

## Основни показатели на електропотреблението за индустриални предприятия в България

Стефан П. Стефанов, Кирил Сираков, Вяра Русева

*Basic indicators electricity consumption in industrial enterprises in Bulgaria: В работата са представени и анализирани актуални данни за основните показатели на електропотреблението в 12 характерни индустриални предприятия от няколко отрасли в България през периода от 2007 г. до 2010 г. Делът на инсталираната електрическа мощност за осветление е средно 3 %. Стойностите на коефициента на търсене се изменят в широки граници: от 0,12 до 0,58. Годишната използваемост на максималния товар е в границите от 2152 h (за едностранно предприятие) до 6221 h (за предприятие с непрекъснат работен режим). При седем от изследваните обекти зимният товар е по-голям от летния. За четири от тях максималното месечно електропотребление е през месец февруари. При обектите с максимум през лятото, най-натоварен е месец юни. Получени са актуални стойности за средногодишния специфичен разход на електрическа енергия за производството на единица продукция.*

*Ключови думи: Електропотребление, Инсталирана мощност, Максимален товар, Коефициент на търсене, Специфичен разход на електрическа енергия.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Правилното определяне на електрическите изчислителни товари е една от предпоставките за рационалното проектиране и експлоатация на електроснабдителните системи. До 1989 г. индустриалните предприятия в България се изграждаха главно с технологии и съоръжения, заимствани или внесени от Съветския съюз. Определянето на електрическите изчислителни товари се извършваше по методи и със справочни коефициенти, съответстващи на тези в руската справочна литература. През последните 20 години настъпиха значителни промени в индустриалното производство в България. Част от заводите бяха или закрити, или продължиха работа с частична използваемост на съоръженията. Някои обекти се адаптират към пазарната икономика с постепенна подмяна на технологиите и основните машини. Изграждат се и нови предприятия, обикновено с неголяма мощност. В резултат сега работещите и новостроящи се предприятия в България се отличават с голямо разнообразие в използваните технологии, съоръжения и режими на работа. Това не позволява да се характеризира натоварването с общовалидни коефициенти на товарите графици.

В приватизираните предприятия е затруднен достъпа до информация относно електрическите товари и електропотреблението и затова почти липсват актуални данни за тези величини в специализираната литература.

**Целта** на работата е да се представят и анализират актуални данни за основните показатели на електропотреблението за характерни индустриални предприятия в България.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

В работата са представени данни за основните показатели на електропотреблението в 12 характерни индустриални предприятия от няколко отрасли в България. Изследванията обхващат периода от 2007 г. до 2010 г. През първите две години от този период в повечето обекти производствената програма е стабилна, но през следващите две години се чувства влиянието на световната икономическа криза. Наблюдават се колебания и сривове в производството в резултат на конкретни проблеми с доставката на суровини и главно с реализацията на продукцията. Представените резултати са усреднени за изследвания период, като при статистическата обработка са елиминирани значителните отклонения от основния тренд [1].

В табл.1 са показани данни за основното производство и инсталираните електрически мощности в изследваните индустриални предприятия. В обекти 1 и 2

се обработват черни метали, в обект 3 – цветни метали, обекти 4 и 5 са в областта на машиностроенето, обекти 6, 7 и 8 са от химическата промишленост, обекти 9 и 10 – от текстилната промишленост и обекти 11 и 12 – от хранително-вкусовата промишленост. Обекти 1, 2, 6 и 9 са с остарели машини, част от които не се използват пълноценно. Обекти 5 и 8 са нови предприятия, със съвременни технологии и обзавеждане. Останалите обекти представляват частично реконструирани предприятия, в които са внедрени някои нови машини.

Таблица 1.

Инсталирана електрическа мощност в изследваните предприятия

№ на обекта	Основно производство	Инсталирана мощност		
		Силов товар	Осветление	Общо
		kW	kW	kW
1.	Леене на малки детайли от чугун	17 970	377	18 347
2.	Железни и телени изделия	10 626	129	10 755
3.	Проводници и кабели	4 530	126	4 656
4.	Хидравлични двигатели и аксесоари	8 316	232	8 548
5.	Метален амбалаж	2 258	73	2 331
6.	Полимерни опаковки	15 522	485	16 007
7.	Бои и лакове	9 478	177	9 655
8.	Биоетанол	1 244	25	1 269
9.	Нетъкан текстил	2 452	115	2 567
10.	Трикотажни изделия	810	160	970
11.	Млекопреработване	2 349	78	2 427
12.	Хляб и хлебни изделия	784	57	841

В отделните изследвани обекти делът на мощността за осветление се изменя в границите от 1,8 % до 6,8 % от общата инсталирана мощност, със средна стойност 3 %. Изключение прави обект 10 (шивашко предприятие за производство на трикотажни изделия), в който инсталираната мощност за осветление съставлява 16,5 % от общата.

