

## Изследване на електропотреблението на типичен производствен обект за лаковобояджийски материали

Манол Новаков, Красимир Мартев

**Abstract:** It has been examined the electric power consumption of a typical production facility for lacquer painting materials. It has been determined the day-and-night load schedules per months and seasons of the year, which have a similar character. The last ones are divided into two main groups - at weekends, where the electric power consumption is 22% and on working days, with a level of the consumption of 78% of the total annual amount. The similar character of the load schedules is a prerequisite to develop energy and cost effective schemes for energy support of the facility, including combined production of electrical, heat energy and cold, the use of photovoltaic power sources of electricity, solar collectors for hot water, etc..

**Key words:** electric power efficiency, manufacture of paints, combined energy production.

### Въведение

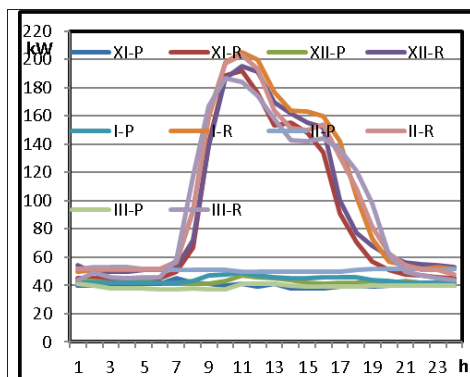
Захранването на промишлените предприятия с електрическа енергия се осъществява чрез електроенергийната система на страната. За целта всяка от фирмите на първо място следва да проучи и постави на системен анализ собственото си енергопотребление и да установи енергийно и икономически ефективни схеми за развитие на енергийното си захранване [1,2,3]. Чрез настоящото изследване се цели установяване характера на денонощните електрически товари графици на фирма, осъществяваща производството на бои.

**Обект на изследването.** Избрана е компания, която е типичен производител на лаковобояджийски материали. Обект на изследването са денонощните товари графици на електропотребление, отразяващи производствената дейност на фирмата.

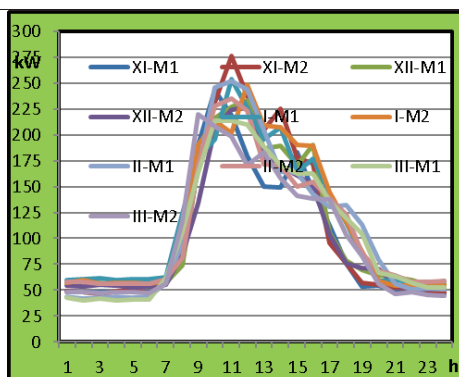
**Денонощни електрически товари графици.** Изследването на денонощните товари графици на електропотреблението е осъществено по данните от почасови измерените стойности на денонощния разход на електроенергия. Резултатите са разпределени на два периода – зимен (XI, XII, I, II, III) и летен (IV, V, VI, VII, VIII, IX, X), съответстващи на периодите на смяна на часовете на действия на върховата тарифа. Отделно се анализират товарите за работни (R) и почивни (P) дни.

**Зимен период** (обхваща месеците XI, XII, I, II, III). Получени са усреднените денонощни товари графици за всеки от месеците, разделени по работни (R) и празнични (P) дни (фиг.1). Характерни са две зони на товара: нощна и денонощна през почивните дни, когато мощността на товара е между 37 и 56 kW; дневна през работните дни, когато средната мощност на товара достига нива до 205 kW. Налице е твърда повторяемост на характера на товарите. За всеки от месеците са изведени по два върхови денонощни товара (фиг.2). Максималните им стойности за всеки от дните са между 190 и 276 kW.

В табл.1 е представен средният дневен по тарифи и работни смени през месеците график на разхода на електроенергия през зимния период. Освен по тарифни зони е установен разхода и за периода на дневната смяна, която е от 8 до 19 часа. Разходите са: дневна смяна - от 470 до 603 kWh през почивните дни и от 1573 до 1838 kWh през работните дни; върхова тарифа - от 237 до 305 kWh през почивните дни и от 792 до 868 kWh през работните дни; дневна тарифа - от 431 до 557 kWh през почивните дни и от 1024 до 1243 kWh през работните дни; нощна тарифа - от 273 до 365 kWh през почивните дни и от 314 до 356 kWh през работните дни. Среднодневните разходи са от 941 до 1227 kWh през почивните дни и от 2130 до 2466 kWh през работните дни.



