

**V Всероссийская научно-практическая конференция  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»  
211-1 16-17 декабря 2020г.**

---

**УДК 621.311**

О.А. ГАВРИНА, к.т.н., доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий (СКГМИ (ГТУ))  
г. Владикавказ

Э.С. КЕСАЕВ, студент группы ЭЛм(з)-18 (СКГМИ (ГТУ))

А.М. КУМАРИТОВ, студент группы ЭЛм(з)-18 (СКГМИ (ГТУ))

В.Н. ВИДИЩЕВ, студент группы ЭЛм(з)-18 (СКГМИ (ГТУ))

Г. Владикавказ

**АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МЕДИ**

Рассматриваемое предприятие по производству меди (далее – медный завод, МЗ) производит: медь катодную марок М1к, М0к и М00к, серу элементарную из отходящих газов печей плавки в жидкой ванне (печей Ванюкова). Попутно при производстве меди в медный шлам извлекаются драгоценные и редкие металлы. Завод обеспечивает все предприятие серной кислотой, производимой из отходящих газов ПВ. Медный завод состоит из пяти основных цехов: сушильный цех (СЦ); плавильный цех (ПЦ); цех электролиза меди (ЦЭМ); металлургический цех (МЦ); цех обеспечения основного производства (ЦООП).

Электроснабжение производственных и сторонних потребителей МЗ осуществляется по уровню 6кВ, отпуск электроэнергии по уровню 35кВ производится коммунально-бытовым потребителям завода.

Основными центрами питания завода являются ГПП 110/6кВ №4, 34, 43, 44, находящиеся на балансе НТЭК. От ГПП распределение электроэнергия по территории предприятия осуществляется напряжением 6 кВ к распределительным, трансформаторным подстанциям и отдельным электроприемникам.

Распределительные и цеховые подстанции 6 кВ имеют по два независимых ввода электроснабжения с АВР между секциями шин.

Граница балансовой принадлежности между МЗ и ОАО «НТЭК» проходит на ГПП по контактным соединениям отходящих фидеров.

Укрупненная структурная схема электроснабжения МЗ приведена на рисунке 1.

**V Всероссийская научно-практическая конференция  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»  
211-2 16-17 декабря 2020г.**

