ПРИРАЧНИК ЗА ЕНЕРГЕТСКИ МЕНАЏМЕНТ И ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ во индустријата за преработка и производство на храна и пијалоци

Центар за климатски промени
Скопје

Центар за климатски промени
Скопје

Прирачник за енергетски менаџмент и енергетска ефикасност
во индустријата за преработка и производство на храна и пијалоци

Скопје, 2015

Автори
Проф. д-р Илија Ј. Петровски, дипл. маш.инж.
Машински Факултет Скопје

Проф. д-р Ристо В. Филкоски, дипл. маш.инж.
Машински Факултет Скопје

Саша Козинакова – Ничевска, дипл. маш. инж

Елена Китановска, дипл. маш. инж

Бојана Станојевска Пецуровска
Центар за климатски промени - Скопје

Компјутерска и графичка обработка
Авторите

Издавач
Здружение на граѓани „Центар за климатски промени“ – Скопје

Печати
Печатница Серафимовски – Скопје

Финансирано од:
Амбасада на Кралството Норвешка во Белград
во рамките на проектот „ Подобрување на енергетскиот менаџмент во македонската индустрија“.

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека “Св. Климент Охридски”, Скопје

620.9:005(035)

ПРИРАЧНИК за енергетски менаџмент и енергетска ефикасност во индустријата за преработка и производство на храна и пијалоци / [автори Илија Ј. Петровски ... и др.]. - Скопје : Центар за климатски промени, 2015. - 104 стр. : илустр. ; 24 см

Автори: Илија Ј. Петровски, Ристо В. Филковски, Саша Козинакова-Ничевска, Елена Китановска, Бојана Станоевска Пецуровска.
- Библиографија: стр. 99-100

ISBN 978-608-65794-0-1
1. Петровски, Илија Ј. [автор]
а) Енергетика - Менаџмент - Прирачници б) Енергетска ефикасност - Прирачници
COBISS.MK-ID 97818890

Содржина

Предговор 7
1. Енергетски менаџмент 9
1.1. Значење и цел на енергетскиот менаџмент 9
1.2. Придобивки од енергетскиот менаџмент 9
1.3. ISO 50001 - Систем за енергетски менаџмент 11
2. Воведување на системот за енергетски менаџмент 13
2.1. Обврски на менаџментот на компанијата 13
2.2. Енергетска политика 14
2.3. Енергетски менаџер 14
2.4. Планирање 15
2.4.1. Идентификување на енергетските текови, потрошувачите на енергија и дефинирање на енергетски индикатори 15
2.4.2. Акционен план за енергетски менаџмент 16
2.5. Реализација 17
2.6. Проверка 17
2.7. Дејствување 18
3.Енергетска контрола 19
3.1. Вовед, видови и цели на енергетската контрола 19
3.1.1. Прелиминарна енергетска контрола 20
3.1.2. Детална енергетска контрола 21
3.2. Подготовка за спроведување на енергетска контрола 22
3.2.1. Собирање податоци за потрошувачката на енергија 22
3.2.2. Собирање податоци за производните процеси 23
3.2.3. Спецификации на поголемите производни линии и опрема 23
3.2.4. Специфична потрошувачка на енергија 24
3.2.5. Мерење на потрошувачката на енергија и организација на податоците 25
4.Индустриски системи 27
4.1. Парно-кондензни системи 27
4.1.1. Општо за парно-кондензните системи 27
4.1.2. Топлиноносители (работни флуди) 28
4.1.3. Парен котел или генератор на пара 28
4.1.4. Енергетска ефикасност на парни и водогрејни котли 29
4.1.5. Дистрибутивен систем 33
4.1.6. Крајни корисници 34
4.1.7. Систем за кондензат 35
4.1.8. Користење на отпадна топлина 36

4.1.9. Техничко одржување 38
4.1.10. Мерки за подобрување на енергетската ефикасност на парно-кондензните системи 39
4.2. Компресори и системи за компримиран воздух 47
4.2.1. Воведни напомени 47
4.2.2. Подготовка и дистрибуција на воздух под притисок 48
4.2.3. Загуби поради истекување во системите за компримиран воздух 52
4.2.4. Пад на притисок во дистрибутивниот систем за компримиран воздух 54
4.2.5. Влијание на состојбата на влезниот воздух врз ефикасноста на компресорот 55
4.2.6. Работа на компресорот кога компримиран воздух не е потребен 56
4.2.7. Погон на компресорите 56
4.2.8. Контрола на резервоарот за компримиран воздух 57
4.2.9. Одржување на компресорот и дополнителната опрема 57
4.2.10. Искористување на отпадната топлина 58
4.2.11. Управување со работата на компресорот 60
4.3. Пумпи и пумпни системи 61
4.3.1. Општо за работата на пумпните системи 61
4.3.2. Проценка на ефикасноста на постоечкиот пумпен систем 62
4.3.3. Приоритетни можности 63
4.3.4. Усогласување на работата на пумпниот систем со потребите 63
4.3.5. Преглед на пумпата 64
4.3.6. Оптимална работна точка 64
4.3.7. Други мерки за подобрување на ефикасноста на пумпните системи 67
4.4. Системи за ладење кај индустриските процеси 68
4.4.1. Општи напомени за проблематиката на ладење 68
4.4.2. Утврдување на потребата за ладење 70
4.4.3. Изолација 72
4.4.4. Систем за дистрибуција на ладилниот медиум 73
4.4.5. Преглед на ладилната постројка, контролните уреди, за дадените параметри и одведувањето на топлина 73
4.4.6. Одржување на ладилниот систем 76
4.5. Мотори 79
4.6. Осветлување 82
5.Контрола и мониторинг 85
Прилози 87
Користена литература 99

Предговор

Центарот за климатски промени од Скопје, во соработка со Машинскиот факултет од Скопје, Агенцијата за енергетика на Република Македонија и Стопанската Комора на Македонија, во периодот од декември 2013 до декември 2014 година го спроведуваше проектот „Подобрување на енергетскиот менаџмент во македонската индустрија“, кој е финансиран од Норвешката Амбасада во Белград.

Проектот имаше за цел да придонесе кон подобрување на практиките за енергетски менаџмент во малите и средни компании од македонската индустрија за преработка и производство на храна и пијалоци, подобрување на енергетската ефикасност и намалување на влијанието врз животната средина, а со тоа намалување на трошоците за производство и подобрување на конкурентноста на производите.

Во рамките на проектот учествуваа повеќе компании од македонската прехрамбена индустрија. За вработените од овие компании беа одржани неколку семинари, односно обуки, каде беа разработени и дискутирани различните аспекти и начини за подобрување на енергетската ефикасност и намалување на потрошувачката на енергија, како и значењето и придобивките од примената на енергетскиот менаџмент во компаниите.

Исто така, беа реализирани теренски посети на компаниите, учесници во проектот, при што беа извршени прелиминарни енергетски контроли и изработени соодветни енергетски извештаи. Во извештаите се презентирани податоци за енергетската состојба и потрошувачката на енергија, како и потенцијалот за подобрување на енеретската ефикасност во овие компании.

Како дел од активностите на проектот е изработен и овој „Прирачник за енергетски менаџмент и енергетска ефикасност во индустријата за преработка и производство на храна и пијалоци“, кој е наменет за компаниите од македонската индустрија. Прирачникот има за цел подигнување на свеста за значењето и придобивките од примената на системот за енергетски менаџмент и мерките за подобрување на енергетската ефикасност.

1. Енергетски менаџмент

1.1. Значење и цел на енергетскиот менаџмент

Поимот „енергетски менаџмент“ е дефиниран како систематски пристап на континуирано следење и контрола на потрошувачката на енергија во една компанија или организација и превземање на соодветни мерки за подобрување на енергетската ефикасност, односно намалување на потрошувачката на енергија. Енергетскиот менаџмент овозможува во процесот на планирање на идните активности и политики на компаниите или организациите активно да биде вклучен и земен во предвид аспектот на потрошувачка на енергија и енергетски ресурси.

Примената на енергетски ефикасни решенија, работни практики и енергетски ефикасни технологии и опрема во индустријата претставува чекор понапред кон намалување на потрошувачката на енергија. Добриот енергетски менаџмент подразбира превземање на низа организациони и технички активности од страна на менаџерскиот тим и вработените во компанијата, со цел намалување на потрошувачката на енергија, а со тоа и подобрување на конкурентноста на производите и услугите.

Општо земено, енергетскиот менаџмент вклучува:

- континуирано подобрување на енергетските перформанси;
- намалување на енергетските загуби;
- намалување на емисијата на штетни гасови и честици;
- користење на обновливи извори на енергија.

Главната цел на енергетскиот менаџмент е да се постави цврста основа за следење на потрошувачката на енергија и одредување на потенцијалот за подобрување на енергетската ефикасност, а со тоа постигнување на оптимално искористување на енергијата, намалување на влијанието врз животната средина и воспоставување на одржлив развој во компаниите.

1.2. Придобивки од енергетскиот менаџмент

Воспоставувањето на систем за енергетски менаџмент овозможува полесно дефинирање на енергетските текови и идентификување на

критичните места каде се јавуваат загуби на енергија и според тоа превземање на соодветни активности и мерки за подобрување на енергетската ефикасност. Примената на енергетскиот менаџмент во компаниите резултира со бројни придобивки за компаниите, меѓу кои:

Намалување на трошоците

Основната придобивка од намалувањето на потрошувачката на енергија, како резултат на примената на енергетскиот менаџмент, е намалување на трошоците за енергија и трошоците за одржување на опремата. Поголемиот дел од компаниите или организациите, само со примена на добри практики за енергетски менаџмент, можат да постигнат заштеди дури и до 25% од вкупните трошоци за енергија и енергетски ресурси. Понатаму, со утврдување на потенцијалот и инвестирање во мерки за подобрување на енергетската ефикасност, може да се постигнат уште поизразени намалувања на вкупните трошоци. За многу мерки периодот на отплата на инвестицијата е релативно краток. Исто така, често може да се заштедат 5-10% со минимални инвестициони трошоци.

Исполнување на обврските за заштита на животната средина

Успешните практики за енергетски менаџмент, односно за намалување на потрошувачката на енергија, придонесуваат кон намалување на влијанието врз животната средина. На тој начин, компаниите се чекор поблизу кон исполнување на сè построгите критериуми за намалување на емисијата на стаклени гасови и обврските за заштита на животната средина. Енергетскиот менаџмент е еден од клучните фактори за намалување на негативното влијание од работењето на компаниите врз околината, како на локално, така и на глобално ниво.

Подобрување на имиџот на компаниите

Како дополнување на значајните финансиски заштеди, добриот енергетски менаџмент може да донесе и други важни придобивки за компаниите и нејзините вработени, како:

- *Подобрување на конкурентноста на производите.* Намалувањето на потрошувачката на енергија директно влијае врз намалувањето на цената на чинење на единица производ, без притоа да се наруши неговиот квалитет. Според тоа, се зголемува конкурентноста на производите, а со тоа и на самите компании.
- *Подобрување на конкурентноста на компанијата на пазарот.* Енергетскиот менаџмент, со сите аспекти кои ги вклучува, придонесува кон покажување на општествена одговорност на компаниите. Според тоа, примената на континуирано подобрување

на производните процеси и начинот на работење придонесуваат кон придобивање на се поголем број на потрошувачи и инвеститори.

1.3. ISO 50001 - Систем за енергетски менаџмент

Системот за енергетски менаџмент ISO 50001:2014 е доброволен меѓународен стандард, развиен од Меѓународната организација за стандардизација (МОС). Стандардот ISO 50001 е базиран врз ISO стандардите за управување, модел познат на повеќе од милион организации ширум светот, кои што веќе имплементирале стандарди како што се ISO 9001 (управување со квалитет), ISO 14001 (управување со животната средина), ISO 22000 (храна и безбедност), ISO / IEC 27001 (заштита на лични податоци). Стандардот ISO 50001 може да се спроведе поединечно или интегрирано со другите стандарди.

Како и сите стандарди од серијата ISO, наменети за воспоставување на системски пристап за управување, стандардот ISO 50001 може да го имплементира секоја компанија или организација, без оглед на тоа дали припаѓа на јавниот или приватниот сектор и без разлика на големината и дејноста.

Стандардот ISO 50001 ги пропишува барањата за организациите во врска со системот за енергетски менаџмент. Имплементацијата на ISO 50001 обезбедува корист за големите и малите компании, јавниот и приватниот сектор, во областа на производството и услугите, во сите региони на светот. Стандардот воспоставува рамка за примена на енергетскиот менаџмент во сите сектори и има за цел:

- да помогне во поефикасно користење на енергијата во постоечките капацитети (постројки, опрема, уреди, инсталации);
- да создаде транспарентност и полесна комуникација во процесот на управување со енергијата и енергетските ресурси;
- да поттикне примена на најдобри практики за енергетски менаџмент и енергетска ефикасност;
- да помогне во оценувањето и одредувањето на приоритетите во однос на имплементацијата на нови технологии за подобрување на енергетската ефикасност;
- да обезбеди рамка за континуирано подобрување на енергетската ефикасност во сите аспекти од работењето;
- да овозможи интегрирање со други организациски системи за управување, како што се системите за животната средина и здравје и безбедност при работа.

Имплементацијата на системот за енергетски менаџмент овозможува:

- континуирано следење на потрошувачката на енергија во компанијата во различни погони, оддели и процеси;
- навремено забележување на значителни промени во потрошувачката на енергија и превземање на соодветни активности за отстранување на евентуалните проблеми;
- систематски и структуиран начин на документирање, водење и чување на податоците поврзани со потрошувачката на енергија, како за секоја целина и секој оддел посебно, така и за целата компанија.

Стандардот ISO 50001 дава насоки во процесот на континуирано подобрување на системот за управување со енергетските текови, познат преку моделот **Планирање - Реализација - Контрола - Дејствување.** Овој пристап им овозможува на организациите да го интегрираат системот за енергетски менаџмент како дел од нивните напори за севкупно унапредување на квалитетот на работењето, намалување на влијанието врз животната средина, како и соочување со многу други предизвици.

2. Воведување на системот за енергетски менаџмент

2.1. Обврски на менаџментот на компанијата

За воведување на системот за енергетски менаџмент неопходна е поддршка од менаџерите од повисоките нивоа на компанијата, кои треба да се обврзат и да покажат посветеност за водење на компаниите во насока на унапредување на енергетската ефикасност. За воспоставување, имплементирање, одржување и континуирано подобрување на системот за енергетски менаџмент, менаџерите е потребно:

- да ги интегрираат енергетските политики во работењето на компанијата;
- да постават енергетски цели во деловните стратегии на компанијата;
- да обезбедат унапредување на примената на енергетскиот менаџмент, преку континуирано унапредување на знаењата и вештините на вработените (воспоставување систем на континуирано усовршување);
- да овозможат спроведување на анализа на процесите, опремата и инсталациите заради согледување на актуелниот начин на управување со енергетските текови во компанијата/организацијата;
- да обезбедат редовно одржување на опремата.

Целите за промовирање на енергетскиот менаџмент треба да бидат подготвени во печатена форма и поставени на видни места во компанијата. Во насока на определбата за континуирано подобрување и постигнување на енергетски заштеди потребно е:

- да се воспостави систем за собирање и анализа на податоците за потрошувачката на енергија и подготовка на соодветни извештаи;
- да се назначат одговорни лица за енергетски менаџмент кои ќе поседуваат соодветно искуство;
- да се овозможи мерење на потрошувачката на енергија, преку подобрување на постоечката мерна опрема и/или поставување на дополнителна мерна опрема онаму каде што е потребно, во согласност со соодветните стандарди;

- да се воспостави систем за одговорност и наградувањена поединитe оддели и вработените;
- да се подготвуваат и да се спроведуваат планови за заштеда на енергија и примена на технички мерки;
- да се употребуваат ознаки за енергетска ефикасност на производите, во согласност со соодветните прописи.

2.2. Енергетска политика

Националниот и меѓународниот стандард за енергетски менаџмент ги охрабрува компаниите да создаваат енергетски политики, специфични за самите компании. Но, спроведувањето на овие политики зависи од одлуките на менаџерите и компаниите. Во Прилог 1 од овој Прирачник е даден пример за изготвување на енергетска политика. Добрите енергетски политики треба:

- да бидат интегрирани со деловните активности на компанијата, производите и услугите;
- да влијаат врз намалување на потрошувачката на енергија и подобрување на енергетската ефикасност;
- да бидат во согласност со важечките закони и прописи;
- да претставуваат рамка за подготовка и оцена на енергетските цели и индикатори;
- да бидат разбирливи за вработените и лесно достапни за релевантните страни во рамките на организацијата.

2.3. Енергетски менаџер

Раководните лица на компаниите треба да назначат енергетски менаџер, чија задача ќе биде да го надгледува спроведувањето на системот за енергетски менаџмент и реализацијата на мерките за подобрување на енергетската ефикасност во компанијата. Во зависност од видот, големината и карактеристиките на работењето, улога на енергетски менаџер може да има лице кое веќе е вработено во компанијата или за таа цел да се вработи ново лице. Енергетскиот менаџер е потребно:

- да го воспостави, спроведува, одржува и подобрува системот за енергетски менаџмент;
- редовно да доставува енергетски извештаи до врвниот менаџмент;
- да доставува предлози за идни цели и подобрувања.

Поставување целни вредности за енергетскиот менаџер

Менаџерите треба да воспостават систем за следење на енергетска ефикасност, со поставени целни вредности, со што ќе се утврдува и следи

потрошувачката на енергија во организациската целина (погон, фабрика или друго). Целните вредности им овозможуваат на менаџерите да прават споредба на резултатите на компанијата со најдобрите практики за енергетска ефикасност во регионот и пошироко.

2.4. Планирање

Енергетскиот менаџер е одговорен за развивање на акционен план во согласност со националните и меѓународните стандарди, како прв чекор во циклусот „Планирање - Реализација – Проверка - Дејствување". Секој план треба:

- да ги идентификува клучните енергетски индикатори;
- да се придржува до правилата, прописите и другите барања кои влијаат на системот за енергетски менаџмент;
- да ги дефинира енергетските цели;
- да постави основа за подобрување на енергетската ефикасност.

2.4.1. Идентификување на енергетските текови, потрошувачите на енергија и дефинирање на енергетски индикатори

Идентификување на клучните потрошувачи на енергија е од витално значење за процесот на планирање. Првиот чекор во таа насока е да се одреди структурата на потрошувачката на енергија и основните потрошувачи на енергија во компанијата (слика 2.1). Понатаму, менаџерот треба да ги идентификува основните системи кои трошат енергија во рамките на компанијата, како што се, на пример, електромоторните погони, клима уредите, системите за осветлување, ладилните системи итн. Притоа, треба да се посвети соодветно внимание на производните процеси, со цел да утврди кои видови енегија се користат и во колкав обем. На тој начин ќе се добие јасна слика за видовите на енергија и енергетски ресурси кои се користат, за која намена се користат и во колкаво количество.

Откако ќе се дефинира употребата на енергија во целина, менаџерот треба да дизајнира шема на енергетските текови. Шемата треба да вклучува детална анализа на потрошувачката на енергија во компанијата, истакнувајќи која опрема троши најмногу енергија. За правилно да се направи оваа анализа, на енергетските менаџери им се потребни повратни информации од вработените, вклучувајќи ги раководителите на технолошките линии и техничките супервизори.

Слика 2.1: Процес на анализа на потрошувачката на енергија

Целта на овој процес е да му овозможи на енергетскиот менаџер да ги идентификува и да ги дефинира клучните енергетски индикатори, да му обезбеди на врвниот менаџмент проценки и предвидувања за идните енергетски потреби на компанијата и да понуди препораки за мерки и технологии за заштеда на енергија. По идентификацијата на клучните индикатори, менаџерите можат да ги применуваат следниве принципи:

- усогласување со важечките закони и прописи;
- обезбедување на безбедна работна средина;
- енергетски заштеди да се постигнуваат преку технички изводливи мерки;
- имплементирање на мерки кои се економски оправдани;
- давање приоритет на мерки и технички решенија со ниски трошоци или без трошоци.

2.4.2. Акционен план за енергетски менаџмент

Со развивањето на акционен план ќе се идентификуваат почетните активности, кои е потребно да се превземат со цел да се воспостави ефективен систем за енергетски менаџмент. Во акциониот план се опишуваат клучните елементи за управување со енергијата, како и конкретните активности за идентификување на можностите за имплементација на мерки и проекти за намалување на потрошувачката на енергија. При изработка на планот за енергетски менаџмент треба да се земе во предвид:

- која е целта на планот;
- кои се мерките кои што треба да се преземат и кои се одговорните лица за реализација;
- временска рамка на планот;
- правила за прилагодување на планот за итни случаи.

За да се изработи практично применлив ефикасен акционен план за енергетски менаџмент потребно е:

- да биде усвоен и одобрен од соодветното ниво на менаџментот во компанијата;
- да ги вклучува менаџерите кои се одговорни за спроведување на енергетскиот менаџмент;
- активностите со планот да бидат распоредени според приоритети;
- да ги поврзува активностите со индивидуалните цели и целни вредности, кои може да произлезат од политиката и стратегијата за развој на компанијата;
- да постави реална временска рамка и буџет за спроведување на активностите од страна на задолжените лица.

2.5. Реализација

Вториот чекор од циклусот е **реализација**, односно имплементација на планот, што меѓу другото, вклучува:

- информирање и обучување вработените;
- учество на сите засегнати страни;
- контрола на документите и податоците;
- подготвеност за итно делување и превземање одговорност.

2.6. Проверка

Третиот чекор од циклусот „Планирање - Реализација - Проверка - Дејствување“ се однесува на **проверка (контрола)** и корекција на плановите за спроведување на енергетски менаџмент. Во процесот на проверка неопходно е да се анализираат резултатите од енергетскиот менаџмент, како и клучните индикатори врз основа на поставените цели за енергетска ефикасност на компанијата.

Ефективен систем за енергетски менаџмент подразбира воспоставен систем за собирање енергетски податоци, како и за анализа и известување за реализираниот напредок. Од особена важност за напредокот од подобрувањето на енергетската ефикасност и спроведувањето на енергетскиот менаџмент е поднесување на редовни извештаи до врвниот менаџмент, како и информирање на сите вработени.

