# Распределение активной разгрузки между генераторами

РАБОТА №1

Цель: по заданным нагрузкам энергосистемы и расходным характеристикам энергоблоков вычислить оптимальные значения активной мощности каждой станции и каждого генератора, в соответствии с критерием равенства ОПРТ, обеспечивающим минимум суммарного расхода топлива в энергосистеме.

Реактивные нагрузки и потери мощности в сети не учитываются. Расчетная схема приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Расчетная схема

Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | 1 станция | 2 станция | 3 станция |
| nyi | 3 | 5 | 6 |
| Pгmaxi=Pгномi | 75 | 50 | 25 |
| Pгmini, МВт | 40 | 25 | 10 |
| a0i, т/ч | 10 | 7,5 | 3 |
| a1i, т/ч⋅МВт | 0,14 | 0,2 | 0,3 |
| a2i, т/ч⋅МВт2 | 0,0036 | 0,006 | 0,01 |
| ymini | 0,519 | 0,624 | 0,646 |
| Qгномi, Мвар | 40 | 27 | 15 |
| Qгmini, Мвар | 6 | 4 | 2 |
| b0i, руб/ч | 0 | 0 | 0 |
| b1i, руб/Мвар⋅ч | 0,012 | 0,014 | 0,018 |
| b2i, руб/Мвар2⋅ч | 0,00055 | 0,00068 | 0,00204 |
| Номер узла |
| 4 | 5 | 6 | 7 |
| 60/30 | 30/20 | 120/55 | 90/45 |

Определяем суммарную активную нагрузку энергосистемы по узловым нагрузкам:

 МВт.

Вычисляем мощность станции по выражению:



где 

Результаты расчета представлены в таблице 2.

Проверка условий недогрузки и перегрузки выполняется следующим условиям.





Таблица 2 – Выбор состава энергоблоков и распределение нагрузки между станциями пропорционально их номинальным мощностям

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер итерации | Номер станции | ni нач. | , МВт | Pгi, МВт | Нарушено условие | ni конеч. |
| недогрузки | перегрузки |
| 1 | 123 | 111 | 755025 | 150100 50 | нетнетнет | дадада | 211 |
| 2 | 123 | 211 | 1505025 | 20066.66733.333 | нетнетнет | дадада | 311 |
| 3 | 123 | 311 | 2255025 | 2255025 | нетнетнет | нетнетнет | 311 |
| 4 | 123 | 321 | 22510025 | 192,8685,7121,43 | нетнетнет | нетнетнет | 321 |

Проверка экономичности полученного состава агрегатов проводится по формуле:



Граничная мощность определяется по формуле:



Проверка экономичности состава энергоблоков приведена в таблице 3.

Таблица 3– Проверка экономичности состава энергоблоков

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер итерации | Номер станции | ni нач | Pгi, МВт | n`Э | , МВт | nЭi |
| 1 | 123 | 311 | 2255025 | 4,271,411,44 | 182,575024,495 | 311 |
| 2 | 123 | 321 | 192,8685,7121,43 | 3,662,421,24 | 235,786,624,5 | 321 |

На первой и второй итерации граничная мощность генераторов меньше расчетной, добавляем по одному генератору на вторую станцию. Количество генераторов на третьей итерации остается без изменения.

Вывод: Наиболее экономичной работа будет при соотношении агрегатов 3/4/1.

Расчет расхода топлива на станциях по формуле:



Результаты расчета сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчет расхода топлива на станциях и в системе

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер расчета | Способ распределения нагрузки | Номер станции | ni | Pгi, МВт | Bni |
| 1 | Пропорционально мощностям станции, но без оптимизации состава оборудования | 123 | 311 | 2255025 | 122,2532,516,75 |
|  | 5 | 300 | 171,5 |
| 2 | Пропорционально мощностям станции, но с оптимизацией состава оборудования | 123 | 321 | 170151,118,89 | 101,654,214 |
|  | 6 | 300 | 169,8 |
| 3 | По равенству ОПРТ для состава блоков 3/2/1 | 123 | 321 | 209,1673,6717,1 | 111,784611,1 |
|  | 6 | 300 | 168,85 |
| 4 | По равенству ОПРТ для состава блоков 3/3/1 | 123 | 331 | 187,997,7514,55 | 98,761,29,5 |
|  | 7 | 300 | 169,316 |

Произведем распределение активной нагрузки между станциями по равенству ОПРТ. Результаты расчета сведем в таблицу 5.

