

СТРУКТУРА НА ЕЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕТО НА ОБОГАТИТЕЛНА ФАБРИКА “ЕЛАЦИТЕ-МЕД” АД

Иван Стоилов

Минно-геоложки университет
Св. Иван Рилски
София 1700
e-mail: stoilov@mgu.bg

Добри Цветков

“Елаците-мед” АД
с.Мирково 2086,
област Софийска
e-mail: elatzite@mbox.digsys.bg

Евтим Филипов

“АСА” ООД
София, 1111
бул. Шипченски проход 7-13
e-mail: evtimf@engineer.bg

РЕЗЮМЕ

В текста са анализирани данните за електропотребление на предприятието за период от една година, един месец и един характерен работен ден. Определена е структурата на разходите за електроенергия по цехове и по тарифни зони. Предложени са показатели за количествена оценка на ефективността от мероприятията за икономия на електроенергията. Разгледани са възможностите за по-рационално разпределение на енергията по тарифни зони. Предложени са организационни и технически решения за намаляване на специфичния разход на електроенергия.

“Елаците-мед” АД добива и обогатява годишно над 12 милиона тона руди с ниско съдържание на мед. Добивът и едрото трошене се извършват в открития рудник “Елаците”. От рудника по гументранспортна лента натрошената руда (класа 0-200мм) постъпва в открит склад #2 над цеха за средно и ситно трошене (ССТ). Средното трошене се осъществява с конусни трошачки тип КСД 2200 и “Кубрия” 210-35, а ситното в конусни трошачки “Кубрия” 210-15. Натрошената руда класа “-15мм” (86%) от междинни бункери постъпва в мелнично отделение. Смилаването на рудата се извършва в топкови мелници с централно разтоварване тип МШЦ – 4500х6000, работещи по едностадийна схема на смятане с контролна класификация в хидроциклон ГЦ-1000 и “KREBS”. Смятаният продукт постъпва във флотационно отделение, където се извършва основната флотация с машини Денвер 500. Пенният продукт от основната флотация постъпва за досмилане в една мелница МШЦ 2000х4500. Мелниците работят в затворен цикъл с хидроциклон “KREBS”. Концентратът след 3 (4) пречиствки във флотационни машини се подава в съгъстители СП-30, а оттам във вакуум филтри БОУ-40-3 за изсушаване. Готовият концентрат е със средно съдържание на мед около 25% и влажност 9-11%.

За нуждите на обратното водоснабдяване са изградени помпени станции с 3 степени на препомпване на обратната вода.

Електроснабдяването на обогатителната фабрика се осъществява от главна понизителна подстанция с 2 тринамотъчни трансформатора 50 MVA, 110/20/6 kV. С напрежение 20 kV се захранват помпените станции, а с 6

kV цеховете на обогатителния комплекс. Годишната консумация на електроенергия е над 260 млн. kWh.

Съгласно решение на ДКЕР от 1.11. 2002 г. предприятието заплаща консумираната електроенергия в почивните и празнични дни с отстъпка в дневната и нощната тарифи.

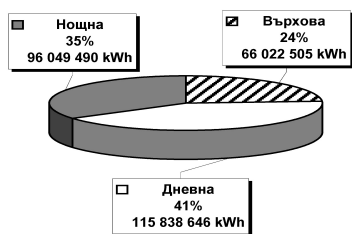
През 2000г. е внедрена съвременна микропроцесорна система за измерване, контрол и управление на електропотреблението (И.Стоилов, К.Джустров и др., 2003). Системата ежедневно отпечатва справка с данни за консумираната активна, реактивна електрическа енергия и фактора на мощността. Тези данни, разпределени по тарифни зони, обхващат всеки цех поотделно и предприятието като цяло. Отпечатва се и справка за левовите разходи за електроенергия (общо и по цехове) в съответствие с изискванията на действащата наредба за прилагане на цените и тарифите на електрическата енергия. Всички данни за енергията осреднени за 30 минути се съхраняват в системата за 5 годишен период.

На база на данните от системата е направен анализ на структурата на електропотреблението за период от една година (Май 2000 – Април 2001), за един месец (Юни 2000 г.) и за характерно работно денонощие (16 Юни 2000 г.).

На фиг. 1 е илюстрирано годишното разпределение на консумираната активна електрическа енергия от предприятието по тарифни зони.

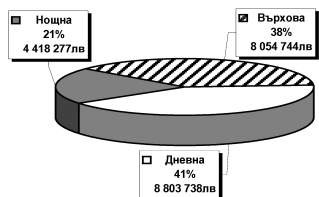
В сравнение със случая, когато средната консумирана мощност във всички зони е еднаква (върхова - 25%, дневна - 41,66% и нощна - 33,33%) става ясно, че са полагани усилия за ограничаване на потреблението във върховата и дневната зона за сметка на нощната. През месец Юни 2000г. е

постигнато месечно разпределение на консумираната активната електроенергия с 1% по-малко във върховата зона за сметка на дневната. Това илюстрира резервите, които реално съществуват за търсене на още по-добро разпределение на енергията в тарифните зони.



Фигура 1

На фиг. 2 е показано разпределението на годишните парични разходи за електроенергия по тарифни зони.



Фигура 2

Значителна част от средствата са заплатени за енергията консумирана във върховите зони – 38%. Интересно е равенството в процентното разпределение на енергията и на разходите за нея (по 41%) за дневната тарифна зона.

Разпределението на консумираната активна електроенергия по цехове е дадено на фиг.3

Фигура 3

Най-големият консуматор е ГЛАВЕН КОРПУС, където е съсредоточена основната част от производството – смилане, досмилане, флотация, съгъстяване и филтрация. На ГЛАВЕН КОРПУС се падат 77,71%, на цех ССТ – 12,42%, водно и хвостово стопанство – 9,42%.

На останалите спомагателни цехове – ремонтно-механичен, топло-силов цех, електро-ремонтен и администрация - 0,46%.

Производственият процес в цеховете на ГЛАВЕН КОРПУС е непрекъснат. Основният разход на електроенергия е за процеса смилане. Работят 10 мелници задвижвани със синхронни двигатели с мощност 2,5MW. Годишното и месечното разпределение на електроенергията, консумирана от ГЛАВЕН КОРПУС, е: върхова – 25%, дневна – 41%, нощна – 34%. Следователно средната часова мощност на цеха е почти постоянна за всички тарифни зони.