Използваемостта на осветителните уредби е по-голяма от тази на почти всички силови консуматори. Делът на консумираната електрическа енергия за осветление в изследваните обекти е по-голям в сравнение с делът на инсталираните мощности. От получените резултати за обектите показани в табл. 1 е установено, че годишната енергия за осветление се изменя в границите от 2,8% до 17,7% от общата консумирана енергия.

В табл.2 са представени данни за годишната консумация на електрическа енергия  $W_g$ , в MWh, и действителния максимален електрически товар  $P_m$ , в kW, за всеки от изследваните обекти. Пресметната е стойността на коефициента на търсене  $K_t$ , като отношение на максималния товар и инсталираната мощност в обекта [2,3]. Този коефициент характеризира степента на използване на електрическите съоръжения в периода на максимален товар. Най-висока стойност  $K_t = 0,58$ , е получена за обект 8, който представлява ново предприятие със съвременни технологии и обзавеждане. Най-ниската стойност  $K_t = 0,12$ , се отнася за обект 9, в който работят остарели машини с частична използваемост.

Определена е годишната използваемост на максималния товар в часове  $T_M$ , h и в относителни единици LDF. Тя характеризира равномерността на товаровия график по часове през цялата година [4,5] и се пресмята по формулите:

$$T_M = \frac{W_r}{P_M} \quad (1)$$

$$LDF = \frac{W_r}{P_M \cdot T} = \frac{T_M}{T} \quad (2)$$

където  $T$  са действителният брой часове в една календарна година.

Най-висока ( $T_M = 6221$  h) е използваемостта на максималния товар в обект 12, който е с непрекъсваемо основно производство и без почивни дни или периоди. Във всички останали обекти (без обект 11) има пълно прекъсване на производството за две до три седмици в периода около коледните и новогодишни празници. Освен това се наблюдават спирания на отделни производства за планови ремонти (главно през лятото) и за аварийни ремонти.

В обект 1 в непрекъснат режим работи основното производство (леене на детайли), но някои съпътстващи цехове са на двусменен режим. В обекти 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 10 част от съоръженията работят в трисменен режим, но с един или два почивни дни в края на седмицата. Само в обект 8 всички производствени съоръжения работят в едносменен режим, с почивка в събота и неделя.

Таблица 2.

Показатели на товарите графици в изследваните предприятия

Обект №	Годишна консумация	Максимален товар	Коефициент на търсене	Годишна използваемост на максималния товар	
	$W_r$ , MWh	$P_M$ , kW	$K_t$	$T_M$ , h	LDF
1.	41 195	6 741	0.37	6 111	0.698
2.	10 084	2 833	0.26	3 559	0.406
3.	8 511	1 790	0.38	4 755	0.543
4.	8 835	2 471	0.29	3 575	0.408
5.	2 425	535	0.23	4 533	0.517
6.	18 700	5 200	0.32	3 596	0.411
7.	14 411	2 908	0.30	4 956	0.566
8.	1 584	736	0.58	2 152	0.246
9.	1 096	312	0.12	3 513	0.401
10.	1 033	210	0.22	4 919	0.562
11.	5 579	1 175	0.48	4 748	0.542
12.	2 221	357	0.42	6 221	0.710

В табл.3 е дадено електропотреблението за месеците от годината съответно с най-малка и с най-голяма консумация на електрическа енергия. Пресметнат е коефициентът на сезонност  $K_{сез}$  по формулата:

$$K_{сез} = \frac{W_{Mmin}}{W_{Mmax}} \quad (3)$$

където  $W_{Mmin}$  е потреблението на активна електрическа енергия за месеца с най-малка консумация, kWh;

$W_{\text{min}}$  – потреблението на активна електрическа енергия за месеца с най-голяма консумация, kWh;

Коефициентът на сезонност характеризира равномерността на електропотреблението по месеци и има най-голяма стойност за обект 7 (производство на бои и лакове). Сравнително висок е за обекти 11 и 12 (хранително-вкусова промишленост). Най-ниска е неговата стойност за обект 8 (биоетанол), който работи сезонно, в зависимост от наличието на суровина.

За почти всички обекти е характерен продължителен престой в края на декември и началото на януари, поради което за четири от обектите минимална консумация се получава през тези два месеца.