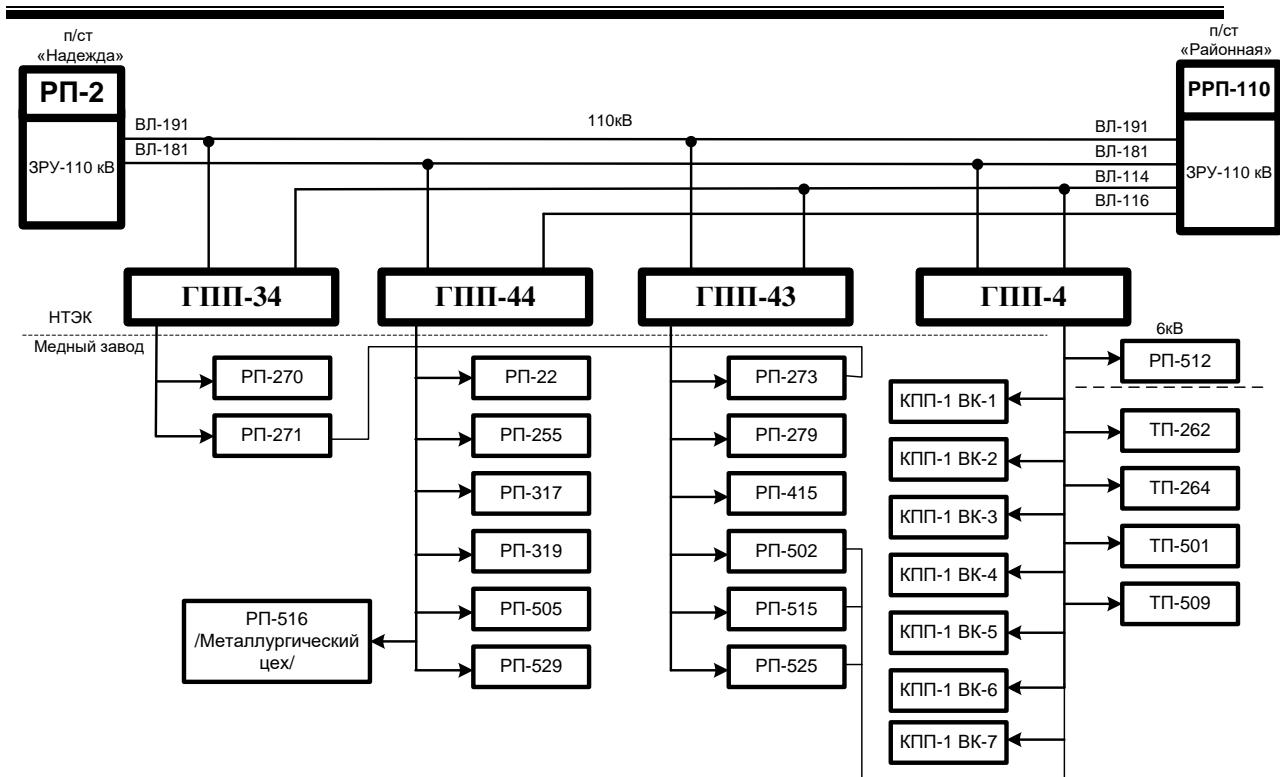


Рис. 1. Укрупненная структурная схема электроснабжения МЗ

Электроэнергия расходуется на:

- обеспечение технологических процессов при производстве черновой меди, электролитической меди, технической серы, серной кислоты и при производстве драгоценных металлов (металлургический цех);
- функционирование электропривода основного и вспомогательного производства;
- освещение и вентиляцию производственных и вспомогательных помещений;
- передача сторонним организациям (субабонентам).

Электроснабжение металлургического цеха осуществляется от РП-516, запитанной кабельными линиями от ГПП 44.

#### Анализ параметров нагрузки сетей 6 кВ.

В ходе проведения инструментального обследования были выполнены замеры параметров электрической нагрузки по вводам и отходящим фидерам распределительных подстанций Медного завода [1-5].

Инструментальные замеры были выполнены на всех РП завода, за исключением РП-512 (АБК, насосная НС-3; доля потребления по данной РП составляет менее 3% от общего потребления предприятием), находящейся в ведении сетевой организации.

Целью анализа и проведения измерений было определение уровня компенсации реактивной мощности в сетях предприятия и степени загрузки понижающих трансформаторов напряжением 6 кВ.

Согласно приказу Минпромэнерго РФ от 22.02.2007 г. №49 «О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договорах энергоснабжения)» для потребителей присоединенных к сетям напряжением ниже 220 кВ, предельные значения коэффициента реактивной мощности составляют:

- 6-20 кВ –  $\operatorname{tg}\phi$  -0,4 о.е.,
- 0,4кВ –  $\operatorname{tg}\phi$  -0,35 о.е.

На рисунке 2 представлено распределение активной и реактивной мощности по РП, по уровню нагрузки.

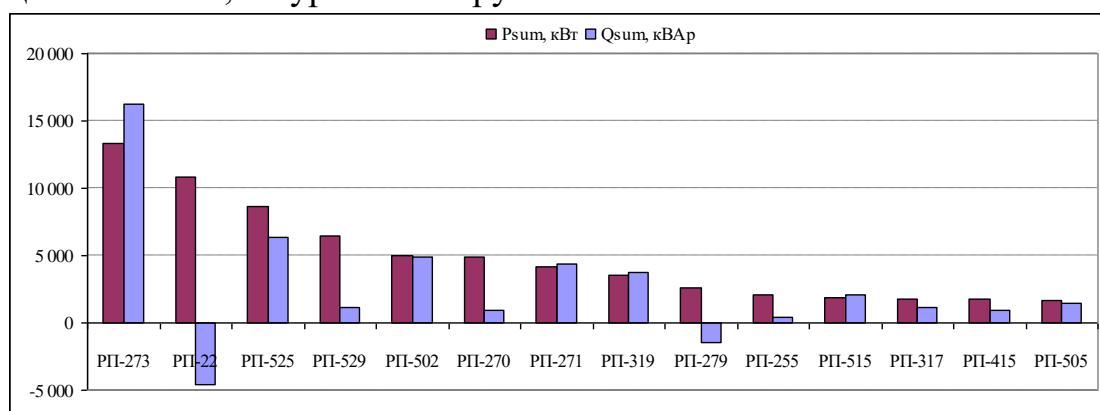


Рис. 2. Распределение суммарной активной и реактивной мощности по РП на основании инструментального обследования

Из данного распределения следует, что наибольшая нагрузка приходится на РП-273, РП-525 от которых запитаны потребители цеха электролиза меди и на РП-22 – воздуходувное отделение.

Суммарная потребляемая мощность по всем замеренным РП за вычетом РП-255, которая запитана от РП-22, составила более 65 МВт.

В графическом виде распределение реактивной мощности и коэффициента реактивной мощности представлено на рисунке 3.

Всероссийская научно-практическая конференция  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»  
211-4 16-17 декабря 2020г.