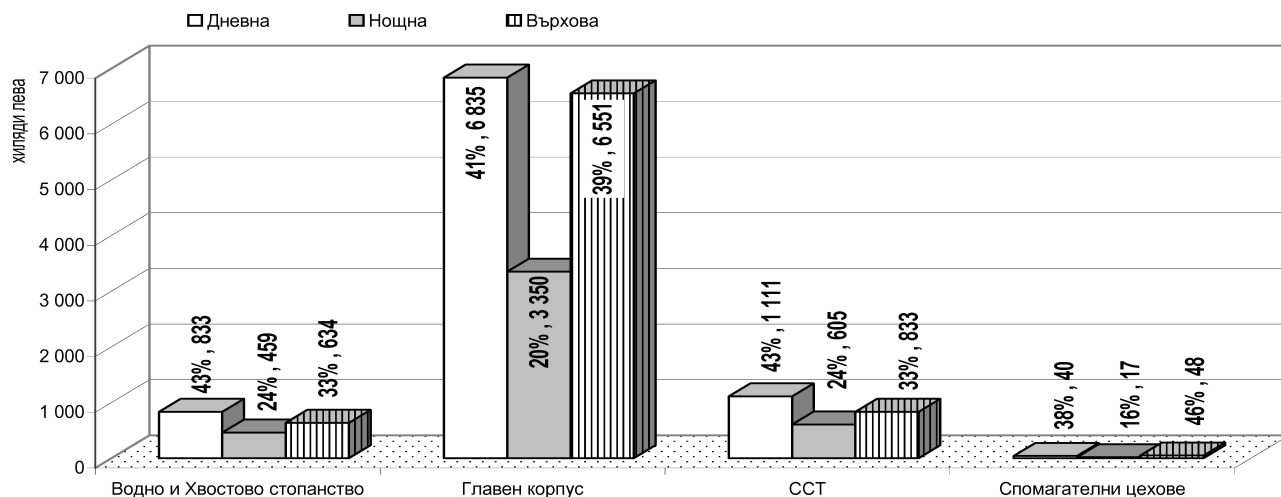
Режимът на работа на корпуса средно и ситно трошене е подчинен на стремежа за намаляване разхода на електроенергия през върховата зона. Като правило цехът спира работа за техническо обслужване през сутрешната върхова зона. Наличието на междинен склад с достатъчен обем между цех ССТ и ГЛАВЕН КОРПУС дава възможност при бъдещо увеличение на производителността на цех ССТ той да бъде изключван и през вечерната върхова зона. При съществуващия режим на работа е реализирано следното годишно разпределение на енергията по зони: върхова – 20%, дневна – 42%, нощна – 38%. Има реална възможност за постигане на по-оптимално разпределение, което се вижда от резултатите получени за месец Юни: върхова – 18%, дневна – 43%, нощна – 39%.

Оборотното водоснабдяване и доставката на свежа вода за фабриката участва с 9,42 % в структурата на годишното електропотребление на предприятието. При съществуващата схема на оборотно водоснабдяване (помпени станции, водосборници и режими на работа) е реализирано разпределение на консумираната електроенергия за едногодишен период както следва: върхова – 20%, дневна – 42%, нощна – 38%. През месец Юни 2000 г. е реализирано по-добро разпределение: върхова – 16%, дневна – 41%, нощна – 43%, а на 16 юни: върхова – 12%, дневна – 37%, нощна – 51%. Очевидно, възможно е да се реализира много по-добро разпределение на електроенергията по тарифни зони за оборотното водоснабдяване.

Годишните парични разходи на предприятието разпределени по цехове и тарифни зони е дадено на фиг.4. Процентното разпределение на годишните разходи за електроенергия по цехове е: главен корпус – 77,27%, ССТ – 13,27%, ВХС – 8,95% и спомагателни цехове – 0,51%.

Поради по-доброто разпределение на електроенергията по тарифни зони през м.Юни то и паричният разход е минимален. Следователно показателите постигнати през този месец могат да бъдат приети като норма.

Оперативното управление на електропотреблението на предприятието се осъществява от дежурните в главната подстанция на база визуализираните данни от микропроцесорната система. Планирането и отчитането на електропотреблението се извършва чрез обработка на протоколите за дневната консумация на електроенергия. Специалистите от енергийния отдел ежедневно определят общо за предприятието и за цеховете ГЛАВЕН КОРПУС, ССТ и ВХС следните показатели:



Фигура 4

- специфичния разход на електроенергия
- средния специфичен разход до текущия ден на месеца
- процентното разпределение на консумираната електроенергия за всеки ден по зони
- изпълнението на плана за разхода, в kWh и в лева, по тарифни зони
- процентното изпълнение на плана за всеки ден и до текущия ден на месеца
- средния фактор на мощността за дневната и върховите зони – ежедневно и от началото на текущият месец

Всеки месец данните се обобщават и се изготвя справка за консумираната електрическа енергия и разходите (в лева) по тарифни зони за всички цехове на предприятието включително и спомагателните.

Възприетият критерий за анализ на електропотреблението, а именно – специфичният разход на електроенергия не дава обективна оценка за ефекта от преразпределението на товарите в отделните тарифни зони, а от там и за паричните разходи. Другият използван критерий – ежедневното определяне на процентното разпределение на енергията по тарифни зони дава известна възможност за сравнителна оценка, но логическият анализ е затруднен поради големия обем от данни. Ето защо предлагаме да се въведе диференцирано отчитане на специфичния разход на електроенергия по тарифни зони. Още по-добра представа за разпределението на паричните разходи може да даде параметърът "С" – левовата стойност на електроенергията за 1 тон преработена руда (лв./тон). Този параметър отразява най-пълно основните фактори, формиращи паричните разходи за електроенергия – количеството на изразходваната електроенергия, съотношението на цените на енергията в тарифните зони и евентуалните финансови санкции от електроснабдителното предприятие. Основание за подобно предложение дават следните обстоятелства:

- технологичният процес в ГЛАВЕН КОРПУС, където се консумира над 77% от общата електроенергия, е непрекъснат;

- дневната производителност на фабриката е сравнително постоянна и за 2002г. е в границите: минимална 32299 т., максимална 34420 т.и средна 33247 т. Изложеното дава основание да се приеме, с известно приближение, че дневната, съответно месечната производителност е пропорционално разпределена в съотношение съответстващо на процентното разпределение на тарифните зони – върхова 25%, дневна 41,66% и нощна 33,33%. Цех ССТ работи с прекъсване в сутрешния връх, а ВХС намалява натоварването си по време на двете върхови зони. За тези цехове е определен приведен специфичен разход на електроенергия като консумираната енергия за съответната тарифна зона е отнесена към количеството преработена руда от ГЛАВЕН КОРПУС. Като се има предвид, че месечният коефициент на движение на мелниците е в границите 95% - 99% и за годината има средно-претеглена стойност 97,22%, считаме че не е необходимо той да бъде отчитан при сравняване на месечните показатели за специфичния разход на електроенергия.

