и превишаване нормативните показатели за енергийни загуби при съществуващата технология и съоръжения, като тези с:

- изходящите газове;
- продукцията (крайна, междинна, полуфабрикати) и отпадъците;
- отработени топлоносители (пара, гореща вода и др.);
- неорганизирано подаван въздух в процеса (просмуквания на “фалшив” въздух);
- излъчване (от отвори, неуплътнени пространства и др.) и конвективен топлообмен (от лоша изолация на корпусите на агрегатите или липса на такава) с околната среда;
- други изходящи от процеса енергоносители (охлаждащи, сушилни и други) - постигане висока точност на управление;
- подходящ избор на управляващи въздействия и начина на тяхното формиране в системите за управление
- празни ходове и работа при намален товар на съоръженията;

- нерегламентиран престой на съоръженията;
- унос на суровина и продукция с изходящите газове.

Към тази група се включват и мероприятията по повишаване качеството на ремонтите и поддръжката на съоръженията, чието състояние е от голямо значение за енергоикономичността на тяхната работа.

II-ра група - Мерки за намаление на загубите при преобразуване и пренос на енергия

Мерките в тази група се разглеждат в два аспекта: технологичен и общо за ПС.

В технологичен аспект мерките обхващат технологичния процес на енергоприемника на енергопотребяващия агрегат и предавателния механизъм (устройство, мрежа).

В случаите, когато енергоприемникът е топлообменник или горивно устройство мерките са подобни, като някои от тези от I-та група, които третираят намалението на енергийните загуби с:

- топлообмен с околната среда;
- отработени топлоносители;
- недоизгоряло гориво (химично и механично);
- работа на празен ход и намален товар на съоръженията;
- нерегламентиран престой на съоръженията.

Когато енергоприемникът е електродвигател, мероприятията се насочват основно към повишаване на неговия КПД чрез осигуряване на номинално натоварване и непрекъсваемост на работния режим.

Мероприятията за намаляване на енергийните загуби в предавателните механизми и съоръжения (устройства, мрежа) в зависимост от вида му могат да се насочат към:

- подобряване изолацията и ликвидиране утечките в топлопреносната мрежа от енергоприемника до технологичния апарат;
- подобряване състоянието на предавателния механизъм (привода), предаващ механичната енергия от електродвигателя до технологичния апарат или подмяната му с енергоикономичен.

В общосистемен аспект мерките обхващат генериращите и преобразуващите инсталации в структурните единици на ПС и техните енергоснабдителни мрежи.

Мерките за икономия на енергия в генериращите и преобразуващите инсталации, които са и енергопотребяващи агрегати (котли, газгенератори, турбини, топлообменни апарати, компресори и др.) са аналогични на тези от I-ва група. Към тях могат да се допълнят и мерки като:

- връщане на кондензата;
- използването топлината на продухващата вода ;
- намаляване на СН на генериращите инсталации.

В енергоснабдителните мрежи мерките могат да се насочат към:

- възстановяване или подобряване на изолацията и ликвидиране утечките в топлопреносната мрежа;
- ликвидиране на утечките във въздухо и водопроводните мрежи;
- намаляване на загубите в електрическите мрежи (от пренатоварване, лоши експлоатационни условия, утечки и др.).

III-та група - Мерки за намаляване на съпътстващите енергийни разходи

Съпътстващите енергийни разходи са енергийни загуби, регламентирани от използваните технологии и съоръжения. Тяхното намаляване е свързано с извършване на съответни изменения в тях:

- от топлообмен с околната среда - чрез подмяна или подобряване на изолационното покритие на агрегатите, чрез подмяна на съоръжения или части от тях с такива с повишена херметичност и т.н.;
- с изходящи газове - чрез внедряване на утилизационни инсталации (или разширение и подобрене на съществуващите), намаляващи загубите с изходящите газове и връщане на част от топлинната енергия обратно в процеса;
- с продукцията и отпадъци - чрез внедряване на съответни утилизационни инсталации за връщане на част от изнесената с тях топлинна енергия;
- при подготовка на суровините - чрез изменения в техния състав или подмяна с други;
- в технологичния режим - чрез усъвършенстване организацията и режимите на работа на съоръженията (особено в случаите на групи еднотипни големи енергопотребяващи агрегати);
- с потребените енергийни ресурси - чрез подмяната им с по-ефективни;
- със съпътстващи материали - чрез подмяната им с такива с по-малка маса и/или специфичен топлинен капацитет;

- електроенергийни потребители (електродвигатели, трансформатори и др. - чрез подходящ подбор на номинална мощност, режим на работа и др.

IV-та група - Мерки за намаляване на теоретичния енергиен разход

Намаляването на теоретичния разход на енергия е свързано с цялостно изменение на технологията на производството и реализиращите я съоръжения, както и с оптимизация по енергийни критерии на системите за управление.

Мерките за намаляване на теоретичния разход са свързани с въвеждане на качествено нови суровини и материали и условията за протичане на технологичните процеси (под налягане, във вакуум и др.). В тях се предвижда и потреблението на нови енергийни ресурси.

Мерките обхващат внедряване на нови енергоикономични съоръжения, отговарящи на съвременните технологични изисквания, чиито управления реализират статична и динамична по разход на енергия оптимизация.

За разработване на мерки за икономия на енергийни ресурси не са достатъчни само резултатите от анализа на енергийните баланси. Необходими са обширни познания по въпросите на рационалното използване на енергийните ресурси в производствените процеси, по технологията и енергетиката на тези процеси и взаимните им връзки, по съвременни решения за намаляване или оползотворяване на енергийните загуби, за нови суровини и материали, нови енергийни ресурси и т.н.

Важно условие при разработване на мерките е изготвянето на икономическа и екологична оценка и съобразяването им с възможностите за тяхната реализация.

Разработването на плана с мерки за икономия на енергийни ресурси се извършва в таблична форма (табл. 5), в която те са подредени по обекти, като за всяка мярка се дава точното ѝ наименование, обосновка, срок за изпълнение, необходими инвестиции за реализация и очакван икономически ефект.

Таблица 5. План-мерки за икономия на енергия (топлинна или електрическа).

№ по ред	Обект	Мерки	Обосновка	Срок на изпълнение (мес.)	Необходими капитални вложения (хил. лв.)	Икономически ефект	
						kWh	хил. лв.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.							
2.							
Всичко:							

2.2 Степени на усъвършенстване на енергийните баланси

В резултат на анализа на фактическите енергийни баланси и разработените мерки за икономия на енергия се задава по-високо ниво на енергийна ефективност на производствения процес в ПС. Намаляването на енергийните загуби по отделни статии на разходната част на балансите води до намаляване и на приходната част.

Преизчисляването на показателите на балансите, свързано с настъпилите изменения както в разходната, така също и в приходната им част се определя като усъвършенстване на фактическите енергийни баланси, а самите баланси се наричат усъвършенствани.

Усъвършенстването на енергийния баланс предвижда първоначално намаляване до минимум на експлоатационно-режимните загуби на енергия. Това изисква нормализация: на параметрите на технологичните режими на съоръженията, на качествените показатели на суровините и материалите, използвани в процеса, на състоянието на съоръженията и енергоснабдителните системи и т.н.

Мероприятията за усъвършенстване на енергийния баланс имат в повечето случаи организационно-технически и инвестиционен характер и са със срок на изпълнение до 3 години. В повечето случаи изпълнението им може да се осъществи по време на плановите текущи и основни ремонти.

Усъвършенстваните енергийни баланси се съставят по синтезираните форми на балансите на топлинната и електрическата енергия и на обобщения енергиен баланс, с малки изменения позволяващи да се сравнят двата баланса - фактическия и усъвършенствания, което определя и допълнението в наименованието на всяка една от следните форми - сравнителна (5а, 6а и 7а).

Във вертикалния разрез формите 5а, 6а и 7а са идентични на формите 5, 6 и 7, но в хоризонталния разрез са дадени само пълните фактически и усъвършенствани баланси.

Сравнителните форми дават възможност да се направи сравнителна оценка в съпоставянето им с фактическите, относно степента на усъвършенстване на последните с определяне на местата, където то е осъществено.

3. Основни положения при реализация на енергийните баланси

За реализацията на енергийните баланси е необходимо регламентиране на някои основни положения, свързани с условията, характера, изискванията и организацията на работата, осигуряващи ефективност от прилагане на балансовия метод в управлението на енергопотреблението в ПС.

3.1. Условия за реализация

Дейността по енергийните баланси се характеризира със значителна трудоемкост и високи изисквания по отношение квалификацията на изпълнителския персонал.

Основни изисквания, необходими за реализация на енергийните баланси са : методическо, техническо осигуряване и кадрово осигуряване.

Методическото осигуряване изисква разработване на основни положения за реализация на енергийните баланси и други справочни материали.

Техническото осигуряване на дейността по енергийните баланси е от съществено значение за нейната реализация. Набирането на изходна информация за съставянето на фактическите енергийни баланси не е възможно без наличието на контролно-измервателна апаратура.

Определянето на необходимата контролно-измервателна апаратура трябва да е съобразно с изискванията за съставяне и анализ на енергийните баланси и „Правила регламентиращи изискванията и процедурите за акредитиране на лицата по чл.16, ал. 4 и чл.18, ал.1 от ЗЕЕ”.

Третото главно условие за реализацията на дейността по енергийните баланси е кадровото осигуряване.

Балансовият метод като основа за въвеждане на аналитичния подход в управлението на енергопотреблението, поставя редица изисквания към специалистите, работещи в тази област.

Необходими са специфични познания, свързани с:

- технологията и енергетиката на процесите и техните взаимни връзки;
- оптимизацията на управление на процесите и механизмите;
- основните методически положения за съставянето, анализа и усъвършенстването на енергийните баланси;
- методите и средствата за определяне на показателите на енергийните баланси;
- техниката на съставяне, анализ и усъвършенстване на енергийните баланси;
- практиката по рационално използване на енергийните ресурси у нас и в чужбина;
- познания по оптимизация и управление на процесите и механизмите.

Особено важно е дейността по енергийните баланси да се извършва от екипи съставени от енергетици, технолози и автоматчици добре запознати със същността на технологичните процеси и характера на енергопотреблението в тях.

Сравнителна синтезирана форма на баланса на топлинната енергия

Наименование на източници и потребители на енергоносители и енергия	Мярка	Фактически баланс	Усъвършенстван баланс
А	Б	1	2
ПРИХОД			
1. От външен топлоизточник	kWh %		
2. От екзотермични процеси	kWh %		
3. С потребеното гориво	kWh %		
Всичко приход:	kWh %		
РАЗХОД	kWh %		
I. Полезно използвана			
1. За технологични нужди в:			
-	kWh %		
- пещи	kWh %		
- сушилни	kWh %		
2. За силови нужди в:			
-	kWh %		
3. За спомагателни нужди в:			
-	kWh %		
4. За отоплителни, вентилационни и комунално-битови нужди в:			
- отоплителни инсталации	kWh %		
- вентилационни инсталации			
- комунално-битови инсталации	kWh %		
Всичко по раздел I	kWh %		
II. Отпуснато навън	kWh %		
III. Загуби в структурните единици на ПС	kWh %		

А		Б	1	2
1. В технологичните консуматори				
-		kWh %		
- пещи		kWh %		
- сушилни		kWh %		
2. В сигови потребители:				
-		kWh %		
3. В stomателни потребители:				
-		kWh %		
- в котелните агрегати		kWh %		
- в stomателните съоръжения към котелните агрегати		kWh %		
4. В отоплителни, вентилационни и комунално-битови потребители:				
- отоплително-вентилационни		kWh %		
- комунално-битови		kWh %		
-		kWh %		
5. В енергоснабдителни мрежи:				
- топлопреносна		kWh %		
6. СН на ТФЕЦ / ОЦ на промишлената система		kWh %		
7. Други				
Всичко по раздел III		kWh %		
Общи загуби за ПС		kWh %		
ВСИЧКО РАЗХОД:		kWh %	-	-

Дата:..... Име:..... Подпис:..... Тел:.....

Сравнителна синтезирана форма на баланса на електрическата енергия

Наименование на източници и потребители на енергоносители и енергия	Мярка	Фактически баланс	Усъвършенстван баланс
А	Б	1	2
ПРИХОД:			
1. С постъпката от ЕЕС	kWh %		
2.	kWh %		
Всичко приход:	kWh %		
РАЗХОД:			
I. Полезно използвана			
1. За технологични нужди в:			
-	kWh %		
- печи	kWh %		
- сушилни	kWh %		
2. За силови нужди в:			
-	kWh %		
- електродвигатели	kWh %		
3. За спомагателни нужди в:			
- други консуматори	kWh %		
4. За отоплителни, вентилационни и комунално- битови нужди в:			
- отоплителни инсталации	kWh %		
- вентилационни инсталации	kWh %		

А		Б		1	2
- комунално-битови инсталации		kWh	%		
- инсталации		kWh	%		
5. За осветление		kWh	%		
Всичко по раздел I		kWh	%		
II. Отпусната навън		kWh	%		
III. Загуби в структурните единици на ПС					
1. В технологични консуматори:		kWh	%		
-		kWh	%		
- пещи		kWh	%		
2. В силови потребители		kWh	%		
-		kWh	%		
- електродвигатели		kWh	%		
3. В stomателни потребители		kWh	%		
- компресори		kWh	%		
- помпи		kWh	%		
- други		kWh	%		
4. В отоплителни, вентилационни и комунално-битови потребители		kWh	%		
- отоплителни инсталации		kWh	%		
- вентилационни инсталации		kWh	%		
- комунално битови инсталации		kWh	%		

А	Б	1	2
-	kWh %%		
5. В енергоснабдителните мрежи:			
- въздухопроводи	kWh %		
- водопроводи	kWh %		
- електрически	kWh %		
-	kWh %		
6. В трансформаторите на структурните единици на ПС	kWh %		
7. В осветителните инсталации	kWh %		
8. За СН на ТФЕЦ / ОЦ на ПС	kWh %		
Всичко по раздел III:	kWh %		
IV. Общи загуби в ПС	kWh %		
1. В трансформаторите на ПС	kWh %		
2. В електроснабдителната мрежа на ПС	kWh %		
ВСИЧКО РАЗХОД:	kWh %	-	

Дата Име: Подпис: Тел:

Сравнителна форма на обобщен енергиен баланс

Наименование на източниците и потребителите на енергоносители и енергия	Марка	Фактически баланс				Усъвършенстван баланс			
		Частни баланси		Обобщен Енергиен баланс		Частни баланси		Обобщен енергиен баланс	
		Топлинна енергия	Електрическа енергия	Топлинна енергия	Електрическа енергия	Топлинна енергия	Електрическа енергия	Топлинна енергия	Електрическа енергия
A	Б	1	2	3		4	5	6	
ПРИХОД									
1. От възнен топлоизточник	kWh %								
2. От екзотермични процеси	kWh %								
3. С потребното гориво	kWh								
4. С постъпилата от ЕЕС	kWh %								
5.	kWh %								
Всичко приход	kWh %								
РАЗХОД									
I. Полезно използвана									
1. За технологични нужди	kWh %								
2. За силови нужди	kWh %								
3. За спомагателни нужди	kWh %								
4. За отоплителни, вентилационни и комунално-битови нужди	kWh %								
5. За осветление	kWh %								
Всичко по раздел I	kWh %								
II. Отпусната навън	kWh %								

A	Б	1	2	3	4	5	6
Всичко по раздел I и II	kWh %						
III. Загуби в структурните единици на ПС							
1. В технологичните потребители	kWh %						
2. В силовите потребители	kWh %						
3. В спомагателните потребители	kWh %						
4. В енергоснабдителните мрежи	kWh %						
5. В отоплителни, вентилационни и комунално-битови потребители	kWh %						
6. В трансформатори на структурните единици	kWh %						
7. В осветителните инсталации	kWh %						
8. За СН в ТФЕЦ / ОЦ на ПС	kWh %						
Всичко по раздел III	kWh %						
IV. Общи загуби в ПС	kWh %						
V. Загуби в енергоснабдителната система	kWh %						
Всичко по раздел III, IV и V	kWh %						
ВСИЧКО РАЗХОД	kWh %						

Дата: Име: Подпис: Тел:

3.2. Общи указания, регламентиращи дейността по енергийните баланси

Регламентирането на дейността по енергийните баланси обхваща редица общи указания за характера, съдържанието, обема и представянето на крайните резултати.

По характер и съдържание :

- дейността се определя като основна в управлението на енергопотреблението в ПС;
- съставянето на енергийните баланси е дейност, определяща фактическото състояние на енергопотреблението в производствените процеси с дефиниране структурата на енергийните разходи в количествено и качествено отношение;
- анализът на енергийните баланси е дейност, формираща оценката за енергийна ефективност на производствените процеси и посочваща възможности за намаление на енергийните разходи;
- усъвършенстването на енергийните баланси е дейност предлагаща по-високо ниво на енергийна ефективност в ПС;

По обхват:

- обекти на дейността по енергийните баланси са всички действащи промишлени системи с годишно потребление на енергия равно или по-голямо от 3000 MWh /чл.6, т.1 от Наредба № 21 за обследване за енергийна ефективност/;
- обекти на дейността по енергийните баланси са всички проекти за нови или модернизирани, реконструирани и разширени промишлени системи /чл. 15 от ЗЕЕ/.

По изискванията към формите на балансите:

- формите са задължителни и не се допуска изменение в тяхната структура;
- изключение се прави само в хоризонталния разрез на работните форми, където се допуска формирането на колоните да бъде само за потребени енергийни ресурси.

3.3. Етапи за изпълнение на дейността по енергийните баланси

Дейността по енергийните баланси е съвкупност от основни дейности, протичащи в определена последователност.

За извършването на основните дейности - съставяне, анализ и усъвършенстване на енергийните баланси се провеждат предварително подготвителни работи, имащи характер на спомагателни дейности.

Всяка една от основните и спомагателните дейности, представлява отделен етап в организацията на работата.

Реализацията на дейността по енергийните баланси се обхваща в следните етапи (фиг. 4):

I-ви етап - Сформиране и подготовка на екипа за обследването на ПС.

II-ри етап - Изясняване и съставяне схемите на енергоснабдяване по видове енергийни ресурси и структурни единици в ПС включващи:

- привеждането в наличност, проверка и корекция на схемите ;
- изготвяне на липсващите схеми на енергоснабдяване.

III-ти етап - Подготовка за провеждане на измервания, обхващаща:

- разработване на програма;
- определяне точките на измерванията и необходимата измервателна апаратура;
- осигуряване на измервателната апаратура;
- провеждане на пробни измервания за проверка на измервателната апаратура и подготовка на персонала.

IV-ти етап - Провеждане на основните измервания.

V-ти етап - Обработване на данните от измерванията, определяне на показателите на енергийните баланси въз основа на информация от измерванията и от други източници (техничко-технологична документация, литературни данни и др.) и съставяне на материалните и енергийни баланси, съгласно Методическите указания.

VI-ти етап - Анализ на фактическия енергийни баланси за определен период:

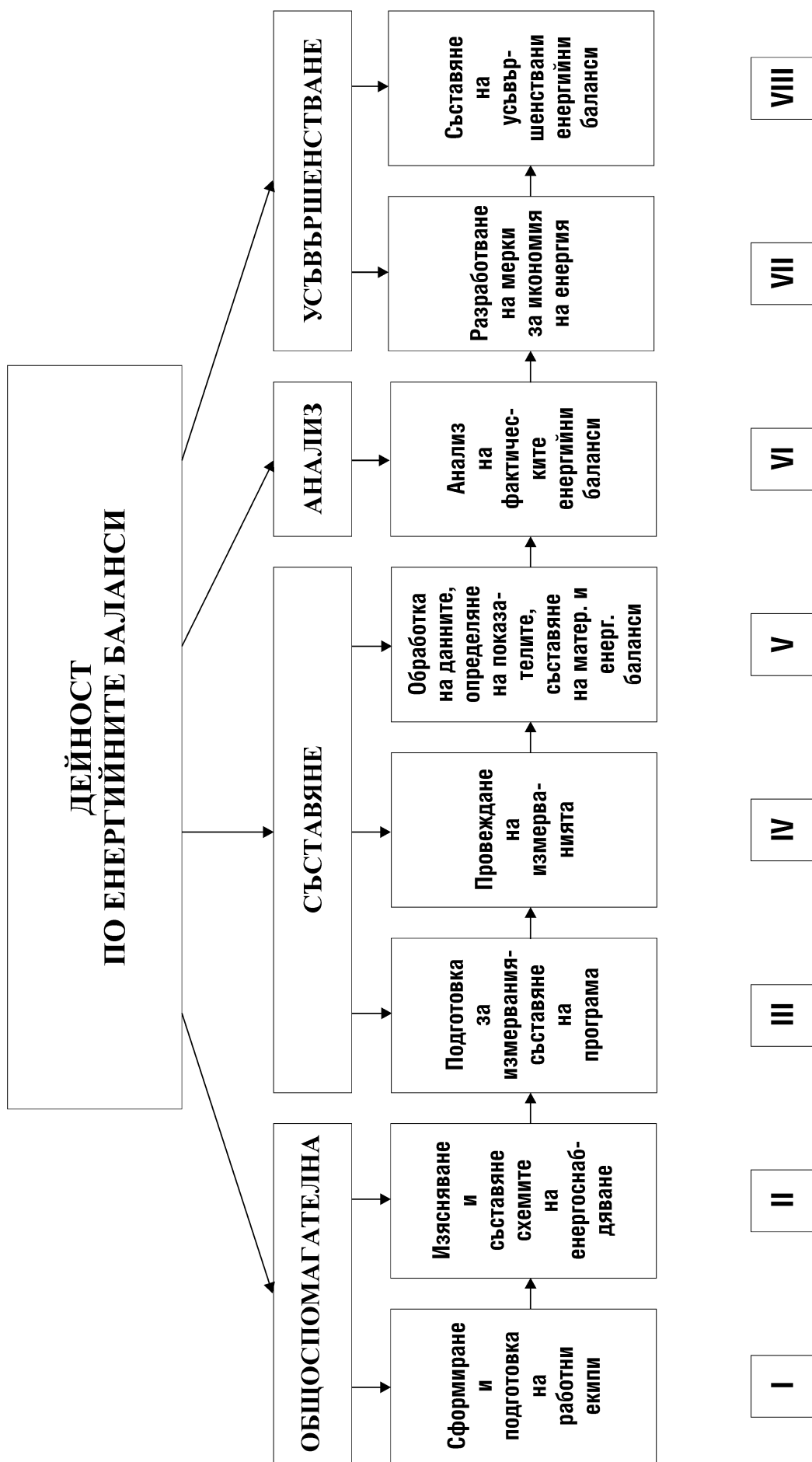
- оценка на енергийната ефективност на производствените процеси отделно за топлината (форма 5), за електрическата (форма 6) енергия и общо за ПС (форма 7);
- определяне възможностите за икономия на енергия.

VII-ми етап - Разработване на подходящи енергоспестяващи мерки:

- избор на ефективно техническо или организационно-техническо решение за намаляване на енергийните разходи по вид на потребената енергия и по структурни единици на ПС;
- остойносттаване на мерките по окрупнени показатели, ранжиране и определяне на потенциалния годишен размер на енергоспестяване;
- окончателен избор на енергоспестяващи мерки.

VIII-ми етап - Съставяне на усъвършенствани енергийни баланси:

- определяне показателите на балансите на база потенциални намаления на енергийните разходи в резултат на прилагане на енергоспестяващи мерки и съставяне на сравнителни форми на енергийните баланси (форми 5а, 6а и 7а);
- оценка на енергийната ефективност на база усъвършенствани енергийни баланси.



Фигура 4. Етапи на изпълнение на дейността по енергийните баланси.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съгласно чл. 20 и чл. 21 на Наредбата за обследване за енергийна ефективност, обследването завършва с изготвянето на доклад и резюме, които се представят на възложителя - енергиен потребител.

