1. **Характеристика потребителей**

На первом этапе производится сбор данных о потребителях электрической энергии предприятия, необходимо дать краткую характеристику электроприемников и потребителей электрической энергии (корпусов, энергообъектов и т. д.) в соответствии с перечнем указанным в задании. Классификация электроприемников производственного корпуса производится по условиям:

– режима работы (продолжительности включения);

– по категории надежности электроснабжения в соответствии [1].

Классификация электроприемников производственного корпуса по категории надежности электроснабжения сводится в табл. 1.1. Классификация потребителей электрической энергии (корпусов, энергообъектов и т. д.) сводится в табл. 1.2.

*Таблица.1.1.* **Классификация электроприемников по режиму работы**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование электроприемника | ПВ, % | Категория |
| 1 | Станок токарно-винторезный | 40 | III |
| 2 | Насос станции водоснабжения | 100 | II |
| 3 | Насос станции пожаротушения | 25 | I |

*Таблица 1.2.* **Классификация потребителей по категории надежности**

**электроснабжения**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование потребителей | Категория |
| 1 | Корпус 1, корпус 2 | I |
| 2 | Корпус 3, корпус 4, корпус 5 | II |
| 3 | Корпус 6 | III |

**2. Расчет электрических нагрузок**

Электрические нагрузки определяют для последующего выбора, проверки токоведущих элементов (шин, кабелей, проводов), выбора силовых трансформаторов, для расчета потерь, отклонений и колебаний напряжения, выбора защиты и компенсирующих устройств.

На начальной стадии расчета электрических нагрузок производится сбор данных о электроприемниках и групповых потребителях предприятия. Для отдельных электроприемников (групп однотипных приемников) по паспортным данным определяются номинальная мощность, продолжительность включения, коэффициент мощности и коэффициент использования [2].

***2.1. Расчет цеховых электрических нагрузок***

Расчет цеховых электрических нагрузок производится методом коэффициента использования. При известных паспортных данных электроприемников определяется установленная активная мощность электроприемника:

,

где *P*ном (*Р*пасп) – номинальная (паспортная) мощность электроприемника, кВт; ПВ – продолжительность включения, %.

Установленная активная мощность группы однотипных электроприемников:

,

где *n* – количество однотипных электроприемников в группе.

При известном коэффициенте использования оборудования определяется расчетная активная мощность электроприемника (группы однотипных электроприемников):

,

где *K*и – коэффициент использования для данного электроприемника (группы электроприемников).

Расчетная реактивная мощность электроприемника (группы однотипных электроприемников):

.

После определения расчетной активной и реактивной мощностей для электроприемников (групп электроприемников) находятся суммарные расчетные активная и реактивная мощности по РП, ЩС, ОЩ и в целом по цеху:

;

.

Для определения максимальных нагрузок, в соответствии с которыми выбираются токоведущие части, компенсирующие устройства и мощности силовых трансформаторов цеховой ТП, применяется коэффициент максимума. Коэффициент максимума выбирается по зависимости *K*м= *f*(*n*э, *K*и.ср).

Средний коэффициент использования установленной мощности по цеху (группе электроприемников):

.

Эффективное число электроприемников:

;

при большом числе электроприемников определяется число *m*:

,

1) при *m* ≤ 3 *n*э = *n*;

2) при *m* > 3 и *K*и.ср > 0,2

,

если при этом *n*э > *n*, то принимается *n*э = *n*;

3) при *K*и.ср < 0,2 эффективное число электроприемников выбирается c использованием зависимости *n1\**= *f*(*n*э*\**, *P*1*\**)



где , *n*1 = 1 (приемник набольшей мощности); *n* – количество приемников имеющих мощность равную и большую чем половина мощности приемника имеющего набольшую мощность; ; *Р*уст1 – мощность наиболее мощного приемника; *Р*уст – суммарная мощность приемников имеющих мощность равную и большую чем половина мощности приемника, имеющего набольшую мощность.

Максимальная активная мощность всех электроприемников

.

Максимальная реактивная мощность всех электроприемников

.

Максимальная полная мощность всех электроприемников

,

где *K*р.м – коэффициент разновременности максимума нагрузки.

Максимальный потребляемый ток (для трехфазной симметричной нагрузки)

.

Расчет цеховых электрических нагрузок сводится в табл. 2.1.

*Таблица 2.1.* **Расчет цеховых электрических нагрузок**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наимен.  потреб. | *n* | *P*ном, кВт | ПВ, % | *Р*уст, кВт | *K*и | *Р*расч, кВт | сosφ / tgφ | *Q*расч, кВАр | *n*э | Км | *Р*max, кВт | *Q*max, кВАр | *S*max, кВА | *I*max, А |
| Станки |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Насосы |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ….. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого по РП | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ИТОГО по цеху | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

***2.2 Расчет нагрузок по предприятию***

Расчет электрических нагрузок по предприятию, при отсутствии данных по фактическому расходу электрической энергии, производится методом коэффициента спроса.

При известных значениях коэффициента спроса для подразделений предприятия определяются расчетная активная и реактивная мощности каждого из потребителей:

;

.

Полная расчетная мощность каждого из потребителей

.

Расчетный ток потребителя

.

Суммарная расчетная активная мощность всех потребителей

.

Суммарная расчетная реактивная мощность всех потребителей

.

Суммарная расчетная полная мощность всех потребителей

.