Целесъобразно е да се създаде форма за определяне структурата на електропотреблението, която да бъде изготвяна месечно. В таблица 1 е направено сравнение на предложените показатели за м.Януари и м.Декември 2002г. Избраните месеци са в зимния период, което позволява да не се отчита коефициентът на сезонност. Специфичният разход на електроенергия за месец Януари е – 23,376 kWh/тон, а за м. Декември 23,01 kWh/тон. В таблицата е разкрита структурата на електропотреблението, като са отчетени всички фактори – промените в наредбата за цените на електроенергията, ефекта от проведените мероприятия за икономия на електроенергия, в кой от цеховете на предприятието и по какъв начин е постигнат съответния ефект. Например за преработката на един тон руда през м. Януари предприятието е заплатило за електроенергия 1,788 лв., а през м. Декември - 1,695 лв. При една условна средна месечна производителност от един милион тона, при посоченото съотношение разходите за електроенергия ще намалее с 93 000 лв. Част от намалението е следствие преференциалните цени за м. Декември за

дневната и нощна енергия през почивните и празничните дни. Но има и други фактори, които могат да се видят от предложената структура в таблица 1.

Таблица 1

зони	върхова				дневна				Нощна				общо			
месеци	I		XII		I		XII		I		XII		I		XII	
	ω kWh/т	с лв/т	ω kWh/т	с лв/т	ω kWh/т	с лв/т	ω kWh/т	с лв/т	ω kWh/т	с лв/т	ω kWh/т	с лв/т	ω kWh/т	с лв/т	ω kWh/т	с лв/т
ОФ	22,41	2,734	21,21	2,59	22,996	1,748	23,10	1,68	24,578	1,131	24,25	1,04	23,376	1,788	23,01	1,695
МФЦ	17,88	2,181	17,93	2,188	17,971	1,366	18,28	1,332	18,007	0,828	18,596	0,798	17,96	1,39	18,299	1,368
ССТ	2,448	0,299	1,689	0,206	2,878	0,219	2,683	0,195	3,385	0,156	2,997	0,129	2,939	0,218	2,539	0,176
ВХС	1,896	0,231	1,387	0,169	1,982	0,151	3,059	0,144	3,038	0,140	2,517	0,108	2,312	0,167	2,008	0,138

Например за върховата зона, където цената на енергията не е променена, през м.Януари е заплатено по 2,734 лв., докато през м. Декември – 2,59 лв. за преработката за 1т. руда. Тук редукицията на паричните разходи се дължи основно на по-рационалното управление на електропотреблението. Специфичният разход на електроенергия във върховата зона за ССТ е намалял от 2,448 kWh/тон на 1,689 kWh/тон. Следователно през м. Декември е постигнато забележимо намаляване на товара през върховата зона главно за сметка на нощната. Това е в резултат на стриктно спазване режима на работа на цеха – изключване за целия период на сутрешния връх, извършване на планови ремонти във върховите зони през работни дни, максимално натоварване през почивните и празничните дни. Положителна тенденция има и в общия специфичен разход за цех ССТ от 2,939 kWh/тон е редуциран на 2,539 kWh/тон през м. Декември. За това допринася въведената автоматизирана система за управление на технологичния процес, която оптимизира режима на работа на трощачките и ограничава времето за работа на празен ход (Волощенко, Н.Э. Островский *и др.*, 1990г.)

Във ВХС през м. Декември е реализирано по-рационалното разпределение на специфичния разход на електроенергия в отделните тарифни зони. Това е довело до намаляване на разходите за обратно водоснабдяване във върховата зона от 0, 231 лв. до 0,169 лв. за тон преработена руда.

Ежемесечното изготвяне на предложената таблица дава възможност да се разкрие структурата на основните параметри, характеризиращи електропотреблението. Сравнението на предложените параметри за отделните месеци дава възможност за количествена оценка на прилаганите мерки за икономия на електроенергия.

Разполагайки ежедневно с данните за електропотреблението специалистите от предприятието

са постигнали следните положителни ефекти в дългосрочен план:

I. По отношение на действащите тарифи за заплащане на електроенергията:

1. Точно планиране на консумираната електрическа енергия за тримесечие без да се налагат корекции.

2. Липса на санкции за ниски средномесечни стойности на фактора на мощността.

3. Липса на санкции за върната в системата реактивна енергия.

4. Задоволително разпределение на консумираната енергия по тарифни зони за съществуващите технологични процеси.

5. Тенденция за увеличаване на консумираната енергия в дневната и нощната зони по време на почивните и празничните дни.

II. За икономия на електроенергия:

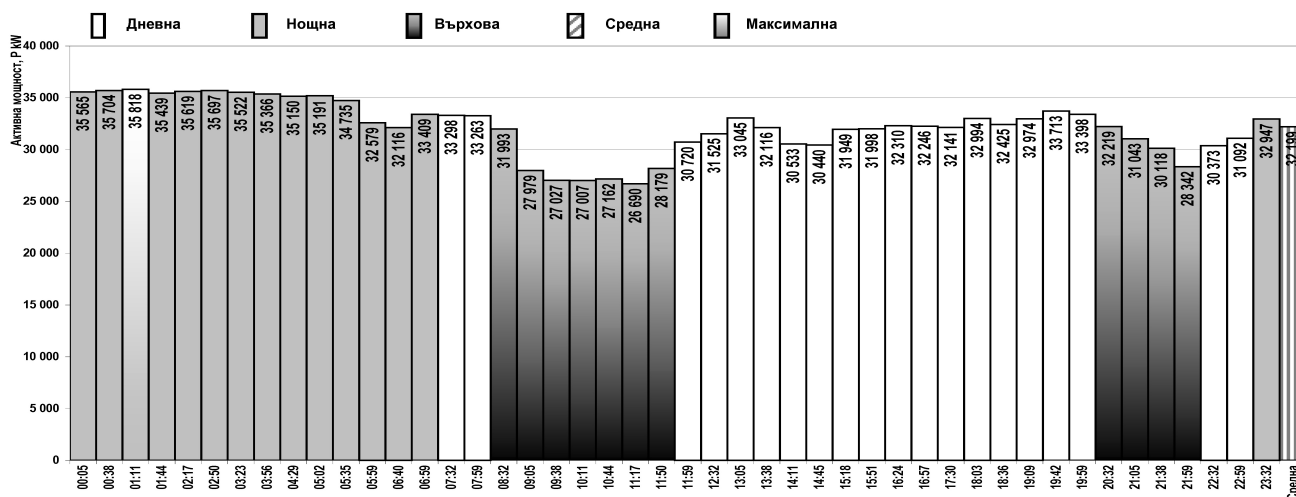
1. Напрежението на основните консуматори се поддържа максимално близко до номиналното. За целта в подстанцията са монтирани цифрови волтметри и устройство за звукова сигнализация при отклонение на напрежението от зададени гранични стойности.

2. Оптимизирано е възбуждането на синхронните двигатели, така че съвместно с работата на кондензаторните батерии да се реализира средно-месечен фактор на мощността 0.9 - 0.91. Допуска се регулиране на фактора на мощността чрез изменение на напрежението с ясеновите регулатори на трансформаторите, но в тесни граници, определени от експериментални изследвания (М.Ментешев, И.Стоилов *и др.* -“Отчет”, 1994)

3. Оптимизиран е режимът на работа на въздушните електропроводи и трансформаторите в помпените станции на обратното водоснабдяване. Изчислени са загубите на мощност за три варианта и е избран най-икономичният. Помпената станция за свежа вода работи само три нощи в седмицата, като два от тях са в почивните а при възможност и в празничните дни. През останалото време се изключва и трансформаторът – 1600 kVA/20/6kV.