Резултатите от дейността по енергийните баланси - съставянето на фактическите енергийни баланси, техния анализ и усъвършенстването им са основата, върху която се изготвят доклада и резюмето за обследването за енергийна ефективност на конкретния обект - промишлената система.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОСНОВНИ ПОНЯТИЯ, ИЗПОЛЗВАНИ В ДЕЙНОСТТА ПО ЕНЕРГИЙНИТЕ БАЛАНСИ

ОБЩИ ПОНЯТИЯ

Енергиен ресурс - носител на енергия, който при дадено ниво на техниката или нейното прогнозирано развитие се или ще се ползва в икономиката.

Природен (първичен) енергиен ресурс - енергиен ресурс, образувал се в резултата на геоложкото развитие на земята и други природни процеси.

Облагороден (обогатен) енергиен ресурс - природен енергиен ресурс подложен без промяна на неговата физико-химическа основа, на процеса на облагородяване или обогатяване.

Преработен енергиен ресурс - ресурс, получаван в процес на преработване на природния (първичния) енергиен ресурс с промяна на неговата физико-химична основа, но без промяна на агрегатното му състояние.

Преобразуван енергиен ресурс - ресурс, получаван в процеса на преобразуване на природния (първичния), облагородения или преработения енергиен ресурс с промяна на неговата физико-химична основа и на агрегатното му състояние.

Вторичен енергиен ресурс - облагороден, преработен или преобразуван енергиен ресурс, получен като страничен продукт или отпадък от основното производство.

Енергоносител - материално тяло (твърдо, течено, газообразно, електрони и др.), притежаващо енергиен потенциал и служещо за предаване (транспорт) на енергия от енергоизточника (потенциалните запаси на енергийни ресурси, генериращите, обогатителните, преработващите, преобразуващите и технологичните инсталации) към мястото на крайното потребление или към следващата трансформация на енергия.

Потенциален запас на енергийния ресурс - количеството на природно възстановяващ се и (или) не енергиен ресурс, намиращ се в недрата, на повърхността или в атмосферата на земята.

Произведен енергиен ресурс - не възстановяващ се природен енергиен ресурс, извлечен от недрата или използван възстановяващ се енергиен ресурс.

Запас на произведения енергиен ресурс - количеството на енергийния ресурс, намиращо се в складови бази, газо- и водохранилища и др.

Първична енергия - енергия, притежавана от потенциалните запаси или от произведените енергийни ресурси.

Енергийно стопанство - комплекс от взаимно свързани системи - съвкупност от енергийни обекти и съоръжения за получаване, преработване, преобразуване, транс-

порт, съхранение и използване на енергийните ресурси (енергоносители) от всички видове в производствения процес.

Енергиен обект - съвкупност от енергийни съоръжения, обединени териториално и предназначени за съвместно изпълнение на производствено-технически задачи.

Енергийно съоръжение - съоръжение, което служи непосредствено за получаване (добив), обогатяване, преработване, преобразуване, транспорт, използване на енергийни ресурси или оползотворяване на ВЕР.

Енергиен процес - за получаване (добив), обогатяване, преработване, преобразуване, транспорт, крайно използване на енергоносители и оползотворяване на ВЕР.

Енергопотребяващ процес - съвкупност от последователни действия, взаимно свързани помежду си за производство на даден продукт (полупродукт), протичащи в енергопотребяващи агрегати.

Енергопотребяващ агрегат - агрегат за крайно използване на енергийния ресурс, състоящ се от енергоприемник и технологичен апарат.

Енегоприемник - част от енергопотребяващия агрегат (електродвигател, топлообменен апарат, пещ и др.), приемащ и преобразуващ подведената енергия и предаващ я в технологичния апарат.

Технологичен апарат - част от енергопотребяващ агрегат, в която се извършва енергийното въздействие върху обработваемия материал.

БАЛАНСОВИ ПОНЯТИЯ

Енергиен поток - движение на енергийните ресурси в стопанството на ПС в направление от източниците към потребителите на енергия.

Енергопотребление за собствени нужди /СН/ - разход на енергийни ресурси (енергоносители) в енергийни съоръжения по добива, преработването, преобразуването, специализирания транспорт и оползотворяването на ВЕР за спомагателни енергийни и технологични цели, осигуряващ тяхната работа.

Подадена енергиен ресурс - енергиен ресурс (енергоносител), подаден отвън към енергийното съоръжение за преработване, преобразуване, транспорт или използване.

Използвана енергия - количеството енергия, с помощта на която се извършва непосредственото енергийно въздействие върху обработваемия материал (различаващи се от подведената енергия със загубите по преобразуване и транспорт).

Енергопотребление - постъпление на определено количество енергия в даден енергиен консуматор (енергопотребяващ агрегат, процес, обект и др.).

Енергоизползване - използване на енергийните ресурси в енергийните съоръжения в процеса на въздействие върху обработваемия материал (за енергопотребяващ агрегат - в технологичния апарат).

Полезен разход на енергия - количество енергия, теоретически необходимо за осъществяване на даден процес.

Теоретичен разход на енергия - изчислено количество енергия, теоретически необходимо за енергийното въздействие върху обработваемия материал и за осъществяване на главната цел на технологичния процес (нарича се още безусловно полезен разход на енергия).

Съпътстващ разход на енергия - изчислено количество енергия, определено за създаване на необходими условия за осъществяване на главната цел на технологичния процес и компенсиращо съпътстващите загуби на енергия в технологичния апарат.

Условно-полезен разход на енергия - количество енергия, необходимо за нормална работа на технологичния апарат в номинален (изчислен, проектен) режим при изправно техническо състояние на съоръженията - представлява сума от теоретичния и съпътстващия енергиен разход.

Фактически разход на енергия - действително изразходвано количество енергия за осъществяване на главната цел на технологичния процес.

Загуби на енергия - разлика между подадена и полезна енергия.

Загуби при пренос и трансформация на енергия - загуби при транспортиране и преобразуване на енергия в системата на енергоснабдяването към технологичния апарат, включващ и загубите в енергоприемника.

Експлоатационни и режимни загуби на енергия - допълнителен разход на енергия, завишаващ фактическия (или неговите съставни) над изчисленото нормативно ниво, вследствие на отклонения на условията на експлоатация и режимите на работа от изчисленияте, определени като разлика между фактическите и изчисленияте нормативни загуби.

Енергиен баланс - система от показатели, отразяващи пълното количествено съответствие (равенство) между прихода и разхода на енергия в консуматор, характеризиращ ефективността на използването на енергията на нивото на консуматора – енергийно стопанство на страната или отделни части от него: отрасъл, ведомство, промишлена система, съоръжение, процес, агрегат.

Отчетен енергиен баланс - баланс, съставен за отчетен период.

Планов енергиен баланс - баланс, съставен за краткосрочен планов период (близка перспектива), който в зависимост от периода може да бъде *оперативно-производствен* - за месец, денонощие, смяна, и *текущ* - за едногодишен период.

Перспективен енергиен баланс - баланс, съставен за прогнозен период (дългосрочна перспектива).

Частен енергиен баланс - баланс, съставен за конкретен вид енергиен ресурс.

Фактически баланс - баланс, отразяващ пълното количествено съответствие между прихода и разхода на енергия в даден консуматор при съществуващите условия с всички загуби на енергия.

Нормализиран енергиен баланс - усъвършенстван баланс отразяващ едно високо ниво на енергийна ефективност, основаващо се на нормализация на условията на енергопотреблението в резултат на разкриване и реализация на възможности за икономия на енергия при дадената технология и съоръжения.

Рационализиран енергиен баланс - усъвършенстван баланс, отразяващ максимално възможното и икономически оправданото ниво на енергийна ефективност при дадена технология и съоръжения без изменения в тях, основаващ се на реализацията на всички възможности за икономия на енергия.

Оптимизиран енергиен баланс - усъвършенстван баланс, отразяващ максимално възможното и икономически оправдано ниво на енергийна ефективност за даден производствен процес, свързано с използването на най-нови енергоикономични технологии и съоръжения, ефективни енергоносители и с максимално оползотворяване на ВЕР.

Приходна част на енергийния баланс - система от показатели на енергийния баланс, характеризираща структурата на енергопотребление на дадено енергийно стопанство или части от него.

Разходна част на енергийния баланс - система от показатели на енергийния баланс, характеризираща структурата на разпределение на енергийните ресурси в дадено енергийно стопанство или части от него по консуматори и целево предназначение,

видове енергийни ресурси и икономически признак - полезно използвани или загуби (по видове).

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ОЦЕНКА

Специфичен разход на енергия - количество енергия, изразходвано в даден енергопотребяващ процес, отнесено за единица произведена продукция или извършена работа.

Норма за разход на енергия - задължителен за енергийния консуматор технико-икономически обоснован разход на енергия за производство на единица продукция (или извършена работа) с установено качество при оптимални организационно-технически и технологични условия на производство.

Норматив за разход на енергия - задължителен за енергийния консуматор (съоръжение или агрегат) изчислен технико-икономически обоснован показател на разхода на енергия (на един или няколко енергийни ресурси) за производството на определена продукция (в повечето случаи за единица продукция), при зададени условия на технологичния процес, протичащ в него и определящ по-високо ниво на енергоикономичност за произвежданите в бъдеще енергийни съоръжения в енергопотребяващи агрегати.

Коефициент на полезно използване на енергията (КПИ) - отношение на теоретичния (полезния) разход към сумарния в енергийния консуматор (агрегат, процес, съоръжение, обект, ПС и т.н.), изчислени в първична енергия.

Коефициент на ефективно използване на енергията (КЕИ) - отношение на условно-полезния разход към сумарния в енергийния консуматор (агрегат, процес, съоръжение, ПС и т.н.), изчислени в първична енергия.

Коефициент на полезно действие (КПД) - отношение на цялото количество полезно използвана енергия към количеството подведена енергия в енергийното съоръжение.

Енергоемкост на продукцията - отношение на общото количество потребена енергия за календарна година (изчислена в първична енергия) към годишния обем на произведената продукция (в натурално, условно или стойностно изражение) от съответния енергиен консуматор.

Пряка енергоемкост на продукцията - отношение на общото количество потребена енергия за определен период от време (изчислена в първична енергия) към

обема на произведената продукция за същия период (в натурално, условно или стойностно изражение) от съответния енергиен потребител в процеса на непосредственото й производство.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

КОЕФИЦИЕНТИ ЗА ТРАНСФОРМИРАНЕ НА ЕНЕРГИЯ И ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ

Энергия и энергоносители	kJ	kWh	kcal	kg условно гориво	kg нефть, промышлен газъол	kg мазут, котелно гориво	nm³ природен газ
1 kJ	1	$2,777.10^{-4}$	0,239	$3,412.10^{-5}$	$2,388.10^{-5}$	$2,5.10^{-5}$	$2,985.10^{-5}$
1 kWh	3600	1	860	0,1228	0,086	0,09	0,1074
1 kcal	4,1868	$1,163.10^{-3}$	1	$1,428.10^{-4}$	1.10^{-4}	$1,046.10^{-4}$	$1,25.10^{-4}$
1 kg условно гориво	29308	8,141	7000	1	0,7	0,7327	0,875
1 kg нефть, промышлен газъол	41868	11,63	10000	1,428	1	1,0467	1,25
1 kg мазут, котелно гориво	40000	11,111	9554	1,364	0,955	1	1,194
1 nm ³ природен газ	33494	9,303	8000	1,1428	0,799	0,8373	1

**ФОРМУЛИ ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИТЕ РАЗХОДИ
В ТОПЛИННИТЕ ПРОЦЕСИ,
ПРОИЗТИЧАЩИ ОТ ОСНОВНАТА ФОРМУЛА
ЗА ТОПЛИННИ ИЗЧИСЛЕНИЯ (18)**

Вид на енергийния разход	Формула	Компоненти на основната формула				Забележка
		a	b	c	d	
1	2	3	4	5	6	7
1. Теоретичен разход						
1.1. За нагряване на материала	$G.c.(t_k - t_{tc}), kWh$	G - разход на материал по маса, kg/s	c - специфичен топлинен капацитет на материала, kJ/kg.K	t_k - крайна температура на нагретия материал, °C	t_{tc} - начална температура на материала, °C	
1.2. За изменение фазовото състояние на материала	$G.r, kWh$	G - разход на материал по маса, kg/s	r - специфична топлина на фазово превръщане, kJ/kg	-	-	
1.3. За потъпчане на топлина при ендотермични реакции	$G.q_{end}, kWh$	G - разход на материал по маса, kg/s	q_{end} - специфично потъпчане на топлина, kJ/kg	-	-	
2. Съпътстващ разход						
2.1. За нагряване на апарата	$G_{a.c.a.}(t_k - t_{tr}), kWh$	$G_{a.c.a.}$ - разход по маса, kg/s	c_a - специфичен топлинен капацитет на апарата, kJ/kg.K	t_k - крайна температура на апарата, °C	t_{tr} - начална температура на апарата, °C	Изчислява се само при периодична работа на апарата
2.2. За компенсация на загубите от топлообмен на апарата с околната среда	$F_o.\alpha.(t_{ct} - t_{oc}), kWh$	F_o - околна повърхност на апарата, m ²	α - коефициент на топлопредаване, kW/m ² .K	t_{ct} - температура на стената на апарата, °C	t_{oc} - температура на околната среда, °C	
2.3. За нагряване на съпътстващия материал	$G_{c.c.}(t_k - t_{tr}), kWh$	$G_{c.c.}$ - разход на съпътстващ материал по маса, kg/s	c_c - специфичен топлинен капацитет на съпътстващия материал, kJ/kg.K	t_k - крайна температура на нагретия материал, °C	t_{tr} - начална температура на материала, °C	
2.4. За изменение фазовото състояние на съпътстващия материал	$G_{c.r}, kWh$	$G_{c.r}$ - разход на съпътстващ материал по маса, kg/s	r_c - специфична топлина на фазово превръщане, kJ/kg	-	-	
2.5. За компенсация на загубите на топлина със съпътстващия материал	$\Delta G_{c.c.}(t_k - t_{tr}), kWh$	$\Delta G_{c.c.}$ - загуба на съпътстващ материал по маса, kg/s	c_c - специфичен топлинен капацитет на съпътстващия материал, kJ/kg.K	t_k - крайна температура на нагретия материал, °C	t_{tr} - начална температура на материала, °C	Изчислява се само при циклично използване на съпътстващия материал
3. Загуби при предаване и преобразуване						
При трансформация "топлина-топлина"						
3.1. От топлообмен на енергоприемника с околната среда	$F_{e.a.}(t_{ct} - t_{oc}), kWh$	$F_{e.a.}$ - повърхност на енергоприемника, m ²	α - коефициент на топлопредаване, kW/m ² .K	t_{ct} - температура на стената на енергоприемника, °C	t_{oc} - температура на околната среда, °C	Често се изчислява в % от технологическия разход (от подведената енергия)
3.2. От недирилована топлина на кондензата и вторичната пара	$D.c.(t'_k - t''_k), kWh$	D - разход на пара поддържана в топлообменника, kg/s	c - специфичен топлинен капацитет на водата, kJ/kg.K	t'_k - температура на кондензата след топлообменника, °C	t''_k - температура на връщания кондензат, °C	
3.3. В топлопреносната мрежа от толообмен с околната среда	$F_{tr.\alpha.}(t_{ct} - t_{oc}), kWh$	$F_{tr.\alpha.}$ - повърхност на топлопреносната мрежа, m ²	α - коефициент на топлопредаване, kW/m ² .K	t_{ct} - температура на стените на топлопреносната мрежа, °C	t_{oc} - температура на околната среда, °C	Често се изчислява в % от разхода на топлина
3.4. При трансформация електроенергия-топлина в нагревателя	$E.3600.(1 - \eta_n), kJ$	E - количество на потребената ел. енергия, kWh	3600 - топлинен еквивалент на електроенергията, kJ/kWh	1	η_n - КПД на нагревателя	

1	2	3	4	5	6	7
3.5. При топлопредаване на подвешения топлоносител в технологичния апарат	Както в т. 3.1					Както в т. 3.1
3.6. С изходящите газове	$G_{из} \cdot C_{из} \cdot (t_{из} - t_{в}), \text{ kWh}$	$G_{из}$ - разход на изходящи газове по маса, kg/s	$C_{из}$ - специфичен топлинен капацитет на изходящите газове, kJ/kg.K	$t_{из}$ - температура на изходящите газове, °C	$t_{в}$ - температура на въздуха за горене, °C	
3.7. От механично и химично недоизгаряне на гориво	$\Delta B, Q_i, \text{ kWh}$	ΔB - разход на недоизгоряло гориво по маса, kg/s	Q_i - долна топлина на изгаряне на горивото, kJ/kg	-	-	Количество на неизгорялото гориво се определя от анализа на изх. газове и шлаката
3.8. С физическата топлина на шлаката	$G_{ш} \cdot C_{ш} \cdot (t_{ш} - t_{ос}), \text{ kWh}$	$G_{ш}$ - разход на шлака по маса, kg/s	$C_{ш}$ - специфичен топлинен капацитет на шлаката, kJ/kg.K	$t_{ш}$ - температура на шлаката, °C	$t_{ос}$ - температура на околната среда, °C	Изчислява се само за твърдо гориво
3.9. От подгриване на постъпващата в складовите резервоари мазут	$B_{м} \cdot C_{м} \cdot (t_{м} - t_{пм}), \text{ kWh}$	$B_{м}$ - разход на мазут по маса, kg/s	$C_{м}$ - специфичен топлинен капацитет на мазута, kJ/kg.K	$t_{м}$ - температура на мазута в резервоара, °C	$t_{пм}$ - температура на постъпващия мазут, °C	
3.10. За компенсация на топлопредаването от мазутните резервоари	$F_{м} \cdot \alpha \cdot (t_{ст} - t_{ос}), \text{ kWh}$	$F_{м}$ - външна повърхност на резервоарите, m ²	α - коефициент на топлопредаване, kW/m ² .K	$t_{ст}$ - температура на стената на резервоарите, °C	$t_{ос}$ - температура на околната среда, °C	
3.11. Загуби при складиране и транспортване на гориво	$\Delta B_{скл} \cdot Q_i, \text{ kWh}$	$\Delta B_{скл}$ - разход на загубено гориво по маса, kg/s	Q_i - долна топлина на изгаряне на горивото, kJ/kg	-	-	
4. Приход на енергия						
4.1. С топлоносителя	$D \cdot c \cdot (t_t - t_t'), \text{ kWh}$	D - разход на топлоносител по маса, kg/s	c - специфичен топлинен капацитет на топлоносителя, kJ/kg.K	t_t - температура на подавания топлоносител, °C	t_t' - температура на връщащия се топлоносител, °C	
4.2. С електроенергията	$E, \text{ kWh}$	E - разход на ел. енергия, kWh	-	-	-	
4.3. С горивото	$B \cdot Q_i, \text{ kWh}$	B - разход на гориво по маса, kg(m ³)/s	Q_i - долна топлина на изгаряне на горивото, kJ/kg(m ³)	-	-	
4.4. С топлоносителите (първични и вторични)	$G_t \cdot c_t \cdot (t_k - t_k'), \text{ kWh}$	G_t - разход на топлоносител по маса, kg/s	c_t - специфичен топлинен капацитет на топлоносителя, kJ/kg.K	t_k - температура на нагретия топлоносител, °C	t_k' - начална температура на топлоносителя, °C	Изчислява се при циклично използване на вторичния топлоносител на ВОТ
4.5. С топлинната отделена при екзотермични реакции	$G \cdot q_{екз}, \text{ kWh}$	G - разход на вещество по маса, kg/s	$q_{екз}$ - специфично отделяне на топлина, kJ/kg	-	-	-

ПРАКТИЧЕСКО ПРИЛОЖЕНИЕ
НА МЕТОДИЧЕСКИТЕ УКАЗАНИЯ ЗА ОБСЛЕДВАНЕ
НА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ В ПРОМИШЛЕНИ СИСТЕМИ

ВЪВЕДЕНИЕ

Изложените в Методическите указания за обследване на енергийна ефективност в промишлени системи основни положения за съставяне, анализ и усъвършенстване на енергийните им баланси разкриват ефективността на балансовия метод при приложението му в тяхното управление.

Разработените енергийни баланси за големи енергоемки промишлени системи /ПС/ от химическата, циментовата, стъкларската и металургичната промишленост установяват фактическото състояние, предоставят възможност за анализ и усъвършенстване ефективността на използването на енергийните ресурси в производствените процеси.

Дейността по енергийните баланси е от съществено значение за икономиката на промишлените системи, характеризиращи се с висока енергоемкост.

Като практическия пример е разгледана промишлена система от цветната металургия. Енергийните баланси в нея са разработени на база данни от конкретни измервания, статистическа информация, изчисления и др.

1. Структура на енергопотребление и схеми на енергоснабдяване в промишлената система

Структурата на енергопотребление на ПС по статистически данни за дадената година. (табл. 1) показва, че потребностите от енергийни ресурси на производствените процеси в системата се задоволяват основно от течно гориво - мазут и електрическа енергия.

Таблица 1.

No по ред	Видове енергийни ресурси	Натурални единици		Енергийни единици*	
		мярка	количество		%
1	2	3	4	5	6
1.	Кокс металургичен - сух	t	286	1 801,8	0,43
2.	Кокс лелярски - сух	t	19	119,6	0,03
3.	Дърва за отопление	m ³	556	0,7	-
4.	Въглища дървени	t	66	438,9	0,11
5.	Бензин автомобилен	t	177	1 858,5	0,45
6.	Керосин	t	41	430,5	0,11
7.	Горива дизелови (само за двиг.)	t	284	2 896,5	0,70
8.	Горива тъмни (мазут)	t	23 059	219 060,5	52,99
9.	Пропан-бутан смеси	t	2	23,9	0,01
10.	Електрическа енергия	MWh	217 148	186 747,3	45,17
	Всичко:	-	-	413 378,3	100,00

* Енергийните единици са представени в Gkal.

В енергийното стопанство на ПС се потребяват 17 вида енергийни ресурси - 10 от табл. 1 и 7, получени от преобразуване на мазута (пара и кондензат) и електрическа енергия (сгъстен въздух НН и ВН, вода под налягане, кислород НН и ВН).

В изпълнения на II-рия етап от организацията на дейността по енергийните баланси е извършен основен преглед и актуализация на съществуващите схеми на енергоснабдяване, така че да отразяват действителното положение в момента на изготвянето на балансите. Липсващите схеми са допълнени от работния екип.

Общата схема на енергоснабдяване е изработена върху генералния план на ПС, така че енергийните потоци на основните енергийни ресурси (без електрическата енергия) са представени реално в производствено-териториалната му структура. В нея са обхванати само тези енергийни ресурси, които имат постоянна консумация като: нискосернист мазут, сгъстен въздух - високо налягане /ВН/, сгъстен въздух - ниско налягане /НН/, кислород - ВН, кислород - НН, оборотна и промишлена вода.

Производствено-териториалната структура на ПС обхваща 5 основни и 8 спомагателни единици (цехове).

Потребителите на енергийни ресурси (основните и спомагателните цехове) са дадени в общата схема без вътрешно разпределение на енергийната консумация в тях.

Главни потребители на енергийни ресурси в ПС са: основните цехове - “Металургичен” и “Електролитен” и от спомагателните - “Топлосилов”, обхващащ всички генериращи инсталации (котелна, компресорна и кислородна инсталация).

За всеки от тях е разработена детайлна схема на енергоснабдяване, обхващаща енергийните потоци до всички големи енергийни потребители - енергоизползващи агрегати.

Цех “Металургичен” териториално е съсредоточен на едно място, поради което схемата на енергоснабдяване обхваща всички негови участъци.

Участъците на цех “Електролитен” и “Топлосилов” са разположени териториално на различни места, което налага схемите на енергоснабдяване да се правят по участъци.

При тези обстоятелства към общата схема на енергоснабдяване са разработени и отделни схеми на енергоснабдяване за:

- цех “Металургичен”;
- участък “Електролитен” от цех “Електролитен”;
- участък “Син камък” от цех “Електролитен”;
- котелна инсталация от цех “Топлосилов”;
- компресорна инсталация от цех “Топлосилов”;
- на кислородна инсталация от цех “Топлосилов”.