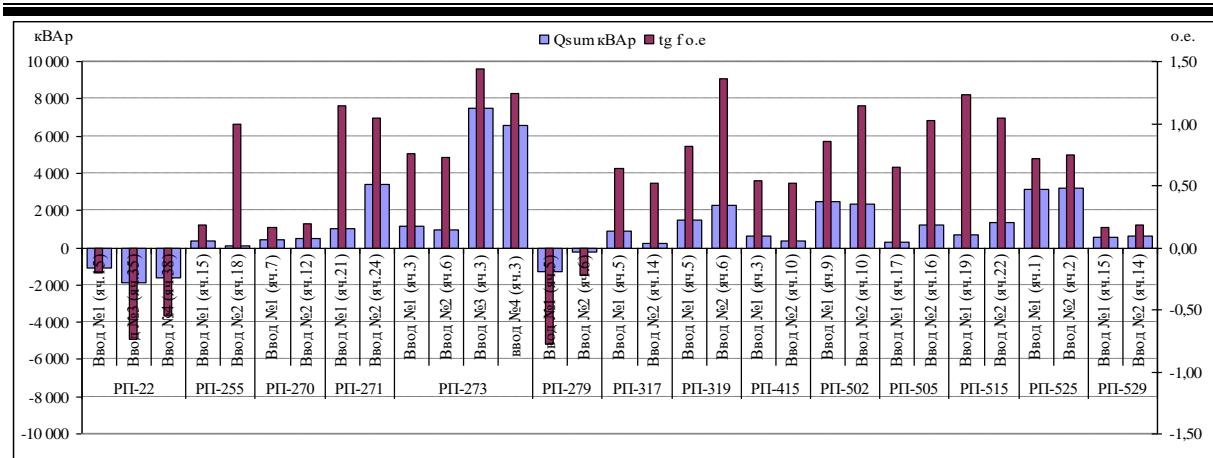


Рис. 3. Распределение реактивной мощности и  $\text{tg}\varphi$  по вводам РП на основании инструментального обследования.

Результаты измерений позволяют отметить следующее:

- диапазон коэффициента реактивной мощности  $\operatorname{tg}\phi$  по вводам РП варьируется от минус 0,78о.е. до 1,45о.е.;
  - превышение оптимального значения  $\operatorname{tg}\phi$  – 0,4о.е., наблюдается по фидерам РП-271, РП-273, РП-317, РП-319, РП-415, РП-502, РП-505, РП-515, РП-525;
  - наибольшие значения  $\operatorname{tg}\phi$  (диапазон от 0,71÷1,45о.е. или  $\operatorname{cos}\phi$  0,57÷0,81о.е), зафиксированы на РП-273, РП-271 и РП-525, от которых осуществляется электроснабжение ЦЭМ, при этом доля реактивной мощности по данным РП составляет порядка 70% (27тыс.кВАр).
  - по вводам РП-22 (ВДО) и РП-279 (КЦВ-2) наблюдается генерация реактивной мощности в сеть, вследствие работы подключенных к данным

РП синхронных двигателей в режиме перевозбуждения. Как известно, избыточная компенсация реактивной мощности в сеть также приводит к нагрузочным потерям в сети, как и потребление реактивной мощности.

Поскольку на предприятии значительная доля нагрузки приходится на высоковольтный синхронный электропривод, то для поддержания оптимальных значений коэффициента реактивной мощности, рекомендуется продолжить оснащение синхронных приводов цифровыми устройствами возбуждения, позволяющими осуществлять более точную регулировку  $\cos\phi$ .

## Список литературы:

1. Клюев Р.В., Васильев И.Е. Методологические основы энергоаудита на горно-металлургических комбинатах // Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ: отдельный выпуск №8 «Электрификация и энергосбережение, 2009, с. 131-134.

**V Всероссийская научно-практическая конференция  
«ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»  
211-5 16-17 декабря 2020г.**

---

2. Клюев Р.В., Гаврина О.А., Лысоконь Э.С., Тараник А.В. Результаты проведения энергоаудита в системе электроснабжения водоснабжающего предприятия РСО-Алания // WORLDSCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. В 3 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». –2018. С. 175-179.

3. Клюев Р.В., Гаврина О.А., Уртаев Г.О. Результаты проведения комплексного энергоаудита на руднике // В сборнике: Культура, наука, образование: проблемы и перспективы. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ответственный редактор Д.А. Погонышев. 2019. С. 660-663.

4. Клюев Р.В., Гаврина О.А. Задачи построения единой промышленно-энергетической системы // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 сентября 2015 г. «Наука, образование, общество: актуальные вопросы и перспективы развития». Часть I. М: «АР-Консалт», 2015 г. – С. 68-69.

**Информация об авторах:**

Гаврина Оксана Александровна, к.т.н., доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44, [Gavrina-Oksana@yandex.ru](mailto:Gavrina-Oksana@yandex.ru)

Кесаев Эдуард Сергеевич, студент группы ЭЛм(3)-18, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44.

Кумаритов Аслан Мелитонович, студент группы ЭЛм(3)-18, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44.

Видищев Вячеслав Николаевич, студент группы ЭЛм(3)-18, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44.