Най-голям дял от разходите на предприятието са тези за електроенергия. Проблемът за тяхното намаляване стававше по-актуален и поради тенденцията за увеличаване цената на електроенергията.

Товаровият график на предприятието, построен за характерен работен ден (фиг. 5), илюстрира характера на електрическите товари.



Фигура 5

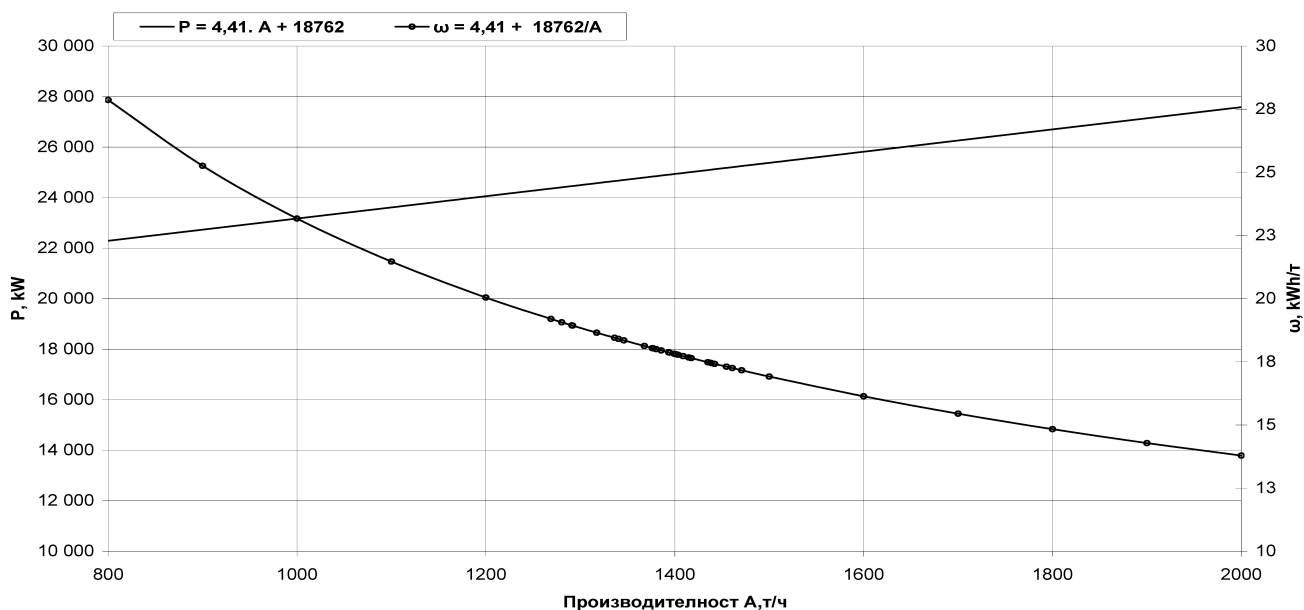
Очевидно съществуващите възможности за намаляване на разходите чрез по-оптималното разпределение на енергията по тарифните зони са изчерпани. Ето защо са предприети по-мощни мерки за използване възможностите на тарифата за заплащане на електроенергията:

1. Реконструират се водосборниците за оборотна вода на територията на фабриката. Обемът им се увеличава с 3000 м³, което ще позволи върховите зони да се разтоварят с около 2100kW.

2. Разработва се проект за увеличаване на производителността на цех ССТ до 2000 тона/час. Реализацията му би позволила цехът да спира работа и през вечерната върхова зона. Това ще доведе до

намаляване товара на предприятието по време на вечерния връх с около 4000kW.

Основен критерий за ефективно използване на електроенергията в технологичните процеси е специфичният разход. В ГЛАВЕН КОРПУС характерът на товара се определя от топковите мелници. Те консумират над 70% от енергията. За определяне закономерностите на електропотреблението на цеха са изведени енергийните характеристики за мощността $P = 4,41 \cdot A + 18762$ и специфичният разход на електроенергия $\omega = 4,41 + 18762/A$ (Данаилов Д. 1985 г.), (данните за енергията и производителността са за м. Юни 2000 г.) На фиг. 6 са илюстрирани горните зависимости.



Фигура 6

Както е известно специфичният разход на електроенергия за смилане в топкови мелници е тясно

свързан с технологичния процес и зависи от редица фактори: теглото на топковия товар, плътността на пулпа, едрината на

изходния материал, механичните свойства на рудата, типа на футеровката, физико-механичните свойства на рудата, производителността на мелниците, от гранулометричния състав на смления продукт и др. От експериментални изследвания е установено, че основната мощност в топковата мелница се изразходва за повдигане на топковия товар - около 80% (Степанов В.С, 1984 г.). Увеличаването на производителността на мелницата води до незначително увеличаване на черпената мощност. Като се отчете, че топковите мелници са определящ фактор в структурата на електропотреблението на предприятието очевиден е стремежът за повишаване на производителността на мелниците откъдето ще се намали специфичният разход на електроенергия. За тази цел в технологичната схема на цех ССТ е въведен комплекс - конусна трошачка, пресевна машина и валцова трошачка. Стремежът е мелничните агрегати да бъдат захранени с руда в която класата "-15мм" е 95%, т.е. чрез намаляване едрината на постъпващата за смилане руда да се повиши производителността на мелниците. Това от своя страна ще доведе до намаляване на специфичния разход на електроенергия за процеса смилане. Предстои монтирането на още два комплекса. На останалите потоци от ситно трошене класата "-15мм" ще бъде контролирана само с пресевни машини.

Производителността на мелницата зависи и от правилния избор на топковия товар. Както повишаването, така и занижаването на топковия товар водят до намаляване производителността на мелницата, а оттам и до увеличаване на специфичния разход на електроенергия. Върху производителността на мелницата влияе и размерът на смилащите тела (топки). При достигане на предвидения гранулометричен състав на входящата руда (95% класа "-15мм") е необходимо да се направи изследване за оптимизиране на диаметъра на смилащите тела. Ето защо в процес на експериментиране е автоматична система за дозиране на топките в мелниците. Характерно за системата е, че зареждането с топки ще бъде непрекъснат процес, с което се подобрява структурата на топковия товар. Очаква се, че с оптимизирането на топковия товар, както по количество така и като структура, ще се увеличи производителността на мелниците и ще се подобрят параметрите на изходящият продукт.