Изготвени са и схеми на енергоснабдяване по отделни основни енергийни ресурси, правещи оборот в енергийното стопанство на ПС за:

- парно и кондензно стопанство;
- мазутно стопанство;
- компресорно стопанство;
- водно стопанство;
- кислородно стопанство;
- електроенергийно стопанство.

В тях се проследяват енергийните потоци на дадения енергиен ресурс (енергоносител), от енергоизточника до всички основни енергийни потребители в рамките на ПС.

Всички схеми са разработени на блоков принцип с обозначаване на основните енергопотребяващи агрегати и съществуващата към тях контролно-измервателна апаратура.

Към всяка схема има подробно текстово описание на характера на енергопотреблението, на съществуващите условия за количествено и качествено определяне показателите на енергийни разходи, на енергопотребяващите агрегати и потребностите от контролно-измервателна апаратура.

Качественото и задълбочено изпълнение на II-рия етап е основа за реализиране на следващите етапи.

Разработената подробна програма за обследвания в съответствие с изискванията на Методическите указания за енергийната ефективност в ПС, поставя начало на подготовка и провеждане на специално организирани за целта измервания.

Следващ етап е осигуряване на необходимата контролно-измервателна апаратура, практически решен със собствените сили на ПС под ръководството на екипа, работещ по енергийните баланси. Монтира се измервателна апаратура (разходомери) в повече от 40 точки на енергоснабдителната система.

Проведените измервания осигуриха необходимата изходна информация за определяне на показателите на енергийните баланси. Част от показателите са определени от измерванията на енергийните разходи, а друга - чрез допълнителни изчисления, ползващи данни от измерванията, т. е. за определяне на показателите на енергийните разходи с прилагане на смесения метод или на неговия вариант - комбинирания.

След обработване на данните от изходната информация и определяне показателите на енергийните разходи, се съставят енергийните баланси по определените от Методическите указания форми.

2. Форми на енергийни баланси

Формите на енергийните баланси са изготвени в съответствие с изискванията на методическите указания за обследване на енергийна ефективност в ПС.

• ФОРМА 1 - ЕНЕРГОПОТРЕБЯВАЩИ АГРЕГАТИ ПО СТРУКТУРНИ ЕДИНИЦИ НА ПС И ПОТРЕБЕНИ ЕНЕРГИЯ И ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ

Описаните енергопотребяващи агрегати във форма 1 са дадени по основни и спомагателни цехове на ПС. В хоризонталния разрез на формата са обхванати всички видове енергийни ресурси, които се потребяват в енергопотребяващите агрегати - не само постъпилите отвън, но и получените в ПС.

Срещу всеки енергопотребяващ агрегат е отбелязано със знака “+” потреблението на даден енергоносител или енергия в съответната колонка.

Форма 1 описва основните енергопотребяващи агрегати, които формират енергопотреблението на ПС и са обект на агрегатните енергийни баланси.

Енергопотребяващи агрегати по структурни единици на промишлената система и потребени енергия и енергоносители

Вид на енергията (енергоносителя) - "+" - при наличие на консумация - "-" - при липса на консумация																
Енергопотребяващи агрегати	Топлинна енергия				Горива								Електрическа енергия			ВЕР
	От екзотермични реакции	Пара 1,1 MPa	Кондензат и вода	Продухваща вода	Твърди				Течни				Общо	в т.ч. с:		
					Кокс металургичен	Кокс лярски	Въглища дървени	Дърва за горене	Бензин автомобилен	Горива дизелови	Горива т.м-ни (мазут)	вода под налягане		свърстен въздух		
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Изходящи газове и др.
ОСНОВНИ ЦЕХОВЕ																
Цех "Металургичен"																
- Сушилни пещи	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
- Пържилни пещи "кипящ слой"	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
- Електропещ	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
- Конвертори	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
- Анодни пещи	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-
- Въздуходувки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
- Газодувки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
- Вентилатори	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Цех "Електролитен"																
- Електролитни вани	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
- Топилна пещ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
- Подграватели на електролит	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
- Вентилатор	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
- Ел. двигател	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Цех "Сярна киселина"															
- Газодувки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Цех "100"	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
СПОМАГАТЕЛНИ ЦЕХОВЕ															
Топлосилов цех в т.ч. котелна станция															
- Котли	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
- Вентилатори	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Кислородна станция															
- Турбокомпресори	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Компресорна станция															
- Компресори	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
- Въздуходувки	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-

Дата:..... Име:..... Подпис:..... тел:.....

● **ФОРМА 2 - РАБОТНА ФОРМА НА БАЛАНСИТЕ НА ТОПЛОНОСИТЕЛИТЕ
И НА ТОПЛИННАТА ЕНЕРГИЯ**

Топлоносителите, които правят вътрешен оборот в ПС и са обект на форма 2 са: пара с налягане 0,4 МРа, продухваща вода, кондензат и подхранваща вода.

В раздел I “Постъпило отвън” като топлоносител постъпил отвън се отразява само допълващата подхранваща вода за котелната инсталация. Количеството на тази вода, нейната топлинна енергия и температура се нанасят в приходната част на баланса на кондензата и подхранваща вода (колонка 5), а в баланса на топлинната енергия се отразява като приход само нейното топлосъдържание (колонка 9).

В този раздел се отразяват като постъпили отвън още два вида топлинна енергия, но това е условно, защото те не са постъпили като топлинна енергия, а като такава се консумират в производствения процес.

Това е топлинната енергия, получена от преобразуване на електрическата енергия в електропещта. Нейното количество е преизчислено чрез топлинния еквивалент на електрическата енергия ($1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$) в топлинни единици. То се записва в приходната част на баланса на топлинната енергия от други източници (колонка 7) и съответно в приходната част на баланса на топлинната енергия (колонка 9).

Тук се записва и топлинната енергия, получена от екзотермичните реакции в процесите.

Общото количество топлинна енергия се получава от процесите в различни агрегати, а именно:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| - от пещите с кипящ слой | - $594,5 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.}$ |
| - от електропещта | - $158,3 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.}$ |
| - от конверторите | - $219,4 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.}$ |
| - от изгарянето на електродите | - $32,2 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.}$ |

Всичко: $1004,4 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.}$

и се записва също така в колонките 7 и 9 на формата.

Работна форма на балансите на топлоносителите и на топлинната енергия

Източници или потребители на енергия	Мярка	По видове топлоносители										Баланс на топлинната енергия	
		Пара 0,4 МРа 2797 kJ/kg		Продухваща вода в котлите 670 kJ/kg		Кондензат и подхранваща вода		Топлинна енергия от други източници				Приход	Разход
		Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход		
A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
I. Постъпило отвън													
	10 ³ . t	-	-	-	-	173,5	-	-	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	-	-	-	5,9	-	-	-	5,9	-	-	-
	°C	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	-	-	-
	10 ³ . t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	-	-	-	-	-	355,5	-	355,5	-	-	-
	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	14,61	-	-	-
	10 ³ . t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	-	-	-	-	-	1004,4	-	1004,4	-	-	-
	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	56,6	-	-	-
	10 ³ . t	-	-	-	-	173,5	-	-	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	-	-	-	5,9	-	1359,9	-	1365,8	-	-	-
	°C	-	-	-	-	8	-	---	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	71,52	-	-	-
II. Генериращи и преобразуващи инсталации													
	10 ³ . t	176,6	31,8	3,5	3,5	-	180,1	-	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	493,6	88,8	2,5	2,5	-	5,9	-	1238	490,3	91,3	-	-
	°C	-	-	160	160	-	8	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	25,67	4,78	-	-
III. Производствени потребители													
1. Цех "Металургияч"													
	10 ³ . t	-	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	5,9	-	-	-	-	-	1238	-	1243,9	-	-
	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65,14	-	-
- Технологични консуматори													

IV. Непроизводствени потребители

A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Отопление на производствени потребители	10 ³ . t	-	11,5	-	-	1,2	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	29,7	-	-	0,1	-	-	-	-	29,3
	°C	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53
2. Комунално-битови нужди	10 ³ . t	-	29,8	-	-	10,2	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	77,5	-	-	3,4	-	-	-	-	74,1
	°C	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,88
ВСИЧКО ПО РАЗДЕЛ IV	10 ³ . t	-	41,3	-	-	11,4	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	107,2	-	-	3,8	-	-	-	-	103,4
	°C	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,41
V. Отпуснато навяън	10 ³ . t	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	20,9	-	-	-	-	-	-	-	20,9
	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1
VI. Общи за ГС загуби											
1. В мрежите от изтичане на топлоносители	10 ³ . t	-	12,4	-	-	-	0,9	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	34,8	-	-	-	0,4	-	-	-	35,2
	°C	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84
2. В мрежите от топлообмен с околната среда	10 ³ . t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	19,6	-	-	-	1,7	-	50,7	-	72,0
	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,77
Всичко по раздел VI	10 ³ . t	-	12,4	-	-	-	0,9	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	-	54,4	-	-	-	2,1	-	50,7	-	107,2
	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,61
БАЛАНС	10 ³ . t	197,3	197,3	3,9	3,9	202,1	202,1	-	-	-	-
	10 ³ . GJ	551,0	551,0	2,6	2,6	11,8	11,8	1359,9	1359,9	1909,7	1909,7
	°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100

Дата:..... Име:..... Подпис:..... тел:.....

В раздел II. “Генериращи и преобразуващи инсталации” е представена само котелната инсталация, която е единствен топлоизточник в ПС със самостоятелно действие. Произведената топлинна енергия заема основния дял в приходната част на баланса.

В раздел III. “Производствени потребители” са обхванати всички консуматори на определените във формата топлоносители, като консумацията им е разпределена поотделно за основните цехове, общо за спомагателните цехове и за отоплението им.

В цех “Металургичен” освен консумация има и производство на пара от инсталацията за изпарително охлаждане (ИИО) при пещите с кипящ слой. Участието на ИИО в частните баланси на топлоносителите е аналогично на това на котелната инсталация, с изключение на разходите за СН, които са пренебрежими.

В раздел IV “Непроизводствени потребители” участват административните и комунално-битови консуматори, чието потребление на пара е само за отопление и комунално-битови нужди (бани и др.).

В раздел V “Отпуснато навън” се отнасят външните консуматори, на които се подава пара без връщане на кондензата.

В раздел VI “Общи загуби за ПС ” се включват загубите на топлинна енергия от изтичане на топлоносители и топлообмен на топлопреносната мрежа с околната среда. Загубите от изтичане на топлоносители (пара, кондензат) са определени по експертна оценка, а тези от топлообмен по изчислителен път чрез разликата в енталпиите на парата и кондензата при топлоизточника и при консуматора и се нанасят съответно в колонки 2 и 6. Към вторите загуби се отнасят и тези в газопроводните междуцехови мрежи (от цех “Металургичен” до цех “Сярна киселина”), отразени в колонка 8.

Балансът на топлинната енергия общо за ПС е съставен съгласно основните методически положения, изложени в раздел 2 на примера.

След съставянето на частните баланси на топлоносителите, по формулите (1), (2), (3) и (4) са определени компонентите на приходната и разходната части на общия баланс на топлинната енергия.

Например:

- за котелната инсталация по формула (1) е получено за приходната част:

$$493,6 + 2,5 + 5,4 - 5,4 - 5,9 = 490,3 \cdot 10^3 \text{ GJ/год. (колона 9),}$$

а за разходната:

$$88,8 + 2,5 = 91,3 \cdot 10^3 \text{ GJ /год. (колона 10).}$$

- за **ИИО** по формула (1) за приходната част:

$$57,4 + 0,1 - 3,8 = 53,7 \cdot 10^3 \text{ GJ/год. (колона 9),}$$

а за разходната при $Q_{\text{сн}}$ имаме $0,1 \cdot 10^3 \text{ GJ/год. (колона 10).}$

- за **отоплението на цеховете** - формиращо само разходната част на баланса на топлинната енергия по формула (3):

$$61,1 - 2,1 = 59,0 \cdot 10^3 \text{ GJ/год. (колона 10),}$$

като $Q_{\text{от}} = 0$

За изчисляване на всички останали показатели в зависимост от това дали връщат или не кондензата са използвани формулите (3) или (4).

В някои случаи определянето на компонентите в частните енергийни баланси, където се консумира топлинна енергия и от други топлоизточници е сравнително сложно и изисква прецизно проследяване на енергийните потоци.

Например в цех “Металургичен”, където компонентата му в разходната част на частния баланс на “Топлинна енергия от други източници” е образувана като от общото количество енергия в раздел I “Постъпило отвън” (колона 7) е извадено количеството топлинна енергия на газовете, използвани в цех “Сярна киселина” (колона 8) и загубите на топлинна енергия от топлообмен в газопроводната мрежа (колона 8 на раздел VI), а именно:

$$1359,9 - 71,2 - 50,7 = 1238,0 \cdot 10^3 \text{ GJ /год.}$$

и получения резултат е записан в колона 8.

Показателите на частните баланси на топлоносителите са определени на базата на: получената от специални за целта измервания изходна информация, съществуващата отчетна документация за годината и съответните изчисления.

● **ФОРМА 3 - РАБОТНА ФОРМА НА БАЛАНСИТЕ НА ГОРИВАТА И НА БАЛАНСА НА УСЛОВНОТО ГОРИВО**

Във форма 3 са обхванати частните баланси на 7 вида горива, които се консумират в ПС (прил. 1). Освен основното гориво - мазут, в производствените процеси се използват и: кокс (металургичен и леярски), дървени въглища, дърва за горене, автомобилен бензин и дизелови горива (за двигатели).

В раздел 1 “Постъпило отвън” са включени количествата постъпили в производствения процес горива директно от складовете им, като данните са взети от отчетите на ПС за годината.

В раздел II “Генериращи и преобразуващи инсталации”, като консуматор е включена котелна инсталация, която участва само в частния баланс на мазута.

В раздел III “Производствени потребители” участват 4 от основните цехове и някои спомагателни такива.

В раздел IV “Непроизводствени потребители” се консумират горива само за комунално-битови нужди.

В раздел V “Отпуснато навън” е отразено количеството гориво, подадено на външен консуматор

В раздел VI “Общи загуби за ПС” не са отбелязани загуби на горива при тяхното съхранение и транспортиране в ПС.

Формата е съставена на основата на изходна информация, получена от конкретни измервания и съществуваща отчетна документация за годината.

• ФОРМА 4 - РАБОТНА ФОРМА НА БАЛАНСИТЕ НА ПОЛУЧЕНИТЕ ПОСРЕДСТВОМ ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ ЕНЕРГОНОСИТЕЛИ (СГЪСТЕН ВЪЗДУХ, ВОДА ПОД НАЛЯГАНЕ И ДР.) И НА БАЛАНСА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ

За разлика от другите видове енергийни ресурси, подведени в производствения процес, електрическата енергия в почти всички случаи в крайното използване е преобразувана в друг вид енергия (топлинна, механическа). При тези процеси на преобразуване енергията се предава на нови енергоносители, които правят оборот в ПС. Такива енергоносители са сгъстения въздух (ВН и НН), кислорода (ВН и НН) и водата под налягане, чиито частни баланси са включени във форма 4 (прил. 1). Те са носители на част от електрическата енергия. Другата част от нея се консумира директно за технологични нужди (в електропещта на цех “Металургичен” и в електролизните вани на цел “Електролитен” и за силови нужди (в електродвигателите на задвижващите механизми. Тази част е отделена в частния баланс на електрическата енергия (колони 11 и 12).

Частните баланси на енергоносителите са съставени в натурални и енергийни единици.

В раздел “Постъпило отвън” е включено цялото количество на подведената в ПС електрическа енергия от ЕЕС, за отчетния период, разпределено съответно в приходните части на частните енергийни баланси на сгъстения въздух, кислород, водата под налягане и електрическата енергия (директно използвана).

Работна форма на балансите на горивата по видове и общо

Източници или потребители на енергия	Марка	По видове горива																Общ баланс на горивата		
		Твърди горива								Течни горива										
		Кокс металургичен		Кокс леярски		Въглища дървени		Дърва за горене		Бензин автомобилен		Горива дизелови (за двигатели)		Горива тъмни (мазут)		Приход	Разход			
		Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход					
А	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Разход		
	т	286	-	19	-	64	-	250	-	177	-	284	-	23210	-	-	-		Разход	
	т.г.	257,4	-	17,1	-	59,5	-	92,3	-	265,3	-	413,8	-	31496	-	32601,4	-			Разход
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00	-			
II. Генериращи и преобразуващи инсталации																		Разход		
	т	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	-	14041	-	-		Разход	
	т.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,8	-	19053,6	-	19058,4			Разход
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58,46			
III. Производствени потребители																		Разход		
	1. Цех "Металургичен"																		Разход	
	- Технологични консуматори	т	-	286	-	9,7	-	64	-	250	-	-	-	-	7831	-	-			Разход
		т.г.	-	257,4	-	8,7	-	59,5	-	92,3	-	-	-	-	10626,7	-	11044,6			
- Силови консуматори	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,88	Разход		
	т	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	-		Разход	
	т.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-	1,8			Разход
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01			
2. Цех "Електролизен"																		Разход		
	- Технологични консуматори	т	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1157	-	-		Разход	
		т.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1570,1	-	1570,1			Разход
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,81			
- Силови консуматори	т	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7	-	-	-	-	Разход		
	т.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2	-	-	-	11,2		Разход	
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03			Разход

ФОРМА 3
Стр. 2 от 2

A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3. Цех "100"																	
- Технологични консуматори	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,18	-	30	-	-
	t у.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,7	-	40,7	-	594
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18
4. Обогадителна фабрика																	
- Силови консуматори	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,8	-	-	-	-
	t у.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,8	-	-	-	12,8
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04
5. Спомагателни цехове																	
- Технологични консуматори	t	-	-	-	9,3	-	-	-	-	-	-	-	11,0	-	-	-	-
	t у.г.	-	-	-	8,4	-	-	-	-	-	-	-	16,0	-	-	-	24,4
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07
- Силови консуматори	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,0	-	231,3	-	-	-	-
	t у.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	265,3	-	337,0	-	-	-	602,3
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,85
ВСИЧКО РАЗДЕЛ III	t	-	286	-	19	-	64	-	250	-	177	-	272,8	-	9018	-	-
	t у.г.	-	257,4	-	17,1	-	59,9	-	92,3	-	256,3	-	397,5	-	12237,5	-	13326,8
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,87
IV. Непроизводствени потребители																	
1. Комунално битови нужди	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-
	t у.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,5	-	-	-	11,5
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04
V. Отпуснато навън	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	151	-	-
	t у.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	204,9	-	204,9
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,63
VI. Общи за ПС загуби																	
1. При съхранение и транспорт в ПС	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	t у.г.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
БАЛАНС	t	286	286	19	19	64	64	250	250	177	177	284	284	23210	23210	-	-
	t у.г.	257,4	257,4	17,1	17,1	59,5	59,5	92,3	92,3	265,3	265,3	413,8	413,8	31496	31496	32601,4	32601,4
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100

Дата:..... Име:..... Подпис:..... тел:.....

Работна форма на балансите на получените посредством електрическата енергия, енергоносители
(сгъстен въздух, вода под налягане и др.) и на баланса на електрическата енергия

Източници или потребители на енергия	Мярка	Сгъстен въздух						Кислород				Вода под налягане		Електрическа енергия		Баланс на електрическата енергия	
		ВН		НН		ВН		НН		Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход	Приход	Разход
		1	2	3	4	5	6	7	8								
A	B											9	10	11	12	13	14
I. Постъпило отвън																	
1. От ЕЕС	10 ³ . MWh	8,2	-	6,3	-	0,4	-	17,2	-			6,2	-	178,8	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
II. Генерации и преобразуващи инсталации																	
1. Компресорна инсталация	10 ⁶ . m ³	89	-	944,7	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
	10 ³ . MWh	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
2. Кислородна инсталация	10 ⁶ . m ³	-	-	-	-	0,7	-	12	-			-	-	-	-	-	-
	10 ³ . MWh	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
3. Помпена инсталация	10 ⁶ . m ³	-	-	-	-	-	-	-	-			10,8	-	-	-	-	-
	10 ³ . MWh	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
4. Котелна инсталация	10 ⁶ . m ³	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-
	10 ³ . MWh	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	0,4	-	0,4
	%	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	0,18
ВСИЧКО ПО РАЗДЕЛ II	10 ⁶ . m ³	89	-	944,7	-	0,7	-	12	-			10,8	-	-	-	-	-
	10 ³ . MWh	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	0,4	-	0,4
	%	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	0,18
III. Производствени потребители																	
1. Цех "Металургичен"																	
	10 ⁶ . m ³	-	69,1	-	879,4	-	0,04	-	5,6			-	7,9	-	-	-	-
- Технологични консуматори	10 ⁶ . kWh	-	6,4	-	5,9	-	0,02	-	8,1			-	4,5	-	102,4	-	127,3
	%	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-	58,63

[illegible]

A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Комунално-битови нужди															
- Силви консултанти	10 ⁶ . m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁶ . kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,3
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14
ВСИЧКО ПО РАЗДЕЛ IV	10 ⁶ . m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁶ . kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,3
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14
V. Отпуснато навян	10 ⁶ . m ³	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁶ . kWh	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	1,1	-	1,4
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64
VI. Общи за ПС загуби															
1. Утечки на енергоносители	10 ⁶ . m ³	-	8,8	-	65,3	-	-	-	6,4	-	2,9	-	-	-	-
	10 ⁶ . kWh	-	0,8	-	0,4	-	-	-	9,1	-	1,7	-	-	-	12,0
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,53
2. В електрическата мрежа															
- В силви трансформатори	10 ⁶ . m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁶ . kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	-	3,4
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57
- В захранващите линии	10 ⁶ . m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	1,7
	10 ⁶ . kWh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,78
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ВСИЧКО ПО РАЗДЕЛ VI	10 ⁶ . m ³	-	8,8	-	65,3	-	-	-	6,4	-	2,9	-	-	-	-
	10 ⁶ . kWh	-	0,8	-	0,4	-	-	-	9,1	-	1,7	-	5,1	-	17,1
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,88
БАЛАНС	10 ⁶ . m ³	89	89	944,7	944,7	0,7	0,7	12	12	10,8	10,8	-	-	-	-
	10 ⁶ . kWh	8,2	8,2	6,3	6,3	0,4	0,4	17,2	17,2	6,2	6,2	178,8	178,8	217,1	217,1
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100

Дата:..... Име:..... Подпис:..... тел:.....

В раздел II “Генериращи и преобразуващи инсталации” са обхванати всички преобразуващи електрическата енергия инсталации: компресорна, кислородна, котелна и помпена, като консуматори на електрическа енергия.

В раздел III “Производствени потребители” консумацията на електрическа енергия (пряка или чрез енергоносителите) за производствени нужди е разпределена поотделно за основните цехове и общо за спомагателните цехове и осветлението в тях. Във всеки обект (статия на баланса) разходите на електрическа енергия са разграничени целево - за технологични или за силови консуматори.

В раздел IV “Непроизводствени потребители” са отнесени разходите на електрическа енергия за административните сгради, столовете, баните и др. непроизводствени потребители. Тук е включена и консумацията на електрическа енергия за районното и охранно осветление на ПС.

В раздел V “Отпуснато навън” е включено количеството електрическа енергия, отпусната на външни консуматори, в т.ч. и с потребявания кислород ВН.

В раздел VI “Общи загуби в ПС” са обхванати загубите от изтичане на енергоносители и електрическа енергия и загубите в силовите трансформатори и захранващите линии в общите за ПС енергоснабдителни мрежи.

Формата е съставена на база изходна информация, получена от специално проведени за целта измервания и съществуваща статистическа отчетност за годината. Значителна част от показателите са определени по изчислителен път (разходите за осветление, загубите в електрическите мрежи и др.).

● **ФОРМА 5 - СИНТЕЗИРАНА ФОРМА НА БАЛАНСА НА ТОПЛИННАТА ЕНЕРГИЯ**

В съответствие с изискванията на основните положения при съставяне на енергийните баланси синтезираната форма на баланса на топлинната енергия е разработена на основа на получената изходна информация от форми 2 и 3 и агрегатните енергийни баланси на крупните енергоизползващи агрегати в ПС.