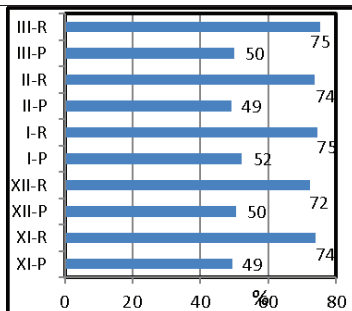
Фиг. 1. Денонощни товарови графици през зимния период (P- през почивните дни, R- през работните дни)



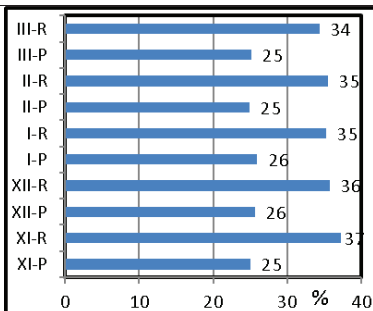
Фиг. 2. Върхови денонощни товарови графици през зимния период

**Таблица 1**  
Среден дневен по тарифи и работни смени разход на електроенергия през зимните месеци

	XI-P	XI-R	XII-P	XII-R	I-P	I-R	II-P	II-R	III-P	III-R
Дневна смяна	478	1573	518	1668	551	1838	603	1789	470	1771
Върхова тарифа	242	792	263	823	274	868	305	860	237	809
Дневна тарифа	442	1024	467	1126	488	1243	557	1209	431	1229
Нощна тарифа	284	314	297	356	294	355	365	357	273	315
Общо за деня	968	2130	1027	2305	1057	2466	1227	2425	941	2353



Фиг. 3. Разпределение на средния дневен разход на електроенергия по месеци за периода на работните смени от 8 до 19 h през зимния сезон, %



Фиг. 4. Разпределение на средния дневен разход на електроенергия по месеци за периода на върховата тарифа през зимния сезон, %

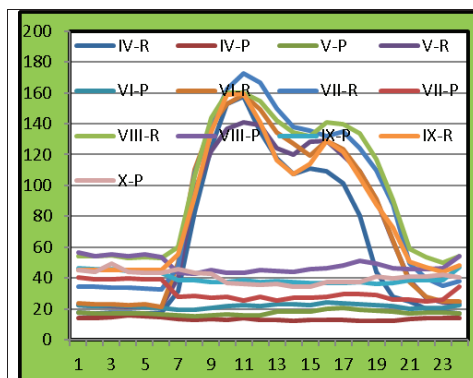
Установени са съотношенията между разходите на електроенергията по часови и тарифни зони, представени на фигури както следва: фиг. 3 – за дневен разход през работните смени между 49 и 52 % за почивните дни и между 72 и 75 % за работните дни; фиг. 4 – върхова тарифа между 25 и 26 % за почивните дни и между 34 и 37 % през работните дни; фиг. 5 – дневна тарифа между 45 и 46 % за почивните дни и между 48 и 52 % за работните дни; фиг. 6 – нощна тарифа между 13 и 15 % за почивните дни и между 28 и 30 % за работните дни. Разликите в разходите по зони са между 1 и 4 %.

**Таблица 2**  
**Разпределение на средните мощности на товарите - зимен период**

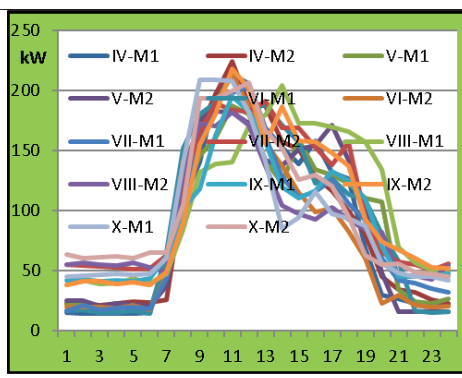
	XI-P	XI-R	XII-P	XII-R	I-P	I-R	II-P	II-R	III-P	III-R	Ps-P	Ps-P%	Ps-R	Ps-R%
8-19 h	40	131	43	139	46	153	50	149	39	148	44	91	144	100
върхова	40	132	44	137	46	145	51	143	39	135	44	92	138	96
дневна	44	102	47	113	49	124	56	121	43	123	48	100	117	81
нощна	35	39	37	44	37	44	46	45	34	39	38	79	42	29
средна	40	89	43	96	44	103	51	101	39	98	43	91	97	68

