# 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 | 1  2  3 | 1  1  1 | 75  50  25 | 150  100  50 | нет  нет  нет | да  да  да | 2  1  1 |
| 2 | 1  2  3 | 2  1  1 | 150  50  25 | 200  66.667  33.333 | нет  нет  нет | да  да  да | 3  1  1 |
| 3 | 1  2  3 | 3  1  1 | 225  50  25 | 225  50  25 | нет  нет  нет | нет  нет  нет | 3  1  1 |
| 4 | 1  2  3 | 3  2  1 | 225  100  25 | 192,86  85,71  21,43 | нет  нет  нет | нет  нет  нет | 3  2  1 |

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 | 1  2  3 | 3  1  1 | 225  50  25 | 4,27  1,41  1,44 | 182,57  50  24,495 | 3  1  1 |
| 2 | 1  2  3 | 3  2  1 | 192,86  85,71  21,43 | 3,66  2,42  1,24 | 235,7  86,6  24,5 | 3  2  1 |

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 | 1  2  3 | 3  1  1 | 225  50  25 | 122,25  32,5  16,75 |
|  | 5 | 300 | 171,5 |
| 2 | Пропорционально мощностям станции, но с оптимизацией состава оборудования | 1  2  3 | 3  2  1 | 170  151,1  18,89 | 101,6  54,2  14 |
|  | 6 | 300 | 169,8 |
| 3 | По равенству ОПРТ для состава блоков 3/2/1 | 1  2  3 | 3  2  1 | 209,16  73,67  17,1 | 111,78  46  11,1 |
|  | 6 | 300 | 168,85 |
| 4 | По равенству ОПРТ для состава блоков 3/3/1 | 1  2  3 | 3  3  1 | 187,9  97,75  14,55 | 98,7  61,2  9,5 |
|  | 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-а1  ε | ni | Номер станции | Pгi, МВт | Нарушено условие | |
| недогрузки | перегрузки |
| 1 | 0,569  0,509  0,409 | 3  1  1 | 1  2  3 | 237,08  42,4  20,45 | нет  нет  нет | да  нет  нет |
| 0,709 | 5 |  | 300 |  |  |
| 2 | 0,502  0,442  0,342 | 3  2  1 | 1  2  3 | 209,16  73,67  17,1 | нет  нет  нет | нет  нет  нет |
| 0,642 | 6 |  | 300 |  |  |
| 3 | 0,451  0,391  0,291 | 3  3  1 | 1  2  3 | 187,9  97,75  14,55 | нет  нет  нет | нет  нет  нет |
| 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 | 1  2  3  4  5  6 | 8,1  6,4  5,6  4,9  7,3  4,1 | 73,67  13,67  120  89,16  119,16  90 | 42,657  12,657  55  30,238  50,238  45 | 1,213  0,046  2,016  0,897  2,52  0,858 |
|  |  |  |  | 7,552 |
| По минимуму потерь мощности без учета ограничений | 1  2  3  4  5  6 | 8,1  6,4  5,6  4,9  7,3  4,1 | 26,483  33,517  120  17,951  12,049  90 | 13,24  16,759  55  11,967  8,033  45 | 0,147  0,186  2,016  0,047  0,032  0,858 |
|  |  |  |  | 3,285 |
| По минимуму потерь мощности, но с учетом ограничений | 1  2  3  4  5  6 | 8,1  6,4  5,6  4,9  7,3  4,1 | 26,48  33,5  120  3,517  33,517  90 | 13,24  16,76  55  -11,97  8,03  45 | 0,147  0,186  2,016  0,016  0,179  0,858 |
|  |  |  |  | 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 |
| 1  2  3 | 102,05  26,483  171,47 | 53,03  13,241  83,726 | нет  нет  нет | нет  нет  да | нет  нет  нет | нет  нет  нет |

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 |
| 1  2  3 | 123,57  26,48  150 | 53,03  13,24  83,73 | нет  нет  нет | нет  нет  нет | нет  нет  нет | нет  нет  нет |

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 |
| 1  2  3 | 225  100  25 | 2,344  0,749  8,66 | 2  1  6 | 64,754  17  100,5 |

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.