Препоръчана за публикуване от
катедра "Електрификация на мините", МЕМФ

Определянето на структурата на електропотреблението на обогатителната фабрика, чрез диференциране по тарифни зони на специфичния разход на електроенергия ω_i и паричните разходи за електроенергия на тон преработена руда C_i са предпоставка за:

- по-рационално управление на електропотреблението
- ефективен контрол по цехове за спазване на определените режими на работа
- точна количествена оценка на ефективността от провежданите мероприятия за икономия на електроенергия
- обосновано определяне на диференцирани по цехове норми за разход на електроенергия

На "Елаците - мед"- АД предстои сключване на договор с преносното електроенергийно предприятие като привилегирован потребител. Разполагайки с данните за структурата на електропотреблението, специалистите от предприятието ще могат да договарят изгодни цени и параметри, ако им бъде предоставена такава възможност.

ЛИТЕРАТУРА

- Волощенко Н. И., Э. П. Островский и др., 1990. Эффективное использование электроэнергии в угольной промышленности, Москва, изд. Недра
- Данаилов Д. 1985, Рационално използване на електроенергията в минните предприятия. София, изд. Техника
- ОТЧЕТ – Разработване и въвеждане на технически и организационни средства за минимизиране на разходите за заплащане на електрическата енергия на ОП "Елаците" по новата тарифа (Д. В. бр. 26/29.03.1994 г.) – Мингеоуниверс –инженеринг, архив на МГУ София
- Степанов В. С., 1984 Анализ энергетического совершенства технологических процессов, Новосибирск, изд. Наука
- Стоилов И. , К. Джустров и др. 2003 г. Система за измерване, контрол и управление на електропотреблението на обогатителната фабрика на "Елаците - мед" АД. Сборник доклади Международна научна сесия (50 години МГУ Св. Иван Рилски София, изд. МГУ)

STRUCTURE OF POWER CONSUMPTION OF DRESSING PLANT AT THE “ELATSITE – MED” Co

Ivan Stoilov

University of Mining and Geology
“St. Ivan Rilski”
Sofia 1700
e-mail: stoilov@mgu.bg

Dobri Tsvetkov

“Elatsite Med” Co
Mirkovo 2086,
Sofia district
e-mail: elatzite@mbox.digsys.bg

Evtim Filipov

“ASA” Ltd.
Sofia 1111
7-13 “Shipchenski prohod” Str.
e-mail: evtimf@engineer.bg

ABSTRACT

Data about power consumption of the “Elatsite - Med” is analyzed for a period of one year, one month and one typical working day. Structure of power cost is determined for different workshops and for different rate zones. Characteristics for qualitative estimation of efficiency of the activities for power saving are suggested. The options for more rational distribution of power among the different rate zones are discussed. Organizational and technical decisions for reducing the specific power consumption are also suggested.

“Elatsite – Med” Co. mines and processes more than 12 million tones of low-grade copper-containing ore. Mining and coarse crushing is carried out at the open pit of the “Elatsite”. Crushed ore (class 0-200 mm), loaded on a belt conveyer is fed from the mine to open-air hopper #2 above the department for medium-size and fine crushing (MFC). Medium-size crushing is realized by cone crushers of the type KSD and “Kubria” 210-35, and fine crushing in cone crushers of “Kubria” 210 –15 type. Crushed ore of the class of “-15mm” (86%) from the interim hoppers is fed to the milling department. Grinding of ore is carried out in ball crushers of central unloading of the type of MШЦ – 4500x6000, operating under a single-stage system of grinding with a control classification in a hydrocyclon ГЦ-1000 and “KREBS”. The milled product enters a flotation cell, where the main flotation is done by machines of Denver 500 type. The froth product from the main flotation, enters for re-grinding in a mill MШЦ 2000x4500. Mills work in a closed cicle with the hydrocyclon “KREBS”. The concentrate, after 3 (4) scavenge operations in the flotation machines is fed into condensers ЦП-30, and then into a pressing filter БОУ-40-3 for drying. The ready concentrate has an average copper content of nearly 25% and moisture content of 9-11%.

Pumping plants of three stages of pumping of circulation water are constructed for the needs of circulation water supply.

Electric power is supplied to the dressing plant through the main substation by two three-coiled transformers 50 MVA, 110/20/6 kV. A voltage of 20 kV suplies the pumping plants, and a voltage of 6 kV supplies the dressing departments. Annual power consumption is more than 260 millions kWh.

According to a decision of the State Committee of Energy Regulation of November 1st 2002 the company pays the power consumed in holidays with a certain discount from working days and night rates.

In 2000 a modern micro-processor system for measuring, regulation and control of power consumption (Stoilov, Djustrov et al., 2003). The system prints out records of data about consumed active, reactive electric power and factor of power. Those data, referred to specific rate zones, comprise each department and the company as a whole. A record of expenses in leva is also printed for specific departments and

the whole company as well, according to stipulations of the Regulation for applying the prices and rates for power consumption. All the data about power consumption, the average for a period of 30 min are stored in the system for a period of 5 years.

An analysis of the structure of power consumption is prepared for a period of one year (May 2000 – April 2001), for one month (June 2000) and a typical working day (June 16th 2000).

Fig. 1 represents the annual districbtion ofconsumed active electric power from the company for different rate zones.

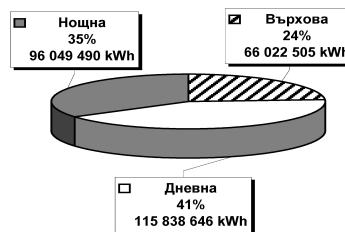


Figure 1

Compared to the case when the average consumed power in all the zones is equal (peak – 25%, daytime – 41,66% and nighttime – 33,33%) it is evident that efforts are paid for limiting consumption in the peak and daytime consumption on the account of the nighttime. In June 2000 a monthly distribution of consumed active power is achieved, which is 1% less in the peak zone on the account of the day-time zone. This represents reserves, which in fact are available for better distribution of power in different rate zones.

Fig. 2 shows distribution of annual currency expenses for power in different rate zones.

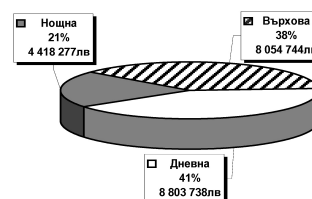


Figure 2

Significant portion of funds are paid for power consumed in the peak zones – 38%. The equality in the percent distribution of power and expenses for it (41 %) for the day-time zone is interesting.

Distribution of consumed active power for specific departments is shown in fig.3.

Figure 3

The consumer of the highest consumption is the MAIN BUILDING, where the main portion of production is concentrated – grinding, fine grinding, flotation, compression and filtering. The MAIN BUILDING uses 77,7% of the power, Department for medium and fine crushing – 12,42%, water circulation and tailings – 9,42%.

The other auxiliary departments – mechanical repairing department, heating department, electrical repairing department and administration – 0,46%.