При седем от обектите зимният товар е по-голям от летния. За четири от тях максимумът е през февруари, въпреки по-малката продължителност на този месец. Причина за това е, че от студените месеци, само февруари е с пълен брой работни дни за тези обекти. За всички обекти с максимален товар през лятото, най-натоварен е месец юни.

Таблица 3.

Месечно електропотребление и специфичен разход на електрическа енергия в изследваните предприятия

Обект №	Минимална консумация		Максимална консумация		Коеф. на сезонност	Специфичен разход	
	месец	$W_{\text{m}}$ , kWh	месец	$W_{\text{m}}$ , kWh		Стойност	Мярка
1.	август	2 096 000	октомври	4 017 000	0.52	4.54	kWh/kg
2.	януари	559 820	февруари	1 098 180	0.51	0.497	kWh/kg
3.	декември	563 407	март	888 381	0.63	1.04	kWh/kg
4.	май	574 268	февруари	844 409	0.68	24.9	kWh/брой
5.	януари	127 188	септември	264 987	0.48	0.062	kWh/брой
6.	септември	1 269 730	февруари	1 834 470	0.69	3.15	kWh/kg
7.	октомври	1 013 412	септември	1 339 281	0.76	0.29	kWh/kg
8.	март	86 000	юни	207 000	0.42	0.27	kWh/литър
9.	септември	58 560	февруари	123 092	0.48	1.48	kWh/kg
10.	февруари	65 492	юни	114 870	0.57	2.69	kWh/брой
11.	януари	414 330	юни	584 642	0.71	0.162	kWh/kg
12.	април	156 067	декември	232 843	0.67	0.261	kWh/kg

В табл.3 е представен и средногодишният специфичен разход на електрическа енергия за производството на единица продукция. Поради различния характер на производство, не може да се прави съпоставка между тези данни за изследваните обекти. Получените резултати могат да се използват за:

- сравнителен анализ на електроенергийните разходи във всеки обект за изминал и за бъдещ период;
- сравнение на електроенергийния разход с обекти с аналогично производство у нас и в чужбина;
- оценка на ефекта от изпълнение на мерки за повишаване на енергийната ефективност.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получените актуални данни за основните показатели на електропотреблението за характерни индустриални предприятия в България дават основание за следните изводи:

- делът на инсталираната електрическа мощност за осветление е средно 3 %, но за обектите от текстилната промишленост е по-висок, като достига 16,5 % от общата инсталирана мощност;
- делът на годишната енергия за осветление се изменя в границите от 2,8% до 17,7% от общата консумирана енергия;
- стойностите на коефициента на търсене се изменят в широки граници: от 0,12 (за предприятие с остарели машини и с частична използваемост) до 0,58 (за ново предприятие със съвременни технологии и съоръжения);
- годишната използваемост на максималния товар е в границите от 2152 h (за едностранно предприятие) до 6221 h (за предприятие с непрекъснат работен режим). В почти всички обекти част от основните съоръжения работят в трисменен режим, но с почивни дни в края на седмицата;
- определени са стойностите на коефициентите на сезонност. При седем от изследваните дванадесет обекта зимният товар е по-голям от летния. За четири от тях максималното месечно електропотребление е през месец февруари. При обектите с максимум през лятото, най-натоварен е месец юни.
- получените стойности за посочените коефициенти могат да се използват за сравняване и анализ на електроенергийните разходи по производства и за оценка на ефекта от изпълнение на мерки за повишаване на енергийната ефективност.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Митков А., Д. Минков, Статистически методи за изследване и оптимизиране на селскостопанската техника, т. I, София, Земиздат, 1993, стр. 379.

[2] Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии, София, Балканпрес, 2004, стр. 542.

[3] Справочник по енергетика, Т. 1...6, София, Техника, 1997.

[4] Стефанов Ст., В. Русева, Ръководство за курсово проектиране и семинарни упражнения по електроснабдяване, Русе, Печатна база при РУ "Ангел Кънчев", 2009, стр. 142.

[5] Стефанов Ст., В. Русева, Електроснабдяване, Русе, Университетски издателски център при РУ "Ангел Кънчев", 2010, стр. 212.

## За контакти:

доц. д-р инж. Стефан П. Стефанов, катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "А. Кънчев", Тел.: 082 888 616, E-mail: stefanov@uni-ruse.bg.

доц. д-р инж. Кирил Сираков, катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "А. Кънчев", Тел. 082 888 364; E-mail: csirakov@uni-ruse.bg.

доц. д-р инж. Вяра Русева, катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане", Русенски университет "А. Кънчев", Тел. 082 888 616; E-mail: vruseva@uni-ruse.bg.

**Докладът е рецензиран.**