

## ИЗПОЛЗВАНЕ НА ГЛАВНИ ВОДООТЛИВНИ УРЕДБИ НА ПОДЗЕМНИ РУДНИЦИ КАТО ПОТРЕБИТЕЛИ-РЕГУЛАТОРИ НА МОЩНОСТ

**Евтим Кърцелин<sup>1</sup>, Румен Исталиянов<sup>1</sup>, Иван Проданов<sup>2</sup>, Илия Йочев<sup>3</sup>, Николай Минеков<sup>4</sup>, Йоана Младенова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: [rgi@mgu.bg](mailto:rgi@mgu.bg)

<sup>2</sup> «ЕН ЕМ КО» ЕООД, гр. София

<sup>3</sup> „Рудметал“ АД, гр. Рудозем

<sup>4</sup> „Асарел - Медет“ АД, гр. Панагюрище

**РЕЗЮМЕ.** Представени са основните положения на задачата за оптимизация режима на електропотребление на промишлено предприятие чрез създаването на комплекси „потребители-регулатори на мощност“. Определени са условията за използване на главните водоотливни уредби на подземни рудници за работа в режим „потребител-регулатор на мощност“.

**Ключови думи:** търговия с електрическа енергия, балансираща енергия, потребители-регулатори на мощност, привилегирован потребител, главни водоотливни уредби.

USE OF MAIN PUMP INSTALATIONS WITHIN THE UNDERGROUND MINES AS USERS-REGULATORS OF POWER

*Evtim. Kartselin<sup>1</sup>, Rumen Istalianov<sup>1</sup>, Ivan Prodanov<sup>2</sup>, Ilija Jochev<sup>3</sup>, Nikolai Minekov<sup>4</sup>, Ioana Mladenova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail [rgi@mgu.bg](mailto:rgi@mgu.bg)

<sup>2</sup> «EN EM KO» EOOD, .Sofia

<sup>3</sup> „Rudmetal“ AD, Rudozem

<sup>4</sup> „Asarel-Medet“ AD, Panaguriste

**ABSTRACT.** In the publication are presented the basics of the conception for settlement the problem related with optimization standby power consumption by industrial plant through establishment of models "users-regulators of power"

Key words: electrical energy trade, balancing energy, users-regulators of power, main water pump instalations

### Въведение

Една от специфичните особености в развитието на съвременната енергетика в Република България е посочена в нормативния документ [2], с който се определят нови правила за:

- търговия с електрическа енергия при свободно договорени цени;
- определяне на условията за участие и работа на пазара на балансираща енергия;
- определяне на механизмите на балансиране на участниците в пазара на балансираща енергия;
- утвърждаване на методика за определяне на цените на балансираща енергия;
- определяне на условията за ползване на преференциални цени на привилегировани потребители на мощност и определяне на санкциите при нарушаване на договорните условия.

В доклада са представени основни положения на задачата за оптимизация режима на електропотребление на промишлено предприятие чрез създаването и управлението на специални комплекси „потребители-регулатори на мощност“. Определени са условията за използването на

главните водоотливни уредби на подземни рудници като „потребители-регулатори на мощност“.

### Потребители –регулатори на мощност

Традиционно наложилият се подход за проектиране на системи за електроснабдяване на промишлени предприятия се основава на тълкуването на две принципно различни понятия – “електроснабдяване” и “електропотребление”. И макар такава трактовка на въпроса да е напълно обяснима с отсъствието на практическата възможност за акумулиране на електрическа енергия в периодите на минимално натоварване на електроенергийната система и рационалното и използване при възникването на дефицит на генераторна мощност и енергия, в продължение на много години е формирала и формира до настоящия момент неправилното във физически аспект представяне на процеса на електропотребление. Ето защо, много изследователи и проектантите, проблема за оптимизация на режима на електропотребление се свеждат до проблем за оптимизация на системата за електроснабдяване, съставяйки целевите функции по условията за минимум разходи за тяхното строителство и с отчитане (прогнозиране) на

поетапното развитие нарастването на електрическия товар, на предприятията-потребители на електроенергия.