Production process in the departments of MAIN BUILDING is continuous. The process grinding is the most power-consumable. There are 10 mills, driven by synchronous motors of 2,MW power. Annual and month distribution of electric

power, consumed by the MAIN BUILDING is: peak zone - 25%, day-time zone – 41%, night-time zone – 34%. Therefore, the average hour power is almost constant for all the rate zones.

The schedule of work of the department for medium and fine crushing is subjected to the objective of reducing consumption of power in the peak zone. As a rule the department interrupts operation for technical servicing during the morning peak zone. The availability of a hopper with a large enough volume between the Department for medium-size and fine crushing and the MAIN BUILDING provides the option of interrupting the Department for crushing during the evening peak zone, in case of future enhancement of its productivity. Below is presented the annual distribution for different zones: peak zone – 20%, day-time zone – 42%, night-time zone – 38%. There is a real opportunity for achieving a better distribution, which is evident from the data obtained for June: peak zone – 18%, day-time zone – 43%, night-time zone 39%.

Circulation water supply and delivery of fresh water to the plant occupies a share of 9,42 % of the power consumption of the company. In case of the existing scheme of circulation water supply (pumping stations, water-collecting basins and schemes of work) the distribution of consumed power is as follows: peak zone – 20%, day-time zone – 42%, night-time zone – 38%. In June 2000 the distribution was better: peak zone – 16 %, day-time zone - 41%, night-time – 43%, and on June 16: peak zone – 12%, day-time zone – 37%, night-time zone – 51%. It is evident that much better distribution of electric power consumption for different rate zones may be realized for the cycles of water supply.

Annual expenses of the company distributed for specific departments and rate zones is shown in fig.4.

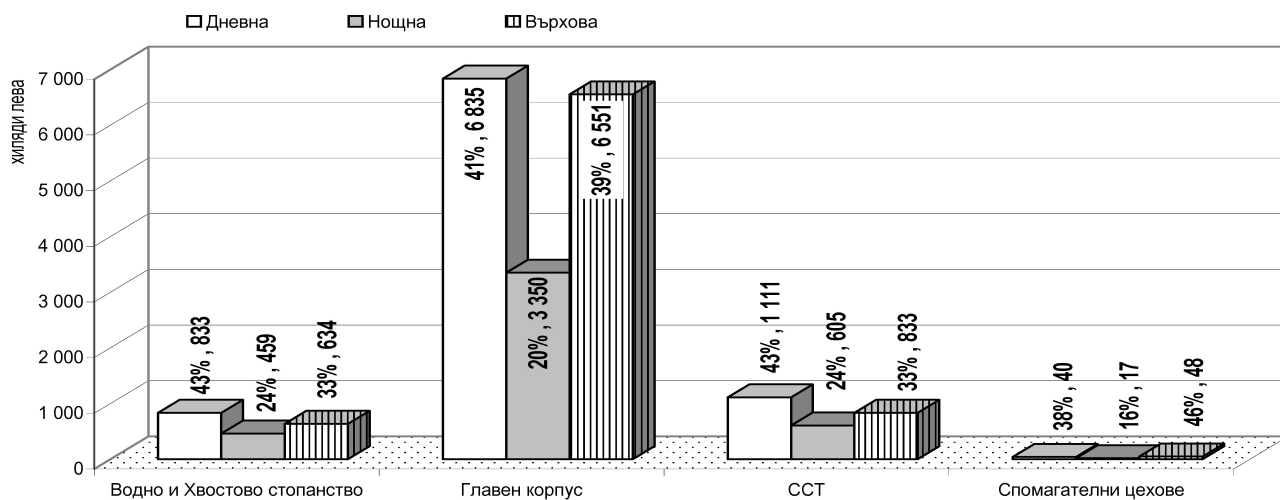


Figure 4

Percentage distribution of annual expenses for electric power for specific departments is as follows: MAIN BUILDING – 77,27%, MEDIUM-SIZE AND FINE CRUSHING – 13,27%, WATER SUPPLY AND TAILINGS – 8,95% and supplementary departments – 0,51%.

Expenses are minimum in the month of June due to the better distribution of electric power within the different zones.

Therefore, characteristics achieved for that month may be considered as a norm.

Operative control of power consumption of the whole company is done by the person-in-charge in the main sub-station on the basis of visual data from the micro-processing system. Planning and reading of power consumption is done on the basis of records from daily power consumption. Each day professionals from the power department determine the following characteristics, generally for the

company and for the departments of MAIN BUILDING, Medium-size and fine crushing and water supply and tailings:

- specific power consumption;
- average specific consumption for the current day of the month;
- percentage distribution of consumed power supply for each day for specific zones;
- implementation of the schedule for power consumption, in kWh and in leva for specific rate zones.
- percentage implementation of schedule for each day and for the current day of the month.
- average factor of power for the day-time and the peek zones -
- for each day and from the beginning of the current month.

Each month data are summarized and a record is prepared for consumed electric power and expenses in (eva) for rate zones for each department of the company, including the supplementary departments.

The criterion for analysis of power consumption, namely – the specific power consumption does not provide an objective assessment of the effect of redistribution of loading in the different rate zones and expenses. The other criterion – daily determination of percentage power distribution in the rate zones provides a certain opportunity for comparative assessment, however the logical analysis is difficult due to the large scope of data. For that reason we suggest the involvement of a differential reading of power specific consumption for rate zones. A better view of the distribution of funds may be presented by the parameter “C” – levas for the electric power spent for 1 ton of processed ore (leva/ton). That parameter shows completely the main factors, effecting on expenses for electric power – quantity of used electric power, ratio of cost of power in the different rate zones and possible financial penalties from the power supplying company. Below are presented the bases for that suggestion:

- technological process in the MAIN BUILDING, where more than 77% of the total power is consumed, is continuous;
- daily productivity of the plant is rather constant and for the year 2002 it is within the range of: minimum: 32299 tones,

maximum 34420 tones and average 33247 tones. The above presented is a reason for accepting, with a certain approximation, that the daily, respectively monthly productivity is proportionally distributed in a ratio corresponding to the percentage distribution of rate zones – peek rate 25 %, day-time rate 41,66% and night-time rate 33,33%. The Department for medium-size and fine crushing works with interruption during the morning peek zone, and the Water supply and tailings department reduces loading during the two peak zones. A reduced specific electricity consumption is determined for those departments as a consumed power for the respective rate zone referred to the quantity of dressed ore of the MAIN BUILDING. Having in mind that the month coefficient of motion of the mills is within the range 95% - 99% and for the year the average-weighted value is 97,22%, we consider that its reading is not necessary for comparing the month characteristics for specific consumption of electric power.