По согледувањето на резултатите, потребно е да се подготви план за подобрување, кој ќе се базира врз резултатите од проценката. Целта на овој план е:

- да се поправат неусогласеностите;
- да се преземат превентивни мерки против неусогласеноста и

- да се назначи лице кое ќе биде одговорно за контрола и кое ќе осигура дека планот за подобрувањата ќе биде имплементиран.

2.7. Дејствување

Четвртиот чекор од циклусот е **дејствување**, односно евалуација на превземените чекори за подобрување на енергетската ефикасност и воспоставување на дополнителни стратешки цели, доколку се оцени дека тоа е потребно.

Потоа следува повторување на циклусот „Планирање - Реализација – Проверка - Дејствување“. Но, овојпат, поради остварениот напредок, циклусот се одвива на повисоко ниво.

3. Енергетска контрола

3.1. Вовед, видови и цели на енергетската контрола

Како резултат на промените на енергетскиот пазар, улогата на енергетската контрола е многу проширена и станува сé позначајна. Потребата за поефикасен систем за енергетски менаџмент во индустријата, но и во други сектори, континуирано се зголемува. Ова е особено нагласено кај компаниите и индустриските капацитети каде што трошоците за енергија претставуваат голем процент од вкупните трошоци за работење.

Намалувањето на трошоците за енергија е еден од најефикасните начини за намалување на трошоците за работење на една компанија. Намалување на трошоците за енергија, без отстапки и одрекувања што би значеле влошување на работните услови, може да се постигне со примена на поефикасни методи, системи и опрема за конверзија и користење на енергијата и со намалување на загубите на енергија, односно со подобрување на енергетската ефикасност.

Енергетската контрола го опфаќа практичниот дел од работата на воспоставување и одржување квалитетен енергетскиот менаџмент. Таа претставува многу важна и ефективна алатка при имплементирање на програмата за енергетски менаџмент на даден индустриски капацитет или објект. Енергетската контрола претставува систематски пристап за дефинирање на енергетските текови на енергетскиот систем во одредена компанија, погон или индустриска постројка и за одредување на степенот на енергетска ефикасност, со цел да се идентификуваат конкретни мерки, од чија реализација ќе произлезе подобрување на енергетската ефикасност, а со тоа и намалување на трошоците за енергија и продолжување на векот на траење на опремата, постројките и инсталациите.

Енергетската контрола вообичаено се реализира во две фази, прелиминарна енергетска контрола и детална енергетска контрола. За нивната структура и содржина не постојат строго дефинирани граници, туку истите се дефинираат во зависност од видот и карактеристиките на енергетскиот систем, односно на индустрискиот капацитет. Сепак, оваа поделба е потребна за да се спречат евентуални недоразбирања кои може

да настанат околу обемот на работа кој го опфаќа енергетската контрола и околу обемот на резултатите кои би се добиле од истата.

3.1.1. Прелиминарна енергетска контрола

Предност на прелиминарната енергетска контрола е тоа што не се потребни големи финансиски средства за нејзина подготовка и спроведување, а сепак со неа се обезбедуваат важни податоци за објектот, од кои зависи текот на понатамошните активности и реализацијата на подетални енергетски контроли. Прелиминарната контрола овозможува да се извршат примарни проценки за потенцијалните места каде што може да се заштеди енергија и да се согледаат можностите за заштеда на енергија преку подобрување на начинот на работа и одржување, кои не се поврзани со големи финансиски вложувања. Активностите кои треба да се спроведат со цел да се реализира успешна прелиминарна енергетска контрола вклучуваат собирање податоци за инсталираната опрема, собирање податоци за потрошувачката на енергија и енергенси и визуелна контрола на постројките, анализа на состојбата на опремата, начинот на користење, нивото на одржување, начинот на управување и контрола итн.

При прелиминарна енергетска контрола треба да се посвети внимание на:

- Истекување на компримиран воздух и други гасови под притисок
- Управување со суровините и производите
- Често прекинување/запирање на производството и на работата на енергетските постројки и инсталации
- Постоење на непотребни станици за редуцирање на притисок
- Неисправни контролни и мерни инструменти
- Неисправни одвојувачи на кондензат кај парно-кондензни системи и неисправна пратечка инсталација
- Замена/чистење на филтри на компресори и дувалки
- Истекување и испуштање на кондензат
- Истекување на гориво
- Истекување на вода
- Висока температура на излезните гасови
- Опрема што работи во “празен од” кога не е потребна
- Претерано греење или ладење (климатизација)
- Несоодветно одржување на опремата
- Нечиста работна околина

Правилното дефинирање на активностите и целите на прелиминарната енергетска контрола е од особена важност, со цел резултатите од контролата да претставуваат сигурна појдовна основа за проценка на потенцијалот за заштеда на енергија. Прелиминарната енергетска контрола започнува со првична посета на постројката, по што следат повеќе активности и анализи, со цел:

- собирање податоци за инсталираната опрема и за потрошувачката на енергија, како и податоци за производството;
- проверка на практиките за водење статистика на енергетските податоци и мониторинг;
- идентификување на главните и најголеми потрошувачи на енергија во компанијата;
- дефинирање на енергетските индикатори;
- проценка на потенцијалот за намалување на потрошувачката на енергија со имплементација на одредени мерки;
- идентификување на потребната мерна опрема за изведување на детална енергетска контрола;
- подготовка на план за вршење на детална енергетска контрола.

3.1.2. Детална енергетска контрола

Деталната енергетска контрола најчесто се изведува по спроведување на прелиминарната енергетска контрола, со цел одредување на потрошувачката на енергија, загубите на енергија, како и одредување на енергетскиот биланс и енергетската ефикасност на одредена компанија, погон, постројка или друга работна или организациска целина. Деталната енергетска контрола се реализира со спроведување на детални мерења, пресметки и анализи на инсталирите постројки, инсталации и опрема. Со деталната енергетска контрола треба да се одреди основната потрошувачка на енергија. Таквата основа потоа ќе може да се користи за вршење на компаративни анализи, со кои ќе може да се воочи разликата помеѓу актуелната и проектираната потрошувачка, како и да се направи споредба на најдобрите досегашни практики и моменталната потрошувачка на енергија во индустрискиот капацитет. Активностите и целите на деталната енергетска контрола вклучуваат:

- одредување на видовите на енергија кои се користат;
- анализа на податоците поврзани со потрошувачката на енергија;
- утврдување на моменталната состојба со потрошувачката на енергија, како и на начините и практиките кои се применуваат во однос на користењето енергија;
- одредување на интензитетот и структурата на потрошувачка на електрична енергија;

- изнаоѓање на подобрен начин за водење и зачувување на податоците поврзани со користењето и потрошувачката на енергија;
- одредување на специфичната потрошувачка на енергија;
- идентификување на местата каде се јавуваат загуби на енергија;
- идентификување на можности за намалување на трошоците за енергија;
- усвојување на мерки за подобрување на енергетската ефикасност.

3.2. Подготовка за спроведување на енергетска контрола

Фазата на планирање и подготовка е од особена важност за секој проект. Во фазата на планирање за спроведување на детална енергетска контрола треба да се превземат следните активности:

- дефинирање на временска рамка и обем на активности;
- дефинирање на проектен тим и распределување на работни задачи;
- контактирање и информирање на менаџментот и вработените;
- започнување со процесот на собирање на податоци.

За спроведување на детална енергетска контрола, покрај мерењата што се вршат со постоечката, стационарна мерна опрема во индустрискиот капацитет, вообичаено е потребно да се извршат и дополнителни мерења. Недоволниот број и обем на енергетски податоци може значително да го отежни или да го попречи процесот на согледување на одредени можности за намалување на потрошувачката на енергија. Од друга страна, пак, премногу обемни податоци, без соодветно претходно планирање, може да се покажат како непотребна потрошувачка на време и финансии. Затоа, во почетната фаза потребно е да се подготви план за вршење на мерењата, во кој ќе биде земена предвид целта на мерењата и потенцијалните места за подобрување на енергетската ефикасност, кои се дефинирани со прелиминарната енергетска контрола. Добро подготвен план за вршење на мерењата ќе придонесе за добивање на податоци кои ќе бидат добра појдовна основа за идентификување на можностите за намалување на потрошувачката на енергија.

3.2.1. Собирање податоци за потрошувачката на енергија

Собирањето на податоците за потрошувачката на енергија е од особена важност во фазата на подготовка. Што повеќе информации се достапни, толку поефикасно ќе биде спроведувањето на енергетската контрола. Исто така, треба да се провери дали претходно се направени енергетски контроли на компанијата во целина или на нејзини делови, како и евентуални слични истражувања, од кои извештаите може да претставуваат одлична појдовна основа. Потребни податоци кои треба да се соберат се:

- месечната потрошувачка на електрична енергија, горива и вода, за најмалку 12 месеци (количество потрошена енергија, потрошени пари и тарифни системи);
- информации за постоечката мерна опрема што е инсталирана за следење на потрошувачката на за електрична енергија, водна пара, горива или вода, како што се тип, старост, последна калибрација, интервали на читање и слично).

3.2.2. Собирање податоци за производните процеси

За да се разбере текот и карактеристиките на производниот процес, особено од аспект на ефикасноста на користењето на енергијата и за да се даде оценка на можностите за нејзино подобро искористување, потребно е да се соберат повеќе групи податоци:

- план и опис на постројките и инсталациите;
- видови производни процеси и производи;
- шематски дијаграми на процесите;
- неенергетски трошоци во производството;
- искористеност на капацитетите;
- број на работни часови;
- податоци за месечното производство.

Прашања за проверка на опремата за мерење и контрола!

- Како се мери и следи потрошувачката на енергија во компанијата или организацијата?
- Дали и како се врши контрола на опремата/процесите (електрична енергија, температура, притисок, проток на пара и вода, кислород во излезните гасови)?
- Точност и сигурност на инсталираната мерна опрема!
- Која опрема е потребна за спроведување на деталната енергетска контрола?

3.2.3. Спецификации на поголемите производни линии и опрема

Врз основа на анализата на принципиелните струјно-топлински шеми на производните линии и техничкиот опис на технолошките процеси, потребно е да се подготви следното:

- проектни податоци за технолошките процеси;
- спецификација на опремата;
- проектни параметри на инсталираната опрема;
- услови на работа.

3.2.4. Специфична потрошувачка на енергија

Специфичната потрошувачка на енергија и вода претставуваат најдобри индикатори за ефикасноста на снабдувањето со енергија и на системите за снабдување со вода. Општо земено, специфичната потрошувачка на енергија претставува потрошувачка на енергија за единица производ. Во овој дел, од особена важност е да се дефинираат границите на системот кој што се разгледува. Енергијата, суровинските материјали, водата и сл., претставуваат влез во системот, додека пак на излезот од системот се производот или полупроизводот, компонентите на енергетските загуби, преостанатата вода и друго.

Енергетскиот влез во системот може да вклучува повеќе видови горива и електрична енергија. Во овој случај, постојат повеќе начини за одредување на вкупната специфична потрошувачка на енергија. Некои примери се:

- Собирање на вредностите на енергијата што се внесува со различни видови горива врз основа на проектната потрошувачка и топлинската моќ на горивата. За изработка на билансот може да се користат и горната и долната топлинска моќ, иако во европските земји билансите вообичаено се прават врз основа на долната топлинска моќ;
- Изразување на различни видови горива преку соодветно количество нафта или јаглен што го заменува горивото што се користи во компанијата (еквивалент на нафта или јаглен);
- Специфичната потрошувачка на топлинска (горива) и електрична енергија во технолошките процеси се пресметува одделно. Ова е особено значајно при пресметка на заштедите на енергија.

Начините на пресметка и прикажување на специфичната потрошувачка на топлина може да бидат различни кај одделни компании. Најшироко користени начини се:

- вкупно потрошено количество пара за единица производ;
- вкупно потрошена топлина содржана во парата за единица производ;
- нето потрошена топлина во процесот за единица производ (нето топлина = топлина содржана во парата - топлина вратена со кондензатот).

Податоците од специфичната потрошувачка на енергија можат да бидат употребени за следниве цели:

- споредба на потрошувачката на енергија во одделни погони, технолошки линии, процеси, постројки во кои се троши многу енергија во споредба содругите делови од компанијата;
- одредување на целни вредности за потрошувачка на енергија,

знаејќи ги вредностите кои се постигнати во други или слични погони;
- во мониторинг и евалуација на резултатите од работата за заштеда на енергија;
- за споредба со најдобрите достапни технологии.

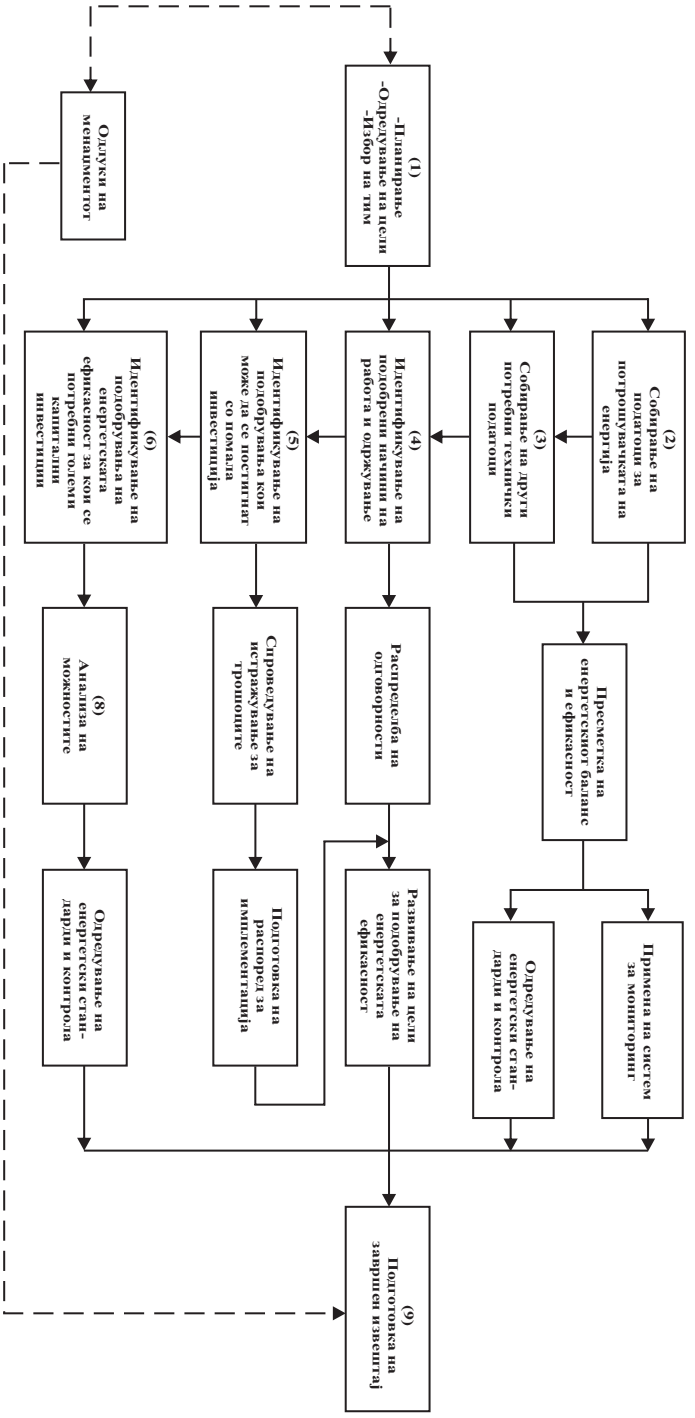
Анализата на специфичната потрошувачка на енергија овозможува вредни информации за тоа каде постојат можности за заштеда и како тие да се искористат, односно какви акции и мерки да се преземат. Понатаму, во зависност од комплексноста на можните мерки, вообичаено се потребни подетални анализи и студии, со цел да се докажат техничката изводливост и економската исплатливост на мерките за намалување на потрошувачката на енергија.

3.2.5. Мерење на потрошувачката на енергија и организација на податоците

Од особена важност е добро да се регистрира што, каде и како е мерено, со цел резултатите да се користат правилно во текот на понатамошните анализи. Корисна практика е да се подготват едноставни цртежи, шеми и табели, соодветно на задачите кои што се планираат, во кои директно може да се забележат измерените резултати и евентуалните забелешки.

За изведба на мануелни мерења најчесто нема потреба да се користат мерни инструменти со голема точност. Мерните инструменти со голема точност имаат висока цена, а во индустриски услови често доаѓа до нивно оштетување. Точноста на мерењата во индустријата во поголема мера зависи од начинот на користење на опремата, начинот на изведување на мерењата и толкувањето на резултатите, а дури потоа следи точноста на самиот мерен инструмент. Најдобро е кога резултатите се добиваат со директни мерења, а не посредно, преку други мерења. Освен тоа, важно е да се избере репрезентативно време за изведување на мерењата. Општо земено, измерениот резултат треба да го прикажува нормалното работење на постројката. Затоа, пред изведување на мерењата, потребно е да се провери дали производството се одвива нормално и дали работат сите погони како што е вообичаено.

Важна активност е да се идентификуваат и да се проверат сите точки на снабдување со енергија, затоа што тоа се точките од каде што на компанијата ѝ се наплатува енергијата. Потребно е да се разгледаат можностите за надградување на начините за мерење на потрошувачката на енергија и да се обезбедат автоматски мерачи за потрошената енергија во производните процеси.



Слика 3.1: Процес на енергетска контрола

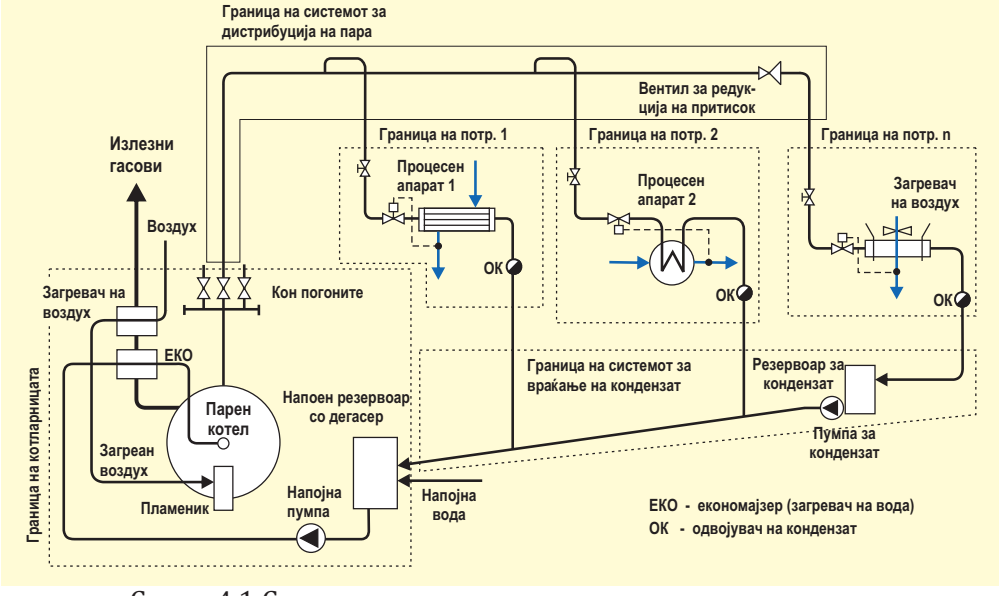
4. Индустриски системи

4.1. Парно-кондензни системи

4.1.1. Општо за парно-кондензните системи

Парно-кондензните системи се состојат од следниве основни компоненти:

- парен котел (генератор на пара);
- систем за транспорт на парата од котелот до потрошувачите (дистрибутивен систем);
- крајни корисници (потрошувачи) на пара или топлина (постројки, уреди, процеси) и
- систем за собирање и враќање на кондензат (кондензен систем).



Слика 4.1 Структурна шема на парно-кондензен систем

Кај сите делови, односно основни компоненти на парно-кондензните системи, постојат можности за подобро искористување на енергијата, и тоа:

- при производството на пара; со поголема енергетска ефикасност при

подготовката на вода, кај енергетските трансформации: согорување и пренос на топлина и кај другите процеси во котелската постројка;
- при дистрибуција на пара низ системот со помали топлински загуби;
- поефикасно искористување на работниот медиум - парата кај крајните потрошувачи и
- помали материјални и енергетски загуби во системот за враќање на кондензат.

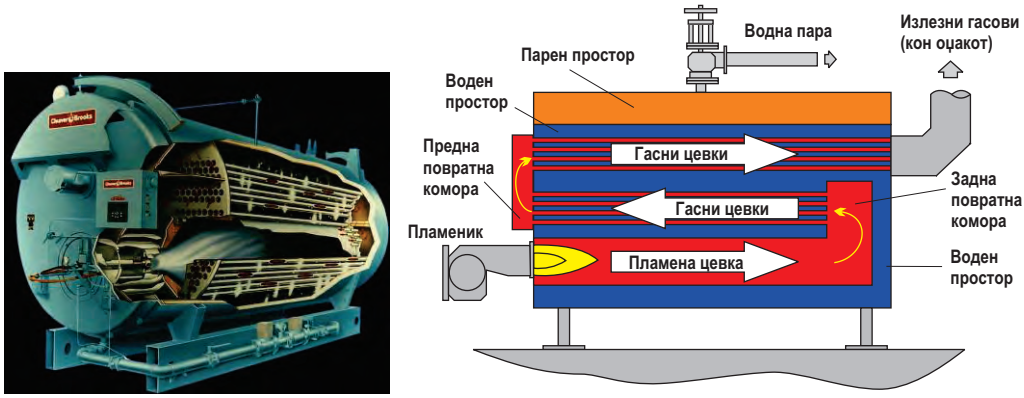
4.1.2. Топлиноносители (работни флуди)

Во индустриските системи, во кои за одвивање на производствените процеси е потребна топлинска енергија, во зависност од специфичните потреби и работните температури на потрошувачите, најчесто се користат следниве традиционални топлиноносители:
- вода, кога работните температури се пониски од 100°C;
- вода под притисок (врела вода), кога работните температури се повисоки од 100°C, а во некои случаи и повисоки од 180°C;
- пара (влажна, сувозаситена, прегреана) и термичко масло кога се потребни работни температури од 200 до 300°C и повисоки.