При такъв подход на етап проектиране не се разглеждат и решават задачите за планиране и управление на режима на електропотребление на предприятието в нормални и екстремни (дефицит на генерираща мощност и гориво) условия за тяхното функциониране.

Необходимо е ясно да се представят и разграничават следните процеси:

- Процесите на електроснабдяването и на електропотреблението са физически различни процеси, които съвпадат във времето само дотолкова, докато в технологичната верига "производство-потребление на енергия" няма акумулиращи обеми в промишлени мащаби.
- Основополагащо при проектирането на системи за електроснабдяване се явява процесът на електропотреблението, който на свой ред се определя чрез съвкупност от организационно – производствени, технологични и режимни (за електроенергийната система) показатели, характеризиращи тенденцията, динамиката и качественото ниво на конкретни и перспективни производствени ситуации.
- При проектирането на системи за електроснабдяване се създава материална база за планиране на товарите графици. На колкото по-високо ниво е техническата система за електроснабдяване, толкова са по – големи реалните възможности за формирането на ефективни режими за натоварване на промишлените предприятия.
- Отсъствието на технически средства и възможности за акумулиране на електрическа енергия в промишлени мащаби (дори и при наличието на ПАВЕЦ "Чаира"), принуждава предприятията да купуват (консумират) електрическа енергия дори с ниско качество, с различна цена през различните зони на денонощието.

За някои ненормални режими на електроенергийната система (недопустимо отклонение и несинусоидалност и несиметрия на напрежението) се използват подходящи защитни апарати, които автоматично изключват електроконсуматорите от електрическата мрежа при критични условия.

Съществено подобряване на качеството на електроенергията е възможно само при съвместно решаване на въпросите за електроснабдяване и електропотребление както през етапа на проектирането, така и през етапа на експлоатация на електротехническата система на промишленото предприятие.

От изложеното следва, че се формира една нова задача за съвременната електроенергетика, а именно – електропотреблението в промишлените предприятия да се представя и описва като отделен физически процес, за което е необходимо да се разработят инженерни методи за планиране на режимите на електропотребление и управлението им в нормални и екстремални производствени ситуации.

По правило, промишлените предприятия – потребители на електрическа енергия планират своя режим на работа без да отчитат генериращите възможности на електро-

енергийността система (ЕЕС) и нарушаване на електробаланса е възможно да възникне даже и при кратковременното изключване на част от електроблокове на ЕЕС. Всичко това показва и доказва за очевидно незрялата необходимост за повишаване ефективността на намиращите се в експлоатация генериращи мощности на електроцентралите. Едно от перспективните направления за решаването на този проблем се явява уплътняването на денонощния товаров график (ДТГ) на ЕЕС (1), тоест изравняване на ДТГ без въвеждането на ограничения за електропотребление от промишлените предприятия.

Идеален в този аспект се явява ДТГ на ЕЕС в правоъгълна форма. Такъв товаров график е възможно да бъде формиран само при постоянна в границите на едно денонощие, сумарна стойност на електрическия товар за ЕЕС, равна на максималната стойност. Такива режими на работата на ЕЕС е възможно да бъдат осигурени по два начина:

- Акумулиране на електрическа енергия в промишлени мащаби през периодите (зоните) за минимално натоварване на ЕЕС;
- Формиране на графици за работа на електропотребителите (ЕП) с отчитане на тяхното участие за уплътняване (изравняване) на ДТГ на ЕЕС.

Акумулирането на електрическа енергия в промишлени мащаби е една актуална задача на съвременната енергетика и наука, която няма да бъде решена в една близка перспектива.