The establishing of a scheme for determining the structure of power consumption for each month is advisable. Table 1 shows the comparison of suggested parameters for months January and month December of 2002. The selected months belong to the winter period, which allows not to read the coefficient of season. The specific power consumption for January is – 23,376 kWh/ton, and for December 23,01 kWh/ton. The table covers the whole structure of power consumption, reading all the factors – changes in the regulation for cost of electric power, effects of the activities for saving of energy, and what are the departments of the company and what is the approach for achieving that effect. For example, for dressing of one ton of ore in January the enterprise paid 1,788 BGL for power, and for December - 1,695 BGL. For a conditional average month productivity of one million ton, in case of the above ratio, expenses for electric power will be reduced with 93 000 BGL. A portion of the reduction is due to preferential costs for December for the day-time and night-time power during the weekends and holidays. However, there are other factors that are evident from the suggested structure in table 1.

Table 1

zones	peek zone				day-time zone				night-time zone				total			
months	I		XII		I		XII		I		XII		I		XII	
	ω kWh/t	c BGL/t	ω kWh/t	c BGL/t	ω kWh/t	c BGL/t	ω kWh/t	c BGL/t	ω kWh/t	c BGL/t	ω kWh/t	c BGL/t	ω kWh/t	c BGL/t	ω kWh/t	c BGL/t
PP	22,41	2,734	21,21	2,59	22,996	1,748	23,10	1,68	24,578	1,131	24,25	1,04	23,376	1,788	23,01	1,695
FP	17,88	2,181	17,93	2,188	17,971	1,366	18,28	1,332	18,007	0,828	18,596	0,798	17,96	1,39	18,299	1,368
AFC	2,448	0,299	1,689	0,206	2,878	0,219	2,683	0,195	3,385	0,156	2,997	0,129	2,939	0,218	2,539	0,176
WST	1,896	0,231	1,387	0,169	1,982	0,151	3,059	0,144	3,038	0,140	2,517	0,108	2,312	0,167	2,008	0,138

For example, for the peek zone, when the cost of power was not changed, 2,734 BGL were paid for January, while 2,59 BGL were paid for December for the dressing of 1 ton of ore. In that case, the reduction of expenses is due to the more-rational management of power consumption. The specific consumption of power in the peek zone for the Department of Medium-size and fine crushing is reduced from 2,448 kWh/ton to 1,689 kWh/ton. Therefore, a significant reduction of loading during the peek zone is achieved on the account of the night-time zone. That is a result of strict observation of the regime of work

at the department – excluding the whole period of the morning peek, implementation of planned repairs in the peek zones of the working days, maximum loading in the weekends and holidays. There is a positive tendency in the general specific consumption for the Department for Medium-size and fine crushing from 2,939 kWh/ton is reduced to 2,539 kWh/ton for December. The automated system for control of the technological process, which optimizes the work of crushers and limits the idle work contributes to the power consumption reduction (Voloshtenko, N.E., Ostrovski et al, 1990r.)

At the Water supply and tailings Department a more rational distribution of the specific power consumption in the respective rate zones is realized in December. That brings to reduction of expenses for circulation water supply in the peek zone from 0, 231 BGL to 0,169 BGL for ton of dressed ore.

The month elaboration of the suggested table gives an opportunity for discovering the structure of main parameters, characterizing the power consumption. Comparison of suggested parameters for individual months provides the option for qualitative assessment of applied measures for saving of power.

Professionals from the enetrprise achieved the following positive long-term effects on the basis of data about distribution of power consumption:

I. In respect of acting rates for paying the power:

1. Precise planning of consumed electrical power for a quarter of year without any corrections.
2. Lack of penalties for the low average month values of the factor of power.
3. Lack of penalties for returned in the system reactive power.
4. Satisfactorily distribution of consumed power among the rate zones for the technological processes.
5. Tendencies for increase of consumed power in day-time and night-time zones in the weekends and the holidays..

II. In respect of saving the power:

1. Voltage of major consumers is maintained close to the maximum to the nominal one. For that purpose, digital volt-meters and a device for sound signaling of the deviation of voltage from given values are mounted in the sub-station.

2. Excitation of synchronous motors is optimized to a level that their common work with condenser batteries is realized with an average-month factor of power of 0.9 - 0.91. A regulation of the factor of power by changing the voltage by Jansen regulators of transformers is allowed, however within narrow boundaries, determined by experimental investigation (Menteshev, Stoilov et al., "Report", 1994)

3. Regime of work of air electrical ducts and transformers in the pumping stations of the circulation water supply is optimized. Losses of power are calculated for three versions and the most economic one is selected. The pumping plant for fresh water works only three nights in the week, two of them in the weekends or in the holidays, if possible. In all the other time the transformer – 1600 kVA/20/6kV is also switched out.

Expenses for electric power occupy the highest share of the expenses of the company. The issue of reduction becomes more and more up-to-date, due to the tendency of rise of power cost. The schedule of loading, constructed for a typical working day (fig. 5) illustrates the character of electrical loading.

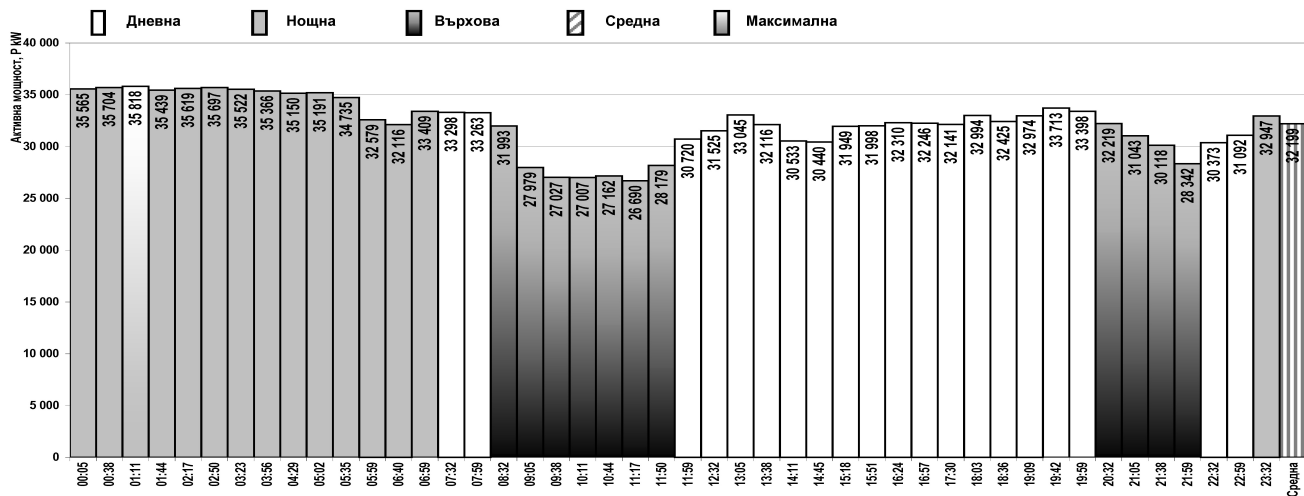


Figure 5

Evidently, opportunities for reduction of expenses through more optimal distribution of power among the rate zones have already been exhausted. For that reason, measures of larger scale are undertaken to use more rationally the opportunities of payment rate of electric power:

1. Water-collecting basins for circulation water on the territory of the plant are reconstructed. Their volume is increased with 3000 m³, which will allow an unloading of peek zones with nearly 2100kW.