Таблица 5 – Распределение активной нагрузки между станциями по равенству ОПРТ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер итерации | ε-а1ε | ni | Номер станции | Pгi, МВт | Нарушено условие |
| недогрузки | перегрузки |
| 1 | 0,5690,5090,409 | 311 | 123 | 237,0842,420,45 | нетнетнет | данетнет |
| 0,709 | 5 |  | 300 |  |  |
| 2 | 0,5020,4420,342 | 321 | 123 | 209,1673,6717,1 | нетнетнет | нетнетнет |
| 0,642 | 6 |  | 300 |  |  |
| 3 | 0,4510,3910,291 | 331 | 123 | 187,997,7514,55 | нетнетнет | нетнетнет |
| 0,591 |  |  | 300 |  |  |

Расход топлива в системе при распределении нагрузки:

- Пропорционально мощностям станции, но без оптимизации состава оборудования – 171,5;

- Пропорционально мощностям станции, но с оптимизацией состава оборудования – 169,8;

- По равенству ОПРТ для состава 3/2/1 – 168,85;

- По равенству ОПРТ для состава 3/3/1 – 169,3.

РАБОТА №2

Цель: вычислить абсолютный минимум потерь мощности в сети, возможный минимум потерь при ограничениях на выработку мощности электростанциями.

Для данной работы выберем соотношения агрегатов найденные в работе 1 3/3/1.

 МВАр.

Определяем распределение реактивной мощности на генераторах.



 МВА

 МВА

 МВА

На рисунке 2 приведена расчетная схема.



Рисунок 2 – Расчетная схема.

Расчет потерь приведем в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет потерь мощности

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Способ распределения нагрузки между станциями | Номер участка сети j | Rj, Ом | Переток на участке | ΔPi, МВт |
| Pj, МВт | Qj, Мвар |
| По минимуму расхода топлива | 123456 | 8,16,45,64,97,34,1 | 73,6713,6712089,16119,1690 | 42,65712,6575530,23850,23845 | 1,2130,0462,0160,8972,520,858 |
|  |  |  |  | 7,552 |
| По минимуму потерь мощности без учета ограничений | 123456 | 8,16,45,64,97,34,1 | 26,48333,51712017,95112,04990 | 13,2416,7595511,9678,03345 | 0,1470,1862,0160,0470,0320,858 |
|  |  |  |  | 3,285 |
| По минимуму потерь мощности, но с учетом ограничений | 123456 | 8,16,45,64,97,34,1 | 26,4833,51203,51733,51790 | 13,2416,7655-11,978,0345 | 0,1470,1862,0160,0160,1790,858 |
|  |  |  |  | 3,402 |

Определим перетоки по минимуму потерь по формулам и заносим в таблицу 6:









На рисунке 3 показана схема с потокораспределением мощности по равенству потерь без учета ограничений.



Рисунок 3 – Потокораспределение мощности по равенству потерь без учета ограничений.

Проверяем допустимость распределения нагрузки между станциями по критериям абсолютного минимума потерь мощности:

 (1)

 (2)

 (3)

 (4)

Таблица 7 – Мощность генераторов, без учета ограничений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер станции | PГi | QГi | Нарушено условие |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 123 | 102,0526,483171,47 | 53,0313,24183,726 | нетнетнет | нетнетда | нетнетнет | нетнетнет |

Вводим в узле 3: PГ=150 МВт.

На рисунке 4 показана схема с потокораспределением мощности по равенству потерь с учетом ограничений.



Рисунок 4 – Потокораспределение мощности по равенству потерь с учетом ограничений.

Проверяем допустимость распределения нагрузки между станциями по критериям абсолютного минимума потерь мощности с учетом ограничений.

Таблица 8 – Мощность генераторов, с учетом ограничений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер станции | PГi | QГi | Нарушено условие |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 123 | 123,5726,48150 | 53,0313,2483,73 | нетнетнет | нетнетнет | нетнетнет | нетнетнет |

Проверяем допустимость распределения нагрузки между станциями по критериям абсолютного минимума потерь мощности с учетом ограничений.

Рассчитанные потери мощности заносим в таблицу 6. Определяем расход топлива на станциях и количество работающих агрегатов. Результаты расчета заносим в таблицу 9.

Таблица 9 – Расход топлива по минимуму потерь, с учетом ограничений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер станции | PГi | n`Эi | ni | Bni |
| 123 | 22510025 | 2,3440,7498,66 | 216 | 64,75417100,5 |

Сравним расходы топлива и потерь мощности в системе при разных способах распределения нагрузок между станциями (Таблица 11).

Таблица 11 – Расчет расхода топлива при различных способах распределения нагрузки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Способ распределения нагрузки | , МВт | , т/МВт | , т | , т | , т |
| По минимуму расхода топлива | 7,525 | 0,59 | 4,445 | 168,859 | 173,642 |
| По минимуму потерь | 3,402 | 0,67 | 2,29 | 182,259 | 184,55 |

Вывод: Из полученных расчетов видно, что целесообразней использовать способ распределения нагрузки между станциями по минимуму расхода топлива.