Месечните средно дневни мощности по часовете и тарифни зони са определени и представени в табл.2. Нивата им са както следва: дневна смяна - от 39 до 50 kW през почивните дни и от 131 до 153 kW през работните дни; върхова тарифа - от 39 до 51 kW през почивните дни и от 132 до 145 kW през работните дни; дневна тарифа - от 43 до 56 kW през почивните дни и от 102 до 124 kW през работните дни; нощна тарифа - от 34 до 46 kW през почивните дни и от 39 до 46 kW през работните дни. Среднодневните дневни мощности са от 39 до 51 kW през почивните дни и от 89 до 103 kW през работните дни. Разликите в нивата на мощностите между зоните е до 21 % през празничните дни и до 71 % през работните дни.

**Летен период** (IV, V, VI, VII, VIII, IX, X). Характерни са две зони на товара: нощна и денонощна през почивните дни, когато мощността на товара е между 37 и 56 kW; дневна през работните дни, когато средната мощност на товара достига нива до 170 kW. Налице е твърда повтораемост на характера на товарите (фиг.7).



Фиг.7. Денонощни товари графици през летния период (P- през почивните дни, R- през работните дни)



Фиг.8. Върхови денонощни товари през летния период

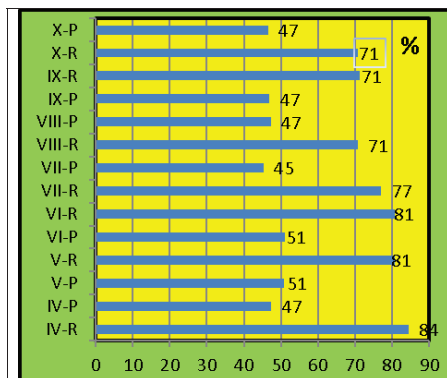
За всеки от месеците са изведени по два върхови денонощни товара (фиг.8). Максималните им стойности за всеки от дните са между 180 и 224 kW.

В табл.3 е представен средният дневен по тарифи и работни смени през месеците разход на електроенергия за летен период. Разходите са: дневна смяна - от 153 до 549 kWh през почивните дни и от 1324 до 1664 kWh през работните дни; върхова тарифа - от 80 до 268 kWh през почивните дни и от 605 до 753 kWh през работните дни; дневна тарифа - от 126 до 388 kWh през почивните дни и от 813 до 1196 kWh през работните дни; нощна тарифа - от 116 до 430 kWh през почивните

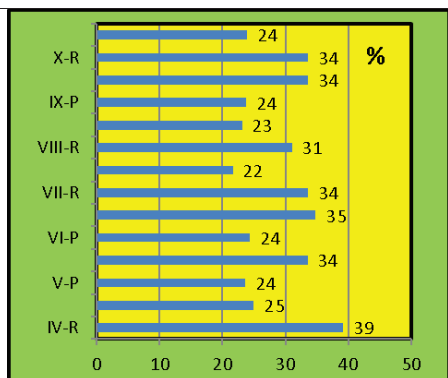
дни и от 140 до 433 kWh през работните дни. Среднодневните разходи са от 323 до 972 kWh през почивните дни и от 1568 до 2354 kWh през работните дни.

**Таблица 3**  
**Среден дневен по тарифи и работни смени през месеците разход на електроенергия през летния период**

	IV-R	IV-P	V-P	V-R	VI-P	VI-R	VII-R	VII-P	VIII-R	VIII-P	IX-P	IX-R	X-R	X-P
Дневни смени	1324	153	213	1457	267	1543	1673	332	1664	549	448	1468	1589	452
Върхова	615	80	99	605	128	665	729	159	731	268	228	692	753	233
Дневна	813	126	183	1022	221	1057	1168	278	1196	462	373	1002	1057	388
Нощна	140	116	137	177	174	187	274	297	427	430	356	363	433	352
Средно за деня	1568	323	420	1804	523	1909	2171	733	2354	1160	957	2056	2243	972



Фиг.9. Разпределение на средния дневен разход на електроенергия по месеци за периода на работните смени от 8 до 19 h през летния сезон, %



Фиг.10. Разпределение на средния дневен разход на електроенергия по месеци за периода на върховата тарифа през летния сезон, %

Установени са съотношенията между разходите на електроенергията по часови и тарифни зони представени по фигури както следва: фиг. 9 – при дневен разход през работните смени между 45 и 51 % през почивните дни и между 71 и 84 % през работните дни; фиг. 10 – върхова тарифа между 23 и 25 % през почивните дни и между 34 и 39 % през работните дни; фиг. 11 – дневна тарифа между 38 и 44 % през почивните дни и между 47 и 57 % през работните дни; фиг. 12 – нощна тарифа между 33 и 40 % през почивните дни и между 9 и 19 % през работните дни. Разликите в разходите по зони е между 4 и 14 %.