2. A project is developed for increase of the productivity of Departemnt for Medium-size and fine crushing to 2000 t/hour. Its implementation will make possible the interrupting of operation of the evening-time peek zone. This will bring to:

reducing the loading of the company during the evening peek with nearly 4000kW.

The main criterion for effective use of power supply in the technological processes is the specific consumption. In the MAIN BUILDING the type of loading is determined by the ball mills. They consume more than 70% of the power. The following energy characteristics of power $P=4,41 \cdot A + 18762$ and specific power consumption $\omega = 4,41 + 187622/A$ (Danailov D., 1985) are derived with the aim of determining the regularities of power consumption at the department, (data of power and productivity refer to June 2000). Fig. 6 illustrates the above dependencies.

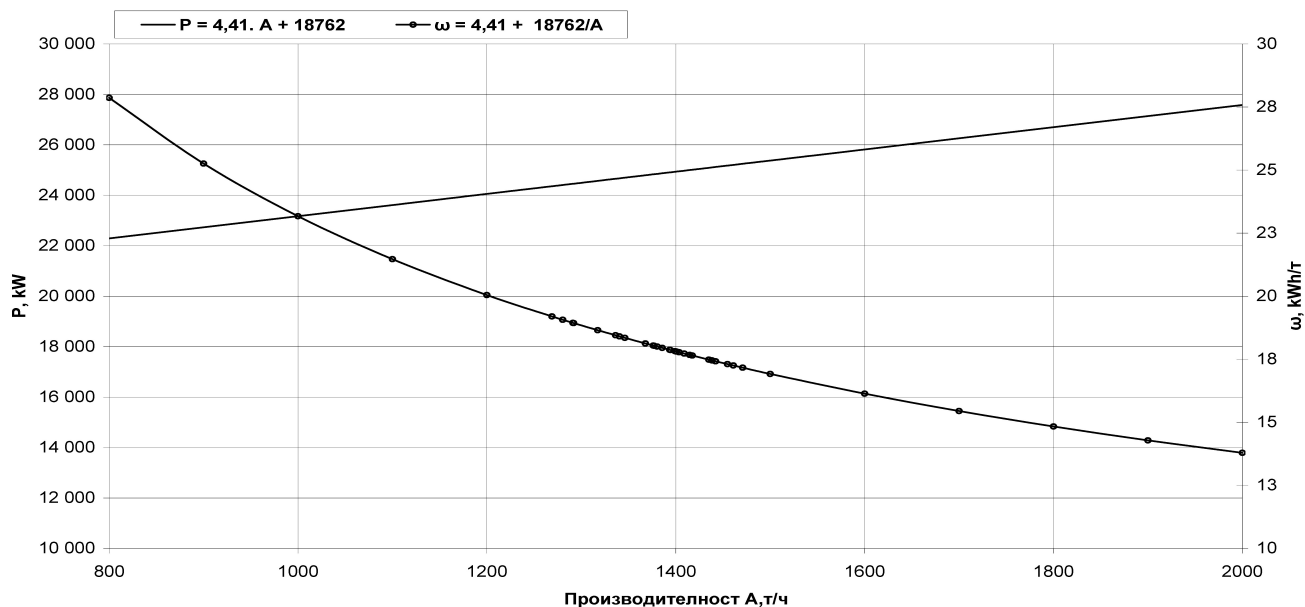


Figure 6

As it is known, specific power consumption for grinding in ball mills is closely related to the technological process and depends on a number of factors: weight of ball loading, density of slurry, size of feeding material, mechanical properties of ore, productivity of the mill, granular composition of milled product etc. Experimental investigations showed that the main power in the ball mill is used for rise of the ball loading – nearly 80% (Stepanov V.S., 1984). Increase of mill productivity brings to insignificant increase of used power. Considering that ball mills are a decisive factor in the structure of power consumption, the intention for increase of mill productivity and respective reduction of specific power consumption is logical. For that purpose, the flowsheet of the Department for medium-size and fine crushing comprises a set – cone crusher, sieving machine and a shaft crusher. Milling aggregates are to be fed with ore, in which the class “-15mm” is 95%, i.e. through reducing the size of ore fed for milling to improve the productivity of mills. This, on its own behalf will bring to reduction of the specific power consumption for the process of grinding. The mounting of two new sets is forthcoming. On the other flows for fine crushing the class “-15mm” will be controlled with sieving machines only.

Productivity of the depends on the correct selection of the ball loading. Both the enhancement and the reduction of ball loading bring to reduction of mill productivity, and therefore rise of specific power consumption. Size of grinding bodies (balls) also effects productivity of milling process. An investigation for optimizing the diameter of grinding bodies (balls) is needed, when the provided granular composition of incoming ore (95% class “-15mm”) is achieved. That is why an automatic system for dosing the balls in the mill is in a process of testing. It is typical that feeding of balls is a continuous process, which improves the structure of ball loading. It is expected that with the optimization of ball loading, in both quantity and structure,

the productivity of the mill will be enhanced and parameters of outgoing product will be improved.

The determination of structure of power consumption at the dressing plant through differentiation into the rate zones for specific consumption of power ω_i and expenses for power for a ton of the processed ore are a pre-condition for:

- more rational control of power consumption;
- effective control over the departments for the observation of determined regimes of operation;
- precise quantitative assessment of the efficiency of activities for saving of power;
- reasoned determination of the differential norms for power consumption for individual departments.

For the “Elatsite-med” Co. the conclusion of a contract, as a privileged consumer, with the power supplying company is forthcoming. Based on the data of structure of power consumption, professionals from the company will be able too negotiate attractive costs and parameters, if they are supplied with the respective option.

REFERENCES

- Voloshtenko N.I., E. P. Ostrovski et al, 1990. Effective use of electric power in coal mining, Nedra Moscow, (in Russian)
- Danailov D. 1985, Rational use of electric power in mining. Technika, Sofia (in Bulgarian)
- Report – Development and commissioning of technical and organizational means for minimizing the expenses for paying electric power by the “Elatsite” according to the new rate (SJ No 26/29.03.1994) – *Mingeouniverse engineering, archieve of MGU, Sofia* (in Bulgarian)
- Stepanov V. S., 1984 Analysis of energetic improvement of technological processes, Nauka, Novosibirsk (in Russian)

Stoilov I., K. Djustrov et al. 2003 System for measuring, control and management of power consumption at the "Elatsite Med" Co. Annual of the University of Mining and Geology

"St. Ivan Rilski", volume 46, 2003, Publishing house "St. Ivan Rilski"

*Recommended for publication by Department of
Electrical Engineering, Faculty of Mining Electromechanics*