Приходната част на баланса и разделите II “Отпуснато навън” и IV “Общи загуби в ПС” на разходната част са получени от форми 2 и 3 чрез просто сумиране на стойностите на съответните показатели след предварително преизчисляване на тези от форма 3 в топлинни единици ($10^3 \cdot \text{GJ} / \text{год.}$).

Останалите два раздела в разходната част, които определят аналитичната основа на баланса се получават като от прихода на енергия се извади сумата от разходите в

разделите II и IV и полученото количество топлинна енергия на основата на информацията от агрегатните баланси се разпредели в раздели I и III, а именно:

Дадено:

Приход	- “Постъпило отвън” -	- 2321,6 , 10 ³ . GJ /год.
Раздел II	- “Отпуснато навън”	- 26,8 , 10 ³ . GJ /год.
Раздел IV	- “Общозаводски загуби” -	107,2 , 10 ³ . GJ /год.
Изчислено:	2321,6 - 26,8 - 107,2 = 2187,6 , 10 ³ . GJ /год.	

което представлява общия разход на топлинна енергия в цеховете, диференциран на основа получената от агрегатните енергийни баланси изходна информация в:

Раздел I “Полезно използвано”	- 668,9 , 10 ³ . GJ /год.и
Раздел IV “Загуби в цеховете”	- 1518,7 , 10 ³ . GJ /год.

Разходите на топлинна енергия в тези два раздела са разграничени целево - за технологични, силови, спомагателни и ОВ и КБ и др. нужди и по основни енергоизползващи агрегати.

Синтезирана форма на баланса на топлинната енергия

[illegible]

A	Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
- Електролизни вани	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	63,4	-	-	-	-	63,4
- Топилна пещ	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	4,2	22,2	-	-	-	-	2,73
- Енергопотребяващи агрегати в цех "100"	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	26,4
2. За спомагателни нужди														1,14
- Заводски транспорт	10 ³ GJ %	-	-	-	-	7,9	12,1	-	-	-	-	-	-	18
- Други енергопотребяващи агрегати	10 ³ GJ %	-	0,5	1,8	-	-	-	-	23,4	-	-	-	-	0,78
3. За отопление, вентилация и комунално-битови нужди	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	97,1	-	-	-	-	20,0
ВСИЧКО ПО РАЗДЕЛ I	10 ³ GJ %	7,6	0,5	1,8	2,7	7,9	12,1	28,1	22,1	-	-	301,8	77,3	0,86
II. Отпуснато навън	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	5,9	20,9	-	-	-	-	25,7
III. Загуби в цехове														1,11
1. Технологични консуматори														97,1
- Сушилни барабани пещи	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	11,7	0,8	-	-	-	-	4,18
- Пържилни пещи „кляещ слой“	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,9	51,1	60,0
- Електропещ	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92,3	373	2,59
- Конвертори	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	465,3
- Анодни пещи	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55,4	220,4	20,04
- Електролизни вани	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	275,8
- Топилна пещ	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	66,2	-	-	0,8	-	229,4	11,88
- Енергопотребяващи агрегати в Цех "100"	10 ³ GJ %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80,3	296,4
														12,77
														80,3
														346
														43,6
														188
														1,7
														0,07

А		Б	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2. Стомателни потребители															
- Парни котли		10 ³ GJ	-	-	-	-	-	-	68,2	-	1,3	-	-	-	69,5
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,99
- СН на парните котли		10 ³ GJ	-	-	-	-	-	-	-	88,8	-	-	-	-	88,8
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,83
- Други енергопотребяващи агрегати		10 ³ GJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	-	-	2,1
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09
3. В ОБ и КБ потребители		10 ³ GJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	10
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43
4. В енергоснабдителните мрежи															
- Газопроводни мрежи		10 ³ GJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112,7	112,7
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,85
ВСИЧКО ПО РАЗДЕЛ III		10 ³ GJ	-	-	-	-	-	-	188	89,6	1,3	16,3	156,6	1066,9	1518,7
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65,42
IV. Общи за ПС загуби		10 ³ GJ	-	-	-	-	-	-	-	54,4	-	2,1	50,7	-	107,2
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,62
ВСИЧКО РАЗХОДИ		10 ³ GJ	7,6	0,5	1,8	2,7	7,9	12,1	222	394	1,3	18,4	509,1	1144,2	2321,6
		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100

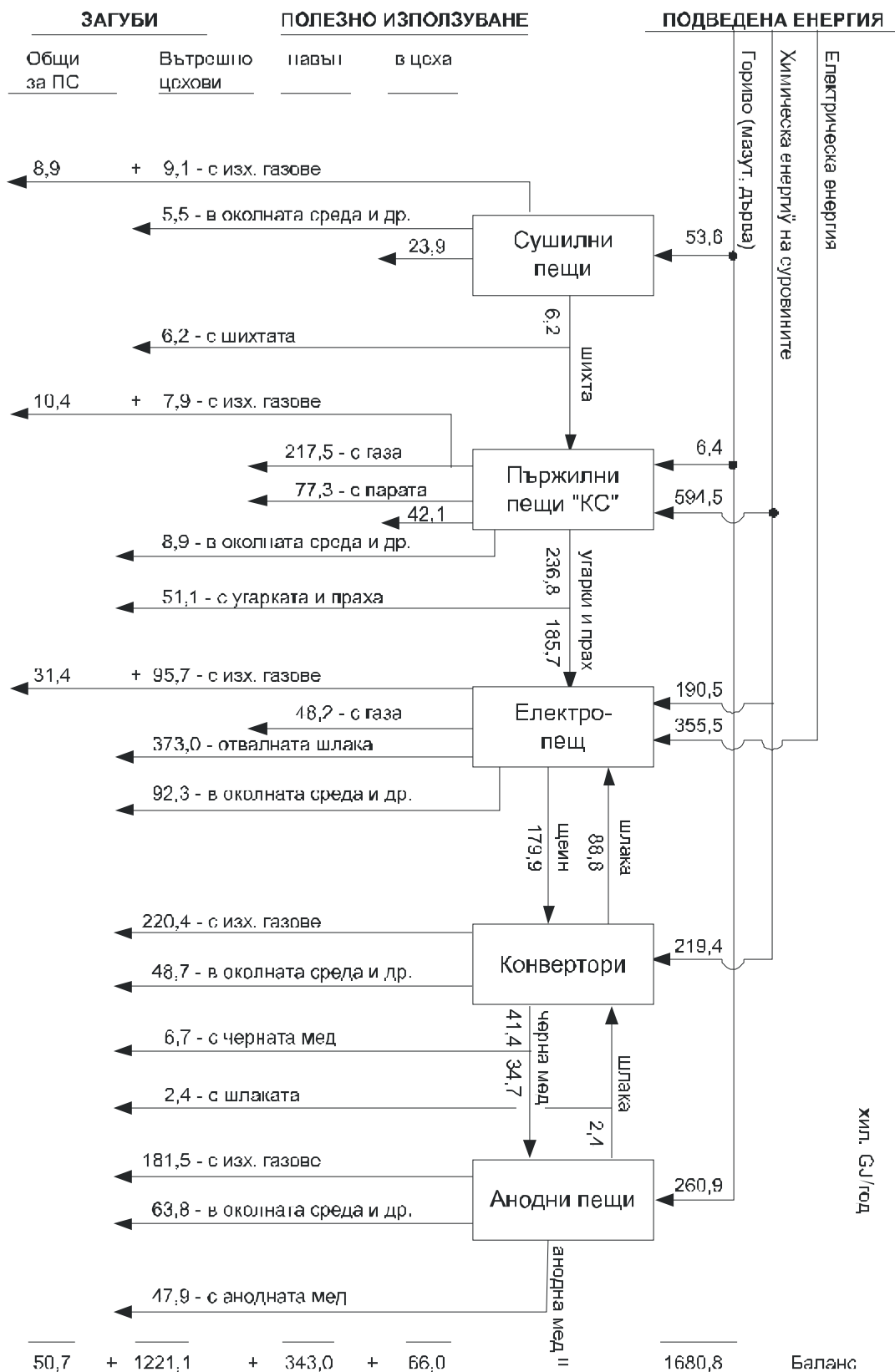
Дата:..... Име:..... Подпис:..... тел:.....

Загубите на енергия в цеховете са диференцирани аналогично на полезно използваната енергия.

Приложението на основните методологични принципи за разделянето на разхода на енергия в производствения процес на полезно използвана енергия и загуби на енергия, на база на агрегатните енергийни баланси на основните енергоизползващи агрегати при съставянето на синтезираната форма на баланса на топлинната енергия на ПС, се характеризира с наличието на така наречения в методологията “специален” случай.

В цех “Металургичен”, който е най-голям основен цех на ПС, технологичният процес на получаване на анодна мед представлява съвкупност от редица последователно протичащи в различни по тип и вид енергоизползващи агрегати процеси. Този процес е типичен пример на каскадно използване на енергията и с отделяне на значителни количества топлинна енергия от екзотермични реакции.

От груповия агрегатен енергиен баланс в цех “Металургичен” (фиг. 1) е видно, че използването на агрегатните енергийни баланси поотделно за диференциране на енергийните разходи не позволява точното определяне на полезно използваната енергия и енергийните загуби. Значителна част от топлинните загуби на даден агрегат се използват в друг, при което действителните загуби са само част от загубите в агрегатния баланс на първия агрегат. Друга специфичност на този баланс е определяне съдържанието на понятието “полезно използвана енергия”. В практиката за съставяне на агрегатни енергийни баланси на енергоизползващите агрегати в металургичната промишленост, за полезен разход на енергия, се определя физическата топлина на изходящите от тях материални потоци - продукти, полупродукти и отпадъци, които всъщност за ПС са енергийни загуби.



Фигура 1. Структура на груповия агрегатен баланс в цех "Металургичен".

Например: физическата топлина на отвалната шлака, излизаща от електропещта, е необходимо условие за нейното използване, поради което се определя като полезен разход в агрегатния баланс на електропещта. Съгласно методологичните основи на дейността по енергийните баланси този разход на енергия трябва да се определи като условно-полезен, но практически е една значителна загуба на топлинна енергия за ПС.

Аналогичен е случая и с физическата топлина на щейна, но за разлика от първия, тя се използва в следващите агрегати - конверторите (като приход в техния енергиен баланс).

Съставянето на топлинния баланс за група агрегати на цех "Металургичен" дава възможност за правилна оценка на действително полезно използваната енергия и съответните енергийни загуби.

Например за електропещта:

Общо количество на внесената топлинна енергия - $820,5 \times 10^3$, GJ /год.

в т. ч.

- с електрическа енергия - $355,5 \times 10^3$, GJ/год.

- с химическата енергия на суровините - $190,5 \times 10^3$, GJ/год.

- с угарките от пържилните пещи - $185,7 \times 10^3$, GJ/год.

- с шлака от конверторите - $88,8 \times 10^3$, GJ/год.

От цялото количество топлинна енергия за полезно използвана се определя само тази на газа, постъпил в цех "Сярна киселина" - $48,2 \times 10^3$, GJ/год., която е записана в колона 11 на статия "електропещ".

Останалото количество топлинна енергия е изцяло загуба на цеха, разпределена както следва:

- с физическата топлина на газа (от изтичане и топлообмен);

- в рамките на цеха $95,7 \times 10^3$, GJ /год. извън цеха - $31,4 \times 10^3$, GJ /год. записани съответно в колона 12 като част от загубите в газопроводните мрежи (т. 4) и в колона 11 като част от общите загуби за ПС;

- с отвалната шлака $373,0 \times 10^3$, GJ /год., записани в колона 12 като част от загубите с ВЕР;

- в околната среда и др. $92,3 \times 10^3$, GJ /год., записани в колона 11 на статията "електропещ".

Топлинната енергия, внесена с щейна в конверторите, не се отразява във формата като разход на енергия в електропещта.

Количествата на топлинната енергия на кокса, дървените въглища и дизеловото гориво (за двигатели) са отнесени в раздел I “Полезно използвано” на разходната част на баланса, тъй като общият им дял в него е нищожен в сравнение с този на другите енергоносители.

Диференциацията на енергийните разходи при всички други енергоизползващи агрегати в ПС е извършена на основа на агрегатните им енергийни баланси, приведени към целогодишен период на действие.

Например за разходите на топлинна енергия с произведената в ПС пара в цех “Електролитен”:

- разходът на пара в участък “Електролитен” за технологични нужди (подгряване в система от топлообменници на електролита) е:

- общо за участъка - $143,7 \cdot 10^3$, GJ/год.

в т. ч.

- полезно използвана - $63,4 \cdot 10^3$, GJ/год.

- загуби от излъчване при топлообменниците и в мрежата - $80,3 \cdot 10^3$, GJ/год., които са записани съответно в колона 8 на раздел I и колона 12 на раздел III от разходната част на статията “електролизни вани” (тук няма топлинни загуби от невърнат кондензат, тъй като същият се използва за допълване на електролита и с топлинната си енергия го подгрява);

разходът на пара в участъка “Син камък”, също за технологични нужди (подгряване на мазута за топилната пещ) е:

- общо за участъка - $23,9 \cdot 10^3$, GJ/год.

в т. ч.

- полезно използвана - $22,2 \cdot 10^3$, GJ/год.

- загуби от невърнат кондензат - $1,7 \cdot 10^3$, GJ/год.

които са записани съответно в колона 8 на раздел I и колона 10 на раздел III от разходната част на баланса за статия “топилна пещ”.

Енергоизползващите агрегати в котелната инсталация - парните котли са единствените спомагателни консуматори във форма 5. Те участват само в раздел III на разходната част на баланса, защото се приема, че произведената от тях топлинна енергия с парата се използва полезно в нейните консуматори. Загубите на топлинна енергия при тях се отчитат като загуби на гориво и се определят по следния начин: от общото количество на внесената с горивото енергия - $558,5 \cdot 10^3$, GJ/год. се извежда полезно използваната енергия (топлосъдържанието на произведената пара) - $490,3 \cdot 10^3$, GJ/год. и получената разлика от $68,2 \cdot 10^3$.

GJ/год. е записана в колона 7 на раздел III за статията “парни котли”. На същият ред в колона 9 е нанесена и загубата на топлинна енергия с изхвърлената след частично използване на продухващата от котлите вода - $1,3 \cdot 10^3$ GJ/год.

В отделна статия към спомагателните консуматори, като загуби са дадени и СН на парните котли, които са записани в колона 8 като загуби на пара - $88,8 \cdot 10^3$ GJ /год.

Така съставената синтезирана форма на баланса на топлинната енергия е основа за анализа на фактическото състояние на използването на топлинната енергия в производствения процес на ПС.

● **ФОРМА 6 - СИНТЕЗИРАНА ФОРМА НА БАЛАНСА НА ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА ЕНЕРГИЯ**

Синтезираната форма на баланса на електрическата енергия е разработена аналогично на тази на баланса на топлинната енергия. Различието се състои само в това, че изходна информация за определяне показателите в приходната част и в разделите II и IV на разходната част, се получава само от работна форма (форма 4), от която стойностите на показателите от раздел I “Постъпило отвън”, раздел V “Отпуснато навън” и раздел IV “Общи загуби за ПС” се пренасят съответно във форма 6.

Определянето на показателите на енергийните разходи в цеховете, диференцирани съответно на полезно използвана енергия и енергийни загуби, е осъществено по изчислителен път, но с използване на изходна информация, получена от проведени за целта измервания.

Диференцирането на полезно използвана енергия и енергийни загуби, е извършено както на основа на изходната информация от агрегатните баланси на електроконсумиращите агрегати, така и с помощта на изчислителния метод при определяне на електрическите загуби, специфични за тази форма.

По известни от специализираната литература методи чрез: трайностни криви на максималните загуби, коефициента на формата, еквивалентното съпротивление на участъка, КПД на устройството или съоръжението и др., както и с формули и паспортни характеристики на електроизползващите агрегати са изчислени:

- загубите в цеховите трансформатори (загуби на мощност при празен ход и при късо съединение);
- загубите в цеховите електрически мрежи ВН и НН;
- загубите в предавателните механизми (трансмисии и др.);
- загубите в електродвигателите;
- загубите в електропреобразователните устройства.

Синтезирана форма на баланса на електрическата енергия

Източници или потребители на енергия	Мярка	Частни баланси на енергоносителите							Пълен баланс на ел. енергията
		Сгъстен въздух		Кислород		Вода под налягане	Електрическа енергия		
		ВН	НН	ВН	НН				
A	Б	1	2	3	4	5	6	7	
ПРИХОД									
1. С постъпилата от ЕЕС електрическа енергия	10 ⁶ .kWh	8,2	6,3	0,4	17,2	6,2	178,8	217,1	
	%	-	-	-	-	-	-	100,0	
РАЗХОД									
I. Полезно използвано									
1. За технологични нужди									
- Електропещ	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	98,7	98,7	
	%	-	-	-	-	-	-	45,46	
- Електролизни вани	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	18,6	18,6	
	%	-	-	-	-	-	-	8,57	
2. За силови нужди в:									
- Електрически двигатели	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	31,7	31,7	
	%	-	-	-	-	-	-	14,6	
3. За спомагателни нужди в:									
- Други потребители	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	12,6	12,6	
	%	-	-	-	-	-	-	5,8	
4. За комунално-битови нужди	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	0,2	0,2	
	%	-	-	-	-	-	-	0,09	
5. За осветление	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	1,6	1,6	
	%	-	-	-	-	-	-	0,74	
ВСИЧКО ПО РАЗДЕЛ I	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	163,4	163,4	
	%	-	-	-	-	-	-	75,26	
II. Отпуснато навън	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	1,1	1,1	
	%	-	-	-	-	-	-	0,51	
III. Загуби в цеховете									
1. В технологични потребители									
- Електропещ	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	3,7	3,7	
	%	-	-	-	-	-	-	1,70	
- Електролизни вани	10 ⁶ .kWh	-	-	-	-	-	3,5	3,5	
	%	-	-	-	-	-	-	1,61	

ФОРМА 6
Стр. 2 от 2

A	B	1	2	3	4	5	6	7
2. В силови потребители								
- Електрически двигатели	10 ⁶ kWh	0,8	0,4	-	-	-	8,0	9,2
	%	-	-	-	-	-	-	4,23
3. В стопанателни потребители:								
- Компресори	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	9,3	9,3
	%	-	-	-	-	-	-	4,23
- Помпи	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	2,8	2,8
	%	-	-	-	-	-	-	1,29
- Газодувки	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	7,5	7,5
	%	-	-	-	-	-	-	3,45
- Въздуходувки	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	2,8	2,8
	%	-	-	-	-	-	-	1,29
- Други стопанателни потребители	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	1,9	1,9
	%	-	-	-	-	-	-	0,88
4. В комунално-битови потребители	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	0,1	0,1
	%	-	-	-	-	-	-	0,05
5. В енергоснабдителните мрежи на цеховете								
- Въздухопроводна	10 ⁶ kWh	1,5	0,8	-	-	-	-	2,3
	%	-	-	-	-	-	-	1,06
- Водопроводна	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	0,3	-	0,3
	%	-	-	-	-	-	-	0,14
- Газопроводна	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	0,7	0,7
	%	-	-	-	-	-	-	0,32
- Електрическа	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	1,9	1,9
	%	-	-	-	-	-	-	0,88
6. В цеховите трансформатори	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	1,1	1,1
	%	-	-	-	-	-	-	0,51
7. В осветителните инсталации	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	0,4	0,4
	%	-	-	-	-	-	-	0,19
ВСИЧКО ПО РАЗДЕЛ III	10 ⁶ kWh	2,5	1,2	-	-	0,3	43,7	47,5
	%	-	-	-	-	-	-	21,88
IV. Общи за ПС загуби	10 ⁶ kWh	-	-	-	-	-	5,1	5,1
	%	-	-	-	-	-	-	2,35
БАЛАНС	10 ⁶ kWh	2,3	1,2	-	-	0,3	213,3	217,1
	%	-	-	-	-	-	-	100,0

Дата:.....Име:.....Подпис:..... тел:.....

От проведените измервания е получена информация за разхода на електрическа енергия, за консумирана мощност (при различни натоварвания и празен ход), за коефициента на формата на товаровия график и др.

- **ФОРМА 7 - ОБОБЩЕН ЕНЕРГИЕН БАЛАНС**

Форма 7 е разработена, съгласно основните положения при съставяне на енергийните баланси изложени в т. 1.3. на Методическите указания..

Привеждането на подведените енергийни ресурси в ПС, формиращи приходната част на баланса към първични енергийни ресурси, се извършва по формула (Приложение 2) и се отнася само за електрическата енергия. Специфично при съставяне на форма 7 за конкретния обект - ПС е разделянето на подведената електрическа енергия в приходната част в две статии: с електрическата енергия в електропещта и от ЕЕС. Това разделяне е условно, тъй като действително и в двете статии електрическата енергия постъпва от ЕЕС, но е наложено поради разделното ѝ участие в двата баланса - на топлинната (форма 5) и на електрическата (форма 6) енергии.

В статията “С електрическата енергия в електропещта” стойността на показателя за форма 7 е определена от съответната му стойност във форма 5, разделена на КПД при производството и преноса на електрическата енергия:

$$355,5 : 0,261 = 1362,0 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.}$$

и полученият резултат е записан в колона 1.

Стойността на показателя в статията “С електрическата енергия от ЕЕС” е определена като от общото количество на подведената електрическа енергия се извади количеството на електрическа енергия, подадено в електропещта, преизчислено съответно в топлинни единици.

Обобщен енергиен баланс

Източници или потребители на енергия	Мярка	Фактически отчетен баланс		
		Частни баланси		Обобщен енергиен баланс
		Топлинна енергия 1	Електрическа енергия 2	
А	Б			3
ПРИХОД				
1. С дъгпльващата захранваща вода	10 ³ GJ	5,9	-	5,9
	%	0,18	-	0,12
2. С електрическа енергия в електропелцта	10 ³ GJ	1362,0	-	1362,0
	%	40,92	-	27,45
3. С химическата енергия на суровината	10 ³ GJ	1004,4	-	1004,4
	%	30,18	-	20,24
4. С горивото от склада	10 ³ GJ	955,8	-	955,8
	%	28,72	-	19,27
5. С електрическа енергия от ЕЕС	10 ³ GJ	-	1633,4	1633,4
	%	-	100,0	32,92
Всичко приход	10 ³ GJ	3328,1	1633,4	4961,5
	%	100,0	100,0	100,0
РАЗХОД				
I. Полезно използвано				
1. За технологични нужди	10 ³ GJ	526,1	67,0	593,1
	%	15,81	4,10	11,95
2. За силови нужди	10 ³ GJ	-	114,1	114,1
	%	-	6,99	2,3
3. За спомагателни нужди	10 ³ GJ	45,7	45,4	91,1
	%	1,37	2,78	1,84
4. За ОВ и комунално битови нужди	10 ³ GJ	97,1	0,7	97,8
	%	2,92	0,04	1,97
5. За осветление	10 ³ GJ	-	5,8	5,8
	%	-	0,35	0,12
Всичко по раздел I	10 ³ GJ	668,9	233,0	901,9
	%	20,10	14,26	18,18

А		Б	1	2	3
II. Отпуснато навън		10 ³ GJ	26,8	4,0	30,8
		%	0,81	0,24	0,62
Всичко по раздели I и II		10 ³ GJ	695,7	237,0	932,7
		%	20,91	14,5	18,8
III. Загуби в цеховете					
1. За технологични потребители		10 ³ GJ	1235,6	25,9	1261,5
		%	37,12	1,59	25,43
2. В силовите потребители		10 ³ GJ	-	33,1	33,1
		%	-	2,03	0,67
3. В стопангелните потребители		10 ³ GJ	160,4	87,1	247,9
		%	4,82	5,36	5,0
4. В ОБ и комунално-битови потребители		10 ³ GJ	10,0	0,4	10,4
		%	0,3	0,02	0,21
5. В енергоснабдителните мрежи на цеховете		10 ³ GJ	112,7	18,7	131,4
		%	3,59	1,14	2,65
6. В цеховите трансформатори		10 ³ GJ	-	4,0	4,0
		%	-	0,24	0,07
7. В осветителната инсталация		10 ³ GJ	-	1,4	1,4
		%	-	0,09	0,03
Всичко по раздел III		10 ³ GJ	1518,7	171,0	1689,7
		%	45,63	10,47	34,06
IV. Общи за ПС загуби		10 ³ GJ	107,2	18,4	125,6
		%	3,22	1,13	2,53
V. Загуби в енергоснабдителната система		10 ³ GJ	1006,5	1207,0	2213,5
		% GJ	30,24	73,89	
		%	45,47	54,53	44,61
ВСИЧКО РАЗХОД		10 ³ GJ	3328,1	1633,4	4961,5
		%	100,0	100,0	100,0

Дата: Име: Подпис: Тел:

При $E_{\text{подв}} = 217,1 \cdot 10^6 \text{ kWh/год.}$ и $\xi = 3600 \text{ kJ/kWh}$ имаме:

$$21710000 \cdot 3600 = 781,8 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.}$$

$$781,8 - 355,5 = 426,3 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.}$$

$$426,3 : 0,261 = 1633,4 \cdot 10^3 \text{ GJ/год.,}$$

която стойност е записана в колона 2 на статията.