**Таблица 4**  
**Разпределение на средните мощности на товарите през летни период**

	IV-R	IV-P	V-P	V-R	VI-P	VI-R	VII-R	VII-P	VIII-R	VIII-P	IX-P	IX-R	X-R	X-P	Ps-P	Ps-P%	Ps-R	Ps-R%
Дневни смени	110	13	18	121	22	129	139	28	139	46	37	122	132	38	29	87	128	100
Върхова	102	13	17	101	21	111	121	26	122	45	38	115	126	39	28	86	114	89
Дневна	81	13	18	102	22	106	117	28	120	46	37	100	106	39	29	88	104	82
Нощна	17	15	17	22	22	23	34	37	53	54	45	45	54	44	33	100	36	28
Средно за деня	65	13	17	75	22	80	90	31	98	48	40	86	93	40	30	92	84	66

Месечните средно дневни мощности по часовите и тарифни зони са определени и представени в табл.4. Нивата им са както следва: дневна смяна - от 13 до 46 kW през почивните дни и от 110 до 139 kW през работните дни; върхова

тарифа - от 13 до 39 kW през почивните дни и от 101 до 126 kW през работните дни; дневна тарифа - от 13 до 46 kW през почивните дни и от 81 до 120 kW през работните дни; нощна тарифа - от 15 до 54 kW през почивните дни и от 39 до 46 kW през работните дни. Среднодневните дневни мощности са от 13 до 48 kW през почивните дни и от 65 до 98 kW през работните дни. Разликите в нивата на мощностите между зоните е до 13 % през празничните дни и до 72 % през работните дни.

### Обобщени резултати.

**Максимални мощности на товарите.** Извлечени са от върховете денонощни товари представени на фиг.2 и фиг.4. Данните са дадени в табл.5. Вариат от 203 kW до 276 kW. Отклоненията спрямо най-високата стойност са до 26 %.

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Мощност, kW	253	252	214	224	212	215	203	204	218	209	276	226
Ниво, %	92	91	78	81	77	78	74	74	79	76	100	82

	Зимен период		Летен период		За годината	
	kWh	%	kWh	%	kWh	%
Дневни смени	11260	67	13074	72	24334	70
Върхова	5473	32	7109	39	12582	36
Дневна	8215	49	9491	53	17707	51
Нощна	3211	19	4475	25	7686	22
Средно за деня	16899		18069		34968	

**Обобщен разход.** В обобщен вид годишно и сезонно разпределение на разхода на електроенергия са представени в табл.6. Средният дневен разход е: зимен период – 16899 kWh; летен период - 18069 kWh; за годината – 34968 kWh. Съотношенията между сезонните и годишен разход на електроенергия по тарифи и работни смени в проценти са обобщени и представени в табл.6. Средно за годината нощната електроенергия съставлява 22 %, дневната – 52 % и върховата 36 %. По време на дневните смени разходът е 70 % от годишния разход.

### Заклучение

Резултатите от изследването показват че:

1. Денонощните товарови графици на обекта по сезони, месеци и през годината имат сходен характер. Разпределят се на две основни групи: през почивните дни, където разходът на електроенергия съставлява 22 % и работни дни, с ниво на рахода до 78 % от годишното количество.
2. Сходният характер на товарите графици е предпоставка да се разработват енерго- и икономически ефективни схеми за енергосигуряване на обекта, в т.ч. комбинирано производство на електрическа, топлинна енергия и студ, използване на фотоволтаични източници на ток, слънчеви колектори за гореща вода и пр.

**Литература:**

1. Ерменков Т. Относно структурата, съставните енергийни и парични потоци на системите за комбинирано енергоосигуряване на жилищни квартали. Научна конференция РУ „Ангел Кънчев”, 25-26.10. 2013.

**За контакти:** доц. д-р инж. Красимир Мартев, Русенски университет „Ангел Кънчев”, kmartev@uni.ruse.bg.

**Докладът е рецензиран.**