Уплътняването (изравняването) на ДТГ на ЕЕС е една актуална и злосторна задача, която е решима при постиженията на съвременната наука, елементната база на техническите системи и състоянието на ЕЕС в страната. Във връзка с това трябва да се посочи, че съвременните научно-технически разработки и решения по въпросите за регулиране на натоварването на промишлените предприятия са на ниво, което позволява и осигурява възможност успешно да се решава и управлява задача за уплътняване на ДТГ на ЕЕС при проектиране и експлоатация на електроснабдителните системи (ЕЕС) на промишлените предприятия (ПП).

За разкриване същността на връзката между ЕЕС и предприятията "потребители-регулатори на мощност" е необходимо да се въведат и определят редица понятия, от които ще се представи само понятието "оптимизация на режима на електропотребление на промишлено предприятие" (ОРЕП на ПП).

Оптимизация на РЕП на ПП – това е процес на формиране на ДТГ на предприятието по активно (реактивна) мощност, оптимизирани по условието за минимални разходи за електроенергия и минимални загуби от оперативните ограничения на РЕП на ПП, осигуряващи изпълнението на производствената програма с рационална за конкретните условия ритмичност на работата на промишленото предприятие (4).

Потребителят – регулатор на електрически товар по мощност (П-РМ), това е електропотребител, който се използва за регулиране на активната (реактивна) мощност

на предприятието с цел уплътняване (изравняване) на ДТГ на ЕЕС на ПП. Това понятие е формулирано с отчитането на следните съображения.

На първо място, съгласно общоприетата терминология (2,3,4), електрическият товар по ток и мощност е възможно да бъде с активен и реактивен характер. При формирането на ДТГ на ЕЕС се предполага регулирането на електрическия товар по активна (реактивна) мощност на предприятието.

На второ място, регулирането на мощността е възможно да се осъществява с различна цел. Например, в автоматичен режим се регулира активната мощност на двигателя, задвижващ добивен комбайн на въглищен фронт, с цел формирането на зададено усилие на теглителния (движещия) орган или на съпротивителния момент на вала на двигателя, задвижващ комбайна, за подържане на зададена стойност на консумираната от този двигател активна мощност и т.н. Ето защо в определението „потребител-регулатор на мощност“ се посочва целта на регулирането на товара – уплътняване (изравняване) на ДТГ с ЕЕС.

Принудителното изключване на електропотребителите (ЕП) в периодите на максимално натоварване на ЕЕС без последваща (или предварителна) компенсация от временното прекъсване на електроснабдяването в други зони на денонощието също така води до изравняване на ДТГ, то не за сметка на извънпиковото електропотребление или на други скрити резерви. Ето защо такъв РЕП не се явява решение на поставената задача, макар че и той е възможно да бъде отнесен към "П-РМ". В доклада се разглеждат "П-РМ", които допускат изменение (в това число и изключване) на електрическия товар в периодите на максималното натоварване на ЕЕС за сметка на организацията и осигуряването на извънпиково електропотребление при задължително спазване на изискванията на действащите нормативни документи за безопасност [5,6,7] и при проектиране [8].

Както показват изследванията [1,9] ефективно решение на задачата за оптимизация на РЕП на едно минно предприятие е възможно да се осигури чрез създаването на специални комплекси "П-РМ" на основата на енергоемки електропотребители и системи за електроснабдяване, които имат необходимите технически средства за управление на енергообектите.

### Режим на работа на главни водоотливни уредби на подземни рудници като потребители-регулатори на мощност

За формиране и управление товарния график на електроенергийната система участват както производители, така и потребители на електрическа енергия.

За участие на потребителите на електрическа енергия във формирането и управлението на товарния график на електроенергийната система ДКЕВР е утвърдила правила

за привилегирани потребители на електрическа енергия [2].