Всички показатели в разходната част са изчислени чрез сумиране стойностите от двата баланса (от форма 5 и 6), като тези от форма 6 са преизчислени в топлинни единици.

Загубите в енергоснабдителната система са определени като от приходната част се извадят действителните разходи на електрическа енергия, извършени в производствения процес на ПС.

3. Агрегатни енергийни баланси

Металургичното производство се характеризира с използване на крупни енергоконсумиращи агрегати, определящи високата му енергийна интензивност.

Дейността по енергийните баланси в изследваната ПС обхваща разработване на агрегатни енергийни баланси за значителен брой агрегати, формиращи основния дял на енергопотреблението в производствения процес.

Разработени са материални и енергийни баланси на 14 типа агрегати:

- сушилна пещ (барабанна);
- пържилна пещ “Кипящ слой”;
- електропещ;
- конвертор;
- анодна пещ;
- електролизна вана;
- топилна пещ;
- подгреватели на електролит групов баланс;
- парни котли: тип ДКВ - ст. No 1
тип ДКВ - ст. No 2
тип МС - 1600 ст. No 3
- компресорни бутални- тип ВП - 50/8
тип 2 КЖ - 8
- компресорен центробежен - тип 135/8

- нагнетатели на газ (газодувки) - тип 1050-13-1
тип 2900-11-2
- нагнетатели на въздух (въздуходувки) - тип 360-22-1
тип 360-22-01
- вентилатори димни (димососи) - след пържилна пещ “КС”
 - след електропещ
 - след конвертор

Част от тези баланси са включени в груповия агрегатен енергиен (топлинен) баланс в цех “Металургичен”, представени на фиг. 1 и обобщени в табл. 2. Характерно за груповия баланс е, че обхваща енергийни загуби, които не са само в рамките на цеха (при самите агрегати), но и такива, които се осъществяват извън него. Това се отнася за изходящите от процесите газове, които се явяват суровина за други процеси. При транспортирането им от цеха до консуматорите се губи от изтичания и топлообмен през стените на газопроводите допълнително топлинна енергия (отразена във форма 2 - колона 8 и във форма 5 - колона 11 като общи загуби за ПС).

От фиг. 1 и табл. 2 се вижда, че някои статии, които в отделните агрегатни баланси са определени като “загуби” или “полезно използвана” енергия, не се появяват в груповия агрегатен баланс.

Друга специфичност на баланса е периода, за който се съставя. Наличието на неговия обхват на агрегати с различен режим на работа (с непрекъснато действие - сушилни пещи, пържилни пещи “КС” и електропещи и с периодично действие - конвертори и анодни пещи) не позволява той да се състави за 1 част или за 1 цикъл, поради което се приема по-продължителен период от време (в конкретния случай е избран период от 1 год.).

Трябва да се отбележи, че и при този пример, все още не е решен въпросът с точното определяне на полезно използваната в отделните агрегати енергия. Това се дължи на утвърдената и в международен мащаб практика, при тези случаи (в металургичната промишленост) за полезно използвана енергия да се приема физическата топлина на излизащите от агрегата продукти (полупродукти) и отпадъци. Проблемът е решим с общите усилия на технологи и енергетици и неговото изясняване дава възможност за по-реална оценка на енергийната ефективност при тези процеси.

От разработените агрегатни енергийни баланси са илюстрирани само някои от по-типичните представители на отделните групи енергоизползващи агрегати.

От групата на горивоизползващите агрегати на първо място са агрегатните енергийни баланси на парните котли, чиято консумация на гориво представлява около 60 % от общо подведената с горивото енергия в производствения процес на ПС.

Таблица 2. Групов агрегатен енергиен баланс в цех “Металургичен”.

No по ред	Статии на баланса	Стойности на показателите	
		10 ³ GJ/год.	%
1	2	3	4
	ПРИХОД		
1.	Топлинна енергия с горивото	320,9	19,09
2.	Топлинна енергия от екзотермични реакции (хим. енергия на суровината)	1004,4	59,76
3.	Топлинна енергия от електрическата енергия	355,5	21,15
	Всичко приход:	1680,8	100,00
	РАЗХОД		
1.	Полезно използвана енергия		
	- в агрегатите (в цеха)	66,0	3,93
	- навън от цеха (в завода)	343,0	20,41
2.	Загуби с изходящите газове		
	- в рамките на цеха	514,6	30,61
	- навън от цеха (м завода)	50,7	3,02
3.	Загуби с крайния продукт - анодна мед	47,9	2,85
4.	Загуби с междинните продукти		
	- с угарката и праха от пещите “КС”;	51,1	3,04
	- с черната мед от конверторите;	6,7	0,40
	- с шахтата от сушилните пещи	6,2	0,37
5.	Загуби с отпадъците		
	- с отвалната шалка от електропещта	373,0	22,19
	- с шлаката от анодните пещи	2,4	0,14
4.	Загуби в околната среда и др.	219,2	13,04
	ВСИЧКО РАЗХОД:	1680,8	100,00

Въз основа на изходната информация от проведените за целта измервания, са съставени материални и топлинни баланси на парните котли в цех “Топлосилов” - ДКВ ст. No 1, ДКВ ст. No 2 и МС-1600 ст. No 3 (табл. 3 и табл. 4). Топлинните баланси са съставени с използване методите на правия и обратния баланс и в съответствие с методическите постановки, изложени в т. 2 в настоящия пример.

Друг представител на горивоизползващите агрегати за разлика от парните котли, с технологични функции и самостоятелно и периодично действие, е топилната пещ в участък “Син камък” на цех “Електролитен”.

Непостоянният характер на нейната дейност определя период на съставяне на материалния и топлинен баланс продължителността на една плавка (9 часа).

Таблица 3. Материални баланси на парните котли.

No по ред	Статии на баланса	Обозначение	Стойности на показателите					
			ДКВ ст. No 1		ДКВ ст. No 2		МС-1600 ст. No 3	
			kg/h	%	kg/h	%	kg/h	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ПРИХОД							
1.	Гориво - мазут	G_{Γ}^{Π}	646	2,46	578	2,72	1530	2,38
2.	Подхранваща вода	$G_{\Pi B}^{\Pi}$	8976	34,21	7854	37,00	20400	31,71
3.	Въздух	G_B^{Π}	16618	63,33	12795	60,28	42397	65,91
	Всичко приход	ΣGP	26240	100,00	21227	100,00	64327	100,00
	РАЗХОД							
1.	Пара	G_{Π}^P	8800	33,53	7700	36,27	20000	31,09
2.	Изходящи газове	$G_{иг}^P$	17370	66,20	13456	63,39	44109	68,57
	Всичко разход	ΣGP	26170	99,73	21156	99,66	64109	99,66
	Необвързка	GH	70	0,27	71	0,34	218	0,34
	ВСИЧКО РАЗХОДИ + НЕОБВЪРЪЗКА НА БАЛАНСА	$\Sigma GP + \Sigma GP$	26240	100,00	21227	100,00	64327	100,00

Таблица 4. Топлинни баланси на парните котли.

No по ред	Статии на баланса	Обозначение	Стойности на показателите					
			ДКВ ст. No 1		ДКВ ст. No 2		МС-1600 ст. No 3	
			GJ/h	%	GJ/h	%	GJ/h	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ПРИХОД							
1.	Химическа енергия на горивото	$Q_{ГХ}^{\Pi}$	25,97	89,46	23,23	89,80	61,50	86,83
2.	Физическа топлина на горивото	$Q_{ГФ}^{\Pi}$	0,18	0,62	0,16	0,62	0,36	0,51
3.	Физическа топлина на подхранващата вода	$Q_{\Pi B}^{\Pi}$	2,52	8,689	2,20	8,50	8,12	11,46
4.	Физическа топлина на въздуха	Q_B^{Π}	0,36	1,24	0,28	1,08	0,85	1,20
	Всичко приход	ΣQ^{Π}	29,03	100,00	25,87	100,00	70,83	100,00
	РАЗХОД							
1.	Полезно използвана топлина на парата	Q_{Π}^P	24,18	83,29	21,33	82,45	60,51	85,43
2.	Загуби на топлина с изх. газове	$Q_{иг}^P$	3,48	11,99	3,65	14,11	9,12	12,88
3.	Загуба на топлина от механическо недоизгаряне на гориво	$Q_{гми}^P$	0,07	0,24	0,05	0,19	0,06	0,08
4.	Загуби на топлина в околната среда	Q_{oc}^P	0,56	1,93	0,54	2,09	1,07	1,51
	Всичко разход	ΣQ^P	28,29	97,45	25,57	98,84	70,76	99,90
	Необвързка	Q_n	0,74	2,55	0,30	1,16	0,07	0,10
	ВСИЧКО РАЗХОД + НЕОБВЪРЪЗКА НА БАЛАНСА	$\Sigma Q^P + Q_n$	29,03	100,00	25,87	100,00	70,83	100,00

Таблица 5. Материален баланс на топилна пещ.

No по ред	Статии на баланса	Обозначение	Стойност на показателите	
			kg /плавка	%
1	2	3	4	5
	ПРИХОД			
1.	Медни отпадъци	$G_C^П$	9200	25,14
2.	Гориво - мазут	$G_G^П$	1529	4,18
3.	Въздух вентилатори	$G_B^П$	23669	64,69
4.	Въздух компресори	$G_{BK}^П$	2193	5,99
	Всичко приход	$\Sigma G^П$	36591	100,00
	РАЗХОД			
1.	Течна мед за гранули	G_M^P	8400	22,96
2.	Шлака	$G_{шл}^P$	600	1,64
3.	Изходящи газове	$G_{иг}^P$	26634	79,79
	Необвързка на баланса	G_H^P	957	2,61
	Всичко разход	ΣG^P	36591	100,00

Таблица 6. Топлинен баланс на топилна пещ.

No по ред	Статии на баланса	Обозначение	Стойностни показатели	
			GJ /плавка	%
1	2	3	4	5
	ПРИХОД			
1.	Химическа енергия на горивото	$Q_{ГХ}^П$	61,57	91,16
2.	Физическа топлина на горивото	$Q_{Гф}^П$	0,32	0,47
3.	Топлинна енергия от изгарянето на масла и изолации	$Q_{ми}^П$	5,65	8,37
	Всичко приход	$\Sigma Q^П$	67,54	100,00
	РАЗХОД			
1.	Полезно използвана енергия	Q_P^P	6,13	9,08
2.	Загуби на топлина с шлаката	$Q_{шл}^P$	0,50	0,74
3.	Загуби на топлина с изх. газове	$Q_{иг}^P$	36,09	53,43
4.	Загуби на топлина с охл. вода	$Q_{ов}^P$	3,52	5,21
5.	Загуби на топлина в околната среда и необвързка на баланса	$Q_{ос}^P$	21,30	31,54
	Всичко разход	ΣQ^P	67,54	100,00

От последната група електроизползващите агрегати с крайно използване на енергията във вид на механична енергия са представени агрегатните баланси на буталните компресори, които са типични за тази група агрегати.

Буталните компресори, с които е съоръжена компресорната станция на ПС са от два типа - ВП-50/8 и 2СГ-8. Агрегатни енергийни баланси са направени за всички компресори от първия тип и на един представител от втория. От получената изходна информация по определена методика са изчислени редица показатели: ефективна мощност на вала на компресора, индикаторна мощност на компресора, изотермична (термична) мощност, механичен КПД, изотермичен индикаторен КПД, общ КПД на електроизползващия агрегат (енергоприемник-електродвигател и технологичен апарат-компресор) и специфичния разход на електрическа енергия за съгъстяване на въздуха.

Агрегатните баланси на електроконсумиращите агрегати са само енергийни и са сравнително прости, което може да се види от табличното изражение на балансите на буталните компресори (табл. 7).

Таблица 7. Агрегатни енергийни баланси на бутални компресори.

No по ред	Статии на баланса	Обозначение	Стойности на показателите			
			ВП-50/8		2СГ-8	
			kWh	%	kWh	%
1	2	3	4	5	6	7
	ПРИХОД	$E_{\text{пвв}}$	274,3	100,00	158,0	100,0
	РАЗХОД					
1.	Полезно използвана (теор.)	$E_{\text{П}}^{\text{P}}$	111,4	40,6	43,8	27,7
2.	Загуби в енергоприемника	$E_{\text{еп}}^{\text{P}}$	31,8	11,6	49,9	31,6
3.	Загуби в технологичния апарат	$E_{\text{та}}^{\text{P}}$	131,1	47,8	64,3	40,7
	ВСИЧКО РАЗХОД:	ΣE^{P}	274,3	100,00	158,0	100,00

Съставените агрегатни енергийни баланси, обхващат над 95% от потреблението на горивото в ПС (около 60% консумират парните котли и над 30% - агрегатите в цех “Металургичен”) и над 70% от потреблението на електрическа енергия (около 45% - в електропещта и 25% - от останалите електроизползващи агрегати - компресори, газодувки, въздуходувки, димови вентилатори).

Агрегатните енергийни баланси са комплектувани с подробни информации за технико-икономическите показатели и работните им режими и анализи на техническото им състояние и нивото на енергийната им ефективност.

4. Анализ на енергийните баланси

Съставеният фактически енергиен баланс на ПС показва сложния характер на връзките между технология и енергетика на протичащите в него процеси с разкриване на енергийните потоци, с диференциране на енергийните разходи на полезно използвана енергия и енергийни загуби по вид и място на реализация и с количественото и качествено определяне показателите на балансите за различни нива на енергопотребление - енергоизползващ агрегат, цех и общо за ПС.

Анализът на енергийната ефективност на процесите в ПС започва със съставянето на агрегатните енергийни баланси и на синтезираните форми на балансите на топлина и на електрическа енергия.

4.1. Анализ на агрегатните енергийни баланси

Анализът на агрегатните енергийни баланси показва състоянието на енергоизползване отделно за всеки тип агрегат, като в резултат могат да се направят следните констатации:

за сушилни пещи - значителни енергийни разходи поради лоша изолация на огнището, липсата на контрол и управление на горивния процес и големи просмуквания на атмосферен въздух;

за пържилни пещи “КС” - тук процесите са автогенни, т. е. енергията, която консумират се получава в самите тях. Значителните просмуквания на въздух в прахоуловителната система намаляват топлинната енергия в изходящите газове, а с това и възможността за оползотворяването ѝ в ИИО;

за електропещ - разходите на електрическа енергия са завишени поради липса на регулиране на електрическия режим в съответствие с натоварването на пещта, за използването ѝ като “буферен” потребител (от ЕЕС във върховите зони, влошаващо технологичния ѝ режим и поради просмуквания на атмосферен въздух, допринасящи за увеличаване загубите на топлинна енергия с изходящите газове;

за конвертори - значителни и неоползотворени са загубите на топлинна енергия с изходящите газове (от порядъка на $220,4 \cdot 10^3$ GJ/год.). Трябва да се отбележат и фактите, че подгрятата вода от охладителните инсталации на напилниците на конверторите не се използва, а се изхвърля в канализацията, както и че въздуходувките при по-продължителните накланяния на конверторите не се изключват, което води до допълнителни разходи на енергия;

на анодни пещи - липсата на контрол и управление на горивния процес, несъвършената горивна система и ниската температура на подгръване на мазута са причина за големи загуби на топлинна енергия с изходящите газове (около 60%), която се изхвърля в атмосферата без да се използват възможностите за нейното оползотворяване;

за електролизни вани - допуска се преразход на електрическа енергия (макар и неголям) от замърсяване на електролита и на топлинната енергия от загуби в околната среда, поради откритата конструкция на електролизните вани;

за топлинна пещ - значителните загуби на топлинна енергия се дължат на липсата на контрол и управление на горивния процес, водеща до големи количества топлина, изнасяна с изходящите газове (неоползотворявана и изхвърляна в атмосферата) и от липсата на механизация на зареждането, удължаваща чувствително времето на зареждане и предизвикващо по-голямо охлаждане в пещта;

за подгреватели на електролит - сравнително големите загуби на топлинна енергия се дължат на липсата на изолация на топлообменниците.

за парни котли - енергийната ефективност на отделните котли е различна:

- за ДКВ ст. No 1 - високият коефициент на излишък на въздух преди въздухоподгревателя ($\alpha = 1,376$) и след него ($\alpha = 1,856$) показват недобро управление на горивния процес и значителни просмуквания на атмосферен въздух, които заедно със сравнително ниското налягане на използваната за разпръскване на мазута пара, са причина за значителни загуби на топлинна енергия с изходящите газове и намален КПД на котела (от 85 до 83,44 %);

- за ДКВ ст. No 2 - въпреки, че е с по-добри показатели на горивния процес, значителните просмуквания на атмосферен въздух ($\alpha = 1,596$ след въздухоподгревателя) и изключения въздухоподгревател, са причина за значителни загуби на топлинна енергия с изходящите газове и намален КПД на котела (от 85 на 81,60 %);

- за МС-1600 ст. No 3 - ниското натоварване на котела (до 80 % от номиналното) и липсата на контрол и управление на горивния процес ($\alpha = 1,45$ на изход от горивната камера и $\alpha = 1,995$ - на изход от конвективната шахта) водят до значителни загуби на топлинна енергия с изходящите загуби и чувствително намаляване на КПД на котела (от 90 на 86,2 %);

- за бутални компресори - установения намален КПД на компресорните инсталации (за ВП-50/8 от 53,92 на 40,61 % и за 2СГ-8 от 42,57 на 27,72 %), дължащ се на

лошото им техническо състояние (силно износени, недобре поддържани) е причина за значителен преразход на електрическа енергия (от порядъка на 1330.10^3 kWh или 12,32% от общото ѝ потребление в компресорите);

за центробежни компресори - въпреки с по-ниско от номиналното натоварване, компресорите работят стабилно и отклоненията на експлоатационните им показатели са в границите на допустимите;

за нагнетатели на газ (газодувки) - различните от номиналните експлоатационни условия на работа на газодувките (по-ниско налягане на газа на входа на газодувката с 1000 mm в. ст. и по-ниски температури с 5 до 30°C) и лошото им техническо състояние (силно износени и недобре поддържани) са причина за по-голям разход на електрическа енергия от този за номинални условия (например за типа 2900-11-2 механичните загуби от 120 kWh при номинален режим са нараснали на 185 kWh при фактическия режим);

за въздуходувки - работата на въздуходувките в режим с по-ниска производителност (до 56 % от номиналната) е причина за завишаване на разхода на електрическа енергия до 13,7 % от този при номинален режим на работа.

4.2. Анализ на баланса на топлинната енергия

Потребностите на ПС от топлинна енергия (форма 5) се задоволяват от постъпилото от склада гориво (41,17 %), от получената от екзотермичните реакции в процесите топлинна енергия (43,27 %), и от преобразуваната в електропещта електрическа енергия (15,31 %). Общото количество на потребената енергия в производствения процес от $2321,6.10^3$ GJ/год. е еквивалентна на повече от 580000 t/год. течно гориво - мазут.

Полезно използваната енергия в производствените процеси на ПС представлява 28,81% от цялото количество консумирана топлинна енергия. Най-голям дял в нея има полезно използваната топлинна енергия на газовете от цех "Металургичен", подавана като суровина в цех "Сярна киселина" (от пържилните пещи "КС" - 14,25 % и от електропещта - 2,07 %). Останалата част от полезно използваната енергия се разпределя основно в електролизните вани - 2,73 %, за отопление и комунално-битови потребители (4,18 %).

Една малка част от постъпилата в ПС топлинна енергия е отпусната на външни консуматори (1,15%) във вид на гориво (мазут) - $5,9 \cdot 10^3$ GJ/год. и пара - $20,9 \cdot 10^3$ GJ/год. Това количество топлинна енергия не участва непосредствено в енергопотреблението на производствения процес, но е свързано с него в частните баланси на енергоносителите и трябва се отрази в баланса.

За точното определяне на дела на полезно използваната топлинна енергия, количеството ѝ се разделя като разлика между количествата на подведената в процесите енергия и на отпусканата навън за други консуматори, а именно:

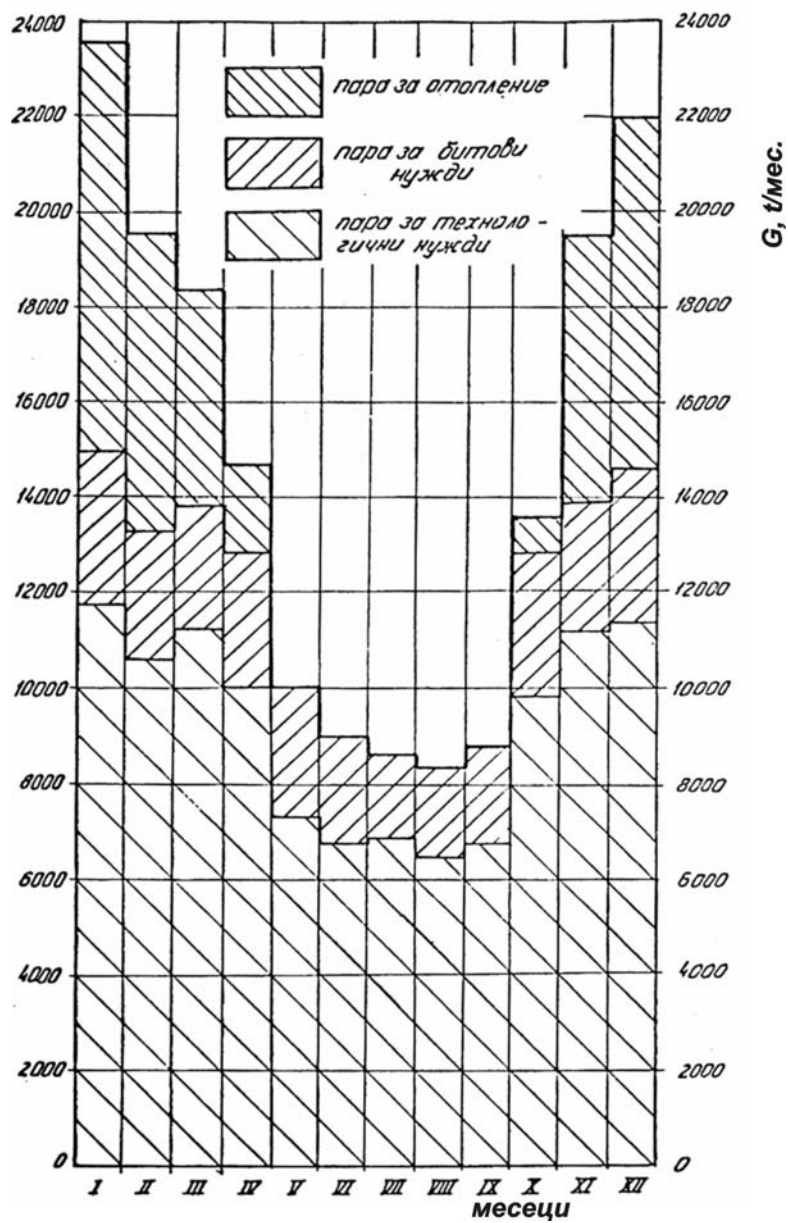
$$\frac{668,9}{2321,6 - 26,8} \cdot 100 = 29,15 \%$$

Останалата част от подведената в процесите топлинна енергия са общите загуби за ПС, както и тези в цеховете. Първите са 4,62 % от общата консумация на топлинна енергия и представляват малка част от всичките загуби (6,59 %).