Суммарный расчетный ток всех потребителей

.

Расчет электрических нагрузок по предприятию сводится в табл. 2.2.

*Таблица 2.2.* **Расчет электрических нагрузок по предприятию**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование потребителя | *P*уст, кВт | *K*с (*K*р.м.) | *Р*расч, кВт | сosφ / tgφ | *Q*расч, кВАр | *S*расч, кВА | *I*расч, А |
| Корпус № 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| Корпус № 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| Корпус № 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |
| ИТОГО по предприятию | |  |  |  |  |  |  |

**3. Определение основных вариантов схемы электроснабжения**

***3.1. Определение ЦЭН***

Производится определение центра электрических нагрузок (ЦЭН) для предприятия в целом, групп его подразделений, отдельных энергоемких подразделений предприятия [3].

Важно чтобы центральный распределительный пункт (ЦРП) 10(6) кВ, трансформаторные подстанции 10(6)0,4 кВ находились как можно ближе к центру питаемых от них нагрузок. При одинаковой расчетной нагрузке, но различном числе часов работы подразделений завода подстанция должна быть смещена ближе к подразделению (группе подразделений) имеющей больший коэффициент спроса. Допускается смещение ЦРП, ТП от геометрического центра питаемых нагрузок в сторону ввода питания от энергосистемы.

Сначала на генеральном плане строятся оси координат *Х* и *Y* и наносятся центры электрических нагрузок каждого цеха, которые совпадают с геометрическим центром зданий. С учетом размеров территории генплана выбирается масштаб нагрузок с ориентированием на наибольшую и наименьшую нагрузки:

, ;

, ,

где *m* – масштаб активных и реактивных нагрузок, кВт/мм2 и кВАр/мм2;

*Р*нм, *Q*нм – наименьшие активная и реактивная мощности, кВт и кВАр;

*Р*нб, *Q*нб – наибольшие активная и реактивная мощности, кВт и кВАр;

*Р*нм, *R*нб – наименьший и наибольший соответственно радиусы воспринимаемые картограммой.

Масштаб округляется и принимается как для активных, так и для реактивных нагрузок.

Определяются радиусы окружностей активных и реактивных нагрузок всех цехов для построения картограммы нагрузок:

; ,

где *Рi* – активная мощность рассматриваемого цеха (подразделения), кВт;

*Qi*– реактивная мощность рассматриваемого цеха (подразделения), кВАр.

Подразделения предприятия, расположенные в непосредственной близости друг от друга, суммарная мощность которых допускает строительство одной трансформаторной подстанции, группируются для последующего определения совместного ЦЭН. При выборе вариантов размещения совместных ЦЭН нескольких подразделений должны учитываться следующие факторы:

1) конфигурация производственных зданий;

2) расположение технологического, в частности энергоемкого оборудования;

3) условия окружающей среды;

4) условия охлаждения оборудование ТП;

5) требования пожарной и электрической безопасности;

6) типы используемого оборудования.

Координаты центра электрических нагрузок для предприятия или группы подразделений определяются как

; .

Для определения места расположения компенсирующих установок определяют координаты реактивного ЦЭН:

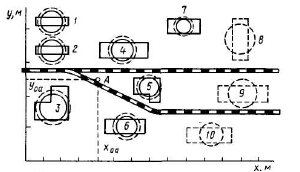
; .

Данные рассчитываемые при построении нескольких вариантов картограммы электрических нагрузок сводятся в табл. 4.3.1.

Таблица 3.1. **Построение картограммы электрических нагрузок.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Потребитель | *P*,  кВт | *Q*,  кВАр | *R*a*i*,  мм | *Rpi*,  мм | *Xа*0,  мм | *Ya*0,  мм | *Xp*0,  мм | *Yp*0,  мм |
| Вариант 1 | | | | | | | | |
| Корпус 1 |  |  |  |  | Точка  ТП-1 | | Точка  КУ-1 | |
| Корпус 2 |  |  |  |  |
| ЦЭН-1 | | | *S*= , кВА | |  |  |  |  |
| Корпус 3 |  |  |  |  | Точка  ТП-2 | | Точка  КУ-2 | |
| Корпус 4 |  |  |  |  |
| ЦЭН-2 | | | *S*= , кВА | |  |  |  |  |
| Корпус 5 |  |  |  |  | Точка РУ | | Точка КУ | |
| Главный ЦЭН | | | | |  |  |  |  |
| Вариант 2 | | | | | | | | |
| Корпус 2 |  |  |  |  | Точка  ТП-1 | | Точка  КУ-1 | |
| Корпус 3 |  |  |  |  |
| …. | … |  |  |  |
| …. | … |  |  |  |  |  |  |  |
| Вариант 3 | | | | | | | | |
| …. | … |  |  |  |  |  |  |  |

На рис. 1 приведен пример построения главного ЦЭН электрических нагрузок (точка *А*) для промышленного предприятия с заданной планировкой.



*Рис. 1*. Определение ЦЭН

**Список литературы**

1. Правила устройства электроустановок. – Изд. 7-е – М. : Энергоатомиздат, 1986.

2. *Сибикин, Ю. Д.* Электроснабжение промышленных предприятий. – М. : Высш. шк., 2001.

3. *Шеховцов, В. П.* Расчет и проектирование схем электроснабжения. – М. : ФОРУМ : ИНФА-М, 2004.