

для обработки результатов ортогонального планированного эксперимента является ингредиентом системы автоматизации научных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов.-М.: Наука, 1965.-398с.
2. Хьюз Дж., Мичом Дж. Структурный подход к программированию.-М.: Мир, 1980.-278с.
3. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов.-М.: Машиностроение, 1981.-184с.
4. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений.-М.: Наука, 1969.-511с.

УДК 622.7.006.3:621.311.42

С.В. Дзюба, В.В. Смирнов

ВЫБОР ВАРИАНТА И РАСЧЕТ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Обґрунтован вибір варіанту компенсації реактивної потужності. Подана методика розрахунку потужності компенсуючих увлаштувань для вуглебагачувальних підприємств.

Компенсация реактивной мощности позволяет эффективно повысить технико-экономические показатели системы электроснабжения промышленных предприятий и снизить потери электроэнергии. Основными потребителями реактивной мощности на углеобогадательных предприятиях являются асинхронные двигатели и трансформаторы. Для углеобогадательных предприятий целесообразно выбрать третий вариант компенсации реактивной мощности [1].

Проектирование начинают с определения наибольших суммарных расчетных активных и реактивных электрических нагрузок предприятия $P_{\max}$ и $Q_{\max}$ при естественном коэффициенте мощности. Наибольшую суммарную реактивную нагрузку предприятия, используемую для нахождения мощности источников реактивной мощности (ИРМ), определяют из соотношения

$$Q_{\max 1} = k_{n1} Q_{\max}, \quad (1)$$

где k_{n1} - коэффициент несовпадения по времени наибольшей активной нагрузки энергосистемы и наибольшей реактивной мощности промышленного предприятия.

Реактивную нагрузку предприятия в часы минимума активной нагрузки энергосистемы определяют по формуле

$$Q_{\min} = k_{n2} Q_{\max}, \quad (2)$$

где k_{n2} - коэффициент минимума, учитывающий отношение минимальной

нагрузки предприятия к наибольшей.

Коэффициенты $k_{н1}$ и $k_{н2}$ - принимают различные значения в зависимости от отрасли промышленности, для угольной $k_{н1}=0,85$ и $k_{н2}=0,78$.

Полученные значения Q_{max1} и Q_{min} вместе с величиной P_{max} сообщают в энергосистему, которая определяет и выдает потребителю значение реактивной мощности в режимах наибольшей $Q_{э1}$ и наименьшей $Q_{э2}$ активной нагрузки энергосистемы.

Суммарную мощность ИРМ $Q_{k\Sigma}$ определяют необходимым балансом реактивной мощности на границе электрического раздела предприятия и энергосистемы в период ее наибольшей активной нагрузки

$$Q_{k\Sigma} = Q_{max1} - Q_{э1}, \quad (3)$$

где Q_{max1} - наибольшая суммарная реактивная нагрузка потребителя.

В зависимости от условий электроснабжения потребителя может потребоваться или полная компенсация нагрузки ($Q_{э2}=0$), или полное отключение ИРМ.

Входная реактивная мощность $Q_{э1}$ определяет суммарную мощность ИРМ промышленного предприятия, а по значению $Q_{э2}$ - регулируемую часть ИРМ.

В результате системного расчета компенсации реактивной мощности по питающей сети энергосистемы определяют входную величину $Q_{э1}$ реактивной мощности в предположении, что соответствующие этой мощности источники реактивной мощности будут установлены в виде высоковольтных батарей конденсаторов (ВБК) на шинах 6,10 кВ главных понизительных подстанций (ГПП) или подстанций глубокого ввода.

Реактивная мощность, которую могут пропустить силовые трансформаторы трансформаторной подстанции (ТП) 6-10/0,38 кВ [1]:

$$\begin{aligned} \Delta Q_{тр} &= \Delta Q_{х.х.} + \Delta Q_{кз} = S_{тр.ном} \frac{I_0 \%}{100} + S_{тр.ном} \frac{U_{кз}}{100} \beta_{тр} = \\ &= \frac{S_{тр.ном}}{100} (I_0 \% + \beta_{тр} U_{кз} \%), \end{aligned} \quad (4)$$

где $S_{тр.ном}$ - номинальная мощность трансформатора; I_0 - ток холостого хода трансформатора в процентах номинального тока; $\beta_{тр}$ - коэффициент загрузки трансформатора; $U_{кз}$ - напряжение короткого замыкания (КЗ) в процентах номинального напряжения.

Соответствующую мощность низковольтных батарей конденсаторов (НБК) находят по выражению

$$Q_{\text{НБК}i} = Q_{\text{наг}} - Q_{\text{тр}i} \quad (5)$$

где $Q_{\text{наг}}$ - расчетная усредненная реактивная нагрузка ТП.