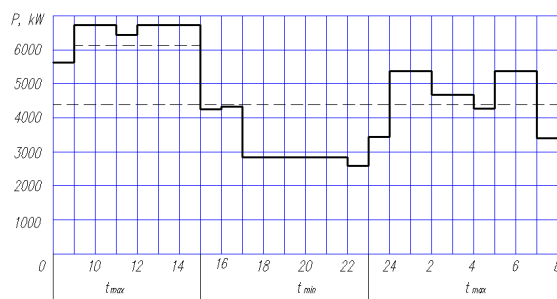
Главните водоотливни уредби на подземните рудници се обзавеждат с мощни асинхронни електродвигатели с късо съединен ротор и имат свободен (независим) режим на работа, т.е. работата на главната водоотливна уредба не е свързана с технологичните процеси в подземния рудник. Ето защо те могат да работят по предварително зададен график и да се използват като регулатори на мощност за енергийната система.

Консумацията на електроенергия в подземния рудник е твърде неравномерна.

На фиг.1 е показан товарния график на шинната система на рудничната подстанция, който се характеризира с периоди на максимални товари с продължителност  $t_{max}$  и периоди с минимални товари с продължителност  $t_{min}$ .

През времетраенето на максималните товари в режим на „потребители-регулатори“ на енергийната система, помпените агрегати на главна водоотливна уредба са изключени, а притокът на вода от подземния рудник се акумулира в регулировъчния обем на главните водосборници на подземния рудник.

През периодите на малки товари на шинната система на подстанцията се включват в работа помпите на главна водоотливна уредба за изпомпване на водата от регулировъчния обем на водосборника за време  $t_{min}$ .



Фиг.1. Товарен график по активна мощност на шинна система на руднична подстанция

Необходимата производителност на помпите и необходимия регулировъчен обем на водосборника се определят по следните изрази:

$$Q_n t_{min} = Q_v t_{min} + W_p$$

$$W_p = Q_v t_{max}$$

$$Q_n = Q_v \left( 1 + \frac{t_{max}}{t_{min}} \right)$$

където  $Q_v$  - приток на вода  $m^3/h$ ;

$Q_n$  - производителност на една помпа в работен режим  $m^3/h$ ;

$W_p$  - регулировъчен обем на водосборника,  $m^3$ ;

$t_{max}$  - интервал от време през който помпите са спрени (максимален товар по товаровия график),  $h$ ;

$t_{min}$  - интервал от време за изпомпване на водата от регулировъчния обем на водосборник (минимален товар по товаровия график),  $h$ .

## Изводи

Създаването на комплекси „потребители-регулатори на мощност“ за участие в изравняването на денонощния товаров график на електроенергийната система при условията на пазарно предлагане и регулиране цената на електрическата енергия се явява едно от най-ефективните решения за мощните потребители на електрическа енергия.

Определени са условията за използване на главните водоотливни уредби на подземни рудници като „потребители-регулатори на мощност“

## Литература

- Исталиянов Р.Г., Повишаване енергийната ефективност на помпени уредби в минната промишленост, Дисерт. за получаване на образ. и научна степен „Доктор“, 2010 г.
- Правила за търговия с електрическа енергия (приети с Решение №П-3 от 28.06.2009 на ДКЕВР, обн. ДВ, бр. 59 от 28.07.2009 г.)
- Решение № Ц-30 от 28.08.2010 г. на Държавната комисия за енергийно и водно регулиране (за утвърждаване на нови цени на електрическа енергия)
- Данаилов Д., Рационално използване на електроенергията в минните предприятия, София, Техника, 1985
- Правилник по безопасност на труда в подземните въглищни рудници (В-01-01-01), том 1,2, София, 1992.
- Правилник по безопасността на труда при разработване на рудни и нерудни находища по подземен начин (В-01-02-04), Д.И. „Техника“, София, 1971
- Правилник по безопасността на труда при разработване на находища по открит начин, София, 1996 г.
- Наредба № 3 за устройството на електрическите уредби и електропроводните линии, обнародвана в ДВ, бр. 90 и 91 от 2004 г.
- Кърцелин и др., Влияние на метода за управление на помпените агрегати върху оптималните им параметри при променливо натоварване, Межд. конф. „BULCAMC“08, 27-28. XI 2008 г. София, България, стр. 132-137.

*Препоръчана за публикуване от катедра  
„Електрификация на минното производство“, МЕМФ*