Като най-голям консуматор на топлинна енергия цех “Металургичен”, се характеризира и с най-големите енергийни загуби (от общите загуби в ПС 65,42 %, за цеха те са 35,05 %). Най-голям дял в загубите имат тези с: отвалната шлака от електропещта ($373,0 \cdot 10^3$ GJ/год.), в околната среда от топлообмен в околната среда през стените на агрегатите ($210,9 \cdot 10^3$ GJ/год.), с изходящите газове от анодните пещи ($181,5 \cdot 10^3$ GJ/год. с газовете, подавани в цех “Сярна киселина” като суровина ($103,6 \cdot 10^3$ GJ/год.) с угарката и праха от пържилните пещи ($51,1 \cdot 10^3$ GJ/год.), с анодната мед ($47,9 \cdot 10^3$ GJ/год.) и с черната мед от конверторите ($6,7 \cdot 10^3$ GJ/год.).

Цех „Металургичен” е важен обект в енергийния баланс на ПС не само като голям консуматор на енергия с големи енергийни загуби, но и като значителен източник на топлинната енергия, получавана от екзотермичните реакции в протичащите в него процеси.

Участието на загубите на топлинна енергия в другите цехове в общите загуби е чувствително по-малко: в цех “Електролитен” - 5,34 %, в цех “Топлосилов” - 6,82 % и др. Загубите на топлинна енергия в цех “Електролитен” са с изпарената вода от електролита и в по-малко количество - в околната среда от подгревателите на електролит. Загубите в цех “Топлосилов” са в котелната инсталация (загуби и СН на парните котли). Тяхната големина в значителна степен се дължи на неравномерното потребление на пара (фиг. 2) както за технологични, така също и за други (отоплителни, комунално-битови и т. н.) нужди.



Фигура. 2. Годишни товарови графици за потреблението на пара за отопление, битови и технологични нужди.

Значителна част от загубите на топлинна енергия са вторични енергийни ресурси - $1066,9 \cdot 10^3$ GJ/год., чието частично оползотворяване е напълно реално за условията на ПС.

В зависимост от възможностите за намаление, загубите на топлинна енергия могат да се разпределят в две групи:

I-ва група - загуби на топлинна енергия, за чието оползотворяване съществуват изпитани в практиката решения и които могат да се осъществяват при съществуващите условия (с изходящите газове при анодните пещи, електропещите и конверторите, в околната среда, с невърнатия кондензат и др.);

II-ра група - загуби на топлинна енергия, оползотворяването на част от които, е свързано със значителни инвестиции и разработването на специални за целта решения, каквито има малко в практиката (с отвалната шлака, с черната мед, с анодната мед и др.).

4.3. Анализ на баланса на електрическата енергия

Балансът на електрическата енергия представен във форма 5 - синтезираната му форма показва, че потреблението на електрическа енергия в ПС изцяло се задоволява от ЕЕС. Потреблението на електрическа енергия е свързано в повечето случаи с нейното преобразуване в ПС, което е отразено в частните баланси на енергоносителите, получени в резултат на това преобразуване.

От общото количество на постъпилата от ЕЕС електрическа енергия - $217,1 \cdot 10^3$ MWh/год. 17,64 % се консумира в преобразуващите инсталации (за производство на съгъстен въздух, кислород и вода под налягане). Голяма част от електрическата енергия (45,46 %) се преобразува в електропещта на цех "Металургичен" в топлинна енергия и е обект на анализ в топлинния баланс на ПС (форма 5). В този баланс нейното количество се отразява като полезно използвана енергия за технологични нужди, като в загубите в цеховете се отбелязват само електрическите загуби.

Делът на полезно използваната в общото количество на подведената електрическа енергия (75,26 %) е значително по-висок от този при топлинната енергия (28,81 %). Елиминирането на отпуснатата навън електрическа енергия ($1,1 \cdot 10^3$ MWh/год.) се отразява почти несъществено при точното ѝ определяне (става 75,65 %).

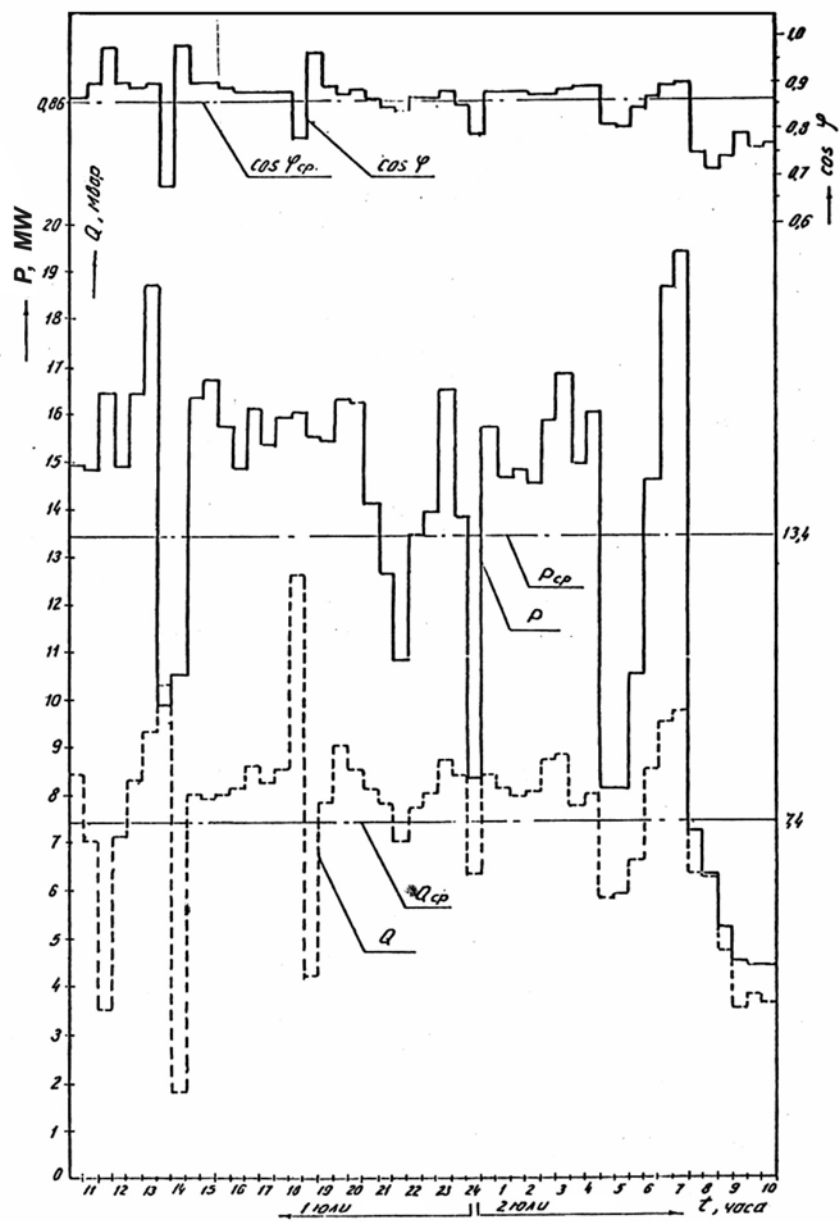
Като се изключи консумацията на електропещта, най-голям дял в полезно използваната енергия, имат консуматорите за силови нужди (електрическите двигатели) - 14,60 %, за спомагателни нужди (основно пак електрически двигатели) - 5,80 % и за технологични нужди (в електролизни вани) - 8,57 %.

Общите загуби за ПС имат малък дял в общата електроенергийна консумация (2,35 %), докато този на цеховите загуби на електрическа енергия е значително по-голям (21,88 %). Най-големи са загубите в преобразувателните процеси (в спомагателните консуматори - компресори, помпите, газодувки, въздуходувки и др. - 11,19 %, след това в силовите консуматори (електрически двигатели) - 4,23 %, в технологичните консуматори (електропещ и електролизни вани) - 3,31 % и в енергоснабдителните мрежи в цеховете - 2,40 %.

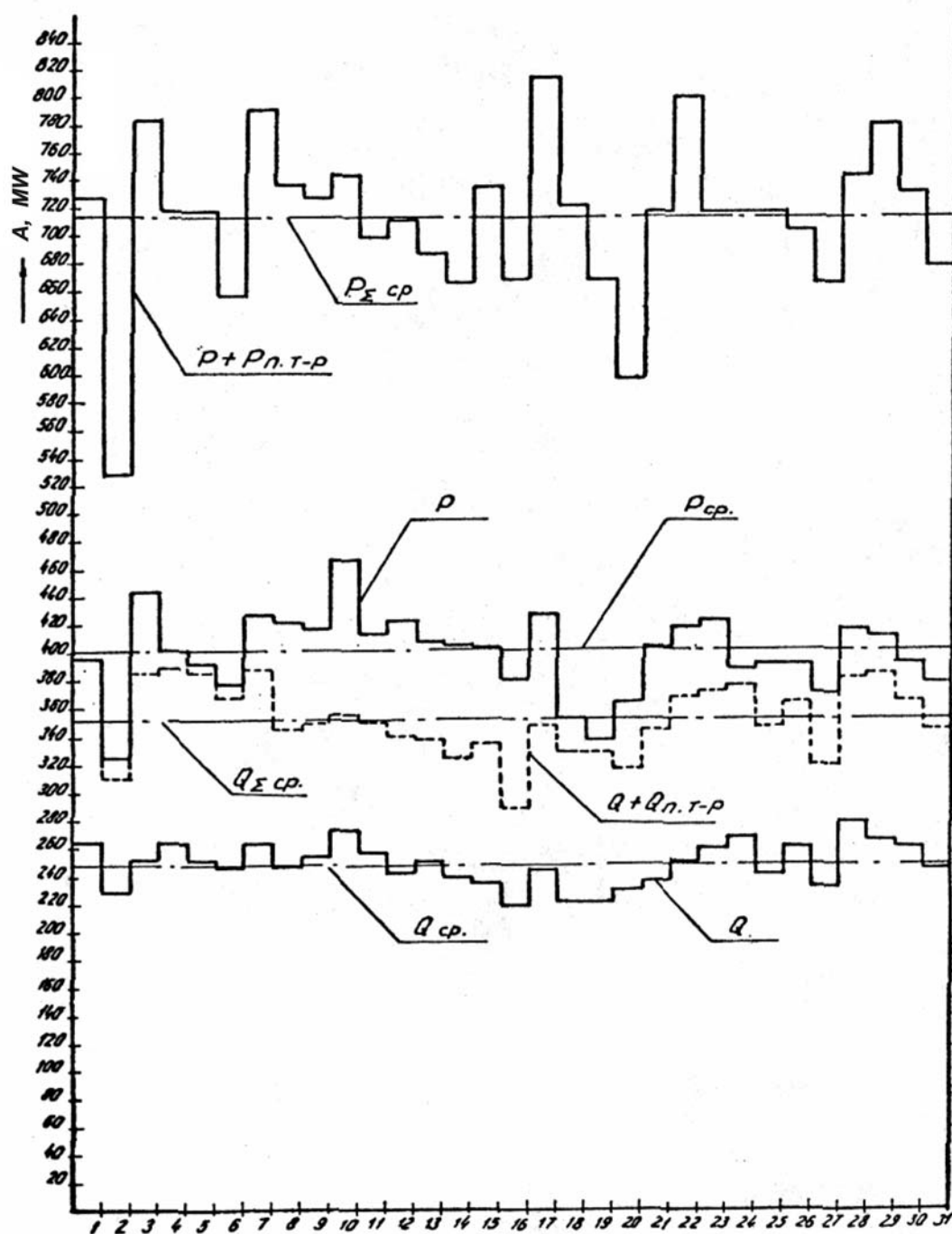
За анализа на електроенергийното потребление в ПС са изследвани подробно и задълбочено товарите графици, съставени въз основа на изходна информация от проведени за целта измервания и съществуваща статистическа отчетност.

Съставени са следните товарни графици:

- денонощен половинчасов за определени дати (фиг. 3);
- подреден денонощен половинчасов;
- денонощен за 1 месец - за активна и реактивна електрическа енергия (фиг. 4);
- подреден часов за 1 месец;
- часови за максимален ден в различни сезони;
- часови за минимален ден в различни сезони;
- часови за среден ден в различни сезони, в някои от които е включен и графика на фактора на мощността (фиг. 3).



Фигура 3. Денонощен половинчасов товаров график и фактор на мощността.



Фигура 4. График за денонощна консумация на електрическа енергия - месец юли.

От анализа на товарите графици и изчислените им показатели общо за ПС:

- коефициент на формата - $K_{\phi} = 1,05$ (без електропещта);

- коефициент на запълване - $K_z = 0,85-90$;

- коефициент на върховност - $K_v = 0,77$;

- коефициент на натоварване - $K_n = 0,91$.

- часова използваемост на максималния връх - $T = 5429 \text{ h}$ се стига до редица изводи и констатации като;

- с изключение на електропещта консуматорите на електрическа енергия работят с равномерен и постоянен товаров график ($K_{\phi} = 1,05$);

- електропещта консумира неравномерно електрическа енергия ($K_{\phi} = 1,12$), несъответстващо на оптималния й технологичен режим;

- средногодишният фактор на мощността (за година - 0,909 и за I полугодие - 0,891) има стойности близки до предписания от ЕЕС - 0,9;

- високоволтовите двигатели работят в границите на допустимите режими по натоварване, по КПД и косинус ϕ ;

- нисковолтовите двигатели работят със сравнително ниски показатели - 60-70 % от пълната си мощност, КПД под 0,8, косинус ϕ - 0,7 и големи загуби - над 10 %.

В общия анализ на електропотреблението в ПС детайлно са определени всички загуби на активна мощност (в захранващите кабели на цеховете и на трансформаторите и в самите трансформатори, както и загубите в осветителните инсталации).

4.4. Анализ на обобщения енергиен баланс

Обобщения енергиен баланс на ПС, съставен на основата на синтезираните форми на балансите на топлинната и на електрическата енергия, разкрива структурата на енергийните потоци в производствения процес от подведените в него енергийни ресурси до крайното използване на енергията.

Наличието в приходната част на баланса на непървични енергийни ресурси като електрическата енергия, постъпила от ЕЕС се отразява отрицателно на общия коефициент на полезно използване на енергията.

Още в частните баланси на топлинната и на електрическата енергия във форма 7, в приходните части, на които участва електрическата енергия, преизчисляването й към първичен енергиен ресурс по формула (Приложение 2) в съответствие с основните

положения по съставяне на енергийните баланси е дало чувствително отражение върху съответните коефициенти на полезно използване /КПИ/ на енергията:

- в баланса на топлинната енергия, КПИ на енергията се променя от 28,81 % на 20,10 %;

- в баланса на електрическата енергия, КПИ на енергията намалява от 75,26 % на 14,26 %.

Общият КПИ на енергията в обобщения енергиен баланс на ПС показва сравнително ниско ниво на енергийна ефективност на производствения й процес.

От една страна значителните загуби в енергоснабдителната система за използваните в ПС енергийни ресурси (44,61 %) и от друга също така значителните загуби на енергия в производствения процес (34,06 % - цехови загуби и 2,53 % - общи загуби за ПС) изискват решителни мерки за усъвършенстване на енергоизползването в ПС за намаляване на енергийните разходи за неговата продукция.

5. Усъвършенстване на енергийните баланси

Анализът на агрегатните енергийни баланси и на балансите на топлинната и на електрическата енергия разкрива фактическото състояние на енергоизползване в производствения процес на ПС и едновременно с това и възможностите за намаляване или оползотворяване на енергийните загуби.

В резултат на този анализ се оформят редица мероприятия за икономия на топлинна и електрическа енергия, чиято реализация осигурява по-високо ниво на енергийна ефективност на производствения процес в ПС, като усъвършенства и енергийния му баланс.

5.1. Мероприятия за икономия на топлинна енергия.

Сравнителна синтезирана форма на баланса на топлинната енергия

Мероприятията за икономия на топлинна енергия са представени в табличен вид по определена за целта форма (табл. 8).

Таблица 8. План на мероприятия за икономия на топлинна енергия.

No по ред	Обект	Мероприятие	Обосновка	Срок за изпълнение, мес.	Необходими капитални вложения, хил. лв.	Годишен икономически ефект	
						10 ³ GJ	хил. лв.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Сушилни барабанни пещи в цех "Металургичен"	Подобряване изолацията на огнищата на пещите с утебяването ѝ с половин тухла от лек шамот и постоянно регулиране на сушилния процес	Недостатъчно добрата изолация на огнищата, допускащи нагряване на металната конструкция до 250 °C и липсата на постоянен контрол на сушилния процес	12	В рамките на текущите и основни ремонти	2,8	11,1
2.	Пържилни пещи "клящ слой" в цех "Металургичен"	Монтиране на утилизационна инсталация в газохода след пещите с предходящо уплътняване на прахоуловителната система	Изходящите от пещите газове, носещи голямо количество топлинна енергия по пътя си до цех "Сярна киселина" се охлаждат от просмуквания на атмосферен въздух и загуби от топлообмен през стените на газоходите	24	100	8,5	37,7
3.	Електропещ в цех "Металургичен"	Уплътняване на отвора за наливане на конверторна шлака и околоелектродното пространство в свода на пещта	Значителните просмуквания на атмосферен въздух повишават количеството на изходящите газове и топлинната енергия изясня с тях (127,1 · 10 ³ GJ/год.)	12	В рамките на текущи и основни ремонти	1,3	5,2
4.	Конвертори в цех "Металургичен"	Монтиране на инсталация изпарително охлаждане на напилниците и утилизационна инсталация в газоходния канал след конверторите	Топлинната енергия на водата от съществуващата охлаждателна система на напилниците и на газовете от конверторите (220,4 · 10 ³ GJ/год.) не се използват.	24	100	35,8	142,1
5.	Анодни пещи в цех "Металургичен"	Монтиране на утилизационна инсталация (въздухоподгревател) в газохода след пещите при условията на усъвършенстване управление на горивния процес и намаляно засмукване на атмосферен въздух	Значителни загуби на топлинна енергия с изходящите от пещта газове (181,5 · 10 ³ GJ/год.) и липса на управление на горивния процес.	24	50	101,4	402,6
6.	Топилна пещ в цех "Електролитен"	Монтиране на утилизационна инсталация (въздухоподгревател) в газохода след пещта с предварително усъвършенстване на организацията на подготовката на материали за пещта, въвеждане на механизация за зареждането му и подмяната на съществуващата горелка с автоматична.	Слабата организация на работа по зареждане на пещите, липсата на механизация при същото, предизвикващо продължителни топли престои, липсата на управление на горивния процес и свързаните с него значителни загуби на топлинна енергия с изходящите газове водят до голям преразход на гориво.	24	50 и в рамките на текущите и основните ремонти	20,7	82,2

1	2	3	4	5	6	7	8
7.	Електролизни вани (подгреватели на електролит) в цех "Електролитен"	Изолриране на топлообменниците.	Липсата на изолация на топлообменниците води до значителни загуби на топлина в околната среда.	4	В рамките на ППР	25,9	108,8
8.	Парни котли в котелната инсталация	Усъвършенстване на управлението на горивните процеси в котлите - осигуряване на постоянно съотношение гориво-въздух с мерки за намаляване просмукуванията на атмосферен въздух, ремонтниране и пускане в действие на съществуващия въздухоподгревател на котел ДКВ ст. No 2.	Високият коеф. на изтиък на въздух, установен при измерванията (достигащ до $\alpha = 1,995$), показва липсата на управление на горивния процес. Котел ДКВ ст. No 2 има въздухоподгревател, който не се използва.	12	В рамките на ППР, текущи и основни ремонти	19,9	79,0
9.	Парно стопанство	Връщане на цялото възможно количество кондензат.	При съществуващите условия измерванията установиха, че само около 33 % от възможното за връщане количество кондензат се връща.	12	В рамките на текущите и основни ремонти	11,9	47,2
			Всичко	-	300	229,2	909,9

Сравнителна синтезирана форма на баланс на топлинната енергия

Източници или потребители на енергия	Мярка	Фактически баланс	Усъвършенстван баланс
		1	2
А	Б		
ПРИХОД			
1. С допълващата подхранваща вода	10 ³ GJ	5,9	4,6
	%	0,25	0,22
2. С електрическата енергия в електролиза	10 ³ GJ	355,5	354,2
	%	15,31	16,93
3. С химическата енергия на суровината	10 ³ GJ	1004,4	1004,4
	%	43,27	48,0
4. С горивото от склада	10 ³ GJ	955,8	729,2
	%	41,17	34,85
Всичко приход	10 ³ GJ	2321,6	2092,4
	%	100,0	34,85
РАЗХОД			
I. Полезно използвано			
1. За технологични нужди			
- Сушилна барабанна пещ	10 ³ GJ	24,7	24,7
	%	1,06	1,18
- Пържилни пещи „клящ слой“	10 ³ GJ	330,9	330,9
	%	14,25	15,82
- Електропещ	10 ³ GJ	48,2	48,2
	%	2,07	2,30
- Конвертори	10 ³ GJ	7,6	7,6
	%	0,33	0,36
- Анодни пещи	10 ³ GJ	6,9	6,9
	%	0,30	0,33
- Електролизни пещи	10 ³ GJ	63,4	63,4
	%	2,73	3,03
- Топилна пещ	10 ³ GJ	26,4	26,4
	%	1,14	1,26
- Други енергопотребяващи агрегати	10 ³ GJ	18,0	18,0
	%	0,78	0,86
2. За спомагателни нужди в:			

A	B	1	2
- Заводски транспорт	10 ³ GJ	20,0	10,0
	%	0,86	0,90
- Други енергопотребяващи агрегати	10 ³ GJ	25,7	25,7
	%	1,11	1,23
- За отоплително-вентилационни и комунално-битови нужди	10 ³ GJ	97,1	91,1
	%	4,18	4,64
Всичко раздел I	10 ³ GJ	668,9	668,9
	%	28,81	31,97
II. Отпуснато навън	10 ³ GJ	26,8	26,8
	%	1,15	1,28
III. Загуби в цеховете			
1. В технологични потребители			
- Сушилна барабанна пещ	10 ³ GJ	12,5	9,7
	%	0,54	0,46
- Пържилни пещи „кипящ слой“	10 ³ GJ	60,0	50,5
	%	2,58	2,41
- Електропещ	10 ³ GJ	465,3	464,0
	%	20,04	22,18
- Конвертори	10 ³ GJ	275,8	240,0
	%	11,88	11,47
- Анодни пещи	10 ³ GJ	296,4	195,0
	%	12,77	9,32
- Електролизни вани	10 ³ GJ	80,3	54,4
	%	3,46	2,60
- Топилна пещ	10 ³ GJ	43,6	22,9
	%	1,88	1,09
- Енергопотребяващи агрегати	10 ³ GJ	1,7	1,7
	%	0,07	0,08
2. Спомогателни потребители			
- Парни котли	10 ³ GJ	69,5	49,6
	%	2,99	2,37
- СН на парните котли	10 ³ GJ	88,8	76,9
	%	3,82	3,68
- Други енергопотребяващи агрегати	10 ³ GJ	2,1	2,1
	%	0,09	0,10

А		Б	1	2
3. В ОБ и КБ потребители		10 ³ GJ	10,0	10,0
		%	0,43	0,48
4. В енергоснабдителни мрежи		10 ³ GJ	112,7	112,7
		%	4,85	5,39
Всичко по раздел III		10 ³ GJ	1518,7	1289,5
		%	65,42	61,63
IV. Общи за ПС загуби		10 ³ GJ	107,2	107,0
		%	4,62	5,12
ВСИЧКО РАЗХОДИ		10 ³ GJ	2321,6	2092,4
		%	100,00	100,0

Дата: Име: Подпис: тел:

В плана на мероприятията са засегнати почти всички големи енергоконсумиращи обекти в основните и спомагателните цехове. За всяко мероприятие е дадена обосновка за предлагането му, срока за изпълнение, необходимите капитални вложения и очаквания годишен икономически ефект от неговата реализация. Значителна част от мероприятията могат да се изпълнят в рамките на текущите и основни ремонти без допълнителни капитални вложения.

Общият годишен икономически ефект от реализацията на мероприятията за икономия на топлинна енергия е $229,2 \cdot 10^3$ GJ или в стойностно изражение на базата на еквивалентното му количество течно гориво - мазут на 909,9 хил. лева. Средно за всички мероприятия срокът на откупуване на инвестициите е по-малък от година.

Изчислената икономия на топлинна енергия, очаквана от внедряването на разработените мероприятия, определя по-високо ниво на енергийна ефективност - изходна база за съставяне на усъвършенствания баланс на топлинната енергия (форма 5а).

Нормализацията на баланса на топлинната енергия, като първа степен на усъвършенстване, отговаряща на предложените мероприятия за икономия на топлинна енергия е отразена в сравнителната синтезирана форма на баланса на топлинната енергия.

В резултат на усъвършенстването на баланса, общото количество на подведената в ПС топлинна енергия, е намалено от 2321,6 на 2092,4 $\cdot 10^3$ GJ/год. Това представлява намаление на енергийните разходи от 9,9 % и за сметка на разходите на течно гориво - мазут (98,9 % от общото намаление).

Делът на полезно използваната топлинна енергия в процеса, определящ неговия топлоенергиен КПД, нараства при усъвършенствания баланс от 28,81 % на 31,97 %.

Форма 5а дава възможност сравнението на усъвършенствания с фактическия баланс да се извърши по всички статии на баланса.

5.2. Мероприятия за икономия на електрическа енергия. Сравнителна синтезирана форма на баланса на електрическата енергия

В резултат на изводите и констатациите от анализа на използването на електрическа енергия в ПС, са разработени редица мероприятия за икономия на електрическа енергия, представени в плана на табл. 9. Планът на мероприятията е

съставен, аналогично на този за икономия на топлинна енергия. Общият икономически ефект, очакван от реализацията на тези мероприятия е в размер на $17,8 \cdot 10^3$ MWh /год. или в стойностно изражение 943,4 хил. лв./год. Средният срок на откупуване на инвестициите е по-малък от година.

Определеното от реализацията на мероприятията по-високо ниво на енергийна ефективност на производствения процес, е заложено в съставения усъвършенстван баланс на електрическата енергия, представен в сравнителната синтезирана форма на баланса на електрическата енергия (форма ба) на настоящия пример.

В резултат на извършеното усъвършенстване на баланса, общата консумация на електрическа енергия е намалена от 217,1 на 199,3 , 10^3 MWh/год., което представлява намаление от 8,2 % на полученото от ЕЕС количество електрическа енергия.

Намаляването на загубите на електрическа енергия повишава дялът на полезно използваната енергия в общата електроенергийна консумация, определящ електроенергийните КПД на производствения процес на ПС, който от 75,20 % - при фактическия баланс нараства на 80,73 % - при усъвършенствания.

Във форма ба, както и във форма 5а, сравняването на показателите на фактическия с тези на усъвършенствания баланс на електрическата енергия, е възможно по всички статии на баланса.

Таблица 9. План на мероприятия за икономия на електрическа енергия.

No по ред	Обект	Мероприятие	Обосновка	Срок за изпълнение, мес.	Необходими капитални вложения, хил. лв.	Годишен икономически ефект	
						10 ³ MWh	хил. лв.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Електропещ в цех "Металургичен"	Автоматизиране управлението на електрическия режим на пещта в зависимост от натоварването ѝ.	При промени в натоварването на пещта не винаги се регулира електрическият режим, което в съчетание с използването ѝ като "буферен потребител" води до големи преразходи на електрическа енергия.	12	20	3,1	164,3
2.	Топилна пещ в цех "Електролитен"	Монтиране на въздухоподгревател в газохода след пещта за подгръване до 200 °С на подавания за разпръскване на мазута съгъстен въздух.	Подгряването до такава температура съгъстен въздух ще има намалено потребление до 50%.	12	30	0,5	26,5
3.	Цех "Кислороден"	Разширение на пълначна станция за кислород в бутилки.	Консумацията на кислород е неритмична и има период, когато от 35 до 60% от произведения кислород се изхвърля в атмосферата.	12	50	2,9	418,7
4.	Конвертори в цех "Металургичен"	Въвеждане на режим на пълно или частично изключване на въздуходувките при продължително наведждане на конверторите.	В наведено положение конверторите не използват въздуха от въздуходувките и последните работят на празен ход.	6	10	3,7	196,1
5.	Цехови електрически двигатели и трансформатори	Отстраняване на празните ходове на някои нисковоолтови електрически двигатели в цеховете и пълно натоварване на цеховите трансформатори.	Някои нисковоолтови двигатели като тези на димососите, помпите, вентилаторите, питателните и лентовите транспортьори и цеховите трансформатори работят при непълно натоварване или на празен ход.	12	10	2,2	116,6
6.	Цехови електроснабдителни и мрежи	Подмяна на основните захранващи кабели НН с такива с по-голямо сечение или дублиране на съществуващите с нови.	Увеличаване на сечението на захранващите кабели намалява плътността на тока (в граници до 3 A/mm ²), което води до намаление и на загубите в тези кабели.	24	10	0,4	21,2
			Всичко	-	130	17,8	943,4

Сравнителна синтезирана форма на баланса на електрическата енергия

Източници или потребители на енергии	Мярка	Фактически баланс	Нормализиран баланс
А	Б	1	2
ПРИХОД			
1. С електрическата енергия от ЕЕС	10 ⁶ . kWh	217,1	199,3
	%	100,00	100,0
РАЗХОД			
I. Полезно използвано			
1. За технологични нужди			
- Електропещ	10 ⁶ . kWh	98,7	98,7
	%	45,46	49,52
- Електролизни вани	10 ⁶ . kWh	18,6	18,6
	%	8,57	9,33
2. За силови нужди в:			
- Електрически двигатели	10 ⁶ . kWh	31,7	29,2
	%	14,6	14,65
3. За спомагателни нужди			
- Други потребители	10 ⁶ . kWh	12,6	12,6
	%	5,8	6,32
4. За комунално-битови нужди	10 ⁶ . kWh	0,2	0,2
	%	0,09	0,10
5. За осветление	10 ⁶ . kWh	1,6	1,6
	%	0,74	0,81
Всичко по раздел I	10 ⁶ . kWh	163,4	160,9
	%	75,26	80,73
III. Загуби в цеховете			
1. В технологични потребители			
- Електропещ	10 ⁶ . kWh	3,7	0,6
	%	1,20	0,30
- Електролизни вани	10 ⁶ . kWh	3,5	3,5
	%	1,61	1,76
2. В силови потребители	10 ⁶ . kWh	9,2	7,4
	%	4,23	3,71
3. В спомагателни потребители:			

А	Б	1		2	
- Компресори	10 ⁶ kWh		9,3		12
	%		4,28		0,60
- Помпи	10 ⁶ kWh		2,8		2,8
	%		1,29		1,41
- Газодувки	10 ⁶ kWh		7,5		7,5
	%		3,45		3,76
- Въздуходувки	10 ⁶ kWh		2,8		1,3
	%		1,29		0,65
- Други стопанателни потребители	10 ⁶ kWh		1,9		1,9
	%		0,88		0,96
4. В комунално-битови потребители	10 ⁶ kWh		0,1		0,1
	%		0,05		0,05
5. В енергоснабдителните мрежи на цеховете					
- Въздухопроводна	10 ⁶ kWh		2,3		2,3
	%		1,06		1,16
- Водопроводна	10 ⁶ kWh		0,3		0,3
	%		0,14		0,15
- Газопроводна	10 ⁶ kWh		0,7		0,7
	%		0,32		0,35
- Електрическа	10 ⁶ kWh		1,9		1,5
	%		0,88		0,75
А	Б		1		2
6. В цеховите трансформатори	10 ⁶ kWh		1,1		0,7
	%		0,51		0,35
7. В осветителните инсталации	10 ⁶ kWh		0,4		0,4
	%		0,19		0,20
Всичко по раздел III	10 ⁶ kWh		47,5		32,2
	%		21,88		16,16
IV. Общи за ПС загуби	10 ⁶ kWh		5,1		5,1
	%		2,35		2,56
ВСИЧКО РАЗХОДИ	10 ⁶ kWh		217,1		199,3
	%		100,0		100,0

Дата:.....Име:..... Подпис:..... тел:.....

5.3. Сравнителна форма на обобщения енергиен баланс

Обобщаването на резултатите от усъвършенстването на балансите на топлинната и електрическа енергия се осъществява в сравнителната форма на обобщения енергиен баланс (форма 7а) на настоящия пример.

В резултат на нормализацията на енергийните баланси общото постъпление на енергия в производствения процес на комбината е намалено от 4961,5 на 4487,6 , 10^3 GJ/год., което представлява намаление от 9,6 % на енергийната му консумация. Това е за сметка на намаляване разходите на гориво - мазут (47,8 %) и на електрическа енергия (52,2 %).

Общият КПИ на енергията се повишава от 18,18 % на 19,90 %.

Сравнителна форма на обобщен енергиен баланс

Източници или потребители на енергия А	Мярка Б	Фактически баланс		Нормализиран баланс	
		1	2	1	2
ПРИХОД					
1. С допълващата подхранваща вода	10 ³ GJ %	5,9 0,12		4,6 0,15	
2. С електрическа енергия в електропелета	10 ³ GJ %	1362,0 27,45		1357,1 43,83	
3. С химическата енергия на суровината	10 ³ GJ %	1004,4 20,24		1004,4 32,45	
4. С горивото от склада	10 ³ GJ %	955,8 19,26		729,2 23,57	
5. С електрическата енергия от ЕЕС	10 ³ GJ %	1633,4 32,92		1392,3 45,0	
Всичко приходи	10 ³ GJ %	4961,5 100,0		4487,6 100,0	
РАЗХОДИ					
I. Полезно използвано					
1. За технологични нужди	10 ³ GJ %	593,1 11,95		593,1 13,22	
2. За силови нужди	10 ³ GJ %	114,1 2,30		105,1 2,34	
3. За спомагателни нужди	10 ³ GJ %	91,1 1,84		91,1 2,03	
4. За ОВ и КБ нужди	10 ³ GJ %	97,8 1,97		97,8 2,18	
5. За осветление	10 ³ GJ %	5,8 0,12		5,8 0,13	
Всичко по раздел I	10 ³ GJ %	901,9 18,18		892,9 19,90	
II. Отпуснато навън					
Всичко по раздел I и II	10 ³ GJ %	30,8 0,62		30,8 0,68	
III. Загуби в цеховете					
	10 ³ GJ %	932,7 18,8		923,7 20,58	

ФОРМА 7А
Стр 2 от 2

А		Б	1	2
1. В технологични потребители	10 ³ GJ	1261,1		1061,1
	%	25,43		23,64
2. В силовите потребители	10 ³ GJ	33,1		26,6
	%	0,67		0,59
3. В stomателните потребители	10 ³ GJ	247,9		210,7
	%	5,00		4,70
4. В ОБ и КБ потребители	10 ³ GJ	10,4		10,4
	%	0,21		0,23
5. В енергоснабдителните мрежи на цеховете	10 ³ GJ	131,4		130,0
	%	2,65		2,90
6. В цеховите трансформатори	10 ³ GJ	4,0		2,6
	%	0,07		0,06
7. Осветителните инсталации	10 ³ GJ	1,4		1,4
	%	0,03		0,03
Всичко по раздел III	10 ³ GJ	1689,8		1442,8
	%	34,06		32,15
IV. Общи за ПС загуби	10 ³ GJ	125,6		125,6
	%	2,53		2,80
V. Загуби в енергоснабдителната система	10 ³ GJ	2213,4		1995,5
	%	44,61		44,47
ВСИЧКО РАЗХОДИ	10 ³ GJ	4961,5		4487,6
	%	100,00		100,03

Дата: Име: Подпис: тел:

6. Рекапитулация на резултатите от дейността по енергийните баланси в промишлената система

Реализацията на дейността по енергийните баланси в ПС води до повишаване нивото на енергийната ефективност в производствените й процеси, премина пред последователност от дейности, всяка от които дава своя дял в общия краен резултат.

В подготвителните етапи се разкрива действителната структура на енергоснабдяването в ПС - общо по обекти и по енергия и енергоносители.

Съставянето на енергийните баланси (по всичките му форми) предоставя възможност за изясняване фактическото състояние на енергоснабдяване и енергоизползване в производствените процеси.

Анализът на съставените енергийни баланси, от една страна позволява да се оцени съществуващото ниво на енергийна ефективност на производствените процеси в ПС като сравнително ниско, но от друга - разкрива значителни възможности за намаляване на енергийните загуби.

Усъвършенстването на енергийните баланси на ПС, в резултат на предложените мероприятия за икономия на топлинна и на електрическа енергии, определяща по-високото ниво на енергийна ефективност на процесите, повишава общия КПИ на енергията с 9,46 %.

Общият икономически ефект от дейността по енергийните баланси в ПС се изчислява по очакваната от реализацията на мероприятията икономия на топлинна и електрическа енергия в размер на 1853300 лв./год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практическото приложение на основните методологични положения по съставяне, анализ и усъвършенстване на енергийните баланси на ПС потвърждава ефективността на балансовия метод като основно средство в управлението на енергопотреблението в промишлените и енергийните системи.

Разглежданият конкретен пример за развитие на тази дейност в голямо металургично предприятие илюстрира нейната ефективност и едновременно с това поставя за разрешаване редица въпроси по съставяне и анализ на агрегатните енергийни баланси и по усъвършенстване на общия енергиен баланс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машкин, Л., Г. Георгиев, Т. Тошев, Единна методика за съставяне и анализ на горивно-енергийни баланси на подразделенията на стопанските организации. С., Техника, 1983 г.
2. Машкин, Л. и Г. Георгиев, Енергийни баланси на промишлените предприятия, С., Техника, 1983.
3. Машкин, Л., Г. Георгиев, Д. Узунов, Ц. Маркова, За някои резултати от балансовите изследвания на топлинната енергия в МДК "Г. Дамянов" - Средногорие. Информационен бюлетин "Металургия" на ИЦМ - Пловдив, бр. 3-4, 1984.
4. Димитров, Т., Л. Машкин, Д. Узунов, някои резултати от съставянето на баланса на електрическата енергия в МДК "Г. Дамянов" - Средногорие, С., Металургия, 4, 1984.
5. Машкин Л., Енергийни баланси на промишлените предприятия - част I. Съставяне на енергийните баланси, С., ЦК на НТС, 1988.
6. Машкин, Л., Енергийни баланси на промишлените предприятия - част II. Анализ и усъвършенстване на енергийните баланси, С., ЦС на НТС, 1988.



МИНИСТЕРСТВО НА ИКОНОМИКАТА И ЕНЕРГЕТИКАТА

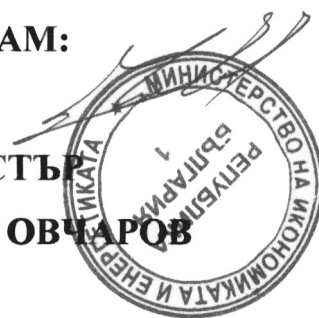


АГЕНЦИЯ ПО ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

София 1000, ул. Екзарх Йосиф № 37, ет. 3, тел./факс: 981 5802

УТВЪРЖДАВАМ:

МИНИСТЪР
РУМЕН ОВЧАРОВ



МЕТОДИЧЕСКИ УКАЗАНИЯ ЗА ФИРМЕНИ СТАНДАРТИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

Септември 2005

Тези методически указания за фирмени стандарти за енергийна ефективност са разработени в изпълнение на Заповед РД 14-34/10.02.2005 година на министъра на енергетиката и енергийните ресурси, с разпоредбите на която изготвянето на указанията се организира и ръководи от изпълнителния директор на Агенцията по енергийна ефективност.

След утвърждаването им от министъра на икономиката и енергетиката през месец декември 2005 г., методическите указания се издават и разпространяват от Агенцията по енергийна ефективност.

Основното им предназначение е да подпомагат приложната дейност, свързана с новото правно и техническо регулиране в областта на повишаване на енергийната ефективност в индустриални обекти в Република България.

В този контекст методическите указания са помощно средство за лицата, извършващи енергийни обследвания на промишлени системи, а също така и за възложители на обследванията.

Контролът върху правилното прилагане на законодателството по енергийна ефективност в защита на обществения интерес се осъществява от изпълнителния директор на Агенцията по енергийна ефективност, чрез нормативно регламентирани правомощия в Закона за енергийната ефективност.

СЪДЪРЖАНИЕ

ОСНОВАНИЯ	4
ОСНОВНИ ИЗИСКВАНИЯ	4
1. Общи положения	5
2. Основни изисквания към показателите на ФСЕЕ и тяхното определяне	5
2.1. Изисквания към системата от показатели на фирмените стандарти за енергийна ефективност	5
2.2. Изисквания при определяне показателите на специфичния разход на гориво и енергия	6
2.2.1. Определяне на продукта	6
2.2.2. Определяне метода на производство	7
2.2.3. Определяне на технологичната схема	7
2.2.4. Определяне вида и количеството на потребената енергия	7
2.2.5. Определяне вида и количеството на отведената и оползотворена енергия	8
2.2.6. Определяне наименованието на показателя и единиците на неговото измерване	8
2.2.7. Пресмятане на комплексния показател	9
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Примерен списък на продукти, за които особено важно да се разработят фирмени стандарти за енергийна ефективност	10
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Фирмен стандарт за енергийна ефективност за производството на портландциментов клинкер по сух способ	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – Фирмен стандарт за енергийна ефективност за производството на стъклени бутилки	20

ОСНОВАНИЯ

Методическите указания са разработени във връзка с изпълнението на Закона за енергийната ефективност (ЗЕЕ) и са част от мерките на отраслово и национално равнище за насърчаване на ЕЕ и повишаване конкурентноспособността на икономиката.

Фирмените стандарти за енергийна ефективност представляват еталонните стойности на енергийните характеристики на промишлените системи (чл. 29, ал. 2 на Наредбата за енергийните характеристики на обектите /НЕХО/).

Фирмените стандарти за енергийна ефективност /ФСЕЕ/ се разработват, съгласно Наредбата за обследване за енергийна ефективност /НОЕЕ/, след проведено детайлно обследване за енергийна ефективност /чл. 30, ал. 1 от НЕХО/. При промяна на условията, при които са определени, показателите на ФСЕЕ се актуализират или разработват нови такива.

Целта при разработване на ФСЕЕ е определяне на показател на енергийните разходи, задаващ едно възможно високо ниво на енергийна ефективност за определена технология на производство на даден продукт при определени условия.

Фирмената стандартизация е средство за рационално управление на фирмата. Чрез нея се контролират и управляват всички дейности от страна на ръководителя на фирмата.

Фирмените стандарти за енергийна ефективност се одобряват от ръководителя на фирмата. Спазването на фирмените стандарти за енергийна ефективност е задължително в рамките на фирмата.

ОСНОВНИ ИЗИСКВАНИЯ

Методическите указания определят основните изисквания за изчисляване показателите на енергийните разходи за промишлени продукти във фирмените стандарти за енергийна ефективност.

Голямото значение на тези стандарти за управление на енергопотреблението във фирмите налага тяхното систематизиране и правилно дефиниране.

При определяне показателите на енергийни разходи, следва да се имат предвид следните цели:

- създаване на критерии за оценка на енергийната ефективност на производствените процеси - обективно определяне на действителните енергийни разходи, създаване на условия за сравняемост на показателите и реална оценка на мероприятията за икономия на горива и енергия;
- осигуряване еднозначност на информацията, на която те са носители;
- създаване на условия за изграждане на нормативна база за разходите на енергия във връзка с планиране на потребностите от енергийни ресурси;
- създаване на условия за възпроизводимост на показателите на енергийните разходи.

1. Общи положения

1.1. Основен критерий за оценка на енергийната ефективност в производствените процеси е специфичният енергиен разход за произвеждания продукт.

1.2. Специфичният енергиен разход във функцията си на норма на разхода на енергия е база, върху която се гради планирането на потребностите от енергийни ресурси.

2. Основни изисквания към показателите на ФСЕЕ и тяхното определяне

2.1. Изисквания към системата от показатели на фирмените стандарти за енергийна ефективност.

2.1.1. Да обхваща сравними технологични показатели на специфичния разход на енергия в процеса на производството на промишлени продукти.

Условието за еднозначност на определянето на показателите може да се осигури само за технологичните показатели на специфичния разход на енергия, непосредствено изразходвана в самото оборудване за изготвянето на изделия (продукта). То обезпечава базата за сравняемост на показателите.

Технологичният показател на специфичния разход на гориво и енергия е отношението на количеството енергия, фактически изразходвано в конкретно разглежданата технологична схема (процес), към фактически произведената в нея годна продукция, изчислен по формулите:

$$b = \frac{B}{P}, \quad \frac{\text{кWh}}{\text{единица продукция}} \quad - \text{ за гориво} \quad (1)$$

B - фактически разход на гориво за определен период (година), kWh;

P - фактически произведена годна продукция за същия период.

$$e = \frac{E}{P}, \quad \frac{\text{kWh}}{\text{единица продукция}} \quad - \text{ за електрическа енергия} \quad (2)$$

E - фактически разход на електрическа енергия за определен период (година)

$$q = \frac{Q}{P}, \quad \frac{\text{кWh}}{\text{единица продукция}} \quad - \text{ за топлинна енергия} \quad (3)$$

Q - фактически разход на топлинна енергия за определен период (година)

2.1.2. Системата непрекъснато да се актуализира в съответствие с настъпилите изменения в технологиите и оборудването.

2.2. Изисквания при определяне показателите на специфичния разход на гориво и енергия

Изискванията са формулирани в седем елемента на общата методика, както следва:

2.2.1. Определяне на продукта

2.2.1.1. Да се установи неговото количество от годна продукция, т.е. количеството на произведения продукт, постъпило в склада или в други процеси за преработка, след изваждане на всички видове брак.

2.2.1.2. Да се определи качествената му характеристика и единицата на измерване, в която се дава количествената му оценка (при процеси, в които продукцията мени своето качество, следва да се преизчисли към такава със стандартно качество (напр. - 1 t калциев карбид 75 %-ен).

2.2.1.3. Да се определи мястото за измерване на количеството на продукта.

Изискванията при определянето на продукта формулират неговата количествена и качествена характеристика и тяхното изпълнение обезпечава едно от условията за еднозначност на определянето на неговите показатели.

2.2.2. Определяне метода на производство

Определянето на метода, използван за производството на даден продукт е основно изискване при определянето на показателите му за специфичния разход на гориво и енергия и важно условие за неговата еднозначност (например, производство на клинкер по сух способ). Неотчитането на това изискване би довело до ликвидирането на базата за сравняемост на показателите.

2.2.3. Определяне на технологичната схема

2.2.3.1. В технологичната схема да се включва технологичното оборудване, използващо непосредствено енергията за въздействие върху изходните материали за производството на продукта.

2.2.3.2. Да се определи инсталацията или групата инсталации на технологичното оборудване (без това със структурен характер за промишлената система - вътрешен транспорт, отопление, осветление и т.н.).

2.2.3.3. Да се изготви технологична схема, включваща тези инсталации със съответните към тях материални и енергийни потоци. Технологичната схема е основата, върху която се гради енергийния баланс на обекта, а от там и на показателите на специфичния разход на гориво и енергия за дадения продукт, произвеждан в този обект.

2.2.4. Определяне вида и количеството на потребената енергия

2.2.4.1. Да се определи вида и количеството на непосредствено потребената в технологичното оборудване енергия.

2.2.4.2. Да се определи мястото и метода на нейното измерване.

2.2.4.3. Да се определи количеството на отдадената в екзотермичните реакции енергия от използваните като суровина в технологическия процес енергоносители. Да се дефинира и начина на нейното определяне, като се съобрази с установената промишлена практика. Например при използване на металургичен кокс при производство на чугун, на природен газ при производство на амоняк и т.н.