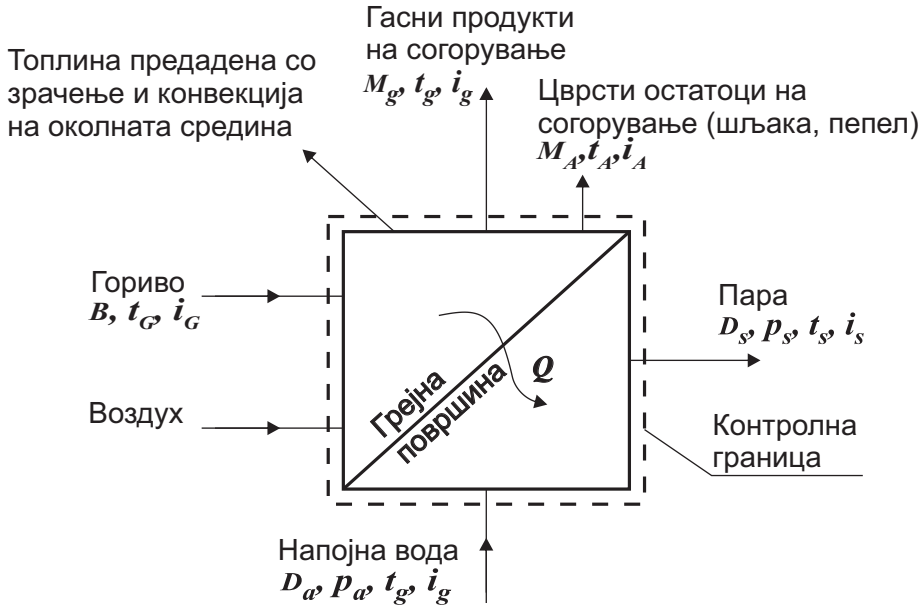
Сувозаситената водна пара поседува карактеристики кои ја прават незаменлив флуид за снабдување на потрошувачите со топлина. Некои нејзини карактеристики се:
- високи вредности на коефициентот на предавање на топлина од парата кон топлиноизменувачките површини;
- погодна е за брзо загревање на топлински уреди и постројки;
- температурата на уредите и постројките се контролира со промена на притисокот на парата;
- значителна латентна топлина се ослободува во процесот на кондензација на парата при константна температура;
- топлината содржана во парата може да се користи директно или индиректно преку топлински изменувачи;
- економичност на инсталацијата: нема потреба од циркулациска пумпа, пароводните линии се со помали дијаметри, полесни итн.

4.1.3. Парен котел или генератор на пара

Парниот котел е уред во кој се произведува пара со притисок повисок од атмосферскиот, со користење на хемиска енергија содржана во фосилни горива и други горивни материи (на пример, биомаса или продукти од биомаса). Далеку најраспространети парни котли во индустријата се т.н. блок котли (слика 4.2). Котелот претставува отворен термодинамички систем, а во исто време е и хемиски реактор и комплексен разменувач на топлина (слика 4.3).



Слика 4.2. Аксонометриски и шематски приказ на парен блок котел



Слика 4.3. Принципиелна шема на парен котел за составување на материјален и енергетски биланс

4.1.4. Енергетска ефикасност на парни и водогрејни котли

За оценка на енергетската ефикасност на парните и водогрејните (топловодни и вреловодни) котли се користат два методи: директен и индиректен, кои се накратко објаснети во продолжение.

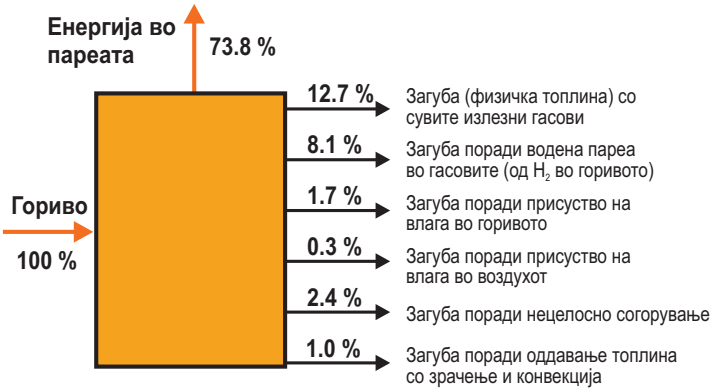
За примена на **директниот метод** потребно е да се изврши:

- мерење на протокот на гориво;
- мерење на протокот на пара;

- одредување на долната топлинска моќ на горивото и
- одредување на притисокот и температурата на парата и напојната вода.

За примена на **индиректниот метод** е потребно е да се одредат одделни топлински загуби, како дел од вкупно внесеното количество топлина. За таа цел, неопходно е да се измери или да се одреди:

- протокот, температурата и составот на излезните гасови,
- топлинската моќ и елементарната анализа на горивото (за течни и цврсти горива), односно гасната анализа (за гасни горива),
- температурата на околниот воздух,
- дел од пепелта во горивото и согорливо во летечката пепел и во шљаката (при согорувањето на цврсти горива)



Слика 4.4. Пример за топлински биланс на котел (EN 12952-15)

Начин на работа на парните и водогрејните котли за подобра ефикасност

За да се постигне поголема ефикасност и поекономична работа, парните и водогрејните котли треба да работат со:

- ефикасен процес на согорување,
- интензивен процес на пренос на топлина,
- добар квалитет на напојна вода и пара и
- со мали топлински загуби.

а) Процес на согорување на горивата

Ефикасноста на процесот на согорување е мерка за тоа колку ефикасно хемиската енергија што е содржана во горивото се трансформира во употреблива топлинска енергија.

Појавата на нецелосно согорување е неповолна од енергетски аспект, но и од аспект на влијанието врз околината, поради емисијата на исклучително штетни материи, како што е јаглерод моноксид (CO). Примарен индикатор за

ефикасноста на согорувањето е концентрацијата на кислород или вредноста на коефициентот на вишокот на воздух во излезните гасови. Ефикасно согорување се постигнува со користење на коректен однос на воздух и гориво и со нивно добро мешање.

Користењето на висок коефициент на вишок на воздух во процесот на согорување резултира со:

- намалување на температура на излезните гасови,
- зголемување на загубата со излезните гасови и
- редуцирање на интензитетот на пренос на топлина.

Од друга страна, работа на котелот со низок коефициент на вишок на воздух доведува до:

- нецелосно согорување на горивото и
- зголемена потрошувачка на гориво.

b) Процес на пренос на топлина

За интензивен процес на пренос на топлина од гасните продукти на согорувањето кон работниот флуид во котлите грејната површина треба да биде чиста како од гасната страна, така и од страната на работниот флуид (вода, пара).

c) Квалитет на напојната вода и парата

Напојната вода, како и котелската вода, мора да имаат карактеристики кои обезбедуваат услови за ефикасна, сигурна и економична работа на парните котли. Доколку овие услови се исполнети тогаш:

- во котелот се произведува технички чиста пара;
- ќе се спречи создавањето на талог врз грејните површини од водно-парна страна;
- ќе се оневозможи или значително ќе се намали појавата на корозија кај сите елементи на парно-кондензниот систем.

Карактеристиките кои треба да ги поседуваат напојната и котелската вода се пропишани во соодветни стандарди и нивното исполнување треба постојано да се контролира.

ДОБРО Е ДА СЕ ЗНАЕ:

1. Талог од водна страна се појавува кога калциумови соединенија, магнезиумови соединенија и силициум диоксид, кои скоро секогаш се наоѓаат во водата, реагираат и формираат континуиран слој од каменец на грејната површина.
2. Каменецот има низок коефициент на топлинска спроводливост и предизвикува намалување на коефициентите на предавање и пренос на топлина и покачување на температурата на металот на цевките.
3. Утврдено е дека 1,0 mm дебел слој на каменец може да предизска зголемување на потрошувачката на гориво и до 5 % кај котлите со гасни цевки.
4. Со испитување е утврдено дека:
   - слој од саѓи со дебелина од 0,8 mm го редуцира коефициентот на пренос на топлина за околу 9,5 % и
   - слој од саѓи со дебелина 3 mm на грејната површина може да предизвика зголемување на потрошувачката на гориво за околу 2,5 %.

d) Топлински загуби

Енергетската ефикасност на парен или водогреен (вреловоден, топловоден) котел може да се одреди според изразот:

ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ НА КОТЕЛОТ (%) =
100 - ЗБИР НА ТОПЛИНСКИ ЗАГУБИ (%)

Најголема топлинска загуба кај котелските постројки е загубата на енергија со излезните гасови. Таа е неизбежна и нејзината вредност зависи од температурата и количеството (масениот, односно волуменскиот проток) на излезните гасови. За нејзино намалување, практично, постојат неколку начини:

- организирање на процес на согорување со оптимална вредност на коефициентот на вишок на воздух;
- одржување на чисти грејни површини;
- инсталирање на грејна површина за користење на топлината на излезните гасови (каде е можно и економски оправдано);
- намалување на неконтролирано навлегување на воздух во гасниот тракт на котелот.

4.1.5. Дистрибутивен систем

Дистрибутивниот систем го сочинуваат цевководните инсталации (пароводи) и целокупната пратечка инсталирана опрема за дистрибуција на сите видови на пара. Овој систем треба да овозможи:

- ефикасен транспорт на пара од котел до потрошувачите;
- снабдување на потрошувачите со пара со висок квалитет, со бараниот проток и притисок;
- минимални топлински загуби при дистрибуцијата на работниот медиум (парата).

Компоненти на дистрибутивниот систем

Во општ случај, секој дистрибутивен систем се состои од следниве основни компоненти:

- парни цевководи за транспорт и дистрибуција на парата до крајните потрошувачи;
- топлинска изолација;
- вентили и друга цевководна арматура,
- сепаратори и акумулатори на пара,
- одвојувачи на кондензат,
- вентили за обезвоздушување,
- мерачи на проток и друга мерно-регулациска опрема.

Значајни карактеристики на цевководите

За да може успешно да се користат и ефикасно да ја исполнуваат својата функција, цевководните инсталации и воопшто целиот дистрибутивен систем, потребно е да бидат добро познати неговите технички карактеристики и потребите на потрошувачите за ефикасно функционирање. Најзначајни карактеристики на добро проектирани и изведени цевководни системи се:

- правилен распоред, правилно водење, носење, прицврстување, компензација на топлинските дилатации при работни температури на цевководите,
- правилно димензионирање на цеководите (за актуелни и предвидени идни потреби) за да се обезбеди соодветна брзина и минимален пад на притисок (мора да се води сметка за оптималните препорачани брзини на струење на одделни медиуми; на пример, брзина на струење на прегреана пара 50 – 70 m/s, сувозаситена пара 30 – 40 m/s, влажна пара 20-30 m/s; поголеми брзини веројатно ќе предизвикаат зголемена бучава и ерозија, особено ако парата е влажна).

Фактори кои треба да се земаат во предвид при димензионирањето на цевководите:

- пад на притисок
- топлински загуби
- инвестициски трошоци
- трошоци за одржување

Избор на цевководи за пара со помали дијаметри ќе доведе до:

- повисок пад на притисок
- тешкотии при снабдувањето на системот со пара
- појава на бучава, хидраулични удари и поинтензивна ерозија

Избор на цевководи за пара со поголеми дијаметри од оптималните ќе доведе до:

- понизок пад на притисок
- повисоки инвестициски трошоци
- повисоки топлински загуби во околината од цевководите

Топлинска изолација

Цевководната мрежа, целокупната арматура и крајните топлински корисници треба да бидат правилно топлински изолирани, со изолациски материјал со соодветна густина и дебелина на слојот. Со тоа се постигнува намалување на топлинските загуби кон околината и доведување на парата на местото на користење со бараните параметри - температура и притисок.

Изолацијата на цевковод, со дебелина од 10 cm, со работен флуид од 90°C, резултира со топлински загуби до 20 W/m2. Неизолиран цевковод има загуби од над 300 W/m^2

4.1.6. Крајни корисници

Крајна цел на инсталирањето на еден парно-кондензен систем е доставување на пара до потрошувачите за нејзино ефикасно користење. Крајните корисници (индустриски постројки, уреди, процеси) треба да бидат снабдени со пара, најчесто сувозаситена, но во одредени случаи и прегреана, со бараните параметри - проток и притисок (температура). Кај крајните потрошувачи треба да се постигне ефикасно искористување на парата, односно топлината содржана во парата, за што е потребно:

- да се отстрани воздухот од парата и од парниот тракт;
- целосно да се отстрани парниот кондензат;

- да се обезбеди чиста површина за пренос на топлина;
- користење на квалитетни компоненти за контрола на квалитетот.

4.1.7. Систем за кондензат

Парата како работен медиум во себе содржи латентна (скриена) и физичка (сензибилна) енергија. Кондензатот од парата ја содржи само физичката топлина на парата, која може да изнесува и до 16% од вкупната почетна енергија на парата, во зависност од вредноста на притисокот. Кондензатот, не само што претставува чиста вода, тој содржи топлина и има хемиски карактеристики кои го прават погоден за користење како напојна вода. Според тоа, со собирање и враќање на кондензатот:

- се подобрува енергетската ефикасност на парно-кондензниот систем,
- се намалуваат трошоците за хемиски средства и за напојна вода,
- се подобруваат еколошките карактеритики на постројката и
- се намалуваат трошоците за отстранување на отпадоците.

Системот за собирање и враќање на кондензатот се состои од:

- цевководи,
- резервоари за собирање на кондензат,
- пумпи,
- експанзивни садови,
- мерачи на проток,
- опрема за филтрирање и чистење.

Цевководните инсталации служат за транспорт на кондензатот од дренажните места на парните цевководи и од крајните потрошувачи до котелот. Цевките за кондензат треба да бидат соодветно распоредени, налегнати, прицврстени и димензионирани. При димензионирањето на цевководите за кондензат мора да се води сметка за тоа дека низ нив струи смеса на кондензат и пара. Сите компоненти на системот за кондензат, цевковод, резервоари и целата арматура треба да се соодветно изолирани.

Чести проблеми кај парно-кондензните системи:

- несоодветно дизајниран систем,
- несоодветно инсталирање на поединечните компоненти,
- несоодветни постапки при работа,
- несоодветна хемиска подготовка,
- невнимателно одржување,
- стари и/или компоненти кои не функционираат
- појава на влажна пара кај потрошувачите,
- водни (хидраулични) удари,
- одвојувачи на кондензат, пумпи и вентили кои не функционираат,
- предвремено откажување на компонентите и др.

Собирањето и враќањето на кондензатот е технички и економски оправдано, освен во случаи кога кондензатот не е чист. Кондензатот треба да се собира и да се враќа во колку што е можно поголемо количество и со колку што е можно повисока температура!

4.1.8. Користење на отпадна топлина

Во индустријата работат голем број постројки кај кои постојат различни можности за намалување на енергетските загуби и за зголемување на енергетската ефикасност. Неискористениот дел од енергијата, во вид на физичка или комбинација од физичка и хемиска енергија содржана во продуктите од постројките и процесите, односно отпадната енергија, може повторно делумно да се искористи во дадената постројка или процес, но и во сосема друга постројка или процес.

Извори на отпадна топлина може да бидат:

- гасови од процес на согорување кои се одведуваат во атмосферата,
- загреани продукти кои се одведуваат од индустриски процес,
- топлина која се предава од надворешна површина на опремата,
- отпадни води,
- загреан воздух.

Потенцијалот за искористување на отпадната топлина се одредува со анализа на топлинскиот биланс на постројките и процесите. Утврдено е дека, во принцип, од 20 до 40%, од вкупно потрошената енергија во индустријата се одведува во околината како отпадна топлина. Во зависност од температурното ниво се разликува отпадна топлина со:

- висока температура, повисока од 650°C,
- средна температура од 230 до 650°C и
- ниска температура, пониска од 230°C.

Појавата на отпадна топлина (енергија) во излезните продукти од постројките е резултат на:

- термодинамичките граници (лимитите што се наметнати од термодинамичките закони) во самите постројки и процеси и
- енергетската неефикасност на постројките и процесите.

Високотемпературна отпадна топлина е содржана во излезните гасови од разни металургиски печки и високотемпературни процеси. Топлината содржана во овие гасови може да се искористи во термоенергетски постројки што работат во парен циклус за производство на електрична струја и технолошка пара, за когенерација, предгревање на воздух за согорување и друго. Отпадна топлина со средни температури е содржана во излезни гасови од котли, индустриски печки, гасни турбини, мотори, и може да биде искористена за загревање на напојна вода, воздух за согорување, за греење и

за санитарна топла вода.

Извори на отпадна топлина се:

- гасови од согорување,
- гасови од технолошки процеси,
- топли гасови од процеси на сушење,
- отпаден воздух,
- отпадна вода, кондензат, вода за ладење и др.

Поголемиот дел од отпадна топлина во прехрамбената индустрија е со ниско температурно ниво, и најчесто потекнува од следниве извори:

- отпадни води од индустриски процеси,
- парен кондензат,
- продукти од процес на согорување,
- вода за ладење,
- отпаден загреан воздух.

Системите за користење на отпадна топлина се состојат од следните три компоненти:

- извор на отпадна топлина,
- технологија за искористување на отпадната топлина и
- топлински конзум

За оценка на можностите за користење на отпадната топлина потребно е да се одредат следните карактеристики на изворот и на носителот на отпадна топлина:

- количество топлина содржано во отпадниот флуид или продукт,
- температурното ниво на отпадниот флид/продукт,
- хемиски состав и физичките карактеристики на отпадниот флуид,
- минимално дозволена температура на отпадниот флуид,
- динамика на работа на постројката или процесот од кои се користи отпадна топлина.

Отпадната топлина содржана во излезни гасови може да биде искористена во:

- рекуператори или регенератори за загревање на воздух за согорување,
- котли утилизатори за добивање на пара,
- во економајзери за загревање на вода, која понатаму ќе се користи во системот за напојување или за друга намена.

Користење на топлината содржана во топла отпадна вода, вода за ладење или кондензат:

- ако отпадните флуиди се чисти тогаш може да бидат искористени како напојна вода,

- ако отпадниот флуид е загаден тогаш тој треба да се користи во рекуперативни топлински изменувачи.

За искористување на отпадната топлина се користат:

- технологија за директно искористување, која треба да се спроведе многу внимателно поради можноста отпадниот флуид да содржи хемиски примеси и потенцијални загадувачи.
- технологијата за индиректно искористување, која се реализира со примена на топлински уреди, топлиноизменувачи и котли:
  - рекуперативни топлиноизменувачи,
  - регенеративни топлиноизменувачи и
  - котли утилизатори.

4.1.9. Техничко одржување

Техничкото одржување на сите индустриски системи, опрема и уреди, а особено на тие што се поврзани со енергетските трансформации, има големо економско значење и претставува дел од системот за менаџмент на енергетската ефикасност. При менаџирањето на енергетската ефикасност техничкото одржување е опфатено преку:

- воспоставување на програми за техничко одржување базирани на техничката документација за опремата, како и врз основа на податоци за технички прекини во работата и последиците од тоа,
- поддршка на програмите за техничко одржување со соодветни податоци за одржување на системите и дијагностички проверки,
- откривање на дефекти и/или неправилности при рутинско одржување, можно намалување на енергетската ефикасност или местата каде што може да се подобри енергетската ефикасност,
- јасна поделба на одговорностите при планирање и извршување на техничкото одржување.

Во индустријата може да се спроведат неколку различни видови техничко одржување: корективно, превентивно, вонредно, редовно. Особено е важно за тековното одржување да се врши регистрација на податоци за работата на котелот и другата опрема на секојдневна основа, и тоа за следните параметри:

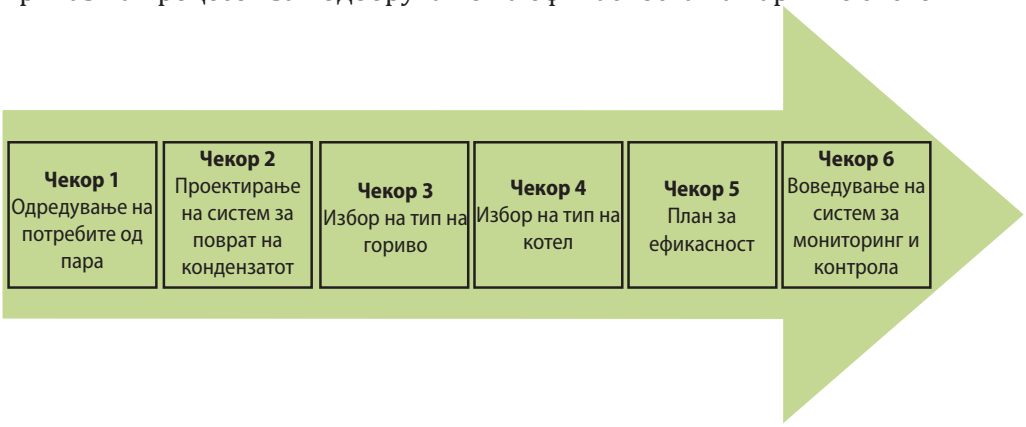
- потрошувачка на вода и гориво,
- притисок и/или температура на парата,
- параметри на горивото пред племениците,
- квалитет на напојната и котелската вода, после секоја анализа,
- содржината на O_2 и CO_2 , после секое дотерување на котелот,
- температура на гасовите на излезот од котелот.

Пример за образец кој може да се користи за прибирање на овие

параметри, на неделно, месечно и годишно ниво е даден во Прилог 3.

4.1.10. Мерки за подобрување на енергетската ефикасност на парно-кондензните системи

Парно-кондензните системи имаат широка примена во многу индустриски гранки. Тие обезбедуваат снабдување со сигурна и ефикасна енергија, која е погодна за користење и претставува основа за одвивање на процеси што се од фундаментално значење за компаниите. Постојат многу практични и докажани методи и мерки за подобрување на ефикасноста на постоечките парно-кондензни системи. Притоа, многу е важно да се изберат оние кои што се најсоодветни за дадените околности. На сликата 4.5 е даден приказ на процесот за подобрување на ефикасноста на парните системи.



Слика 4.5. Приказ на процесот за подобрување на ефикасноста на системот за пара

а) Подобрување на ефикасноста на постоечкиот систем

1. Анализа на искористувањето на парата

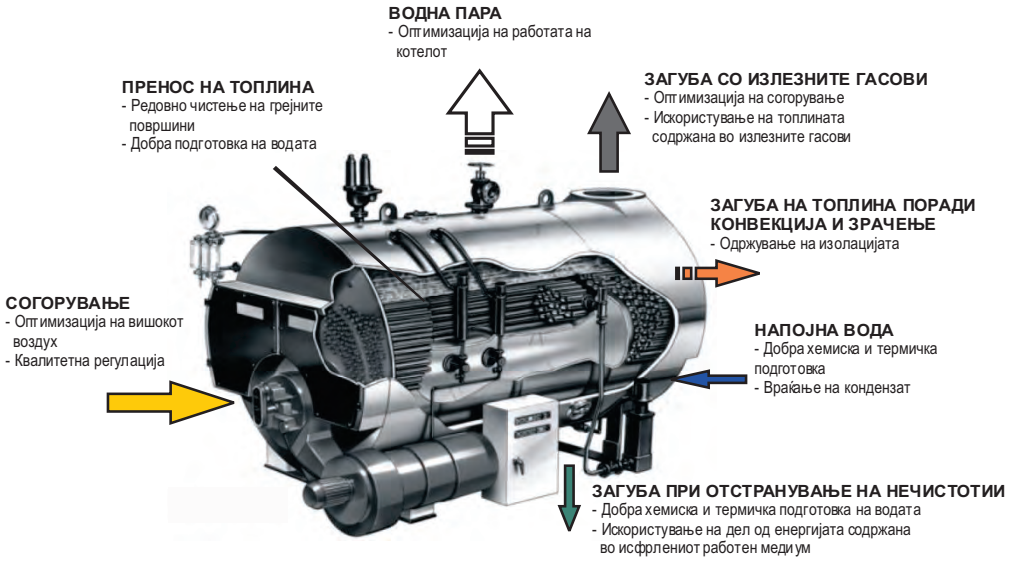
Првиот чекор за подобрување на парниот систем е да се види како се користи парата и зошто е таа потребна во компанијата. Притоа, треба да се одговорат следниве прашања за секој од процесите во кои се користи пара:

- Каков притисок, температурата и проток на пара се потребни?
- Како барањата се совпаѓаат со можните услови за снабдување со пара?
- Дали може да се намали температурата на користената пара без да се наруши соодветниот процес или квалитетот на производите?
- Дали може да се користи друг извор на топлина, како што е отпадна топлина од друг процес или од друг дел од опремата?
- Дали може да се промени динамиката на работа на потрошувачите на пара, со цел да се обезбеди константно оптоварување на котелот?

- Дали може да се користи акумулатор на пара, а со тоа и помал котел, доколку потребите на потрошувачите се со променлив карактер?
- Дали парата се користи на небезбеден или несоодветен начин?
- Дали се користи мало количество пара, а растојанието од котелот до потрошувачите е големо?

2. Анализа на ефикасноста на котелот

Топлинските и енергетски загуби во блок котел се дадени на следната сликата 4.1.6, заедно со можностите за заштеда на енергија.



Слика 4.6. Шематски приказ на топлински загуби и некои можности за заштеда на енергија кај блок котел

Можностите за подобрување на ефикасноста се поврзани со намалување на топлинските загуби. Во табелата 4.1. се наведени некои мерки за подобрување на ефикасноста на котелските постројки и проценка за очекуваниот потенцијал за заштеда на енергија.

Табела 4.1. Можности за енергетски заштеди кај котелските постројки

Техника/метода/мерка	Заштеда на енергија
Подобрено работење и одржување на котелот	До 5%
Подобрена подготовка на напојната и на котелската вода	До 2%

Табела 4.1. Можности за енергетски заштеди кај котелските постројки	
Техника/метода/мерка	**Заштеда на енергија**
Контрола на вкупното количество на растворливите честички и одведување на талогот од котелот	До 2%
Искористување на дел од отпадната топлина содржана во водата што се одведува со талогот	До 3,75%
Системи за управување на котелот и пламеникот, дигитална контрола на согорувањето и снабдувањето со кислород	До 5%
Инсталирање економајзер за искористување на дел од топлината содржана во излезните гасови	До 5%
Предзагревање на воздухот за согорување	До 2%

b) Клучни чекори за подобрување на ефикасноста на котелот

1. Подобрено работење и одржување

Првиот чекор за постигнување на енергетски поефикасна работа на котелот е да се одреди неговата актуелна ефикасност, како основа за утврдување дали таа е на соодветно ниво, имајќи ги предвид техничките карактеристики на котелот. Со неколку релативно едноставни мерења на основните влезни, излезни и работни параметри, може да се процени ефикасноста на котелот. За прецизно утврдување на степенот на корисност, односно ефикасноста, потребно е да се спроведат следниве мерења:

Мерење на протокот
- гориво (потрошувачка на гориво во единица време)
- производство на пара (или врела/топла вода)
- напојна вода
- повратен кондензат
- воздух за согорување на горивото

Мерење на температурата
- температура на излезните гасови
- температура на произведената пара
- температура на водата (напојна и дополнителна)
- температура на повратниот кондензат
- температура на воздухот за согорување на горивото

Анализа на гасовите (продукти од согорувањето)
- процент, застапеност на CO_2 и O_2 во излезните гасови
- застапеност на CO (како продукт на нецелосно согорување) во

излезните гасови

Мерење на притисок

- притисок на произведената пара

Состојба на водата во котелот

- вкупно растворено количество тврди супстанции
- pH вредност
- количество вода со која што се отстранува талогот

Неопходно е да се испита состојбата на котелската обвивка за да се откријат евентуални прегреани места. Присуството на прегреани места кај котелот може да укажува на неисправна состојба и неисправна работа на котелот. Прегреаните места може да доведат до забрзано деградирање на елементите на котелот и намалување на неговата ефикасност и работни перформанси. Во поново време, на располагање постојат техники, како што е снимање со инфрацрвена камера, кои можат успешно да се користат за откривање такви локации на котелот.

2. Можности за подобрување на квалитетот на напојната вода

Подобрувањето на квалитетот на напојната вода доведува до намалување на количеството растворени материи во котелската вода, а со тоа и до намалување на потребата за испуштање работен медиум со цел да се отстрани талогот. Со тоа се намалува протокот на вода што се губи при одведување на талогот од котелот, односно се намалува загубата на работен медиум и енергетската загуба со топлата вода. Автоматски, тоа значи и намалување на трошоците за хемиски и термички третман на дополнителна вода што мора да се внесува во котелот за да се надомести изгубеното количество.

Треба да се нагласи дека кај индустриски парно-кондензни системи кои се подолго време во функција (над 20-25 години), евалуацијата на мерките за подобрување на подготовката на напојна вода покажува дека тие може да бидат многу ефикасни и исплатливи во релативно краток рок, со крајна цел за намалување на енергетските загуби и обезбедување на најмали трошоци за енергија во компанијата.

Секоја опција за која се неопходни повеќе енергија или повисока цена за подготовка (третман) на водата треба внимателно да се оцени и да се спореди во однос на загубите при одведување на нечистотиите од котелот, со цел да се најде решение кое ќе се карактеризира со најмала потрошу-вачка на енергија и со најниска инвестиција.

3. Одредување на протокот на вода за одведување на нечистотиите од котелот

Отстранувањето на нечистотиите од котелот е важен сегмент од одржувањето на неговите работни карактеристики. Ако отстранувањето на нечистотиите се врши премногу често, тогаш прекумерно се губи енергија, а доколку тоа е ретко, тогаш се доведува во прашање квалитетот на работниот медиум во котелот, квалитетот на произведената пара, но и состојбата на котелот.

Затоа, како прв чекор, се одредува оптималниот проток на вода што се одведува при отстранување на талогот, врз основа на потребната енергија и цената за одведувањето, споредено со трошоците за подготовка на водата. Потоа се разгледува можноста за автоматизирање на процесот на отстранување на талогот, врз основа на прифатлива концентрација на растворени цврсти материи во котелската вода.

4. Можности за искористување на дел од енергијата содржана во водата со која што се одведуваат нечистотиите од котелот

Работниот медиум што се губи при отстранувањето на нечистотиите од котелот е вода во заситена состојба на одреден притисок повисок од атмосферскиот и, како таква, таа содржи значителна енергија која во одредени услови може делумно да се искористи. Најчесто за таа цел се применуваат два главни методи.

Ако испуштениот работен медиум со нечистотиите се внесе во резервоар, во кој владее атмосферски притисок, тогаш настанува моментна експанзија и дел од водата нагло испарува. Таквата нископритисна пара (отпарок) може да се искористи за нискотемпературни процеси или да се внесе во системот за термичка подготовка на вода, односно во деаераторот.

Преостанатиот медиум, кој е во течна состојба може делумно да се искористи за загревање вода во топлински изменувач. Меѓутоа, мора да се води сметка за тоа дека тој медиум содржи значително количество растворени материи, поради што топлинскиот изменувач треба да биде отпорен на создавање наслаги и едноставен за чистење.

5. Управување со процесот на согорување на горивото

Оптимизирањето на вишокот воздух при согорувањето на горивата е една од клучните можности за подобрување на енергетска ефикасност на котелските постројки. Колку поголемо количество кислород (O_2) и азот (N_2) излегува од котелот со излезните гасови, толку повеќе енергија се губи. Со анализирање на концентрацијата на кислород во излезните гасови може лесно да се одреди дали согорувањето се одвива со повисок коефициент на

вишок на воздух од потребниот.

Вишокот на воздух може да се контролира преку редовни проверки и соодветни прилагодувања на пламеникот или преку автоматска контрола на содржината на кислород (O_2) во излезните гасови. Температурата на излезните гасови е исто така добар индикатор за ефикасноста на котелот. Со мерење на температурата на излезните гасови и следење како таа се менува во корелација со оптоварувањето на котелот и со мерење на температурата на околината и содржината на O_2 во излезните гасови, може брзо да се забележи доколку се појават какви и да било проблеми со ефикасноста на котелот.

Концентрацијата на согорливи материи во излезните гасови не е само прашање на ефикасноста туку и на безбедноста. Високите концентрации на согорливи материи (CO и други материи) се опасни и претставуваат доказ дека нема доволен внес на воздух за целосно согорување на горивото. Ова мора да се има предвид при одредувањето на оптимално количество на воздух за согорување во режимот во кој што работи котелот.

Во однос на ефикасноста на согорувањето, проблеми може да се појават и поради недоволно време за одвивање на хемиските реакциии, температурата во просторот за согорување или несоодветно мешање на горивото и воздухот за согорување. За решавање на овие проблеми се неопходни суштински анализи на процесот, имајќи ги предвид техничките карактеристики и состојбата на инсталираната опрема.

6. Инсталирање на економајзер

Како една од мерките за подобрување на енергетската ефикасност, потребно е да се разгледа можноста за инсталирање на загревач на вода - економајзер. Со вградувањето на економајзер се овозможува искористување на дел од топлината содржана во излезните гасови за предзагревање на напојната вода за котелот, за загревање на вода за некој процес, за загревање на работните простории и/или за друга намена.

c) Дистрибуција на пара

1. Намалување на загубите во процесот на дистрибуција на пара

Додека котелот сам по себе е важен дел каде што може да се направат големи заштеди, состојбата на остатокот од парно-кондензниот систем исто така е значајна за подобрување на перформансите на целиот систем. Во таа насока, многу е важно да се вршат редовни проверки и да се практикува превентивно одржување на системот за транспорт и дистрибуција на пара.

2. Откривање и поправка на истекувањето на пара

Истекувањата на пара може да доведат до појава на големи енергетски

загуби. Истекувањата обично се појавуваат на местата каде што има цевни споеви (поврзувањата) и кај одвојувачите на кондензат. Истекувањата може да бидат детектирани со визуелна контрола или според звукот, додека помали истекувања може да се откријат со помош на ултразвучен уред за детекција. Најефективни поправки на истекувањата од кондензните цевки може да бидат направени кога кондензниот систем не е во функција, при што вработените имаат безбеден пристап до цевководните инсталации.

3. Одвојувачи на кондензат

Кондензат е вода што се добива со кондензација на пара, откако таа ќе ја оддаде латентната топлина во потрошувач, процес или при струење низ парни цевководи (пароводи). Одвојувачите на кондензат (познати и како „кондензни лонци“) се уреди чија улога е да собираат кондензат од парните линии и да го насочуваат во кондензната линија. Кога во одвојувачот на кондензат ќе се собере доволно количество кондензат, тој се одведува низ цевководната мрежа за враќање на кондензат. Одведувањето на кондензатот неминовно значи губење на работен медиум во вид на пара од системот. Доколку одвојувачите на кондензат работат добро, загубата ќе биде минимална. Присуството на нечистотии во системот за пара или неправилното поврзување и одржување на одвојувачите на кондензат може да доведе до намалено и неуспешно враќање на кондензатот.

Неисправните одвојувачи на кондензат, кај кои се појавува истекување, мора да бидат поправени или заменети, со цел да се избегнат поголеми загуби на кондензат и топлина. Вообичаено, кај добро одржуван систем за враќање на кондензат може да се појават одредени проблеми во период од една до пет години по инсталирањето. Со цел да се избегнат големи енергетски загуби, потребно е да се прави контрола на исправноста на секој одвојувач на кондензат барем еднаш годишно, да се прави проценка на условите за нивно работење и да се формира база на податоци за сите одвојувачи на кондензат, како за исправните, така и за неисправните.

Дури и во добро одржуван парно-кондензен систем, 10% од одвојувачите на кондензат ќе бидат неисправни секоја година и тие треба да се сервисираат или да се заменат.

4. Можности за враќање на кондензатот

Со оглед на тоа дека кондензатот е вода добиена со кондензација на пара, откако парата ќе ја оддаде латентната топлина на кондензација, тој претставува квалитетен работен флуид, чие исфрлање би довело до големи енергетски загуби. Оваа вода, во многу случаи низ одвојувачи на кондензат

се одведува во резервоар за кондензат. Потоа, од резервоарот за кондензат, со помош на пумпа се одведува во системот за напојна вода на котелот. Со враќање на колку што е можно поголемо количество кондензат на повисока температура се подобрува енергетската ефикасност на целиот парно-кондензен систем.

5. Изолација

Одржувањето на изолацијата во добра состојба е од витално значење за енергетската ефикасност на парно-кондензните системи. Без добра изолација на сите цевководи, вентили, резервоари и друга опрема што се наоѓа на температура различна од температурата на околниот воздух, константно ќе се губи енергија во околината.

Неопходно е спроведување на проверка на сите елементи од парно-кодензниот систем, идентификување на елементите без изолација, со несоодветна или со оштетена изолација и изолирање на тие делови од системот. Притоа, многу е важно да се користи сооветен вид на изолација за конкретната опрема.

6. Можности за враќање на отпарокот во системот

Кога водата што се наоѓа во заситена состојба, на притисок повисок од атмосферскиот, ќе помине низ одвојувач на кондензат, доаѓа до придушување, при што притисокот ќе падне на вредност на атмосферски притисок. Тогаш доаѓа до моментна експанзија и дел од кондензатот ќе испари, односно ќе се формира одредено количество отпарок - пара со низок притисок.

Во најголем дел од системите за враќање на кондензат, оваа пара е транспортирана до системот за напојна вода заедно со кондензатот. Но, иако отпарокот е на пониска температура и притисок отколку главниот парен систем, оваа пара сепак може да се користи во нискотемпературни процеси. За да се имплементира оваа мерка, системот за враќање на отпарок мора да биде проектиран и изведен на соодветен начин.

d) Одржување на котелот

Правилно одржување на котелот е клучно за обезбедување на добри перформанси, ефикасност и долговечност. Од суштинска важност е да се направи и да се реализира план за превентивно одржување, што вклучува следење на индикаторите за ефикасноста на котелот и темелно чистење на топлиноизменувачките површини. Проверката на изолацијата на котелот и огноотпорите материјали е исто така многу значајна. Инструкциите за одржување, кои ги доставил производителот, треба да бидат вградени во планот и спроведувани во препорачаните временски интервали.

4.2. Компресори и системи за компримиран воздух

4.2.1. Воведни напомени

Системите за компримиран воздух се важен преносник на енергија во многу процеси во индустријата и во други сектори (секаде каде што е потребно ладење и/или кондиционирање на воздух). Но, и покрај тоа, често пати овие системи се запоставуваат и нередовно се одржуваат. Често, причина за тоа е заблудата дека воздухот е бесплатен или дека неговата цена е толку ниска што не заслужува посветување внимание за да се намалат трошоците. Меѓутоа, воздухот е бесплатен се додека не биде доведен на притисок повисок од атмосферскиот. Компримираниот воздух е еден од најскапите медиуми или работни флуиди што се користат во индустријата, со оглед на тоа дека за компримирање на воздух се троши електрична енергија, а притоа трансформацијата на енергијата е поврзана со релативно големи загуби. Затоа, потребно е да се посвети особено внимание на проектирањето, изведбата и функционирањето на пневматските системи. Енергетски ефикасен пневматски систем е:

- соодветно проектиран, така што падот на притисок е минимален,
- редовно надгледуван и проверуван, со следење на потрошувачката на енергија,
- добро одржуван, со соодветно сервисирање и замена на истрошените компоненти во пропишаните временски интервали,
- користен од страна на персонал кој е обучен за работа со опремата на ефикасен начин и свесен за значењето и трошоците што се генерираат во системот за воздух под притисок,
- предмет на добро подготвена програма за континуирана проверка за одредени неправилности, идентификација на места на истекување на воздух и нивна поправка.

Карактеристиките на пневматскиот систем со вградените компоненти треба да бидат такви што до секој од потрошувачите да се испорачува воздух со потребниот притисок и проток, без флуктуации на притисокот. Системскиот пристап е многу важен, затоа што сите компоненти од пневматскиот систем се во интеракција и формираат синџир за снабдување на крајните потрошувачи со компримиран воздух, така што не треба да се разгледуваат изолирано.

Како едно од основните правила при набавка на опрема за подготовка на воздух под притисок треба да се усвои пристапот според кој, наместо да се споредуваат цените на инвестицијата, треба да се споредуваат трошоците на животниот циклус на опремата. Притоа, набавната цена е само еден, најчесто помал дел од вкупните трошоци, а далеку поголем дел најчесто се

трошоците за енергија.

4.2.2. Подготовка и дистрибуција на воздух под притисок

Утврдување на актуелната потрошувачка

Како прв чекор, пред да се пристапи кон какви и да било мерки за подобрување на ефикасноста во системот, потребно е да се спроведе негова контрола, со цел да се пресметаат трошоците за производство на воздух под притисок и да се утврди појдовната состојба, како основа за споредба со остварените подобрувања. Доколку се врши перманентно отчитување на перформансите на системот, тогаш може да се изработи профил на потрошувачка. Потоа, со анализа на податоците може да се идентификуваат места каде што може да се намалат или елиминираат загубите.

Ако не се вршат мерења, тогаш е неопходно да се направи проценка на потрошувачката на енергија за секој компресор, врз основа на моќноста на погонскиот електромотор, просечната искористеност (капацитет) и бројот на работни часови. На пример, компресор од 60 kW што работи на притисок од 7 bar, со просечно оптоварување од околу 60 %, во две смени (16 часа на ден), околу 250 денови во годината, троши електрична енергија во износ:

Потрошена енергија = 60 kW x 0,6 x 16 x 250 = 144 000 kWh/год.

Несоодветна примена на компримираниот воздух

Честопати воздухот под притисок се применува несоодветно, односно се користи за апликации за кои постојат посоодветни решенија или начинот на примена не е соодветен. Во табела 4.2 се наведени некои примери на неадекватна примена на компримиран воздух и алтернативни решенија.

Можности за подобрување на ефикасноста на пневматските системи

Кога станува збор за производство на воздух под притисок, како услов за постигнување подобра ефикасност треба да се исполнат некои основни услови.

Табела 4.2. Поефикасни решенија кај системите за компримиран воздух

Несоодветна примена на компримиран воздух	Алтернативно решение
Ладење, аспирација, агитација, мешање, раздувување на пакување	Дувалки - наменски компресори што произведуваат воздух со низок притисок во големи количества
Чистење делови и отстранување на отпадоци од обработка	Четки, дувалки, вакуум систем

Табела 4.2. Поефикасни решенија кај системите за компримиран воздух	
Несоодветна примена на компримиран воздух	**Алтернативно решение**
Создавање вакуум со помош на вентуриева цевка	Вакуум пумпа или примена на вентуриевиот метод со енергетски ефикасно управување
Ладење на командни ормани	Вентилатор, клима уред
Одведување на производи од подвижна лента со помош на млазница	Дувалка, електричен актуатор, пневматски цилиндер
Пиштол за продувување	Дувалки, всисувачи, примена на воздух со понизок притисок
Пневматски алати	Електричните алати се поефикасни, иако имаат помала можност за управување со вртежниот момент и пократок работен век
Воздушни ножеви	Високопритисни дувалки кои се исклучуваат автоматски кога нема производ што треба да се сече.
Пневматски транспорт на прашкасти материи	Дувалки

- Потребно е да се обезбеди компресорот да всисува колку што е можно поладен и почист воздух. Кога е тоа можно, треба да се користи надворешен, а не воздух од производните погони, под претпоставка дека таквиот воздух е почист и со пониска температура.
- Воздухот треба да се компримира до најнизок можен притисок што ги задоволува потребите на потрошувачите. Доколку само за некои од потрошувачите е потребен повисок притисок, тогаш треба да се разгледаат и други можности, вклучувајќи и напојување со посебен компресор.
- Со оглед на тоа дека при компримирањето на воздухот поголем дел од електричната енергија се трансформира во топлина, пожелно е да се искористува отпадната топлина секогаш кога тоа е оправдано.
- За поефикасна работа на системот во оптимален режим е неопходно инсталирање на соодветен управувачки систем. Треба да се разгледа можноста производството на воздух под притисок да се подели на еден или повеќе компресори со константен број вртежи со што ќе се покриваат постојаните потреби и еден компресор со променлив капацитет кој ќе ја усогласува работата со флуктуациите

на потрошувачка.
- При изборот на компресорите треба да се води сметка за начинот на покривање на потребите на потрошувачите при работа со намалено оптоварување.

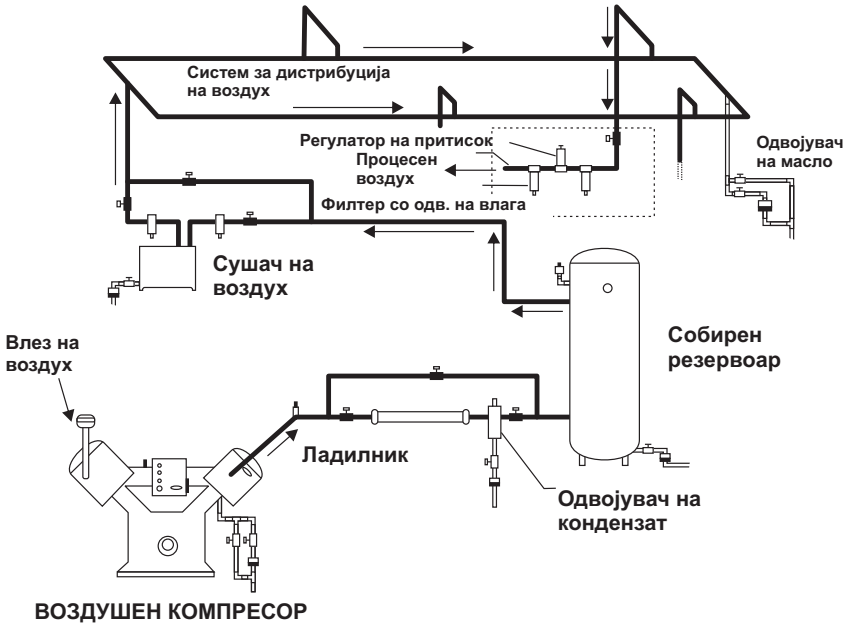
Обично, компресорските станици се лоцирани во непосредна близина на потрошувачите на компримиран воздух. Тоа овозможува релативно полесна контрола над процесите на компримирање, дистрибуција на воздухот и негово користење.

Од особена важност за одржување на ефикасноста на системот за компримиран воздух е да се применуваат практики за превентивно одржување и навремено спречување на појава на неконтролирано истекување на воздух. Овие практики вклучуваат:
- редовна проверка и одржување на опремата за компримиран воздух
- редовна проверка на цевките, споевите и вентилите
- отстранување или соодветно исклучување на деловите од дистрибутивната мрежа кои не се користат
- воспоставување на програма за активно известување помеѓу вработените за одредени неправилности ипојава на истекувања во системот за компримиран воздух

На сликата 4.7 е даден шематски приказ на систем за компримиран воздух и неговите главни компоненти.

Потенцијалот за намалување на потрошувачката на енергија кај системите за компримиран воздух е значителен, а се работи за мали инвестициски вложувања кои се враќаат за релативно краток временски период. Со оглед на тоа дека енергетските загуби во системите за компримиран воздух најчесто настануваат како последица на истекување, пад на притисок и непотребна работа на компресорите, за остварување значителни заштеди е доволно да се подобрат секојдневните практики на работење.

Факти за системите за компримиран воздух
- Значителен дел од електричната енергија во индустриски и други претпријатија се користи за добивање на компримиран воздух!
- Во структурата на трошоците за производство на компримиран воздух, енергијата учествува со околу 70-80 %!
- Кај системи каде што воздухот се компримира до 7 bar, а се користи на 6 bar, има приближно 15% загуба на енергија поради несоодветен притисок!
- Инвестирањето во мерки за подобрување на ефикасноста на систем за компримиран воздух, обично има кус период на враќање на средствата!



Слика 4.7. Главни компоненти на систем за компримиран воздух

Во табелата 4.3 се прикажани некои примери на потенцијалот за заштеда на енергија кај пневматски систем што произведува воздух под притисок од 7 bar, со капацитет од 1800 m^3/h (0,5 m^3/s). Во однос на податоците во табелата, треба да се има предвид дека, вообичаено, како мала вредност на инвестицијата се подразбира вложување до 3000 евра, додека како средни инвестициски вложувања се сметаат износите од 3000 до 15000 евра. Воедно, дадените проценки за потенцијални енергетски заштеди се од индикативна природа и треба да се земат како ориентациони вредности. Тоа значи дека кај секој систем тие може да варираат во одредени граници.

Табела 4.3. Можности за постигнување енергетски заштеди кај типичен индустриски систем за добивање и користење на воздух под притисок

Менаџерски активности	**Потенцијална заштеда**	**Инвестиција (проценка)**
Подигнување на свеста кај ракувачите и корисниците за соодветна употреба на системите за воздух под притисок	10-15 %	Мала
Развивање и примена на програма за одржување на системот	5-8 %	Мала

Табела 4.3. Можности за постигнување енергетски заштеди кај типичен индустриски систем за добивање и користење на воздух под притисок

Менаџерски активности	**Потенцијална заштеда**	**Инвестиција (проценка)**
Инсталирање на мерна опрема и примена на мерење и регистрирање на податоците	5-10 %	Средна
Работа исклучиво со добро обучен персонал за инсталирање, сервисирање и надградба на системот	5-10 %	Мала
Развивање и примена на соодветна политика за набавка на опрема	3-5 %	Мала
Технички мерки и активности	**Потенцијална заштеда**	**Инвестиција (проценка)**
Програма за откривање и отстранување на истекувања	20-40 %	Мала
Системот да не се одржува под притисок кога не е во функција, односно кога производството не работи	2-10 %	Мала
Подобрување на управувањето со работата на компресорите	5-15 %	Средна
Примена на мерки за искористување на топлината од компресорите, таму каде што е соодветно и економски исплатливо	До 75 %	Средна

Развојот и примената на соодветна енергетска политика, односно поставување цели и дефинирање методи и начини за нивна реализација, претставуваат најефикасен пристап за подобрување на ефикасноста на пневматските системи.

4.2.3. Загуби поради истекување во системите за компримиран воздух

Истекувањата на воздух под притисок може да доведат до потреба за зголемување на капацитетот на компресорот и до продолжување на времето на работа. Главни причини за истекување најчесто се:

- неадекватно одржување на системот,
- лошо проектиран и/или изведен систем и
- немарност на вработените.

Клучни елементи за реализација на успешна програма за превенција на истекување се:

- утврдување на почетната состојба на системот и поставување цели,
- проценка на трошоците предизвикани од истекувањата,
- детекција на истекувањата,
- документирање и поправки,
- следење на местата на кои се извршени интервенции,
- дотерување на управувањето на компресорот,
- документација за состојбата
- споредба на остварените резултати со почетната состојба на системот.

Енергетските загуби поради истекување на воздух може да бидат значителни, што е илустрирано и со податоците во табелата 4.4. Наједноставен начин за пронаоѓање на истекувања на компримиран воздух е со помош на човечкиот слух. Сепак, во производните погони обично има голема бучава, така што овој начин може да биде несигурен и да дава необјективна претстава за вкупните загуби. Друг едноставен начин да се пронајдат истекувањата од системот за компримиран воздух е да се нанесе сапуница околу областите за кои постои сомневање дека има истекување и да се види дали ќе се појават меури како последица од истекувањето.

Табела 4.4. Енергетски загуби поради истекување

Дијаметар на отворот, mm	**Истекување на воздух од 7 bar, m^3/min**	**Загуба на моќност, kW**
0,5 mm	0,01	0,006
1 mm	0,07	0,25-0,3
1,5 mm	0,11	0,54-1,0
2 mm	0,24	0,93-1,7
4 mm	1,69	6,0-8,5
6 mm	2,12	8,5-12,0
10 mm	4,69	20-25

Најдобар, најпрецизен и најбрз начин за детектирање на истекувања на компримиран воздух е со ултразвучен детектор, кој може да детектира звук од истекување што се наоѓа надвор од опсегот на човечкиот слух. Кога е пронајдено истекување на компримиран воздух, од особена важност е тоа веднаш да биде обележано со светла боја и дополнително, местото да биде обележано на мапата на погонот. Се препорачува секое детектирано истекување да биде оценето, според големината на истекувањето. Приоритет

за поправка треба да се даде на местата каде се забележани најголеми истекувања.

4.2.4. Пад на притисок во дистрибутивниот систем за компримиран воздух

Падот на притисок претставува снижување на вредноста на притисокот помеѓу компресорот и корисникот во системот. До опаѓање на притисок доаѓа како последица на отпорите на струењето на воздухот низ системот, а кои доведуваат до загуби на енергија, како што се триењето на воздухот со ѕидовите на цевките, промените на насоката на воздушната струја, отпорите при струење низ разни пневматски компоненти итн.

Падот на притисок е еден од поголемите причинители на загуби на енергија и неефикасно работење на системите за компримиран воздух. Поради загубите, компресорот мора да произведува воздух со повисок притисок (често и за 1,5 до 2 bar) отколку што е потребен кај крајните потрошувачи. Притоа, мора да се има предвид дека притисок повисок за 1 bar од потребниот во главниот вод доведува до зголемени трошоци за енергија за околу 5-7 %. Колку што е поголем падот на притисок, толку е помала вкупната ефикасност на системот.

Пад на притисок од 0,2 bar (на пример, поради нечист филтер за воздух) при притисок од 7bar и проток од 350 l/s предизвикува загуба на моќност од 1kW!

Одредени загуби на енергија не може да се спречат, како на пример, при струење на компримиран воздух низ филтри, опрема за сушење и сепаратори. Сепак, постои начини во одреден систем да се обезбеди минимален пад на притисокот. Вообичаено се смета дека добро проектиран систем за компримиран воздух, кој е соодветно одржуван и правилно работи, може да се очекува дека ќе има пад на притисок помал од 10% од излезот на компресорот до сите крајни места на користење.

Падот на притисок зависи и од типот и техничките карактеристики на цевната мрежа. Колку повеќе кривини, колена и други промени на насоката на струење има цевната мрежа, толку поголем ќе биде и падот на притисок. Димензиите на системот за дистрибуција (дијаметарот на цевките, должините на делниците), исто така, имаат значајно влијание врз падот на притисок. Колку што е помал дијаметарот на цевката, толку е поголема брзината на струење на воздухот, меѓутоа поголема е и загубата на енергија на струење во системот.

При проектирање на цевководот, дијаметарот се одредува во функција

од потребниот проток на воздух, од должината на цевководот и од вкупно дозволениот пад на притисок (табела 4.5).

Дијаметарот на главната линија за компримиран воздух обично се одредува врз основа на максимално дозволената брзина на струење на воздухот. Обично, како препорачлив се смета интервалот на брзини од 3 до 6 m/s, што е оптимално за да се избегне голем пад на притисок. Поголеми брзини на струење (до 20m/s) може да бидат прифатливи таму каде што цевководот е со мала должина, до околу 10m. Тоа е случај, на пример, кога се инсталира наменски компресор само за еден поголем потрошувач.

Табела 4.5. Препорачан максимален проток за одреден дијаметар на цевковод

Дијаметар на цевката, mm	Максимален проток, L/s (m^3/min)
10	5 (0,3)
25	25 (1,5)
50	100 (6,0)
65	180 (10,8)
80	240 (14,4)
100	410 (24,6)
150	900 (54,0)

При струење на воздух со проток од 30 m3/min под притисок од 7 bar низ цевковод со должина од 100 метри, доколку дијаметарот е 50 mm, падот на притисок ќе биде околу 2,6 bar, а еквивалентната загуба ќе изнесува околу 18 kW. Во истите услови, падот на притисок низ цевковод со дијаметар 65 mm ќе биде 0,9 bar, што одговара на загуба од 5 kW.

4.2.5. Влијание на состојбата на влезниот воздух врз ефикасноста на компресорот

Големо влијание врз перформансите на системот за компримиран воздух има состојбата на воздухот на влезот во компресорот, изразена преку температурата и содржината на нечистотии. Колку што е воздухот почист и со пониска температура, толку ќе бидат подобри перформансите на компресорот.

Со оглед на претходното, локацијата на компресорите во рамките на компанијата е еден од важните фактори што имаат влијание врз нивната работа. Компресорите треба да бидат поставени на таква локација која што ќе овозможи напојување со чист, сув и ладен воздух. Кога е на пониска температура воздухот е погуст, така што масата на воздух што се компримира е поголема. Со

Воздух со влезна температура повисока за 4°C резултира со околу 1 % поголема потрошувачка на енергија, поради потребите за ладење. Колку што е пониска температурата на воздухот на влезот, толку ќе биде ефикасноста на компресорот поголема.

ладење на влезниот воздух се подобруваат волуменската ефикасност на процесот на комприми-рање и квалитетот на добиениот воздух под притисок, затоа што се намалува внесеното количество влага во системот. Меѓутоа, мора да се има предвид дека техниката на ладење на влезниот воздух не се препорачува за сите типови компресори, како на пример за центрифугалните, затоа што тие би работеле со параметри различни од проектните.

4.2.6. Работа на компресорот кога компримиран воздух не е потребен

Во индустриските системи за компримиран воздух честа и многу негативна пракса е снабдувањето со воздух да продолжи и во периоди кога потрошувачите не се во функција или работат со намален капацитет. Тоа се случаи кога погонот или фабриката не работи во три смени, потоа, периоди на викенди или празници, периоди на ремонт на опремата итн. Во таквите периоди се случува големи компресори да функционираат со мал капацитет, со што само се покриваат загубите поради истекување низ системот.

Основна мерка што може да се примени за да се намалат енергетските загуби е поставување вентили за затворање на одделни секции (гранки) од системот за дистрибуција на компримиран воздух, со цел да може тие да се исклучат од напојувањето, а притоа да не се влијае врз квалитетот на снабдувањето на другите потрошувачи. Притоа, пожелно е да се инсталира опрема за надзор и далечинско управување на тие вентили, со што ќе се овозможи управување на системот за дистрибуција од едно место.

4.2.7. Погон на компресорите

Електричните мотори се најчест извор на моќност за погон на компресорите. Моторот мора да обезбеди соодветна моќност за стартување на компресорот, да го забрза до целосна работна брзина и да го одржува во работа при различни режими и услови на оптоварување. Повеќето компресори се погонувани од стандардни асинхрони мотори. При набавка на нова компресорска постројка или при замена на постојниот погон, покрај стандардни мотори, како погодна варијанта може да се разгледа можноста за набавка на енергетски ефикасен мотор.

Напорите за подобрување на ефикасноста во поново време доведоа до воведување на нови класи енергетски ефикасни (во европските земји познати под ознаката HEM - High Efficiency Motor). Енергетски ефикасните мотори се карактеризираат со повисока цена, но почетната инвестиција обично се враќа во мошне кус рок преку енергетските заштеди.

4.2.8. Контрола на резервоарот за компримиран воздух

Резервоарите за компримиран воздух служат за складирање на компримиран воздух со цел задоволување на променливите потреби и особено брзите зголемувања на потребите од овој медиум. Доколку по инсталирањето на резервоарот, потребите за компримиран воздух се зголемиле и била приклучена дополнителна опрема, тогаш можно е резервоарот да не биде во состојба да го задоволи потребниот капацитет. Во тој случај, компресорот ќе работи подолго време од потребното во оптимални услови, што значи зголемена потрошувачка на енергија. Со правилно димензионирање на резервоарот за компримиран воздух, користењето на компресорот се сведува на оптимална мерка.

Кај веќе постоечки систем, постојат две можности за подобрување на складирањето на компримиран воздух:

- инсталирање на поголем резервоар за целиот систем,
- инсталирање на дополнителни резервоари во близина на опремата каде што има нагло зголемување на побарувачката на компримиран воздух.

4.2.9. Одржување на компресорот и дополнителната опрема

Потребата за постигнување висока ефикасност на пневматскиот ситем во континуитет бара соодветно одржување на компресорите и на пратечката опрема: сепаратори, филтри, опрема за сушење, цевна арматура и др. Системите за компримиран воздух имаат одредено пропишано ниво на третман за отстранување на маслото, водната пара и цврстите честички од компримираниот воздух, кое што треба да се почитува доколку се има за цел да се работи со максимална ефикасност.

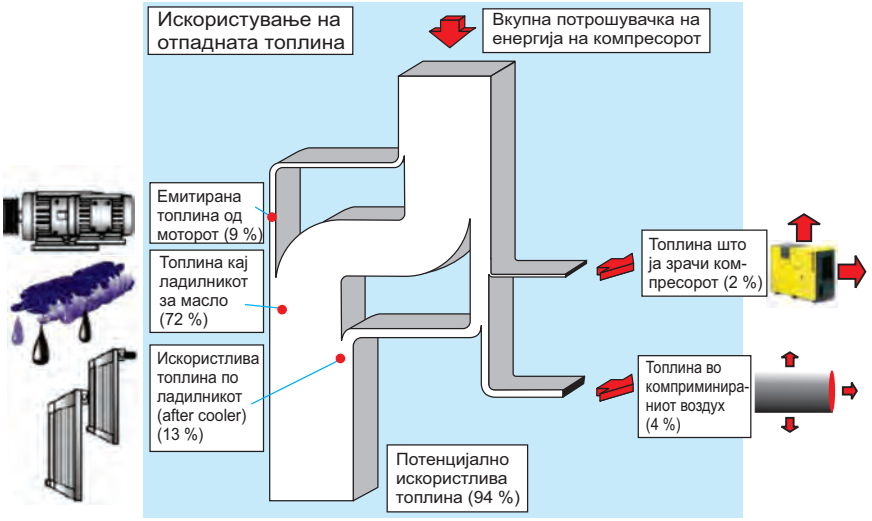
Степенот на квалитет кој што се бара од системот зависи од неговата намена. Доколку се работи за приме-на во индустријата за процесирање на прехрамбени производи или во фармацевтската индустрија, тогаш е потребен многу повисок квалитет на воздухот, за разлика од компримираниот воздух кој се користи, на пример, во механичарска работилница. Третирањето на компримираниот воздух со повисоко ниво на квалитет од потребното значи дополнителна загуба на енергија и повисоки трошоци за одржување.

Филтрите е потребно редовно да се проверуваат и по потреба да се заменуваат. Нечистите филтри може да предизвикаат значителен пад на притисок. Може да се инсталираат уреди за мерење на падот на притисокот во филтрите како индикатор за тоа кога треба да се направи нивна замена.

4.2.10. Искористување на отпадната топлина

Во принцип, многу голем дел од вложената енергијаза компримирање на воздух се трансформира во топлина. Тоа веднаш укажува на фактот дека една од мерките која најмногу може да придонесе за унапредување на енергетската ефикасност на пневматскиот систем е искористување на дел од топлината што произлегува од процесот на компримирање. На сликата 4.8 е прикажана принципиелна структура на учеството на одделни делови од системот за компримиран воздух во оддавањето на топлинска енергија и соодветниот потенцијал за искористување на отпадната топлина.

Искористувањето на отпадната топлина е одличен начин за подобрување на ефикасноста на системот за компримиран воздух, а со добро проектиран систем за таа намена може да се искористат и до 80% од расположливата отпадна топлина. Меѓутоа, при анализите мора да се има предвид дека секоја можност за искористување на отпадната енергија не е достапна кај секоја компресорска постројка или мерката не е подеднакво исплатлива.



Слика 4.8. Принципиелен приказ на потенцијалот за искористување на топлина од компресор во систем за подготовка на компримиран воздух

Во зависност од карактеристиките на работењето и потребите од топлинска енергија, како и од начинот на ладење на компресорот, постојат повеќе можности за искористување на отпадната топлина од системите за компримиран воздух, кои се прикажани на слика 4.9.

Слика 4.9. Можности за искористување на отпадната топлина од компресорите

Табела 4.6. Идентификување на можности за подобрување на системите за компримиран воздух

На што да се посвети внимание	**Потенцијални можности за подобрување на ефикасноста, препораки**
Истекување на воздух, особено кај цевните споеви, рабовите и флексибилните црева	Поправка на местата каде што се јавува истекување и воведување на програма за редовна проверка на истекувањата
Вклучени компресори во период кога нема потреба од снабдување со компримиран воздух	Подобрување на контролата на компресорите, вклучувајќи компјутерска контрола за намалување на работните часови на компресорите со цел да се намалат загубите на воздух и потрошувачката на електрична енергија
Температура на влезниот воздух	Да се користи колку што е можно постуден воздух на влезот во компресорите, со цел да се добие максимална ефикасност

Табела 4.6. Идентификување на можности за подобрување на системите за компримиран воздух	
На што да се посвети внимание	**Потенцијални можности за подобрување на ефикасноста, препораки**
Несоодветно користење на компримираниот воздух	Во процеси каде што не е потребен висок притисок на воздухот треба да се користат нископритисни компресори
Превисок притисок во каналите за дистрибуција предизвикува зголемени загуби низ местата каде се јавува истекување и поголема потрошувачка на енергија	Регулирањето на притисокот на воздухот според потребниот на крајните потрошувачи е одличен начин за заштеда на енергија. Затоа, треба да се направи проверка на вредностите на работниот притисок на опремата зададени од страна на производителот и истите да се споредат со вредностите на притисокот при кој се користи опремата
Линии (канали) за дистрибуција на воздух кои повеќе не се користат	Се препорачува соодветно затворање/ изолирање или отстранување на линиите (каналите) за воздух што не се во функција
Отворени рачни вентили за одведување на кондензат	Подобрување на работните практики. Замена на рачните вентили со електрични

4.2.11. Управување со работата на компресорот

Управувањето со компресорската постројка има за цел да ја усогласи работата на компресорот со барањата на страната на потрошувачката. Соодветен управувачки систем е од суштинско значење за ефикасна работа и за остварување на подобрени перформанси на компресорскиот систем. Компресорите обично се димензионираат врз основа на најголемиот проток на воздух, така што управувачкиот систем речиси секогаш е потребен за да се намали производството на компресорот за време на намалена потрошувачка, а притоа да се одржи задоволително ниво на ефикасност. Каков тип управување ќе се примени за одреден систем во голема мерка зависи од типот на компресорот и од флуктуациите на потрошувачката. За систем со еден компресор и рамномерна потрошувачка доволен е едноставен управувачки систем. Од друга страна, за комплексен систем со неколку компресори, со флуктуации во потрошувачката и со повеќе различни типови

потрошувачи, потребна е софистицирана управувачка стратегија.

4.3. Пумпи и пумпни системи

4.3.1. Општо за работата на пумпните системи

Кај постоечките пумпни системи може да има добри можности за подобрување на енергетската ефикасност. Тоа произлегува од фактот дека, во принцип, воопшто не е едноставно пумпните системи да се оптимизираат пред нивното инсталирање. Притоа, вниманието обично е насочено кон минимизирање на капиталните трошоци и/или на нивната сигурност во работењето. Како резултат на тоа, во фазата на проектна разработка трошоците за енергија и одржување може да не се целосно разгледани или истите да бидат тешко предвидливи во сите режими во кои што подоцна ќе работи пумпниот систем.

При избор на нова пумпа или пумпен систем, потребно е да се земат предвид трошоците во текот на целиот работен век, вклучувајќи ги трошоците за одржување и за енергија, како и почетните трошоци. Квалитетна, добро избрана и ефикасна пумпа вообичаено се карактеризира со пониски трошоци во текот на целокупниот нејзин работен век, во споредба со пумпа со понизок квалитет и пониски иницијални трошоци.

Со примена на мерки за подобрување на опремата или системите за контрола, кај пумпните системи може да се постигнат заштеди на енергија од 30 % до 50 %.

Кај постарите индустриските пумпни системи, кои се наоѓаат во употреба веќе подолго време, можно е да постои одредена промена на работните параметри во однос на проектните. Со примена на мерки за подобрување на ефикасноста на пумните системи може да се намалат трошоците за енергија и за одржување, како и да им се приближат техничките карактеристики до проектните. Мерките за подобрување на енергетската ефикасност кај пумпните системи обично се карактеризираат со релативно краток период на враќање на инвестицијата, почнувајќи од неколку месеци, па до неколку години.

Ефикасноста на пумпата се намалува и при нејзино нормално работење заради трошење на елементите и тоа за 10 % до 25 %.

Истражувањата покажуваат дека просечната ефикасност на пумпите во производствените погони е помала од 40%, при што околу 10% од

пумпите работат со ефикасност помала и од 10%. Како најважни фактори, кои придонесуваат за намалување на ефикасноста на пумпните системи, се предимензионираноста на пумпите и користењето на вентили за придушување. Кај некои пумпни системи е потешко да се забележи неефикасното работење, па според тоа се занемаруваат и можностите за подобрување на ефикасноста на системот.

4.3.2. Проценка на ефикасноста на постоечкиот пумпен систем

Добриот пристап за проценка и подобрување на ефикасноста на пумпните системи подразбира примена на сеопфатна анализа, што значи дека системот треба да се анализира во целина, почнувајќи од тоа колкави се потребите, преку изборот на технички решенија, конфигурација, вид на опрема и уреди, па сè до секојдневниот начин на работа и одржување. Во текот на работниот век, кај пумпните системи има бројни можности за примена на мерки за подобрување на ефикасноста, кои е изводливо да се применат при промени во работењето на системот или при замена на стариот систем со нов.

Постојат два генерални пристапи за проценка на постоечките пумпни системи. Првиот начин е преку надгледување на работењето на системот во одреден период, а вториот преку собирање податоци и вршење детални пресметки и моделирање на работата на пумпните системи. Без разлика кој пристап ќе се одбере, целта е да се добие јасна слика за работењето на системот и неговите компоненти, како и да се воочат местата каде што може да се применат мерки за подобрување на ефикасноста и постигнување на оптимално работење на системот. Двата пристапи делумно се преклопуваат и меѓу другото вклучуваат:

- собирање податоци за дефинирање на конфигурацијата на пумпниот систем;
- собирање податоци за вкупните трошоци за енергија и проценка на трошоците за работа на пумпата;
- прибирање на основните податоци за пумпата и погонскиот мотор, дадени од производителот, и одредување на типот на погонување на пумпата, работната брзина и бројот на степени на пумпата;
- документирање на работниот распоред и мерење или запишување на промената на вредностите на протокот во текот на времето, со цел развивање на работните профили на пумпата;
- мерење на влезниот и излезниот притисок од пумпата

При реализација на претходните активности постојано мора да се има предвид видот на флуидот, неговата температура, вискозитетот, густината и други карактеристики.

4.3.3. Приоритетни можности

Откако се идентификувани можностите за подобрување на енергетската ефикасност на пумпниот систем, потребно е да се направи нивно рангирање според приоритет за реализација. Притоа, предност треба да се даде на оние мерки и активности кои имаат најголем потенцијал за намалување на потрошувачката на енергија, најкусо време за враќање на инвестицијата и технички се наједноставно изводливи. Во табелата 4.7 се дадени можните заштеди на енергија со различни мерки за подобрување на ефикасноста на пумпните системи, што претставува индикатор за тоа на кои мерки треба да се даде приоритет.

Табела 4.7. Техники за намалување на потрошувачката на енергија на пумпите

Мерка	Заштеда на енергија
Замена на пригушувачките вентили со уреди за регулација на брзината	10-60%
Намалување на брзината при константно оптоварување	5-40%
Инсталирање на паралелен систем за многу променливи оптоварувања	10-30%
Замена на моторите со енергетски поефикасни модели	1-3%
Замена на пумпите со поефикасни модели	1-2%

4.3.4. Усогласување на работата на пумпниот систем со потребите

Пумпниот систем не треба да работи континуирано кога е потребно протокот да биде променлив или периодичен, а пожелно е воопшто да не работи кога не е потребен проток на флуид. Работата на пумпниот систем може да се намали со:

- намалување на потрошувачката, односно намалување на потребите за транспорт/испумпување на работен флуид,
- намалување на истекувањата од пумпниот систем,
- намалување на протокот во пумпниот систем,
- снижување на работниот притисок, односно негово прилагодување кон реалните потреби,
- прилагодување/намалување на бројот на работни часови на системот во текот на денот и
- исклучување на системот кога не се користи.

4.3.5. Преглед на пумпата

Постојат неколку причини поради кои при проектирањето и при изведбата на пумпниот систем може да дојде до избор на пумпа со предимензиониран капацитет:

- задоволување на очекуваните потреби за поголем капацитетот на постројката во иднина;
- недоволно добро проценети потреби за капацитетот на пумпниот систем;
- компензирање на намалувањето на ефикасноста на пумпата со текот на работењето;
- компензирање на загубите на притисок во цевководите, кои се зголемуваат со текот на експлоатација поради појава на наслаги и од други причини.

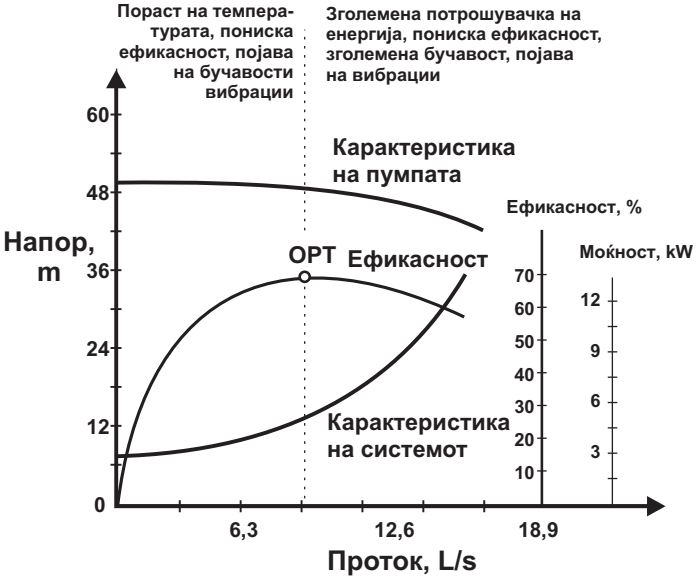
Предимензионирањето на пумпите резултира со повисоки трошоци за електрична енергија и за редовно одржување. Ова се должи на зголемениот проток на флуид низ пумпата, со што доаѓа до зголемување на абењето на елементите во пумпниот систем, резултирајќи со оштетување на вентилите и цевководите, како и со зголемување на бучавата при работа на системот, во која е вклучена и бучавата од зголемените вибрации на цевководите. Оттука, секогаш треба да се води сметка за точно димензионирање на потребниот капацитет на пумпата и на системот во целина уште од самиот почеток или при замена на веќе предимензионирана пумпа.

Но, исто така, доста често се случува при димензионирањето на пумпата да се предвиди и пумпа со помал капацитет од потребниот, што најчесто се должи на зголемување на побарувачката на системот со текот на времето и што повторно може да доведе до намалување на ефикасноста на целиот систем.

4.3.6. Оптимална работна точка

Пумпата се смета за предимензионирана кога не работи во рамките на ±20 % од својата оптимална работна точка, иако често се зема за нормално и доколку пумпата работи во поширок дијапазон од наведениот. Секоја центрифугална пумпа има своја оптимална работна точка (ОРТ), при која работи најефикасно и работата се карактеризира со најниски радијални оптоварувања (слика 4.10). Веројатноста дека една пумпа ќе функционира континуирано во областа на оптималната работна точка е многу мала, од причина што вообичаено пумпните системи работат со променлив проток, но исто така и поради променливите побарувања и оптоварувања на пумпниот систем. Сепак, изборот на пумпа чија оптимална работна точка е блиску до нормалниот работен режим на системот, може да резултира со значително

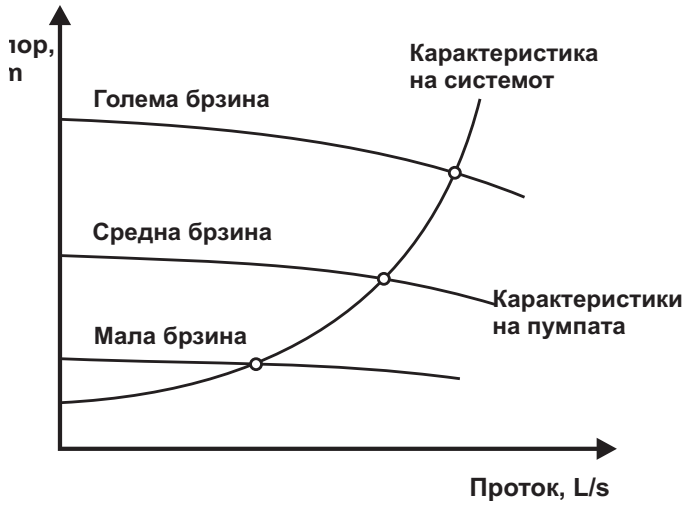
подобрување на ефикасноста на системот.



Слика 4.10. Дијаграм на работа на центрифугална пумпа

Пумпи со повеќе брзини

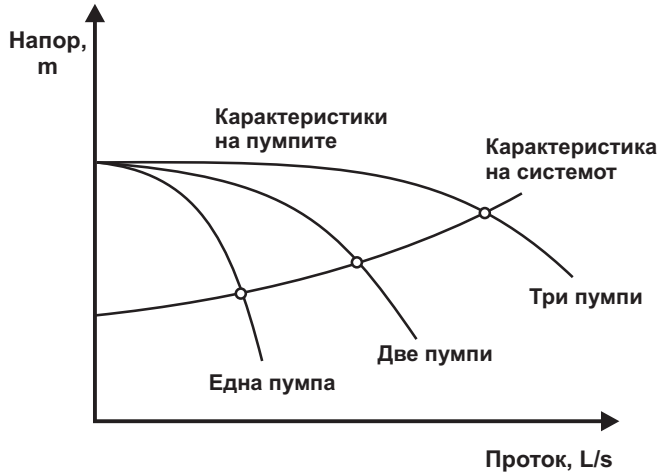
Пумпите со повеќе брзини може да се користат кај системи кои се изложени на чести промени на оптоварувањата. Генерално, пумпите со повеќе брзини се помалку ефикасни од пумпите со една брзина во рангот на нивната работна точка. Меѓутоа, нивната способност да покријат голем опсег на работа на системот, особено таму каде што се бара честа промена на протокот, ја подобрува севкупната ефикасност на системот (слика 4.11).



Слика 4.11. Карактеристика на пумпа со повеќе брзини

Инсталирање на повеќе пумпи

Една пумпа обично не е во можност континуирано да работи во дијапазонот на својата оптимална работна точка, особено во случаи кога има големи промени на оптоварувањето на системот. За покривање на такви промени може да се користат пумпни системи во кои се вклучени неколку помали пумпи (дијаграм на сл. 4.12). Предностите во користењето на две или повеќе помали пумпи наместо една пумпа со голем капацитет се во тоа што:



Слика 4.12. Паралелна работа на неколку пумпи

- се зголемува флексибилноста на системот,
- се подобрува сигурноста на системот, во случај некоја од пумпите да прекине со работа,
- се намалуваат трошоците за одржување, бидејќи секоја од пумпите

работи блиску до својата оптимална работна точка
- се зголемува вкупната ефикасност на системот.

Во случај кога се користат повеќе пумпи во паралелна врска во еден систем, треба многу да се внимава на тоа кај секоја од пумпите да биде задоволен минималниот проток и да имаат исти основни карактеристики.

4.3.7. Други мерки за подобрување на ефикасноста на пумпните системи

Со цел да се следат промените на оптоварувањето, протокот може да се контролира на различни начини, а некои од нив накусо се елаборирани во продолжение.

- **Регулација на протокот**. Постојат различни можности и методи за регулација на протокот во зависност од актуелните потреби, вклучувајќи конфигурации со две или повеќе пумпи во паралелна врска, мотори со прилагодлива брзина и мотори со варијабилна брзина. Овие мотори најчесто се поставуваат во системите каде што пумпите работат најмалку 2000 часа годишно и кај кои протокот се менува и до 30% во текот на работата. Наједноставните методи, со примена на бајпас линии и уреди за придушување, технички се едноставни и овозможуваат сигурна регулација на протокот, но се неповолни од аспект на енергетската потрошувачка.
- **Одржување на пумпите и на пратечката опрема**. Со редовно превентивно одржување на пумпата и пратечката опрема се постигнува ефикасно долготрајно работење со исполнување на проектните карактеристики. Тоа, воедно, овозможува рано откривање на проблемите и нивно навремено санирање, со цел да се избегнат поголеми дефекти. Главни причини за појавите на абење и корозија се зголемени концентрации на честички, како и мали pH вредности на флуидот.
- **Оптимизација на цевниот систем**. Оптимизацијата на цевните системи најдобро е да се направи во фазата на проектирање и изведба на пумпниот систем или при негова модификација. Клучните елементи во оптимизацијата на цевниот систем се: одредување на оптимален дијаметар на делниците и цевната арматура, прилагодени на протокот, со цел да се постигнат оптимални брзини на струење и минимални загуби поради триење; оптимална конфигурација на цевководите итн.
- **Избор и одржување на моторот.** За оптимално функционирање со висока енергетска ефикасност на пумпниот систем од исклучителна важност е правилниот избор на електромоторните погони. Во принцип, дури и до 2/3 од вкупната потрошувачка на електрична

енергија во еден производствен погон се должат на работата на опремата која што е погонувана од електромотори. Тоа значи дека високоефикасните мотори може да придонесат за големи заштеди на електрична енергија и често се карактеризираат со релативно кратки периоди на враќање на средствата. Високоефикасните мотори ги имаат и следниве предности: намалување на ризикот за дефект на моторот, поради подобрување на дизајнот и изработката, со што се добиваат уште многу години користење по периодот на враќање на средствата; значителни заштеди, како резултат на ефикасноста при експлоатацијата на моторот, намалена осетливост на факторот на моќност, како и во однос на напонските флуктации. Правилниот избор значи и оптимален капацитет на моторот. При инсталирање на предимензиониран мотор, доаѓа до зголемување на севкупните трошоци, што е резултат на повисоката цена на моторот, како и на поголемите трошоци за енергија при експлоатација, а како последица се намалува и ефикасноста на моторот поради неговата делумна искористеност. Предимензионираниот мотор ќе биде со намалена ефикасност во поголем дел од времето.

4.4. Системи за ладење кај индустриските процеси

4.4.1. Општи напомени за проблематиката на ладење

Ладењето претставува процес при кој од одреден простор или тело се одведува топлина и се предава на околината, на друг простор или тело, со што на ладениот простор или тело му се намалува температурата. Во денешно време тешко е да се замисли кое и да било поле на човековите активности, каде што не се користи, директно или индиректно, процес на ладење. Примената на вештачко ладење, генерално, може да се категоризира во три групи:

1. Ладење како главен или спореден процес во производствени и други процеси (индустриски процеси, складирање, подготовка и одржување на лизгалишта, медицина и др.),
2. Ладење поради создавање и одржување поблагопријатни животни и работни услови (климатизација на животен и работен простор) и
3. Ладење заради одржување на квалитетот, односно за забавување на несакани промени на хемиските, биохемиските и/или структурните карактеристики на разни производи и материјали.

Системите за ладење најчесто се одликуваат со голема потрошувачка на електрична енергија и како последица од тоа значително придонесуваат за зголемување на трошоците за работа. Во индустријата, а особено во

прехранбената индустрија, учеството на енергијата за ладење може да изнесува и до 85 % од вкупната потрошувачка на електрична енергија, во зависност од конкретната намена, како што е прикажано во Табела 4.8.

Табела 4.8. Потрошувачка на електрична енергија за ладење во одделни подрачја од прехранбената индустрија

Подрачје од прехранбената индустрија	**Потрошувачка на енергија за ладење**
Преработка на млеко	25%
Производство на пиво	35%
Кондиторски производи	40%
Производство на замрзнати готови оброци	50%
Производство на замрзната храна	60%
Ладилници за складирање на производи	85%

Подобрувањето на енергетската ефикасност во областа на ладилните постројки се заснова врз следниве основни принципи:

- Соодветен избор на концепт на инсталацијата за ладење, во функција на процесите за кои е наменет, што подразбира правилен избор на ладилен циклус во зададен температурен интервал и правилен избор на ладилен флуид;
- Користење на енергетски ефикасни компоненти во постројката (компресори, електромотори, кондензатори, испарувачи, помошна опрема, автоматика итн.);
- Усогласување на функционалните карактеристики на елементите од инсталацијата со параметрите на производниот процес во променливи услови на работа (сезонски, во зависност од производите или од други причини), на пример, контрола и оптимизација на притисокот на кондензација;
- Искористување на отпадната топлина (топлината на кондензација во ладилниот циклус) за соодветна намена;
- Соодветно управување со работата на инсталацијата, вклучувајќи и правилно одржување.

Потенцијалот за намалување на потрошувачката на енергија со подобрување на техничките елементи кај модерните системи за ладење е од редот на 15 ÷ 40%. Подобрувањето на едноставните оперативни навики и секојдневни работни практики, со минимални вложувања, доста често може да ги намали трошоците за енергија за 15% или повеќе. Ова станува особено важно, кога ќе се додаде влијанието на ладилните машини врз емисијата на стаклени гасови, како и очекуваниот пораст на цената на електричната

енергија во иднина.

Често, системот за ладење работи неефикасно затоа што тековните побарувања за енергија за ладење се разликуваат или во одредени случаи и значително отстапуваат од проектираните. Главните предизвици кога станува збор за подобрување на ефикасноста на системот се:

- Поголемите подобрувања на системот за ладење најчесто изискуваат замена на целосно интегриран систем, што е поврзано со значителни капитални вложувања;
- За некои сектори и индустриски процеси е неопходна 24-часовна работа на системот за ладење, така што за имплементација на мерки за подобрување на системот би било неопходно прекинување на производството, што најчесто се избегнува.

Сепак, иако често не може да се постигне сеопфатно подобрување на системот, со редовни мерки на одржување и правилно управување со системот може да се направат постепени подобрувања.

4.4.2. Утврдување на потребата за ладење

Проценка на потребниот ладилен капацитет

Изработката на листа од ладилни процеси и производи за кои е потребно ладење, заедно со нивните специфични потреби за ладилна енергија, овозможува да се разбере следното:

- утврдување на теоретското оптоварување за ладење;
- кои процеси доминираат во потрошувачката на енергија за ладење во компанијата;
- кои потреби за ладење може да се групираат врз основа на исто температурно ниво, со што ќе се овозможат придобивки во поглед на функционирањето на централниот систем за ладење.

Типичен пример на оптоварувањето за ладење во индустриско претпријатие се состои од побарувања за одреден ладилен процес (или процеси) и за ладење на одреден простор: ладење на магацински простории за складирање на полупроизводи и готови производи, климатизирање на работен простор и сл. Притоа, несакани топлински добивки може да се јават од повеќе различни причини:

- Погрешно избрана конфигурација на цевководните инсталации и несоодветна или непостоечка изолација
- Присуство на топлински изменувачи
- Неправилно монтирана опрема за ладење
- Ѕидови, подови и тавани на ладената просторија во допир со простории со значително повисока температура

- Инфилтрација на воздух низ местата каде што има врати, прозорци и други отвори
- Работа на електромотори од вентилатори и пумпи
- Топлински добивки од осветлување и останати електрични уреди
- Топлински добивки поради присуство на луѓе и опрема за ракување (на пр. виљушкар или друга опрема, машина или уред).

Честопати е тешко да се процени колку топлина се пренесува од околината во ладениот простор. За таа цел, најдобро е да се воспостави енергетски биланс во прецизно утврдени граници, со што ќе се овозможи:

- Пресметка/проценка на сите теоретски оптоварувања за ладење кај системот за ладење во просторот за складирање или за процеси каде што е потребно ладење.
- Пресметка/проценка на енергијата за ладење што се обезбедува од централниот ладилен систем.
- Разликата помеѓу овие две вредности претставува топлина која што се пренесува од околината кон ладениот простор.

За изработка на квалитетен и веродостоен енергетски биланс на системот за ладење потребно е детално да се разработат следниве чекори:

1. Идентификација на сите оптоварувања за ладење преку разгледување на техничките карактеристики на опремата, спецификацијата на процесите и податоците за потрошувачка на енергија за конкретните процеси.
2. Подетално утврдување на главните оптоварувања во самиот процес, преку мерење на волуменскиот проток на секундарниот ладилен медиум (доколку се користи таков медиум), одредување на покачувањето на температурата на медиумот и неговиот специфичен топлински капацитет.
3. Како алтернатива на чекорот 2, може да се одреди (да се измери) количеството топлина што треба да се одведува од производот со цел да се одржува одредена температура.
4. Во најдобар случај, се препорачува континуирано следење на протокот и температурата.

Овие чекори се применуваат се додека не се соберат информации за сите главни ладилни процеси.

Намалување на топлинските добивки

Бидејќи, во принцип, кај сите производи и процеси постојат одредени специфичности и разлики, пред да се имплементираат одредени технички решенија за намалување на топлинските добивки, треба да се земе предвид специфичната температура за процесите или другите барања за истите.

Ова особено се однесува за прехрамбената индустрија. Некои потенцијални решенија за намалување на топлинските добивки во системот за ладење се дадени во продолжение:

- да се овозможи природно ладење на производот (доколку е тоа изводливо) пред да се пристапи кон негово ладење во постројката за таа намена;
- подобрување на изолацијата на цевководните инсталации и избегнување на појава на загреани подрачја;
- да се осигура дека процесната опрема функционира правилно и да се лоцираат неочекувани извори на топлина (на пример, пастеризатори);
- да се осигура дека производот или просторот не е прегреан;
- да се утврди реалната потреба за ладење или да се прилагоди (да се покачи) температурата на испарување на работниот медиум доколку тоа е возможно, односно, доколку тоа го дозволуваат видот на процесот и карактеристиките на производот;
- избегнување на загревање од директно сончево зрачење;
- релоцирање на ладилната опрема колку што е можно подалеку од топлински извори, како што се радијатори, клима уреди, итн.;
- минимизирање на инфилтрацијата на воздух од околната средина во просторот каде што се врши ладење;
- монтажа на високо ефикасни електромотори за вентилаторите;
- монтажа на високо ефикасни електромотори за пумпите и нивно исклучување по потреба;
- редуцирање на времето на пристап на оперативниот персонал до ладените простории, подобрување на распоредот доколку е возможно.

4.4.3. Изолација

Со оглед на температурната разлика, неизолирани или недоволно изолирани цевководи низ кои поминува ладилниот медиум апсорбираат топлина од околината. Тоа може да има многу негативни ефекти и сериозно да влијае врз перформансите на системот за ладење. Во продолжение се наведени некои примери на негативни ефекти предизвикани од оштетена изолација или од непостоење на изолација.

- Апсорпцијата на топлина од околината значи дека влезната температура во испарувачот ќе биде повисока од потребната, што значи зголемување на потрошувачката на енергија во компресорот.
- Загревањето на ладилниот медиум преку несоодветно изолирани инсталации може да предизвика непостигнување на потребните процесни услови и лош квалитет на производите.

- Доколку ладилниот медиум се наоѓа на повисока температура од пропишаната, а притоа температурните услови сеуште се задоволени, тоа доведува до потреба од зголемен проток, што повлекува и поголема потрошувачка на енергија за компримирање.

Изолацијата, исто така, треба редовно да се испитува од аспект на присуство на влага, со оглед на тоа дека може да се создаде мраз на самиот цевковод и тоа да предизвика дополнително оштетување на изолацијата.

4.4.4. Систем за дистрибуција на ладилниот медиум

Потрошувачката на енергијата која што се користи за транспорт на флуидите во рамките на еден ладилен систем може да биде значителна, а овој дел од системот да биде извор на енергетски загуби. Со цел да се минимизира потрошувачката, потребно е да се провери:

- дали избраниот (секундарен) ладилен медиум е соодветниот флуид во согласност со конкретните потреби; доколку се избере флуид со поголем топлински капацитет, тогаш, за непроменет ладилен ефект ќе биде потребен помал проток на флуид;
- флексибилноста на пумпниот систем во однос на различни ладилни оптоварувања,
- состојбата на изолацијата,
- дијаметрите на цевководите, со цел снижување на притисокот на пумпата.

Механичката ефикасност на погонските уреди (електромотори) за пумпите е исто така многу важна, така што, за таа цел може да се користат високоефикасни електромоторни погони, во комбинација со фреквентни регулатори. Кај системите за дистрибуција на ладилен медиум кај кои пумпите се во функција најмалку 2000 часа годишно, а промените на протокот варираат повеќе од 30% во текот на времето, треба да се преферира примена на мотори со прилагодлива брзина (ASD - adjustable-speed drives) и мотори со варијабилна брзина (VSD - variable speed-drives) или примена на две или повеќе помали пумпи наместо една со поголем капацитет.

4.4.5. Преглед на ладилната постројка, контролните уреди, за дадените параметри и одведувањето на топлина

Подобрување на кондензаторите и редуцирање на притисокот

Кондензаторот е една од основните компоненти на парните компресорски, апсорпционите и ејекторските ладилни машини. Во кондензаторот се предава топлината на кондензација од ладилниот медиум кон околината, односно одземената топлина од ладениот простор и топлината од преобразената потрошена работа за погон на компресорот. Во

текот на процесот на кондензација, прегреаната пара на ладилниот медиум се преобразува во течност (на притисок на кондензација). Притоа, парата на ладилниот медиум се лади, кондензира и се подладува.

Според видот на медиумот за ладење и начинот на предавање на топлината на кондензација кон околината, кондензаторите се делат на проточни, испарувачки и воздушни.

Кондензаторите на парните компресорски ладилни машини во суштина се топлиноизменувачи во кои топлината од ладилниот флуид се предава на средството за ладење на кондензаторот, а потоа на околината. За испарувачките (евапоративните) кондензатори, ладени со вода, неопходен е соодветен проток на вода преку цевките во кои струи загреаниот ладилен медуим. Притоа, мора да се води сметка за оптимизацијата на протокот, имајќи предвид дека колку што е поголем протокот се намалува потребната топлиноизменувачка површина, а со тоа и цената на кондензаторот, но се покачуваат трошоците за вода. Покрај тоа, со работа на вентилаторите се обезбедува струење на воздухот за да се овозможи подобро ладење на водата. Понекогаш, овие вентилатори работат со константна брзина и се прилагодени да се вклучуваат и исклучуваат во согласност со однапред зададена вредност на притисокот во кондензаторот.

Најефикасен начин за работа на испарувачкиот кондензатор е неговата работа да се оптимизира во согласност со вредноста на притисокот што треба да се постигне со компресорот. Регулацијата на работата на кондензаторот има за цел штедење на вода и енергија за погон на пумпите и вентилаторите, како и одржување на оптимален (фактички, потребниот минимален) притисок на кондензација. Во оваа ситуација, најдобро е да се применат електромотори со варијабилна брзина на вентилаторите на кондензаторот. Тие би биле управувани во координација со потребниот (минимален) притисок во кондензаторот и би овозможиле намалена потрошувачка на енергија за работа на компресорот. Ова секако ја намалува и специфичната потрошувачка на енергија за струење на воздухот околу кондензаторот.

Мотори со променлива брзина за вентилатори за испарувачи и кондензатори

Со инсталирање на мотори со варијабилна брзина (на пример, со примена на фреквентни регулатори) на вентилаторите за испарувачите се овозможуваат заштеди од околу 2 – 3% од вкупните трошоци за ладење. Вентилаторите со мотори со варијабилна брзина овозможуваат заштеди во зависност од условите на работа. Двобрзинската регулација е исто така добра, меѓутоа помалку ефикасна опција. Во двата случаи, регулацијата на работата на вентилаторот е во директна функција од притисокот на излезот

од компресорот и од амбиенталните услови.

Подобрување на перформансите при делумно оптоварување

Ефикасноста на компресорот значително се влошува кога истиот функционира со намалено оптоварување. За поголеми ладилни капацитети, подобро е оптоварувањето да се распредели на повеќе мали компресори, така што ќе се избегне делумно оптоварување само на еден компресор со поголем капацитет. Алтернатива на ова решение е да се применат мотори со варијабилна брзина за погон на соодветни компресори.

Воведување на контролни системиза работа на компресорите во оптимален режим

Користењето на напредни управувачки уреди овозможува автоматско стартување на компресорите и нивна работа во оптимален режим. На овој начин, не само што се зголемува ефикасноста, туку се продолжува и "работниот век" на опремата.

Покачување на влезниот притисок

Ладилните системи се најефикасни кога функционираат на највисокиот можен влезен притисок, кој сеуште ги исполнува условите на неопходната работна температура (која зависи од бараните параметри на ладилниот систем). Кога се користат регулатори на притисокот во испарувачот при сите оптоварувања, влезниот притисок може да биде покачен, со што капацитетот на компресорот може да се зголеми за околу 2,5 % за секој степен од соодветната влезна температура на заситување.

Намалување на температурната разлика

Намалувањето на разликата помеѓу температурите на кондензација и испарување е од суштинска важност за подобрување на енергетската ефикасност. При намалување на таа разлика за износ од 1°C, ефикасноста на постројката може да се покачи за 3 до 4%. Разликата на температурите на кондензација и испарување се намалува доколку се снижи температурата на кондензација и/или се покачи температурата на испарување. Ладилниот фактор (познат и според кратенката COP - coefficient of performance) се покачува со намалување на разликата помеѓу температурите на испарување и кондензација.

Други мерки

Често пати, ладилните системи и постројки се карактеризираат со одредени специфичности, во зависност од потребите на индустрискиот сектор, процесот и сл., односно во зависност од конкретната намена. Во таа

смисла, освен претходно наведените, можно е да се применат редица други мерки за подобрување на ефикасноста, како на пример:

- намалување на падот на притисок во влезната линија на компресорот,
- вградување на опрема за автоматско дотерување и одржување на притисокот по компресорот,
- редукција на паразитни оптоварувања, топлински добивки и сл.,
- искористување на топлината од ладењето на маслото и др.

4.4.6. Одржување на ладилниот систем

Доколку ладилниот систем е постар од 10 години, како реална опција може да се земе во разгледување и негова замена, со оглед на тоа дека со тоа ефикасноста може да се покачи и до 30-40%, во зависност од состојбата на стариот систем. За да се оцени тоа, треба да се направи анализа на животниот циклус на системот.

За да се избегне неефикасен пренос на топлина и проблеми со ефикасноста кај постоечкиот систем, операторот на системот мора да располага со процедури за редовни проверки и тестирање на целокупните перформанси, како и препораки од производителот за одржување и сервисирање на компонентите од системот. На овој начин ќе се идентификуваат сите проблеми во рана фаза, што може да има значителен удел во намалувањето на потрошувачката на енергија.

Редовно сервисирање на компонентите од системот за ладење со цел да се одржи нивото на проектираната ефикасност опфаќа:

- редовна контрола и сервисирање на опремата од страна на овластени лица,
- сервисирање на компресорите со строго придржување во однос на препорачаните временски интервали за преглед, замена на деловите со оригинални, како и користење на соодветни масла за подмачкување,
- редовно и благовремено чистење на топлиноизменувачките површини,
- одржување на топлинската изолација во добра состојба, со што се намалуваат загубите и преголемите топлински оптоварувања и се спречува појавата на корозија,
- одржување на компонентите на автоматиката, со што се овозможува технички исправна и ефикасна работа на постројката.

Подобрено одржување на испарувачот и негово одмрзнување

Испарувачите кај парните ладилни машини се топлиноизменувачи во кои се доведува топлина на ладилниот флуид (кој притоа испарува)

непосредно од ладениот простор или посредно, од секундарен ладилен флуид.

Улогата на испарувачите кај ладилните постројки е да овозможуваат премин на топлина од ладениот простор кон работниот ладилен медиум, со цел потоа топлината, преку кондензаторскиот дел од постројката, да биде предадена на околината. Испарувачите за ладење на воздух, на чија површина се нафаќа мраз (иње), мора периодично и благовремено да бидат подложени на одмрзнување („дефростирање“).

Одмрзнувањето се врши во ситуации кога е евидентно намалувањето на перформансите. Зачестеноста на одмрзнувањето се движи во широки граници: од еднаш или двапати месечно, кај испарувачи со мазни цевки со природна конвекција на воздухот во складишта за замрзнати производи, до еднаш или двапати на час, кај оребрени испарувачи со присилна конвекција.

Одмрзнувањето овозможува правилно функционирање на постројката со поинтензивен премин на топлина, а со тоа и подобра енергетска ефикасност. Во примена се различни концепти за одмрзнување: природно (со воздух од ладениот простор, кога температурата е доволно висока), со вода од водовод, со електрична енергија, со водна пара итн.). Притоа, треба да се има предвид дека енергијата потребна за одмрзнување треба да биде што помала.

Подобрено одржување на кондензаторот

За да се обезбеди долготрајна и ефикасна работа на кондензаторот, треба да се посвети внимание на негавата заштита од корозија, чистењето на површините за пренос на топлина од наслаги, како и на одржувањето на пратечката опрема, вклучувајќи ги пумпите и/или вентилаторите. Неопходно е често да се проверува состојбата на антикорозивната заштита, а деловите што се зафатени со корозија благовремено да се исчистат, а заостанатата корозија да се неутрализира.

Во случај кога се користи вода со зголемена тврдост или агресивност неопходно е да се врши соодветна претходна подготовка на водата, што опфаќа омекнување, неутрализација на киселоста и евентуално додавање на антикорозивни инхибитори.

Одржувањето на оптимална вредност на температурата во кондензаторот е многу важно за ефикасна работа. Кондензаторската температура зависи од големината на кондензаторот и неговата состојба, како и од протокот на воздух, амбиентната температура и присуството на некондензирачки гас во ладилниот медиум.

Дефектите кај кондензаторот вклучуваат блокади и проблеми од аспект

на пренос на топлина. Присуството на воздух и други некондензирачки гасови во ладилниот флуид ја покачува температурата (а со тоа и притисокот) на кондензација и ја намалува ефикасноста.

Подобрено одржување на експанзионите вентили

Проблемите со експанзионите вентили најчесто се предизвикани во ситуации кога вентилите се отворани или затворани кога не би требало да бидат во таква состојба, со што се покачува притисокот од компресорот.

Електронските вентили кај директните испарувачи можат да го редуцираат притисокот на компресорот и се карактеризираат со задоволителен период на враќање на средствата, дури до 20% во одредени ситуации.

Подобрено одржување на компресорите

Проблемите кај компресорите во многу случаи не е едноставно да се детектираат, меѓутоа најчесто тие се предизвикани од механички оштетувања или внатрешни блокади. Проверката на нивото на масло, замената на дотраените лежишта, проверките на истекување и други мерки на превентивно и тековно одржување треба да се одвиваат плански и континуирано.

Одржување на системите за ладење

1. Да се почитуваат сите спецификации на производителот во врска со сите средства за подмачкување и работни медиуми.
2. Да се вршат континуирано проверка и поправки на изолацијата на каналите или цевководите со цел да се избегне загуба на топлина или штети од кондензација.
3. Да се врши проверка на компонентите од кондензаторот.
4. Да се врши проверка од нечистотии на лопатките од вентилаторите или пумпите со цел да се избегнат вибрации или дисбаланс. Да не се врши фарбање на вентилаторските лопатки.
5. Да се внимава на подмачкувањето на лежиштата. Премногу средство за подмачкување ќе привлече нечистотии.
6. Да се врши проверка на инфилтрацијата на воздух.
7. Да се врши проверка на куќиштето на вратите од фрижидерите.
8. Да се проверуваат роторите на пумпите.
9. Да се врши проверка на чистотата на кондензаторите со цел да се избегне лош премин на топлина.
10. Да се врши проверка на притисокот и всисниот притисок на компресорот за да се продолжи неговиот работен век.
11. Да се проверат циклусите на одмрзнување за да се избегне зголемена

потрошувачка на енергија.

12. Да се проверува состојбата на вентилите и клиповите од компресорите.
13. Сезонско одржување. Кон крајот на сезоната, потребно е да се направи комплетна проверка на целокупната опрема, без оглед на тоа колку беспрекорно работел системот во текот на сезоната, и тоа додека истата сеуште е во погон. Проверката треба да вклучува:
    - Евентуална замена на контролни уреди, ремени, филтри итн.
    - Евентуална зголемена потрошувачка на вода за разладување. Во оваа ситуација секоја единица се пушта во работа и се проверува нејзината работа, се испушта водата, се испушта маслото, се чистат лежиштата, се додава ново масло, итн.
    - Проверка на дотрајани и истрошени делови.

4.5. Мотори

Моторите во индустријата се користат за погонување на многу индустриски машини и постројки. Но, многу често тие се занемарени и како резултат на тоа, многу погони во индустријата користат неефикасни мотори, иако се проценува дека во индустриски развиените земји, на електромоторните погони се должат околу 60% од вкупната потрошувачка на електрична енергија во индустријата. Имајќи предвид дека електричната енергија е најквалитетна форма на енергија што ја познава човекот, секоја рационализација на потрошувачката што се остварува во доменот на електромоторните погони претставува значаен придонес на енергетски, економски и еколошки план.

Постојат редица причини за широката примена на електромоторните погони во индустријата и во другите сектори: исклучително широк дијапазон на работни параметри (моќност, брзина), применливост во многу различни работни услови, висок степен на корисно дејство, минимални загуби при празен од, подготвеност за брзо вклучување и работа со полно оптоварување, едноставно управување, еколошка прифатливост, долг работен век итн. Како негативни карактеристики на електромоторните погони може да се наведат, пред се, зависноста од напојувањето и неповолниот однос на тежината и моќноста.

Најголемите потенцијални енергетски заштеди кај електромоторните погони може да се постигнат со усогласување на функционалните карактеристики на погонот со оптоварувањето, односно со барањата на технолошкиот процес во кој учествува погонот. Практично, тоа се сведува на промена на брзината на погонот, односно на примена на погон со можност за регулирање на брзината. Во таа насока, денес најмногу се развиваат и се

применуваат погони со фреквентно регулирани асинхрони мотори.

Покрај останатите компоненти, фреквентно регулираниот електромоторен погон има фреквентен претворувач. Тоа е уред чија што улога е електричната енергија во наизменичен облик, со константен напон и зачестеност, да ја трансформира во електрична енергија во наизменичен облик, со променлив напон и зачестеност. Мора да се има предвид дека секоја компонента од електромоторниот погон поединечно, како и нивната меѓусебна функционална усогласеност, имаат влијание врз вкупната потрошувачка на електрична енергија. Во таа смисла, потрошувачката на електрична енергија на електромоторниот погон зависи од повеќе фактори, меѓу кои најважни се:

- квалитетот на напојувањето со електрична енергија,
- контролата на брзината на моторот,
- ефикасноста на моторот,
- ефикасноста на механичкиот пренос,
- правилното димензионирање на опремата во согласност со специфичностите на постројката/инсталацијата/процесот,
- карактеристиките на работниот циклус, односно промената на оптоварувањето,
- усогласеноста на управувањето и на работниот циклус итн.

Оптоварувањето на моторите може да се намали со редовно сервисирање и базично одржување, а може да придонесе за значително намалување на потрошувачката на енергија и намалување на трошоците. Подолу се наведени некои од чекорите кои треба да се преземат за да се подобри ефикасноста на моторот.

Кога не се користат, моторите треба да бидат исклучени

На самиот старт треба да се идентификуваат сите системи кои користат електромоторни погони и потоа да се премине кон исклучување на сите мотори за кои нема потреба да погонуваат одредена машина, постројка или процес. Исто така, може да се инсталираат автоматски сензори кои ќе ја регулираат работата на моторите, во зависност од потребите.

- Максимално оптоварен електричен мотор за 30 до 40 дена континуирана работа троши електрична енергија чија цена е еднаква на набавната цена на моторот .
- Намалување на брзината на моторот за 20 % може да заштеди и до 50% енергија.
- Инсталирањето на фреквентен регулатор може да заштеди и до 30% од трошоците.

Редовно одржување на електромоторните системи

Редовното одржување може да ја намали потрошувачката на енергија за околу 10%. Практиките за одржување треба да вклучуваат воспоставен распоред на подмачкување, чистење, затегнување на преносните ремени итн. Исто така, корисна практика е превентивното одржување, односно замена на одредени делови пред истите целосно да бидат истрошени, со цел да се избегне потенцијален дефект и застој во работењето.

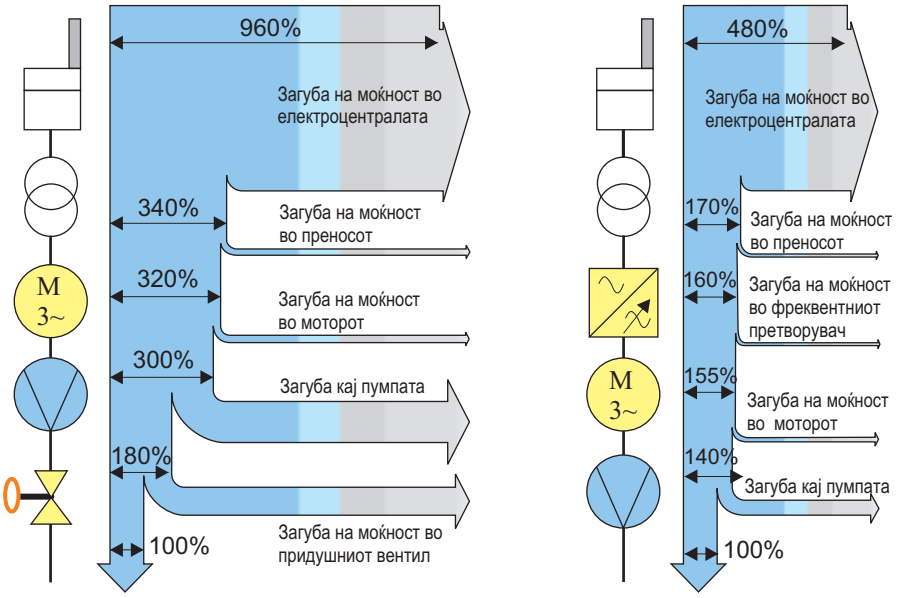
Проверка на димензионираниот капацитет на моторите

Како и кај пумпите, така и кај електромоторните погони, од одредени причини, при проектирањето и изведбата на инсталациите може да дојде до нивно предимензионирање.

Многу често моторите се предимензионирани и за 20% или повеќе од потребниот капацитет на машината или постројката каде што се вградени (на пример, за системот може да биде потребна моќност на моторот од 7.5 kW, но е погонуван од мотор од 11 kW). Во такви случаи, потребно е да се направи замена на моторот со помал, поефикасен мотор.

Инсталирање на фреквентни регулатори

Фреквентен регулатор е електричен уред со кој може да се врши промена на брзината на машината и/или на друга опрема, која е погонувана од електромотор, како што е компресор, вентилатор, пумпа, транспортен уред (транспортна лента) и др. Фреквентниот регулатор ја конвертира струјата со фиксна фреквенција во струја со променлива фреквенција за контрола на работата на моторот: пониска фреквенција за помала брзина и повисока фреквенција за поголема брзина. Со оглед на можната примена (кај пумпни, компресорски, вентилаторски и др. системи) фреквентните регулатори ја зголемуваат енергетската ефикасност на различни постројки и процеси во индустријата и во други сектори.



Слика 4.13. Биланс на моќноста на погонот на пумпа при работа со придушувачки вентил и фреквентен регулатор

4.6. Осветлување

Со поновите технологии за осветлување, потрошувачката на енергија за осветлување може да се намали за 30-60%, при истите стандарди на осветлување, особено кога инсталацијата е постара од 10 години. Во табелата 4.9 се дадени препорачани вредности за интензитетот на осветлување во индустријата за храна и пијалоци, во зависност од типот (намената) на просторијата и видот на предвидените активности.

Табела 4.9. Препорачани вредности за интензитетот на осветлување во индустрија за производство на храна и пијалоци[1]

Тип на просторија или активност	Интензитет на осветлување (lux)
Ходници за комуникација и движење, коридори и магацински простории	100
Скалила	150
Простории за пакување и испорака	300

1 Во согласност со стандардот MKS EN 12464-1:2008 Светлина и осветление - Осветление на работни места -Дел 1: Работни места во затворени простори

Табела 4.9. Препорачани вредности за интензитетот на осветлување во индустрија за производство на храна и пијалоци[1]	
Тип на просторија или активност	Интензитет на осветлување (lux)
Канцеларии	500
Работни простории и области во:	200
- пивари и простории за производсто на слад	
- простории за миење, полнење на буриња, чистење, просејување и лупење	
- простории за варење и конзервирање и производство на чоколадни производи	
- простории во шеќерната индустрија	
- простории за сушење и ферментација на суров тутун и подруми за фрементација	
Сортирање и миење на производи, мелење, мешање, пакување, сечење и сортирање на овошје и зеленчук	300
Простории за подготовка и печење	300
Простории за глазирање и украсување	500
Работни простории и критични зони во кланици, месари, млекари, мелници и рафинерии за шеќер	500
Производство на деликатесна храна, пури и цигари, надзор на стаклена амбалажа, контрола на квалитет на производи	500
Лаборатории	500
Простории во кои се врши надзор и инспекција на бои/боење	1000

Табелата 4.10 содржи одредени насоки за имплементација на енергетски ефикасно осветлување.

Табела 4.10. Насоки за енергетски ефикасно осветлување	
Максимално искористување на природната светлина	Осветлувањето треба да овозможи ефикасно извршување на визуелните задачи. Од аспект на здравјето на луѓето и комфорот, како и од енергетски аспект, најдобро е максимално да се користи природното осветлување.

Табела 4.10. Насоки за енергетски ефикасно осветлување	
Редовно одржување	Нечистотијата и правотја намалуваат ефикасноста на светлечките тела. Затоа се препорачува нивно редовно чистење и одржување.
Користење на ефикасни светилки	Инсталирањето на ефикасни светилки е одличен начин за намалување на трошоците и подобрување на квалитетот на осветлувањето.
Намалување на бројот на светлечки тела	Онаму каде интензитетот на осветлување е повисок од потребниот, може да се намали бројот на светилки и на тој начин да се намали потрошувачката на енергија.
Намалување на напонот	Панелите за намалување на напонот може да се постават близу разводната кутија. Намалувањето на напонот на флуоросцентните светилки за околу 30% има минимален ефект врз интензитетот на осветлување, а значително ја намалува потрошувачката на енергија.
Автоматска контрола на осветлувањето	Вклученото осветлувањето во незафатени простории, или во простории каде е доволна само дневна светлина значи чиста загуба на енергија. Со примена на автоматска контрола на осветлувањето се намалува зависноста од човечкиот фактор и се подобрува ефикасноста.
Сензори за присуство	Намената на сензорите за присуство е да го вклучуваат осветлувањето само кога просторијата се користи, со што се избегнува вклучено осветлување кога просториите не се користат. Овие сензори се препорачува да се применат во простории кои краткотрајно се користат, како што се простории за оброк, конференциски сали, магацински простории и други.
Фотосензори	Фотосензорите ја детектираат промената на интензитетот на дневна светлина во просторијата и според тоа го регулираат нивото на вештачкото осветлување. Најдобро е фотосензорите да се постават на места каде има дневна светлина и каде има можност за постепено намалување и зголемување на интензитетот на вештачкото осветлување.
Тајмери	Тајмерите се користат за вклучување и исклучувањена осветлувањето во зададено време и особено се погодни за примена кај надворешното осветлување.

5. Контрола и мониторинг

Контролата и мониторингот претставуваат моќен пристап кон менаџирањето со потрошувачката на енергија и треба да претставуваат основа на секоја енергетска стратегија, без разлика на големината и комплексноста на компанијата или секторот на кој таа припаѓа.

Кога вкупните трошоци за енергија претставуваат значителен дел од вкупните оперативни трошоци, тогаш тие мора да се менаџираат на ист начин како и сите останати ресурси на компанијата. За да се остварат одржливи заштеди на енергија, во текот на времето, неопходно е да се воспостави континуиран квалитетен менаџмент со енергетските текови. Без релевантни податоци, ова е невозможно, од проста причина што не може да се менаџира она што не се мери. Поради тоа, пожелно е секоја индустрија и секоја компанија да креира соодветен енергетски мониторинг систем, со кој се следат и се собираат редица релевантни податоци.

Во својата наједноставна форма, системот за енергетски монитронг може да се базира на следново:

- Месечни сметки и податоци за потрошувачка на енергија во последните 12 до 24 месеци
- Податоци за месечно производство

Основните податоци за потрошувачката на енергија може да се преземат од сметките или од поставените мерачи. Меѓутоа, таквите податоци даваат само генерална слика за потрошувачката. По можност, потребно е да се постават мерачи на повеќе места во различни делови од еден систем (погон, постројка, инсталација), за да се овозможи полесно следење на промените во поединечните делови, како и за полесна идентификација на евентуалните проблеми, од кои произлегува зголемена потрошувачка на енергија. Воедно, таквиот пристап за следење на потрошувачката на енергија ќе ги алармира вработените за потенцијалните проблеми до кои може да дојде во иднина.

Енергетскиот мониторинг, исто така, може да обезбеди корисни податоци за корпоративни иницијативи за следење на емисијата на штетни материи, вклучувајќи ја и емисијата на стаклени гасови. Успешните

програми за мониторинг овозможуваат континуиран реален приказ на потрошувачката на енергија, со цел навремено да се идентификува евентуалниот пораст на потрошувачката на енергијата и трошоците, кој би можел да биде предизвикан од оперативната неефикасност. Со тоа се овозможува и лоцирање на точките каде што се јавуваат зголемените загуби.

Инсталирањето на мерни инструменти може да биде поврзано со значителни финансиски издатоци. Меѓутоа, за останатите фази од воспоставувањето на систем за енергетски мониторинг и контрола обично се потребни релативно мали иницијални капитални вложувања, а неговото инсталирање може да резултира со релативно брзи и значајни заштеди.

Со анализи на податоците од системот за мониторинг едноставно се утврдуваат периоди на добра, периоди на нормална и периоди на потпросечна ефикасност во работењето. Таквите информации може значително да помогнат во дефинирањето на целните вредности за потрошувачка на енергија, базирани според очекуваното производство. Следењето на податоците кои се собираат може значително да помогне за идентификацијата на потенцијалните проблеми, за планирање на работата, како и за подобрување на енергетските заштеди.

Дневното или неделното читање на поставените мерни инструменти овозможуваат собирање на податоци кои може да бидат многу покорисни од податоците од сметките за набавка на гориво и за потрошена електрична енергија. Предноста е во тоа што со читањето на податоците од мерните инструменти се овозможува побрзо реагирање во случај на промени во потрошувачката. Сепак, крајниот успех од примената на системот за контрола и мониторинг не е нешто што може да се очекува на многу краток рок и тој зависи од свесноста и мотивацијата на сите вработени, од менаџментот до операторите.

Прилози

Прилог 1: Организација на енергетска политика

1. Политика

Политиката на оваа организација е да ја контролира потрошувачката на енергија со цел:

- Да избегне непотребни трошоци
- Да ја подобри ефикасноста, продуктивноста и работните услови
- Да ја заштити животната средина

2. Цели

Долгогодишните цели се:

- Да набавува горива и други енергенси по најповолни цени
- Да ги користи најефикасно и најпрактично

3. Итни цели

На долг рок, целите се однесуваат на:

- Стекнување на контрола над енергетската потрошувачка со ревидирање и подобрување на мерењето, работењето, одржувањето, мотивацијата и тренингот
- Да инвестира во програма за мерки за заштеда на енергија кои ќе го максимизираат повратот на инвестиции со цел генерирање на средства кои можат да се реинвестираат

4. Акционен план

Во текот на оваа година, следните активности за заштеда на енергија ќе бидат преземени:

- Имплементација на мониторинг и техники за поставување целни вредности во однос на потрошувачката и заштедите на енергија
- Програма за домаќинско работење и превентивно одржување
- Детална табела со специфични цели
- Акции што треба да бидат преземени од назначениот персонал

Во текот на следните 3 месеци:

- ќе планираме промоција за зголемување на свесноста помеѓу вработените
- ќе дефинираме план за мониторирање и евалуација на нашите

достигнувања

- ќе правиме разгледување на она што функционира и она што не функционира
- ќе разгледуваме и помагаме промотивни кампањи
- ќе ги информираме вработените за заедничките достигнувања
- ќе креираме систем за наградување кој ќе ги препознава напорите на индивидуалците и групите вработени

Прилог 2: Проверка на енергетскиот менаџмент

Име на компанијата _____

Локација _____

Одговорно лице _____

Организација на енергетскиот менаџмент

1. Кој е одговорен за управувањето со енергијата?

Име и Презиме	
Позиција во организацијата	
Кого известува?	
Дали е вработен со цело или полно работно време	
Квалификации и соодветно искуство	
Број на вработени во одделот за енергија	

2. Како се разгледува потрошувачката на енергија?

Од главната канцеларија или на самото место?	
Континуирано по план или нерегуларно	
Согласно планот или нерегуларно	
Доколку периодично, кога последен пат била разгледувана?	

3. Како се анализира потрошувачката на енергија?

   A. по сектори

   B. по производи

   C. по извори (видови енергија)

   D. по месеци или по број на работни денови (смени)

E. месечно

F. согласно трошокот

G. помеѓу осветлувањето, топлата вода, проветрување на просториите, ладење и сл.

H. помеѓу канцелариите, погоните, магацините, транспортот и сл.

4. Кои единици мерки се користат?

(Претворете ја потрошувачката на различни видови на енергија во една единица, исто така во пари)

5. На кој начин ја мерите енергијата?

(Колку често ги читате мерачите? До кое ниво се вршат мерења и какви извештаи се чуваат во документацијата?

6. Дали правите предвидување за потрошувачката на енергија?

7. Дали имате стандарди за потрошувачката – на пр. стандардна енергетска потрошувачка за различен процес или објект?

8. Дали потрошувачкатаа се споредува со:

A. претходните периоди од работата на компанијата

B. други погони, линии, постројки во истата компанија

C. други компании

9. Дали менаџментот има предвидено/поставено целна вредност

D. за апсолутно ниво на потрошувачка

E. за ниво на потрошувачка базирано на активноста

F. за ниво кога не се произведува

G. за процентуалните намалувања на потрошувачката?

10. Дали менаџментот ја зема во предвид информацијата за потрошувачката на енергија како есенцијален дел на системот за управување со информациите?

11. Какви чекори имате преземено, како на пример информативна кампања или подучување на вработените, со цел промоција на заштедата на енергија?

12. До кое ниво е планирано одржувањето во производството?

13. Колку често правите проверка на различните делови во постројката или ги тестирате – за корозија, распукување, нечистотија, оштетувања на изолацијата, протекување, нефункционирање на одвојувачите на кондензат, непрецизни или расипани мерачи?

Прилог 3: Образец за следење на енергетски текови

1. Анектен лист за котли (парни, водогрејни)

(за секој инсталиран котел се пополнува посебен анкетен лист)

Ред бр	Параметар	Димензија (единица мерка)	Вредност
	Вид на котел	----	
	Производител на котелот	----	
	Година на производство	----	
	Година на пуштање во погон	----	
	Проток на произведената пара	t/h	
	Притисок на парата	bar, MPa	
	Температура на парата	°C	
	Гориво кое се користи (јаглен, течно гориво, гас)	----	
	Проток (потрошувачка) на користено гориво	t/h, m^3/h	
	Долна топлинска моќ на горивото	kJ/kg	
	Температура на напојната вода	°C	
	Температура на излезните гасови	°C	
	Содржина на O_2 во излезните гасови	%	
	Температура на околен воздух	°C	
	Содржина на влага во суровиот воздух	kJ/kg сув воздух	
	Согорливо во пепелта	%	
	Долна топлинска моќ на согорливото во пепелта	kJ/kg	

2. Анкетен лист за елементарната анализа на користеното гориво

Ред бр	Параметар Елементарна анализа	Димензија (ед.мерка)	Вредност
	Јаглерод (C)	%	
	Водород (H)	%	
	Кислород (O)	%	
	Сулфур (S)	%	
	Азот (N)	%	
	Влага (W)	%	
	Пепел (A)	%	
	Долна топлинска моќ	kJ/kg	

3. Анкетен лист за воздушни компресори

Ред бр	Карактеристики (Податоци) за компресорот	Димензија (ед.мерка)	Компресор број			
			1	2	3	4
	Производител					
	Година на производство					
	Вид					
	Број на степени					
	Излезен капацитет	Nm^3/min				
	Излезен притисок	bar/MPa				
	Брзина на вртење	vrt/min				
	Капацитет на ресиверот	m^3				
	Карактеристики на моторот					
	Моќност	kW				
	Јачина на елек-трична енергија при полно оптоварување	A				
	Напон	V				

	Фактор на снага					
	Брзина на вртење	vrt/min				
	Фреквенција	Hz				
	Специфична моќност	kW/m^3/ min				

Прилог 4: Одржување на котлите

Неделно одржување на котлите	
Параметри што треба да се проверуваат	**Коментари**
Состав на излезните гасови	• Да се провери содржината на O_2 и/или CO_2 при нормално и при ниско отповарување • Да се провери дали во гасовите има продукти од нецелосно согорување (на пример: CO, CH_4) при нормално и при ниско оптоварување. • Резултатите да се споредат со претходни мерења. • По потреба, да се изврши регулација на опремата за согорување според препораките на производителот, за да се обезбеди што поефикасно согорување при оптимален вишок на воздух.
Одведување на излезните гасови	• Кај котли со урамнотежена промаја, да се спореди содржината на кислород на ладниот крај со содржината на кислород на излезот од ложиштето. • Да се провери содржината на согорливи материи на овие две места.
Одржување на пламеникот	• Да се затвори вентилот за гориво и да се надгледуваат карактеристиките и времето на гаснење на пламенот (да се споредат со податоците од производителот). • Да се рестартира пламеникот и да се провери точното време и редоследот на операциите. • Да се исчистат компонентите од пламеникот во согласност со препораките од производителот.
Температура и притисок на напојната вода	• Неопходно е да се води евиденција за температурата и притисокот на напојната вода и вршење контрола за појава на евентуална неконзистентност

Исклучување при ниско ниво на вода во котелот	• Во нормални услови на согорување, со исклучување на пумпата за напојна вода се исклучува и пламеникот. • Во никој случај не смее да настапи ситуација во која нивото на вода во котелот би паднало под дозволеното ниво!
Контрола на нивото на вода за отстрану-вање на талогот	• Неопходно е да се отстрани евентуално акумулира-ниот талог (нечистотии) од ниво-регулаторот.
Сигурносен вентил	• Неопходно е да се провери дали има истекувања! • При нормално работење, со рачно отворање може да се провери исправноста на сигурносниот вентил.
Масло за подмачкување	• Потребно е да се врши редовна проверка на нивото и состојбата на маслото за подмачкување на воздушните компресори

Месечно одржување на котлите	
Параметри што треба да се проверуваат	**Коментари**
Корелација меѓу начинот на подготовка на вода и коли-чината на вода што се губи при одведувањето на талог	• Потребно е да се провери влијанието на подготовката на вода врз евентуалната прекумерна загуба на работен флуид при одведување на талог од котелот
Снабдување со воздух за согорување на горивото	• Неопходно е да се врши проверка дали воздухот за согорување се доведува од соодветно место (од околината, од внатрешноста или од највисоката точка на котларницата), • Да се провери дали согорувањето се одвива правилно, • Да се врши проверка за тоа дали пречистувачот на воздух (филтер, решетка) за вентилаторот за воздух или воздушниот компресор е чист

Систем за гориво	• Да се проверат пречистувачите на нечистотии во горивото (ситата), филтрите, пумпите и инструментите за мерење. По потреба, тие треба да се исчистат.
Ремени (каиши)	• Да се провери состојбата, затегнатоста и условите на работа на ремените (каишите).
Подлошки, заптивки, споеви	• Со правилно притегнување ќе се продолжи векот на траење на опремата.

ГОДИШНО ОДРЖУВАЊЕ НА КОТЛИТЕ	
Параметри што треба да се проверуваат	**Коментари**
1. Грејни површини од гасна страна	• Потребно е грејните површини од гасна страна редовно да се чистат, според препораките на производителот. • Да се подготват за континуирано користење.
2. Грејни површини од водно-парна страна	• Да се вршат проверки на извалканоста од водно-парна страна
3. Осид	• Да се провери дали на осидот има оштетувања и пукнатини. По потреба да се поправи.
4. Систем за гориво	• Да се исчистат и да се доведат во исправна состојба пумпите, филтрите, предгрејачите на мазут, резервоарите за гориво итн.
5. Систем за напојна вода	• Да се исчистат кондензниот резервоар и системот за деаерација. • Да се исчисти и повторно да се доведе во работна состојба системот за напојна вода. • Да се изврши проверка на состојбата на другата опрема: пумпи, водопоказни стакла итн.

6. Електрични системи	• Неопходно е редовно да се чистат сите електрични клеми. • Потребно е да се проверуваат системите за електрична регулација (контрола). • Да се проверуваат живините прекинувачи.
7. Хидраулични и пневматски вентили	• Неопходно е да се проверува функционирањето и да се спречат сите истекувања.
8. Сигурносни вентили	• Неопходно е да се проверуваат и, во зависност од наодите, да се доведат во исправна состојба.
9. Системи за хемиска подготовка на напојна вода (да се анализираат примероци на вода)	• Потребно е да се исчистат и да се доведат во исправна состојба пумпите и арматурата.
10. Работни практики	• Да се проверат вообичаените практики кои што се применуваат секојдневно (во вообичаени работни услови), во ноќно време и за време на викенди, од гледна точка на користење на енергијата, одржување и услови за појава на корозија.

Користена литература

1. Reference Document on Best Available Technologies in the Food, Drink and Milk Industries, European Commission, Directorate generl JRC, Seville, Spain, 2006
2. California Food Processing Industry technology Roadmap, Prepared by the Food Industry Advisory Committee & California Institute of Food and Agricultural research, University of california, Davis, for California Energy Commission, Sacramento, CA, 2004
3. Win the energy challenge with ISO 50001, International Standard Organization, June 2011
4. Hasanbeigi A., Price L., Industrial Energy Audit Guidebook: Guidelines for Conducting an Energy Audit in Industrial Facilities, China Energy Groups, 2010
5. Energy Management Handbook, BSR (the Business of a Better World), April 2012
6. Energy Efficiency Best Practice Guide, Steam Systems, Hot Water Systems and Process heating Systems, resourcesmart.vic.gov.au
7. Turner W. C., Doty S., Energy management Handbook, 6th Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006
8. Lackner Petra and Holanek Nicole, Handbook, Step by step guidance for the implementation of energy management, Austrian Energy Agency, Vienna, January 2007
9. Peter du Pont, Greg Rybka, Carina Paton, and Lynn Roy, Energy Provider-Delivered Energy Efficiency; International Energy Agency, Nexant, Inc., Dilip Limaye, SRC Global Incorporated, Paris, 2013
10. An Introduction to Energy Management; Carbon Trust; United Kingdom; September 2011
11. Energy Surveys; Carbon Trust; United Kingdom; September 2011
12. Ernst Worrell Tana Angelini Eric Masanet; Managing your energy; Energy Star, June 2010
13. Energy Audit Guide, part A: Methodology and Technics, European Commission, Athens, 2000
14. Guidelines for Energy Management, Energy Star Publications;
15. Small & Medium Manufacturers Guide to Energy Management, Energy

Star Publications, USA 2013
16. Energy Management, Carbon Trust, United Kingdom, September 2011
17. Handy Manual on Energy Conservation in Food Processing Industry; United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and Ministry of International Trade and Industry (MITI), Japan
18. Food and drink processing; Carbon Trust, United Kingdom, September 2011
19. Pawan Kumar, Training Manual on Energy Efficiency for Small and Meidium Enterprises, Asian Production Organisation, 2010
20. Metering, Carbon Trust, United Kingdom, September 2011
21. Петровски И., Парни котли, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, 2009
22. Черепналковски И., Ладилна техника, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, 1995
23. Waste Heat Recovery, Energy Management Series, For Industry, Commerce and Institutions, Ottawa, Ontario, Canada
24. Waste Heat Recovery: Technology and Opportunities in U.S. Industry, Prepared by BSC, Inc., 2008
25. Energy Efficiency Planning and Management Guide, Natural Resources, Canada, 2002

Приручникот е изработен во рамките на проектот **„Подобрување на енергетскиот менаџмент во македонската индустрија“** кој е

Финансиран од:
Амбасада на Кралството Норвешка
во Белград

NORWEGIAN EMBASSY

Имплементиран од:
Центар за климатски промени –
Скопје

SAVE OUR CLIMATE

Подржан од:

Машински Факултет - Скопје

Агенција за енергетика на
Република Македонија

Стопанска Комора на Македонија