Нескомпенсированную реактивную мощность, необходимую для снижения потерь в сети 6-10 кВ и трансформаторах ТП 6-10/0,38 кВ, определяют по выражению:

$$\Delta Q_{\text{НСК}i} = Q_{\text{наг}} - \frac{(Z_{\text{НБК}} - Z_{\text{ВБК}})U_{\text{ном}}^2}{2R_{\text{эк}}n}, \quad (6)$$

где $Z_{\text{НБК}}$ - удельные приведенные затраты на НБК; $Z_{\text{ВБК}}$ - удельные приведенные затраты на ВБК; $R_{\text{эк}}$ - эквивалентное активное сопротивление кабельных линий (КЛ) и трансформаторов; n - количество трансформаторов.

Для группы однотипных трансформаторов, получающих питание от распределительных пунктов (РП) по кабелям одинакового сечения с разбросом длин не более 50 %, при установке ВБК на РП эквивалентное активное сопротивление определяют по формулам [2]:

$$R_{\text{эк}} = (r_{\text{кл}} + r_{\text{тр}}) / N_{\text{тр}},$$

или

$$R_{\text{эк}} = r_{\text{инт}} + (r_{\text{кл}} + r_{\text{тр}}) / N_{\text{тр}}, \quad (7)$$

где $r_{\text{кл}}$ - активное сопротивление кабельных линий; $r_{\text{тр}}$ - активное сопротивление трансформатора; $r_{\text{инт}}$ - активное сопротивление кабелей между РП и ТП; $N_{\text{тр}}$ - количество однотипных трансформаторов.

Тогда суммарную мощность НБК определяют формулой

$$Q_{\text{НБК}i} = Q_{\text{НБК}i} + Q_{\text{НСК}i}. \quad (8)$$

На основании выражения (8) выбирают фактическое значение НБК с учетом НБК, имеющих на данном углеобогастительном предприятии.

Мощность ВБК, устанавливаемых на РП, находят по выражению

$$Q_{\text{ВБК}i} = Q_{\text{РП}i} - \sum_{i=1}^n \Delta Q_{\text{НСК}i} + \sum_{i=1}^n \Delta Q_{\text{ТП}i} - \frac{Q_{\text{РП}j}(Q_{\text{эл}} - \Delta Q_{\text{ТП}})}{\sum_{j=1}^n Q_{\text{РП}j}}, \quad (9)$$

где $Q_{\text{РП}i}$ - реактивная мощность, приходящаяся на распределительный пункт; $Q_{\text{ТП}i}$ - потери реактивной мощности в ТП.

Если мощность $Q_{\text{ВБК}i}$ окажется меньше 450 квар, то указанную мощность распределяют между НБК, пропорционально ТП 6-10/0,38 кВ.

Рассмотренный вариант компенсации реактивной мощности можно считать базовым. Его улучшение возможно снижением установленной мощности ВБК за счет генерации реактивной мощности синхронным двигателем. Экономически целесообразно приведенные затраты определять с учетом стоимости НБК и ВБК, а также стоимости потерь электроэнергии в сети данного углеобогащательного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Регулируемые компенсирующие устройства реактивной мощности / И.Н. Богаенко, В.Я. Борисенко, Д.И. Розинский, Н.А. Рюмшин.-К.: Техніка, 1992.-153с.
2. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет / А.С. Овчаренко, Л.М. Робинovich, В.И. Мозырский, Д.И. Розинский.-К.: Техніка, 1985.-279с.

УДК 621.695:622.276

Е.А. Кириченко

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРЛИФТНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАМКАХ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

У статті запропоновано інженерний метод розрахунку параметрів глибинних ерліфтів у межах феноменологічного підступу до розробки математичних моделей багатофазних течій на макрорівні, достатньо чітко відображуючих фізику підйомних процесів та механізм транспортування твердого матеріалу. Доведено окремі якісні результати розрахунку проектних та експлуатаційних параметрів установок.

Добыча полезных ископаемых при разработке глубоководных месторождений связана с осуществлением операций сбора материала на дне океана и подъема его на судно. По оценкам специалистов около 70% общих энергозатрат приходится на транспортирование добытого материала сквозь толщу воды на поверхность. Поэтому задача выбора рациональных параметров глубоководных эрлифтных установок (ГЭУ), обеспечивающих их эффективную эксплуатацию, является актуальной.

Вопросы теории трубопроводного гидротранспорта достаточно полно освещены в технической литературе, в то время как по теории пневмогидравлических (эрлифтных) установок имеются только отдельные работы.

Наиболее сложные процессы происходят в подъемной трубе, где движется трехфазный поток, характеризующийся наличием нескольких одновременно существующих структур течения смеси. Со сменой структуры течения резко изменяются закономерности основных гидравлических параметров смеси, вследствие чего исключается возможность построения единой гидродинамической модели. При этом, для описания движения транспортируемой жидкости могут использоваться математические подходы с различной степенью детализации исследуемых процессов. На самом низком иерархическом уровне находится гидравлическая модель однородной пульпы со средней скоростью и средней плотностью. На наиболее высоком – система дифференциальных