

**Расчет неснижаемого нормативного запаса мазута (ННЗТ)
Ивановской ТЭЦ-2 филиала «Владимирский» ПАО «Т Плюс»
на 01.10.2022 года.**

Расчет ННЗТ и минимально-необходимой тепловой мощности для собственных нужд станции выполнен на основе нормативно-технической документации по топливоиспользованию ИвТЭЦ-2 (далее по тексту - НТД), утвержденной в установленном порядке.

ННЗТ обеспечивает работу станции в течение трех суток в режиме «выживания»: с минимальными электрической и тепловой нагрузками, составом оборудования, позволяющим поддерживать плюсовую температуру в главном корпусе, вспомогательных зданиях и сооружениях в расчете на минимальную температуру самого холодного месяца года за предыдущие 5 лет (2017÷2021 гг.) - (-15,1⁰С).

Неотключаемые внешние потребители тепловой энергии: по горячей воде – жилищно-бытовой сектор г. Иваново; по пару – потребителей нет.

1. Обоснование технологической схемы и состава оборудования, обеспечивающих работу станции в режиме «выживания».

1.1. Регулирование количества отпускаемой тепловой энергии потребителям в централизованной системе теплоснабжения г. Иваново осуществляется на источниках тепла путем изменения температуры теплоносителя при постоянном его расходе (центральное качественное регулирование). Это не позволяет осуществлять регулирование отпуска тепловой энергии по отдельным потребителям, таким образом, разделить неотключаемых потребителей I категории от потребителей II категории (СНиП 41-02-2003 (раздел №4)), с целью поддержания температурного режима в соответствии с ГОСТ 30494-2011 невозможно.

Температура самого холодного месяца года за предыдущие 5 лет -15,1⁰С, что соответствует температуре прямой сетевой воды $T_1 = 114,1$ °С (в соответствии с температурным графиком СЦТС г. Иваново на 2021-2022гг.), температура обратной сетевой воды $T_2 = 58,5$ °С (согласно режимной карте СЦТС г. Иваново на 2021-2022гг.)
Снижение температуры до 70% от графика $T_1 = 114,1 \times 0,7 = 79,9$ °С, $T_2 = 48$ °С (фактическая).

Отпуск тепла в режиме выживания составит:

$Q_{отп} = 5300 \times (79,9 - 48) / 1000 = 169,1$ Гкал/ч, где:

$G_{пр} = 5300$ т/ч – расход воды в прямой магистрали (в соответствии с режимной картой СЦТС г. Иванова на 2021-2022гг.)

1.2. Расход тепла для обеспечения минимального теплоснабжения потребителей и собственных нужд станции:

$\Sigma Q = Q_{отп} \times (100 + \alpha_{пот}) \times 10^{-2} + Q^{х/н}_{сн} = 169,1 \times (100 + 0,7) \times 10^{-2} + 12,7 = 184$ Гкал/ч,

где $\alpha_{пот} = 0,7$ % - коэффициент потерь при отпуске тепла внешним потребителям, рис.211, 212 НТД;

$Q^{х/н}_{сн} = 12,7$ Гкал – расход тепла на собственные и хозяйственные нужды станции (раздел 4).

1.3. Для поддержания плюсовых температур в главном корпусе при $t_{нв} = -15,1$ °С и обеспечения надежной работы оборудования КИП и А необходимо иметь в работе (как минимум) одну турбину ТА ПТР-65-8,8/0,12 с электрической нагрузкой 65 МВт.

2. Расчет минимально-необходимой тепловой и электрической мощности собственных нужд станции.

2.1. Расчёт расхода тепла на собственные нужды котельного цеха.

Номинальный расход тепла на собственные нужды котлов (п.4.7 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД), Гкал/ч:

$$Q_{\text{к}}^{\text{сн(н)}}_{\text{гр}} = Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(инд)}} + Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(ог)}},$$

где $Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(инд)}}$ – индивидуальные собственные нужды котлов, Гкал/ч;

$Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(ог)}}$ – общегрупповые собственные нужды котлов, Гкал/ч.

2.1.1. Индивидуальные собственные нужды котлов.

$Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(инд)}} = \sum (Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(пр.инд)}})_i$ (п.4.7.1 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД),

где $Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(пр.инд)}}_i$ – прочие индивидуальные потребители котлов;

$$Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(пр.инд)}}_i = 2,7 \text{ Гкал/ч.}$$

Расход тепла на прочие индивидуальные потребители при работе 3 котлов ТП-170, рис.161а НТД:

$$Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(пр.инд)}}_i = 2,7 \times 3 = 8,1 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(инд)}} = 8,1 \text{ Гкал/ч.}$$

2.1.2. Общегрупповые собственные нужды котлов.

$Q_{\text{к}}^{\text{сн}}_{\text{(ог)}} = Q_{\text{к}}^{\text{мх(эк)}} + