

# ПОДОБРЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ НА КЛИМАТИЧНА ЕДИНИЦА

Свилен Рачев, Любомир Димитров

## IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF AN AIR CONDITIONING UNIT

Svilen Rachev, Lyubomir Dimitrov

### Abstract

*In search of alternative energy sources, air conditioning technology is widely used. Air conditioners do not pollute the environment. The energy they produce is for heating and cooling. This is a reasonable investment in the future, because their output power is approximately three times greater than the input. This leads to minimization of energy consumption and increase of the transformation coefficient (conversion) - EER / COP. Apart from being convenient and economical, the heating with air conditioning is also ecological. All series currently have an environmental certificate certifying that the CFCs used do not pollute the environment. The main goal of the present work is to study the possibilities for improving the energy efficiency of air conditioning units. In connection with this, it is necessary to solve a certain range of tasks, mainly related to the measurement of electrical quantities and obtaining experimental and computational results..*

### Увод

Първият климатик в света е проектиран и пуснат в действие от Уилис Кериър (*Willis Carrier*) – изобретател в областта на климатизиране на затворени помещения. Той е разработен за поддържане на определени параметри на микроклимата в печатница и е наричан машина за контрол на температурата и влажността в затворени помещения [1].

### Важни дати

- 1921 г. Уилис Кериър патентова своята идея;
- 1924 г. Монтиран е първият климатик;
- 1928 г. Климатизици за дома;

- 1928 г. Открива се фреонът;
- 1932 г. Климатичите започват да използват фреон;
- 1981 г. TOSHIBA разработва инверторния климатик.

Най-общо казано, всеки климатик премества енергия във вид на топлина от едно място на друго. В природата нормалното движение на топлината е от по-студено към по-топло място, подчинявайки се на втория закон на термодинамиката. Тъй като, в доста моменти от живота, това не ни удовлетворява (например през зимата бихме искали да вземем топлина от околната среда, която да преместим вътре в помещението, но при всички случаи навън е по-студено, отколкото вътре), тогава е необходим друг подход и съответно използване на друг физичен закон. Необходимо е да бъде извършена работа, за да може да се получи желаното действие – в случая отопление с климатик. Под работа тук се има предвид физичното значение на термина. При функционирането на климатик се извършва работа от компресора. Той обикновено се намира във външното тяло, като енергията за извършването на тази работа идва от електрическата мрежа. Процесите, които протичат много наподобяват процесите в хладилника с тази разлика, че топлинните мощности в климатика са сравнително по-големи, а също и че температурните интервали са чувствително по-широки.

Основният принцип на работа на климатика се описва с т.нар. “цикъл на Карно” (*Carnot*). Същността на цикъла използва поведението на флуидите (газове или течности) при промяна на налягането и температурата, като по принцип тези два параметъра са свързани помежду си по следния начин: при повишаване на налягането на флуида при един и същи обем се повишава пропорционално температурата и обратно. Както се вижда, основна роля за работата на един климатик играе флуидът, който циркулира в системата. Количеството, и най-вече качествата му са много важни. Един от качествените му параметри е температурата на кипене, т.е. когато флуидът се разширява (изпарява) каква е минималната температура, при която все още има изпарение в топлообменника. Това е така, защото, за да може да се отнеме енергия от околната среда и да се спази вторият закон на термодинамиката, той трябва да се изпарява при температура, по-ниска от околната. И тъй става дума за отопление с климатик, то това означава, че когато през зимата навън е минус 10°C, този флуид трябва да се изпарява поне на минус 11°C или още по-ниски температури. В климатичите този флуид има събирателното име фреон. Фреоните са много видове, всеки със своите предимства и недостатъци, но за ефективната работа на един климатик фреонът е един от трите важни фактора (останалите два са видът на компресора и качествата

на топлообмениците), който оказва съществено влияние на работата на съответния климатик.

Другият важен компонент на климатика е компресорът. Той е този, който върши работа, необходима за да работи климатикът по желания начин. Компресорите, които се използват в съвременните климатици се делят по различни критерии. Като например по технологията, която използват, по вида на електромотора, който ги задвижва и т.н. Някои от тях са по-ефективни, други по-малко, като ефективността тук се мери в това каква част от подадената енергия е използвана за свиване на работния фреон и каква част се е превърнала в нежелана топлина. Целта тук е не компресорът чрез навивките от меден проводник да отдава топлина, а топлината да се отдава от фреона на вътрешното тяло. Това означава, че енергията, която компресорът черпи от електрическата мрежа, трябва изцяло да се използва за увеличаване на налягането на фреона - въпреки, че идеална машина няма, целта е доближаване до идеалната.

## **Технически съображения**

Основните типове климатици са конвенционалните и инверторните. Съвременните технологии налагат през последните години инверторните климатични системи. Какво отличава инверторните от конвенционалните модели? При конвенционалните климатици честотата на въртене на компресора е фиксирана и температурата в помещението се поддържа чрез включване и изключване на двигателя. При инверторните модели това става чрез плавно регулиране на честотата на въртене на компресора, което е осигурено от микропроцесор. Климатикът с инвертор преобразува постоянния ток в променлив и след това отново го превръща в постоянен. По време на втория етап от преобразуването се променя напрежението и работната честота, което позволява регулирането на мощността на климатика (честотата на въртене на двигателя). При стартиране, за да се достигне до желаната температура за най-кратко време, компресорът работи с увеличени обороти, след което плавно преминава в нискоскоростен, икономичен режим на работа. При работата с променлива мощност – повишавайки честотата се повишава и изходната мощност, докато намаляването ѝ води до по-ниски нива на мощност. По този начин температурният контрол е много по-прецизен и постоянен и работата на инверторните климатизатори е много по-ефективна в сравнение с конвенционалните модели.

Ако се направи сравнение на обикновените климатици и инверторните с автомобилите се вижда, инверторните много бързо набират и достигат

желаната скорост, като благодарение на прецизното си управление се движат с постоянна скорост в зоната на комфорта. Честотата на въртене се определя от необходимия отоплителен/охладителен капацитет – по този начин консумираната електрическа мощност се свежда до минимум. Когато плавно се регулират оборотите на компресора, оттам се регулира и мощността му. Което означава, че компресорът на климатика може да работи точно толкова, колкото е нужно за зададения режим и по този начин да пести 30÷35% електроенергия. Осъществяването при старта компресорът започва работа с необходимата мощност за максимално бързо достигане на зададената температура на охлаждане или отопление. Това е почти два пъти по-кратко време за реакция, отколкото на обикновените климатици.

Обикновените климатици са по-бавни и поради липса на добро управление постоянно излизат от зоната на комфорт, като освен това изразходват много повече енергия. Инверторните сплит-системи автоматично регулират мощността си (обикновените сплит-системи работят в режим включване и изключване), при което точно се поддържа зададената температура, при по-ниски нива на шум и икономия на електроенергия от 25%÷60% (спрямо обикновения кондиционер), обезпечават се голяма мощност и много по-дълъг срок на експлоатация. Това е възможно, защото потребяемата мощност се понижава, когато температурата в помещението се приближава до желаната. Инверторът в този случай превключва в режим на работа на ниска мощност, за да поддържа температурата в оптимални граници без излишни загуби на електроенергия. Инверторните сплит-системи имат плавна микрорегулировка, а оттам и стабилна температура в помещението без резки колебания и без риск от простудяване. Енергопотреблението се намалява до 60%, т.е. кондиционерът в основното си време на работа работи в този икономичен режим. Инверторният кондиционер може да работи на отопление при отрицателни външни температури (до -20°C), нещо недостижимо за обикновените сплит-системи.

Налични са четири вида инверторни сплит-системи [2]: AC- Променливотокови; DC- Постояннотокови; DDC- Дигитални постояннотокови; DDC Hybrid - Дигитални постояннотокови хибридни. Основните разлики при видовете инвертори са в икономията на електроенергия – AC (до 35%), DC (до 56%), DDC (до 60%) и DDC Hybrid (до 60% спрямо обикновения кондиционер) и видовете компресори – двойно-роторни или скрол (спирални). Разбира се, по-голямата икономичност на инверторните системи води и до по-високи цени на пазара с около 20÷30%. Трябва да се прецени дали да се направи по-голяма първоначална инвестиция, или да се плащат по-високи сметки за електроенергия впоследствие. В сравнение с отоплението с обикновени уреди консумацията на електроенергия е около

3.5 пъти по-ниска, а при инверторните модели – над 4 пъти. По отношение на консумация на електрическа енергия – винаги да се има едно наум, че спецификациите, които са дадени от почти всички производители, са малко занижени от реалните. Относно марки и произход – почти всички климатици, които се внасят в България, се произвеждат в Китай. Вземайки под внимание цена и клас – евтиното излиза скъпо, инвестицията в по-скъп климатик е по-правилната, защото топмоделите изразходват по-малко електроенергия и на практика възвръщат вложените пари.

## **BTU, EER и COP**

Повечето климатици имат капацитет, класиран в британски термални единици (British Thermal Unit – BTU). Общо казано, 1 BTU е количество топлина, необходимо за повишаване на температурата на един паунд (0,45 kg) вода с 1 градус по Фаренхайт (0,56 градуса по Целзий). Конкретно, 1 BTU е равна на 1055 джаула. Трябва да се знае, че 10000 BTU са равни на 2.93 kW изходна мощност. Типичен прозоречен климатик може да бъде класиран на 10000 BTU. За сравнение, типична 2000 квадратни фута (185.8 m<sup>2</sup>) къща може да има 60000 BTU климатична инсталация, което означава, че може да се наложи може би 30 BTU на квадратен фут. Това са приблизителни изчисления.

Коефициентът (рейтинг) на енергийна ефективност (Energy Efficiency Ratio – EER) на климатик е равен на съотношението отдадена мощност в BTU към консумираната мощност. Например, ако един 10000 BTU климатик консумира 1200 W, неговият EER е 8.3 (10000 BTU / 1200 W). Очевидно е, че стремежът ще е EER да бъде толкова по-висок, колкото е възможно, но обикновено по-висок EER е придружен от по-висока цена. Използва се и т.нар. коефициент на преобразуване (Coefficient of Performance – COP). Принципна разлика в същността на двата коефициента не съществува. Различието е в големината на коефициентите, произтичащо от факта, че COP се е наложил като характеристика на климатиците в режим на отопление, а EER – в режим на охлаждане. COP винаги е по-голям от EER [1].

## **Ползата и вредата от климатиците**

Климатикът, по подобие на мобилните телефони и компютъра, отдавна извървя пътя от лукса до необходимостта в нашия живот. Той е неизменна част от съвременния живот на работното ни място или в автомобила, а в последно време все повече български домакинства при-

бягват до неговите услуги и отделят средства, за да го имат. Доколко обаче климатикът е полезен за нашето здраве и доколко - не? Какъв е балансът, към който трябва да се стремим?

Основните функции на климатика са две – да отоплява през студентите зимни дни и да охлажда по време на летните горещини. Освен това съвременните уреди се грижат за здравословния микроклимат и въздух, чистейки го от бактерии и микроорганизми посредством монтираните в тях електростатични, финни, обезмирисяващи, йонизиращи, пазещи самия климатик и различни други филтри. Филтрите, които се монтират пред топлообменника във вътрешното тяло, са изработени от финна материя (мрежа), която е напълно безвредна за нашето здраве, без никакъв вкус и мирис. Освен това те задържат много алергени и така страдащите от сенна хрема се чувстват по-добре и имат по-малко пристъпи. Филтрите в климатиците спомагат за поддържане на по-чист въздух в операционните кабинети на медицинските заведения. По-ниската температура там намалява разпространението на бактериите.

Самите климатици спомагат за намаляването на топлинните удари през лятото и елиминират топлинни обриви. Специално тези в автомобила пък са от полза на шофьора за по-комфортното и безопасно държане на пътя. В тази връзка е важно да се подчертае, че климатиците в превозното средство спасяват и човешки животи.

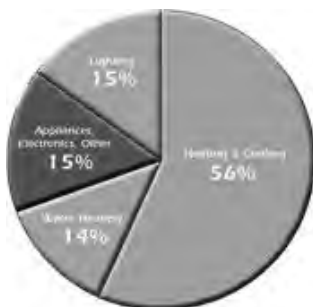
Ограниченото ползване на климатичните инсталации пък спомага на околната среда, тъй като се спестява огромно количество отделена пара, равносилно на няколкостотин тона въглероден диоксид, изхвърлени в атмосферата, а това неминуемо се отразява и на нашето благосъстояние.

Климатиците в колите събират микроорганизми в себе си, които могат да доведат до проблеми с дишането. Изследователи в Луизиана са открили осем различни форми на живот при тест между 22 и 25 автомобила. Важно за представителките на нежния пол (защо пък не и на мъжкия) - климатикът вреди на косата през зимата вследствие на изсушаването на въздуха в затвореното помещение, където се намираме. И още нещо – доказано е, че от климатиците се пълнее! Д-р Дейвид Алисън от Университета на Алабама твърди, че когато охлажда тялото, климатикът му пречи да изгаря калории, за да си регулира температурата. В подкрепа на това е и фактът, че когато е горещо и влажно, човек обикновено яде по-малко.

## **Потенциал за подобрене на ефективността на климатици**

Климатиците имат огромен потенциал за подобрене на ефективността. Климатиците са едни от най-големите потребители на енергия в

жилищния и индустриалния сектор. Хилядите климатици поставят високи изисквания към електроенергийните мрежи. В някаква степен, климатиците съставляват част от сметките за енергия. Много от съществуващите климатици използват стара и доста неефективна технология. Въпреки, че подобрени технологии са станали известни за по-скъпи системи (напр. инверторна технология), периодът на откупуване на тези системи все още е дълъг и най-вече тази технология не е подходяща като лесно и икономично приложение за съществуващите системи.



Фиг. 1. Класификация на консумацията на електроенергия в бита (диаграмата е създадена от U.S. Department of Energy [3])

В светлината на днешните енергийни проблеми, глобалното затопляне и тъй като по-старите и не толкова модерни климатични системи ще останат в употреба за много години в големи количества, са анализирани съществуващите различни техники за пестене на енергия в климатични системи и прегледани много от по-ранни изследвания. Заключението е, че следенето на ефективността на системата и превключване на компресора съответно са може би единствените ефективни, прагматични и икономически мерки, за постигане на по-добра енергийна ефективност. В крайна сметка, обикновените климатици не са за пренебрегване и независимо, че се водят нисък клас, то цените им са напълно достъпни.

### Надстройкаване на климатична единица

Милиони от обикновените климатици работят в голям мащаб в продължение на много години. Те няма да бъдат заменени скоро. Средният живот на оборудването обикновено е дванадесет до петнадесет години и в много случаи много по-дълго. Въпреки това, обикновено тези устройства не се вземат предвид за модернизация. Съветът днес за климатична

система е “Замени цялата си стара система днес и закупи нова с ултра-висока ефективност на системата”. Няма значение колко е желателен този вид промяна, реалността е различна – конвенционалната климатична технология ще бъде в действие в продължение на много години.

Вместо да се инвестират много пари в скъпа нова система, съществува лесен и достъпен начин за подобряване на енергийната ефективност на съществуващи климатични единици: ъпгрейд с AIRCOSAVER [4]. Преоборудването, модернизацията на малки климатични единици, може да направи много по отношение на цялостното намаление на разхода на енергия и намаляване на оперативните разходи. Модернизацията с AIRCOSAVER може да доведе до значително по-ниска консумация на енергия, като при това той е проектиран като достъпно и практично устройство с кратко време за възвръщане на инвестицията – цената се колебае около €100. Типични икономии на енергия са до 30%. Като цяло, тези икономии идват при много малко, едва забележимо намаляване на комфорт на охлаждане. При AIRCOSAVER се използват електрическите вериги и ключове на разположение в (и които са предназначени за) самата климатична система и не се изисква подмяна на електронни компоненти. AIRCOSAVER само добавя едно контролно измерение (термодинамично насищане) на климатичната система и компенсира дефицитите на системата.



Фиг. 2. Текущо поколение AIRCOSAVER

## **Недостатъци на конвенционални климатични системи**

Когато се включат, типичните климатични системи работят непрекъснато, докато стайният термостат почувства желаната температура и изключи системата. Когато помещението се затопли, термостатът включва климатика отново и цикълът се повтаря.

Повечето климатични системи са преоразмерени за по-голямата част от условията за работа. Климатичните системи обикновено са оразмерени да се справят с екстремно охлаждане за няколко от най-горещите дни на годината. Въпреки това, в повечето оперативни условия, тази максимална мощност не



е необходима и системата е преоразмерена. Така че работата на системата непрекъснато, докато стайният термостат изключи, означава, че системата работи с излишен капацитет през по-голямата част от времето.

Типичен цикъл за охлаждане с неизползван капацитет изглежда така:

- Когато цикълът започва, компресорът “издърпва” охлаждаща енергия в топлообменника, който действа като енергиен акумулатор. На този етап системата работи с висока ефективност, т.к. компресорите работят най-ефективно при пълно натоварване;

- При нормални атмосферни условия, енергийният акумулатор скоро напълно се зарежда догоре. От този момент нататък, компресорът осигурява повече енергия за охлаждане отколкото топлообменникът може да отнеме (термодинамично насищане). Тръгването на компресора след този етап не води до увеличаване на охлаждащия ефект повече – това е просто загуба на енергия!

## **За AIRCOSAVER - как точно подобрява енергийната ефективност?**

AIRCOSAVER компенсира недостатъците на типичните консуматори за променлив ток и добавя интелигентност към климатичните системи.

В AIRCOSAVER сензорно задвижвани софтуерни алгоритми са предназначени за откриване на термодинамично насищане и за оптимизиране на компресора съответно. Когато се разпознае свръхкапацитет AIRCOSAVER изключва компресора и избягва неефективното преохлаждане. Климатичната единица се включва в режим „Спестяване“. Вентилаторът продължава да работи и системата прави максимално използване на съхранената енергия за охлаждане в топлообменника. След като съхранената енергия се изразходва, компресорът може да работи ефективно отново и се включва отново. В помещението настроената температура е постигната без неефективни части на охлаждащия цикъл. Това води до значителни икономии на енергия, без да прави компромис в комфорта на охлаждане. Тъй като коректната точка за включване на компресора варира за различните климатици и се променя при различни атмосферни условия, AIRCOSAVER непрекъснато „наблюдава“ състоянието на охлаждането на климатика и адаптира настройките, за да се гарантира ефективно функциониране на климатичната система във всеки един момент.

## **Защита на климатика срещу къси цикли**

Твърде честата циклична работа на компресора в твърде кратки интервали от време може да навреди на компресора и трябва да се избягва.

Поради тази причина, AIRCOSAVER притежава функция вградена защита срещу къси цикли (anti-short- cycling protection).

## **За кои системи е подходящ AIRCOSAVER?**

Стандартната версия е подходяща за повечето жилищни и малки комерсиални системи, например прозоречни, монтирани на стена или сплит (разцепени) климатични единици. Ако е необходимо да се използва на по-големи системи, индустриални единици, или за различни приложения, като например с обратен цикъл на въздуха или хладилни складове за охлаждане, е необходима изработка на персонализирани версии.

**Къде може да се използва?** Едно устройство е достатъчно за един апартамент, или малък хотел, ресторант или производствено помещение с мощност на включените консуматори до 15 kW. При по-голяма мощност на консуматорите се включват реципрочен брой устройства, например за мощности 15-30 kW – 2 устройства и т.н. За трифазни мрежи – включват се 3 устройства (на всяка фаза по едно).

## **Характеристики и предимства на AIRCOSAVER**

### ***Лесно се инсталира***

- Отделни версии за различни захранващи устройства, за да е по-лесна и по-евтина инсталацията (няма нужда да се използва допълнителен трансформатор);
- Значително увеличен капацитет за токово превключване - няма нужда да се инсталира допълнително реле за повечето приложения;
- Всяка версия вече се предлага с или без еластичен куплунг за свързване на кабелите, за да се даде възможност за вътрешен или външен монтаж на AIRCOSAVER.

**Законно ли е?** Да. Уредът се продава легално в Европа, САЩ и Канада. Сертифициран е с CE марка, CQC и UL сертификати. Уредът не въздейства на електромера, и не зависи от вида на електромера.

### ***Повече спестявания, благодарение на подобрен софтуерен алгоритъм***

- Оптимизирани настройки за параметри за по-високи спестявания при незабележим спад в охлаждащия комфорт;

- Алгоритъм за спестяване за жилищни и леки комерсиални климатични единици (специални версии за използване в по-големи системи за охлаждане) чрез подобрена защита срещу къси цикли.

### **Допълнителни характеристики на AIRCOSAVER**

- Корпус, изработен от незапалим, устойчив на сътресение поликарбонат;
- Съвместим с UL и CE регулациите;
- Разработен и произведен в Германия по най-високите стандарти за качество. Уредът използва технология от водеща фирма от Германия [4], работеща в сферата на енергоспестяващите технологии, и е в състояние да спести 10-30% от разхода на електричество.

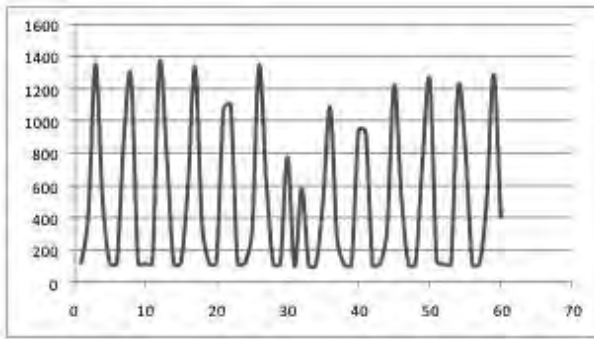
### **РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНИЯТА НА КОНКРЕТНА КЛИМАТИЧНА ЕДИНИЦА**

Във връзка с провеждане на електрически измервания и последваща обработка на опитно получени резултати се използва т.нар. Energy Logger 4000 на фирма VOLT CRAFTO [5].

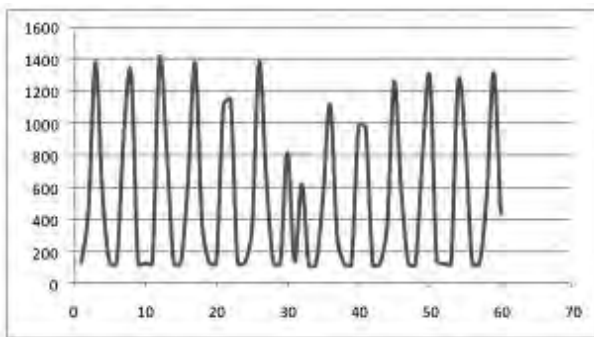


Фиг. 3. Общ вид на Energy Logger

На територията на Технически университет - Габрово, Корпус 2А в лаборатория 2704 с площ 60 m<sup>2</sup> бяха проведени серия от измервания с помощта на споменатия Energy Logger 4000. За целта бе осигурена и монтирана конвенционална климатична единица CROWN DGZ-12HR53F52D2 [6]. Част от получените резултати са представени на фиг. 4, фиг. 5, Табл. 1, фиг. 6, Табл. 2 и Табл. 3.



Фиг. 4. Изменение на активната мощност при работа само на климатичната единица CROWN



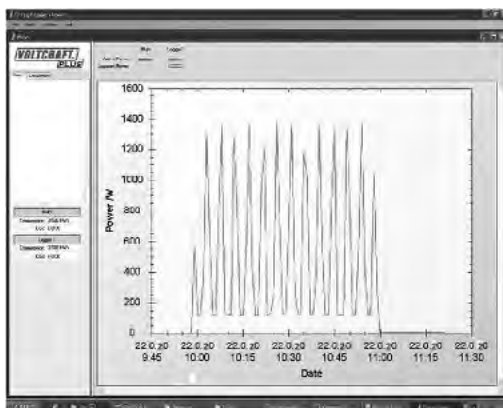
Фиг. 5. Изменение на пълната мощност при работа само на климатичната единица CROWN

Табл. 1. Измерване при работа само на климатичната единица CROWN

Voltage/V	Current/A	Power Factor	Actual Consumption/W	Apparent Consumption/W
235.2	0.543	0.83	118.773648	127.7136
234.1	1.913	0.94	420.963302	447.8333
230.4	5.992	0.97	1352.945664	1380.5568
233.5	2.347	0.94	515.14303	548.0245
235.0	0.543	0.93	118.67265	127.605
234.9	0.543	0.93	118.622151	127.5507

232.3	4.021	0.95	887.374385	934.0783
230.4	5.709	0.97	1275.892992	1315.3536
234.8	0.542	0.93	118.353288	127.2616
234.7	0.542	0.93	118.302882	127.2074
234.9	0.542	0.93	118.403694	127.3158
230.7	6.077	0.97	1377.834983	1401.9639
232.7	3.661	0.95	809.318965	851.9147
235.3	0.543	0.93	118.824147	127.7679
235.1	0.543	0.93	118.723149	127.6593
232.9	2.693	0.94	589.567718	627.1997
230.6	5.979	0.97	1337.394678	1378.7574
234.3	1.593	0.94	350.845506	373.2399
235.2	0.543	0.93	118.773648	127.7136
235.4	0.544	0.93	119.093568	128.0576
232.0	4.797	0.96	1068.38784	1112.904
231.7	4.943	0.96	1099.481376	1145.2931
235.4	0.544	0.93	119.093568	128.0576
235.1	0.543	0.93	118.723149	127.6593
234.7	1.402	0.93	306.015942	329.0494
230.8	6.004	0.97	1344.151504	1385.7232
233.7	2.883	0.95	640.069245	673.7571
235.6	0.544	0.93	119.194752	128.1664
235.4	0.543	0.93	118.874646	127.8222
233.6	3.497	0.95	776.05424	816.8992
233.1	0.587	0.73	99.885681	136.8297
231.4	2.680	0.94	582.94288	620.152
233.2	0.518	0.91	108.22812	118.932
233.0	0.518	0.91	108.34733	119.063
231.5	2.324	0.93	500.34558	538.006
229.1	4.885	0.97	1085.578895	1119.1535
232.1	1.245	0.93	268.736985	288.9645
232.9	0.515	0.92	110.34802	119.9435

232.9	0.513	0.92	109.919484	119.4777
229.7	4.274	0.96	942.468288	981.7378
229.5	4.221	0.96	929.97072	968.7195
232.7	0.517	0.92	110.681428	120.3059
234.3	0.519	0.92	111.873564	121.6017
235.3	1.479	0.92	320.168004	348.0087
231.9	5.437	0.97	1223.015091	1260.8403
234.2	2.500	0.94	550.37	585.5
235.9	0.524	0.92	113.722672	123.6116
235.9	0.522	0.92	113.288616	123.1398
233.2	3.425	0.94	750.7874	798.71
231.9	5.583	0.97	1255.856769	1294.6977
236.0	0.614	0.92	133.31168	144.904
236.1	0.525	0.92	114.0363	123.9525
236.1	0.524	0.92	113.819088	123.7164
232.1	5.415	0.96	1206.54864	1256.8215
233.1	3.787	0.95	838.612215	882.7497
235.7	0.529	0.92	114.710476	124.6853
236.3	0.529	0.92	115.002484	125.0027
235.7	2.257	0.93	494.736657	531.9749
229.6	5.728	0.97	1288.845824	1315.1488
232.2	1.874	0.94	409.034232	435.1428



Фиг. 6. Изменение на активната и пълната мощности при работа на климатичната единица CROWN с AIRCO SAVER

**Табл. 2. Измерване при работа на климатичната единица CROWN с AIRCO SAVER**

<b>Voltage/V</b>	<b>Current/A</b>	<b>Power Factor</b>	<b>Actual Consumption/W</b>	<b>Apparent Consumption/W</b>
234.0	0.511	0.92	109.51504	121.212
234.0	0.525	0.92	113.022	122.85
233.0	1.595	0.93	345.62055	371.635
229.1	5.934	0.98	1302.289812	1359.4794
231.8	2.711	0.94	590.705212	628.4098
233.9	0.542	0.93	117.899634	126.7738
233.5	0.541	0.93	117.480855	126.3235
231.2	3.653	0.95	802.34492	844.5736
228.8	6.041	0.98	1304.537184	1382.1808
233.1	0.618	0.93	133.971894	144.0558
232.9	0.538	0.93	116.529186	125.3002
232.8	0.538	0.93	116.479152	125.2464
228.7	5.842	0.97	1295.983438	1336.0654
230.0	4.074	0.95	890.169	937.02
232.5	0.537	0.93	116.112825	124.8525
232.5	0.537	0.93	116.112825	124.8525
231.4	2.39	0.94	519.86324	553.046
228.0	6.107	0.98	1304.54808	1392.396
231.5	1.985	0.94	431.95585	459.5275
232.6	0.537	0.93	116.162766	124.9062
232.7	0.537	0.93	116.212707	124.9599
229.5	4.476	0.95	975.8799	1027.242
228.6	5.435	0.97	1205.16777	1242.441
235.0	0.544	0.93	118.8912	127.84
236.5	0.548	0.93	120.52986	129.602
236.1	1.07	0.93	234.94311	252.627
231.4	6.060	0.97	1380.4167	1423.11
233.9	3.327	0.95	739.276035	778.1853

236.4	0.548	0.93	120.478896	129.5472
236.3	0.548	0.93	120.427932	129.4924
234.2	3.183	0.94	700.731084	745.4586
231.4	6.122	0.97	1304.131876	1416.6308
235.6	1.196	0.93	262.053168	281.7776
236.2	0.547	0.93	120.157302	129.2014
236.0	0.547	0.93	120.05556	129.092
232.1	5.269	0.96	1174.017504	1222.9349
232.4	4.624	0.96	1031.632896	1074.6176
235.4	0.545	0.93	119.31249	128.293
235.7	0.546	0.93	119.683746	128.6922
234.6	1.806	0.93	394.029468	423.6876
230.9	6.008	0.98	1317.831098	1405.9501
233.8	2.535	0.94	557.12202	592.683
235.7	0.545	0.93	119.464545	128.4565
235.7	0.545	0.93	119.464545	128.4565
233.1	3.902	0.94	854.982828	909.5562
231.2	5.952	0.97	1305.819328	1376.1024
235.8	0.537	0.93	117.760878	126.6246
235.6	0.545	0.93	119.41386	128.402
235.4	0.545	0.93	119.31249	128.293
231.0	6.021	0.97	1349.12547	1390.851
232.6	3.839	0.96	857.233344	892.9514
235.7	0.546	0.93	119.683746	128.6922
236.0	0.547	0.93	120.05556	129.092
234.4	2.587	0.94	570.009232	606.3928
231.1	6.042	0.98	1301.380076	1396.3062
234.7	1.737	0.93	379.136727	407.6739
235.6	0.545	0.93	119.41386	128.402
235.4	0.544	0.93	119.093568	128.0576
231.9	4.673	0.96	1040.321952	1083.6687



Направените измервания за оценка на качествата на енергоспестяващото устройство AIRCOSAVER са проведени при следните условия:

- температурата на околната среда се изменя в диапазона 260-300С през м. юни 2020 г.;
- поддържаната в помещението температура при всички измервания е 160С.

След анализ на всички направени измервания е възможно да бъдат обобщени следните данни, представени в Таблица 3.

**Табл. 3. Получени резултати без и с енергоспестяващото устройство**

<b>CROWN, t=260C</b>			<b>CROWN+AIRCOSAVER, t=300C</b>		
Power Factor	Current/A	Actual Consumption/W	Power Factor	Current/A	Actual Consumption/W
0.83-0.97	0.518-6.077	111.52-1377.83	0.92-0.98	0.511-6.060	109.52-1305.82

## **Заклучение**

Въз основа на резултатите, може да се отбележи следното:

- при работа само на климатичната единица температурната разлика за компенсиране е 10°С и при достигане на зададената температура параметрите на климатика се доближават до посочените от производителя;
- при работа на климатичната единица и включено енергоспестяващо устройство AIRCOSAVER температурната разлика за компенсиране е 14°С, факторът на мощността се е повишил с 10.9% и спестената електроенергия, изчислена за 24 h е 837.6 W (при разчетна консумирана мощност 1300 W).

## **Приложение**

### **Технически данни на AIRCOSAVER [4]**

#### Оперативни данни

Захранващо напрежение: 230 V AC (+/- 10%) 50/60 Hz, Макс. консумация: 15 mA

Измервателен обхват на сензора: min. 15 F, max 130 F

#### Изход (релеен)

Състояние на контакта: NO (нормално отворен)

Мах. комутиран ток: 12 A продължителен / 120 A кратковременен (20 ms)

### Оперативни условия

Работна температура: min. 32 F, max. 130 F; Относителна влажност: min. 15%, max. 90%

Размери: Дължина x Височина x Ширина 6.8“ x 1.25“ x 1.6“

### **Технически данни на климатична единица CROWN DGZ-12HR53F52D2 [6]**

<b>MODEL DGZ-12HR53F52D2</b>	<b>COOLING</b>	<b>HEATING</b>
STANDARD INPUT CURRENT	6.0 A	5.7 A
STANDARD INPUT POWER	1300 W	1250 W
LOCKED ROTOR CURRENT	26 A	
WATERPROOF CLASS	IP24	
RATED VOLTAGE	230 V~	
RATED FREQUENCY	50 Hz	
WEIGHT	33 kg	

### **Литература**

[1] <https://www.tech-dom.com/>

[2] <http://tllmedia.bg/>

[3] <https://www.energy.gov/>

[4] <https://aircosaver.com/>

[5] <https://www.conrad.com/>

[6] <https://crownac.co.uk/>

доц. д-р инж. Свилен Радославов Рачев, ТУ-Габрово, +359877168793,  
e-mail: sratchev@mail.com

гл. ас. д-р инж. Любомир Диянов Димитров, ТУ-Габрово, +359886773234,  
e-mail: eng.l.dimitrov@abv.bg