2.2.4.4. Да се определи енергията на използвани други енергоносители (сгъстен въздух, студ, вода под налягане и др.) с количеството енергия, изразходвано за тяхното производство (ел. енергия, топлинна енергия и др.). В случаите, когато се използва част от произведените енергоносители в дадена енергопреобразуваща инсталация, да се даде принципа на разпределението на първичната енергия за тази част:

2.2.4.5. При определяне количеството на електрическата енергия да се окаже начина на включване на загубите в трансформаторите и метода на тяхното изчисление.

2.2.4.6. При производството на няколко вида продукти в даден технологичен процес да се даде принципа на разпределението на изразходваната енергия между отделните продукти.

2.2.5. Определяне вида и количеството на отведената и оползотворена енергия

2.2.5.1. Да се определи и извади от общото количество отведената и използвана извън технологичния процес енергия като се посочи мястото и метода на нейното измерване.

2.2.5.2. В случаите, когато тази енергия не се използва, нейното количество да остане в общото количество изразходвано в процеса.

2.2.5.3. Енергията изразходвана за междинните продукти, използвани извън технологичния процес да се извади от общото количество на изразходваната в него енергия.

2.2.6. Определяне наименованието на показателя и единиците на неговото измерване

2.2.6.1. При използването на няколко вида енергии в определянето на показателя се дават количествата на всеки вид енергия поотделно в натурални единици.

2.2.6.2. Тези единици трябва да съответстват на приетите единици за измерване в международната система от единици (СИ).

2.2.7. Пресмятане на комплексния показател

2.2.7.1. При използване на няколко вида енергоносители и енергии в технологичния процес, определянето на показателя на специфичния му енергиен разход изисква сумирането на енергиите на отделните енергийни ресурси.

2.2.7.2. Комплексният показател се изчислява по формулата:

$$q_k = b + e + q \dots, \quad \frac{kWh}{\text{единица продукция}} \quad (4)$$

където, **b**, **e**, **q** - са технологичните показатели на специфичния разход, съответно на гориво, електрическа и топлинна енергия, определени по формулите (1), (2) и (3).

В **Приложение 1** е даден примерен списък на продуктите, за които е особено важно да се разработят фирмени стандарти за енергийна ефективност.

В **Приложение 2** на методическите указания е даден пример за определяне показателите на енергийните разходи във фирмен стандарт за енергийна ефективност при производството на портландциментов клинкер по сух способ.

В **Приложение 3** на методическите указания е даден пример за определяне показателите на енергийните разходи във фирмен стандарт за енергийна ефективност при производството на стъклени бутилки.

**Примерен списък на продукти, за които е особено важно
да се разработят фирмени стандарти за енергийна ефективност**

I. Добив и преработка на горива

1. Въглища - черни - добив
2. Въглища - кафяви - добив
3. Нефт - добив
4. Нефт - преработка

II. Черна металургия

5. Чугун
6. Стомана мартенова
7. Стомана конверторна
8. Електростомана
9. Чугун - леярски
10. Феросилиций 75 %-ен и 90 %-ен

III. Цветна металургия

11. Електролитна мед
12. Електролитен цинк
13. Електролитен алуминий

IV. Химическа промишленост

14. Амоняк синтетичен
15. Хлор газообразен
16. Сода калцинирана
17. Сода каустик - метод на електролиза с живачни катоди
18. Сода каустик - метод на диафрагмени електролизери

19. Калциев карбид
20. Метанол - реактиват
21. Капролактам
22. Каучук синтетичен - горещ метод
23. Каучук синтетичен - студен метод
24. Поливинилхлорид –емулсионен метод
25. Поливинилхлорид - суспензионен метод
26. Изкуствено влакно - тънко
27. Изкуствено влакно - корда
28. Полиамидно влакно - тънко
29. Ацетилен - метод на електрокрекинг на природен газ
30. Ацетилен - метод на термоокисления на природен газ
31. Ацетилен - метод на хидратация на калциевия карбид

V. Производство на строителни материали

32. Цимент - клинкер, сух способ
33. Цимент - клинкер, мокър способ
34. Смилане на цимента
35. Тухли строителни - обикновени
36. Шамотни изделия

VI. Горска и дървообработваща промишленост

37. Дървесна маса

VII. Целулозно-хартиена и полиграфическа промишленост

38. Целулоза сулфатна - хартиена
39. Целулоза сулфитна - хартиена
40. Целулоза сулфатна - вискозна
41. Целулоза сулфитна – вискозна

VIII. Хранително-вкусова промишленост

42. Захар - сурова

- 43. Захар - рафинирана
- 44. Спирт –суров 100 %-ен (натурален)
- 45. Бира
- 46. Хляб и хлебни изделия
- 47. Масло растително - нерафинирано
- 48. Маргарин
- 49. Консерви месни
- 50. Консерви млечни
- 51. Консерви плодово-зеленчукови
- 52. Консерви рибни *

** в този списък, който не изчерпва съществуващата номенклатура, могат да настъпят промени*

Фирмен стандарт за енергийна ефективност за производството на портландциментов клинкер по сух способ

Разгледаният пример за регламентиране условията на определяне на показателя на специфичен разход на енергия във фирмения стандарт за енергийна ефективност при производството на портландциментов клинкер по сух способ, илюстрира спазването на изискванията на методическите указания, а именно:

1. Определяне на продукта

Продуктът, за който се определя показателя на специфичен разход на енергия - портландциментов клинкер - представлява изпечен до спичане полуфабрикат за производство на цимент от суровинна смес с определен химически и гранулометричен състав, състоящ се в своята маса от съединения на калциевия окис (CaO) със силициев двуокис (SiO_2) и с окисите на алуминия и желязото (Al_2O_3 и Fe_2O_3). Качественият показател на продукта (съдържанието на магнезиев окис) се регламентира в БДС.

2. Определяне метода на производство

Портландциментовият клинкер се произвежда по т.н. сух способ, при който суровината, представляваща смес от варовик, глина (мергел) и добавъчни материали, се суши и смила в сухо състояние, хомогенизира се във вид на брашно и в прахообразно състояние се подава в пещта за изпичане.

Към този способ може да се отнесе и т.н. полусух способ, при който суровото брашно се гранулира с вода преди подаването му в пещта за изпичане на клинкера.

3. Определяне на технологичната схема

Технологичната схема на производството на клинкер, в зависимост от обхванатите процеси и съответно оборудване от склада на суровината до склада на клинкера, може да се разпредели в няколко фази.

Съгласно методиката за определяне показателите за специфични разходи на енергия за цимент - клинкер по сух способ, технологичната схема включва следните фази:

- **подготовка на суровината** (трошачни и сортировъчни инсталации, складове на суровината, сушилни за варовик и глина, транспортни системи);
- **смилане на суровината** (мелници за смилане на суровината, смесителни бункери, хомогенизиращи и складови устройства);
- **изпичане на клинкера** (дозатори на суровото брашно, гранулиращи чинии за полусухия способ, пещи за изпичане, охладители, складове за клинкера);
- **подготовка и подаване на горивото.**

Определянето на тези четири фази в методическите указания обхваща всички спомагателни процеси. Освен това в тази схема се смесват фазите съдържащи основните процеси (първите три) с фазите съдържащи спомагателните процеси (представени само от един - последния).

Ще бъде целесъобразно при технологичната схема да се разграничат фазите на основните процеси от тези на спомагателните.

Технологичната схема по обхват на процесите, почти не се отличава от приетата в методическите указания, но структурно отразява по-пълно и по-точно групирането на процесите по назначение и значимост в отделните фази.

Фази на основните процеси:

- **подготовка на суровината**, включваща подаване на суровината, сортиране и складиране на суровината, сушене на варовика и глината, транспортиране на суровината, дозиране-смесване и смилане на суровината, хомогенизиране и складиране на суровото брашно и неговото транспортиране към пещните инсталации;

- **изпичане на клинкера**, което по същество представлява изпичане на суровото брашно и получаване на клинкера (дозиране на суровото брашно, гранулиране при полусухия способ, подготовка за изпичане - изпарение на влагата и частична декарбонизация в леполовите скарни за полусухия способ, в циклоните и други топлообменници и допълнителни декарбонизатори, истинско изпичане във въртящи се барабанни пещи, охлаждащи на горещия клинкер в скарни клинкероохладители, транспортиране и складиране на клинкера.

Фази на спомагателните процеси:

- **подготовка и подаване на горивото** (транспортиране, смилане и сушене - за твърдото гориво, подгряване - за течното гориво и транспортиране до системата, захранваща с гориво);
- **обезпрашаване на изходящите газове** (обезпрашаване и транспортиране на изходящите газове);
- **обезпрашаване на охлаждащия въздух от скарните клинкероохладители;**
- **производство на сгъстен въздух.**

Различията на тази схема от дадената в методиката са следните:

1. В групирането на всички основни процеси в две фази, които могат да функционират самостоятелно.
2. В обединяването на всички процеси от подготовката и подаването на суровината в една фаза - счита се, че няма основание да се отделя смилането на суровината от подготовката ѝ за изпичане, тъй като по същество това също е подготовка на суровината.
3. В отделянето на спомагателните процеси в отделни фази.
4. В определянето на съдържанието на отделните фази по процеси, а не по оборудване.
5. В допълването на някои процеси в отделните фази - като подготовката на изпичане на суровото брашно в следпещните топлообменни съоръжения.
6. С увеличаване броя на фазите на спомагателните процеси - с производството на сгъстен въздух, което на практика е самостоятелно за технологичния процес на

производство на портландциментов клинкер и с обезпрашаването на изходящите от пещта газове и на охлаждащия въздух от клинкерохладителите.

Така предложената схема дава по-голяма яснота по отношение на енергийните потоци в технологичния процес.

4. Определяне вида и количеството на подведената енергия

В производството на портландциментовия клинкер се използва електрическа енергия, горива (въглища, петрококс, мазут, природен газ) и топлинна енергия (гореща вода и горещ въздух).

При определяне показателите на специфичния разход на енергия се отчитат енергийните разходи по отделните фази на технологичната схема във вида на тяхното непосредствено използване в процеса (инсталацията). Не се отчитат непреките енергийни разходи за процеса (осветление, отопление и т.н.).

Разходите на електрическа енергия, горива и топлинна енергия се отчитат по процеси (инсталации), изчисляват се по фази и се сумират за крайния продукт по видове енергоносители и енергии.

5. Определяне вида и количеството на отведената и оползотворена енергия

Точното определяне на показателя на специфичния разход на енергия за крайния продукт изисква при отчитане разходите на енергия за всяка фаза да се коригира количеството на подведената в нея енергия с количеството на отведената и използвана в друга фаза енергия.

Освен това от общото количество енергия, изразходвано за производството на клинкер е необходимо да се извади количеството на енергията, отведена извън процеса за използването и от други потребители.

Към отведената енергия се отнасят не само топлинната енергия на парата и горещата вода, подадени на друг потребител, а и вторичните енергийни ресурси, получени по-късно в процеса и използвани извън него.

6. Определяне на показателите, характеризиращи специфичния разход на гориво и енергия

Показателят на специфичния разход на енергия (енергоносител) при производството на портландциментов клинкер, съгласно методическите указания, представлява отношението на количеството фактически изразходвана енергия (енергоносител) към общото количество произведен клинкер:

$$b = \frac{B}{P}, \quad \frac{\kappa Wh}{kg} \quad (1)$$

където:

B е количеството гориво, изразходвано за производството на портландциментов клинкер; kWh

P - количеството на произведения портландциментов клинкер, kg

$$e = \frac{E}{P}, \quad \frac{\kappa Wh}{kg} \quad (2)$$

където:

E е количеството електрическа енергия, изразходвана при производството на портландциментов клинкер, kWh

$$q = \frac{Q}{P}, \quad \frac{\kappa Wh}{kg} \quad (3)$$

където:

Q е количеството топлинна енергия, изразходвана при производството на портландциментовия клинкер, kWh.

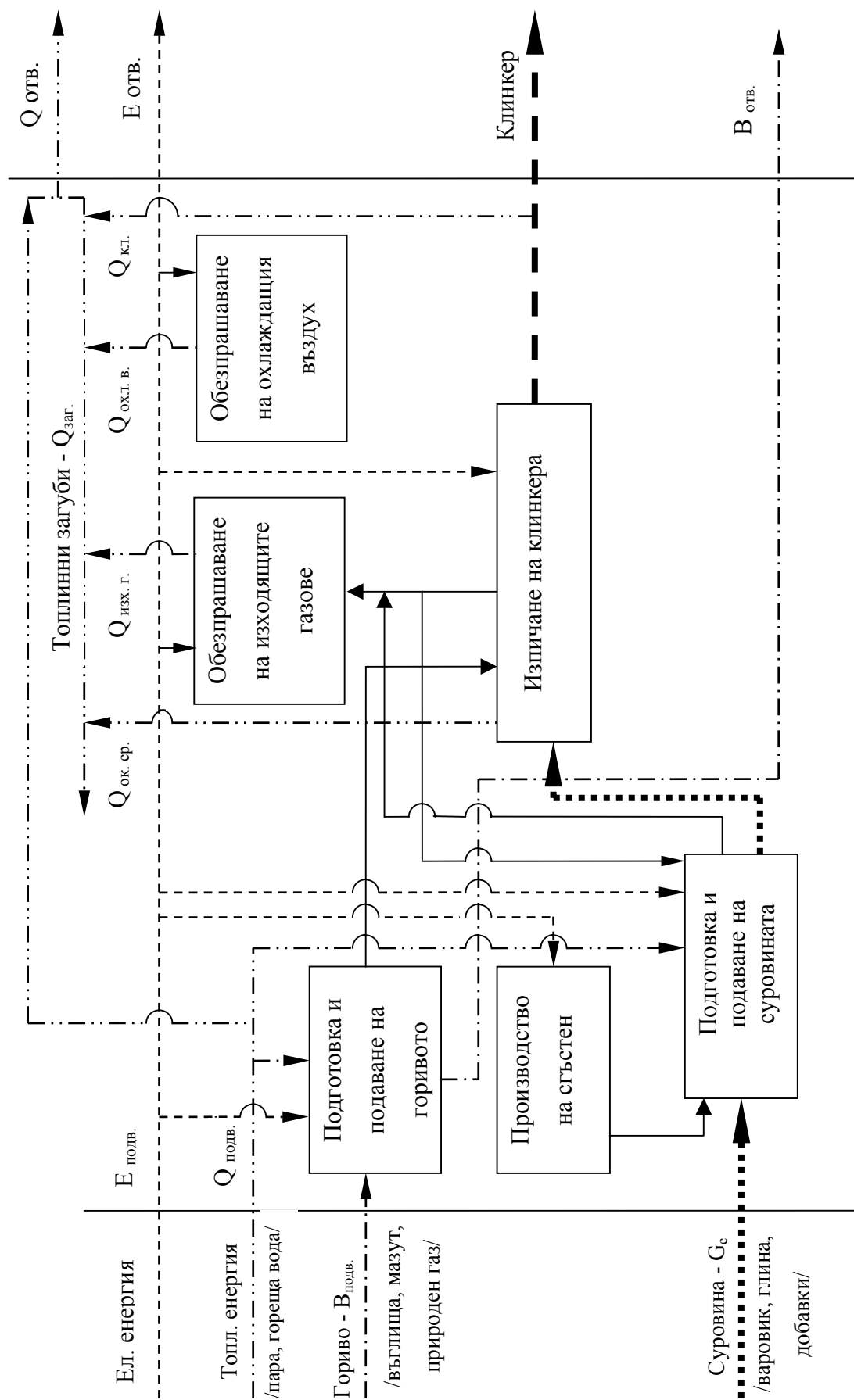
7. Пресмятане на комплексния показател на специфичния разход на енергия

Във фирмения стандарт за енергийна ефективност в качеството на критерии за общата енергийна оценка на технологичния процес на производство на клинкера се използва комплексния показател на специфичния разход на енергия, представляващ

сумата от показателите, изчислени по отделните фази и по видове енергии (енерго-носители), използвани в процеса.

$$q_k = b + e + q \dots , \quad \frac{\kappa Wh}{kg} \quad (4)$$

В методическите указания се предлага периода от време за определяне на показателите да бъде 1 година.



Фирмен стандарт за енергийна ефективност за производството на стъклени бутилки

Разглежданият пример за определяне показателя на специфичния разход на енергия във фирмения стандарт за енергийна ефективност при производството на стъклени бутилки илюстрира спазването на изискванията на методическите указания за определяне показателите на енергийните разходи.

1. Определяне на продукта

Продуктът, за който се определя показателя на специфичен разход на енергия е стъклени бутилки за хранителни течности, отговарящи на изискванията на БДС –7-74.

2. Определяне метода на производство

Стъклените бутилки се произвеждат от стъклomаса, получавана във ванни пещи. Съставът на суровината (шихтата) за получаване на стъклomасата съдържа силициев окис, натриев окис, калциев окис, алуминиев окис, метални окиси (Fe_2O_3 , CrO_3). Всички материали предварително се сушат и след това се дозират и смесват. Готовата шихта се подава във ванните пещи за получаване на стъклomаса, от която чрез формироване се получават стъклените бутилки. Готовите изделия след тази обработка се темперират, сортират и опаковат.

3. Определяне на технологичната схема

Технологичната схема за производството на стъклените бутилки в зависимост от обхванатите процеси и оборудвания може да се раздели на следните фази:

Фази на основните процеси:

- ***подготовка и подаване на суровината*** - включва сушене на пясъка, почистване на суровините от други примеси, смесване и транспортиране до ванната пещ.
- ***получаване на стъкломасата*** - включва продължителното загряване на шихтата в топилна зона на ванната пещ при температура $1400\div 1600^{\circ}\text{C}$ до стопяването ѝ във вид на стъкломаса, съпроводена с отделянето на съдържащите се в нея газове при достигане на максимална температура. След това стъкломасата се подава във фидерни канали, където се охлажда до температура, подходяща за формуване.
- ***получаване на стъклоизделия*** - бутилки - включва формуване на изделията посредством сгъстен въздух и топлинна обработка на получените бутилки.

Фази на спомагателните процеси:

- ***сортиране на изделията*** - включва отделяне на изделията, неотговарящи на изискванията, посочени в БДС 7-74
- ***опаковане*** - качествените изделия се опаковат
- ***получаване на сгъстен въздух.***

4. Определяне вида и количеството на подведената енергия

В процеса на производство на стъклени бутилки се използват електрическа енергия, природен газ и сгъстен въздух.

При определяне показателите на специфичните разходи на енергия се отчитат непосредствено използваните в процеса (инсталацията) енергийни ресурси по отделните фази на технологичната схема.

5. Определяне вида и количеството на отведената и оползотворена енергия

За точно определяне на показателите на специфичните разходи на енергия е необходимо при всяка фаза подведената енергия да се коригира с количеството на отведената енергия, използвана в друга фаза.

6. Определяне показателите на специфичния разход на горива и енергия

Съгласно методическите указания, специфичният разход на енергия (горива) при производството на стъклени бутилки, представлява отношение на фактически изразходваната енергия (горива) към общото количество произведени бутилки:

$$b = \frac{B}{P}, \quad \frac{\kappa Wh}{kg} \quad (1)$$

където:

B е количеството гориво, изразходвано за производството на стъклени бутилки; kWh

P - количеството на произведените стъклени бутилки, kg

$$e = \frac{E}{P}, \quad \frac{\kappa Wh}{kg} \quad (2)$$

където:

E е количеството електрическа енергия, изразходвана при производството на стъклени бутилки, kWh

$$q = \frac{Q}{P}, \quad \frac{\kappa Wh}{kg} \quad (3)$$

където:

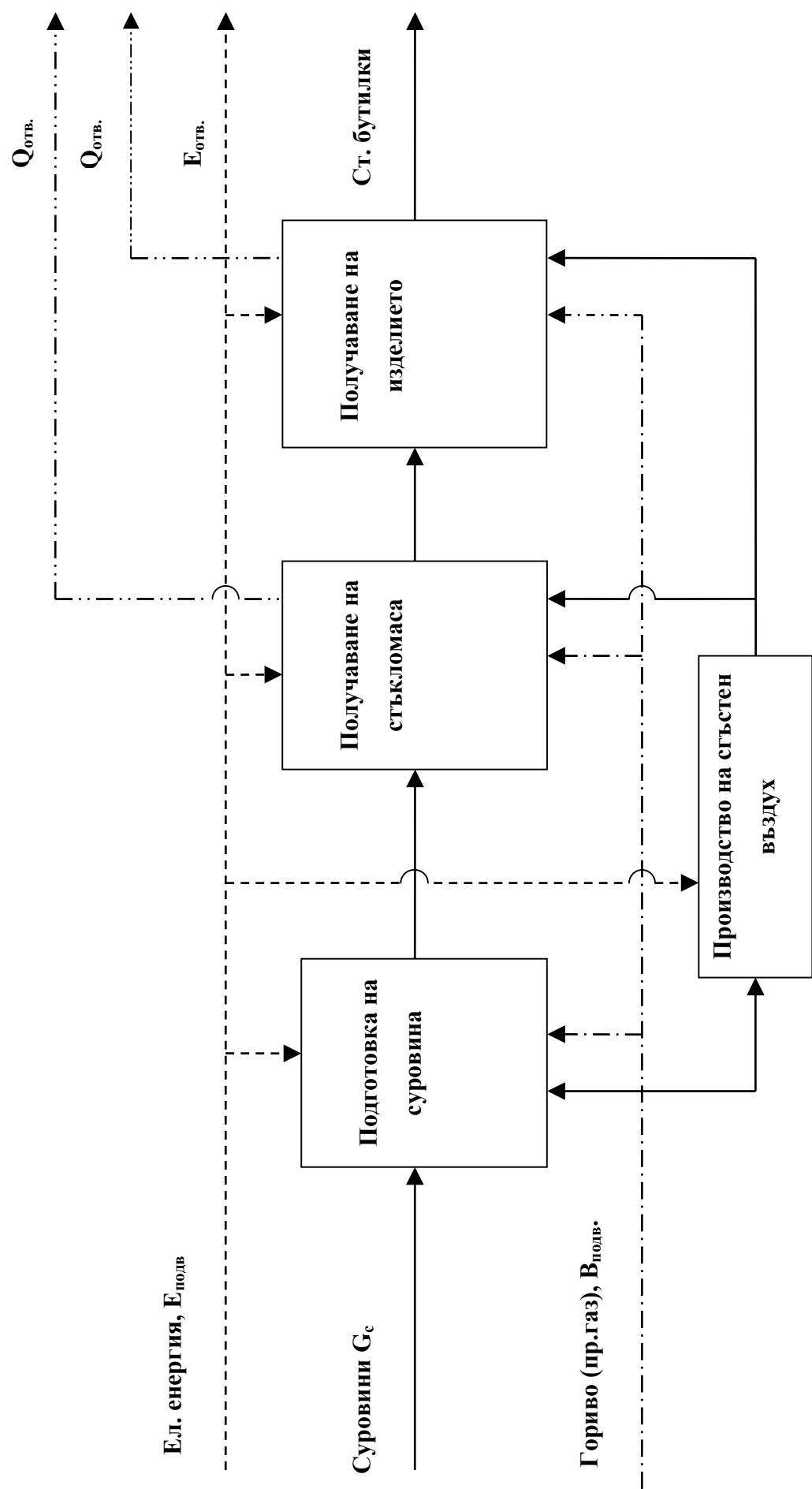
Q е количеството топлинна енергия, изразходвана при производството на портландциментовия клинкер, kWh

7. Пресмятане на комплексния показател на специфичния разход на енергия

В качеството на критерии за общата енергийна оценка на технологичния процес на производството на стъклени бутилки се използва комплексния показател на специфичния разход на енергия, представляващ сума от показателите, изчислени по отделните фази и по видове енергия (енергоносители), използвани в процеса

$$q_k = b + e + q \dots, \quad \frac{\kappa Wh}{kg} \quad (4)$$

В методиката се предлага периода от време за определяне на показателите да бъде 1 година.



Технологична схема и схема на енергопотреблението за производство на стъклени бутилки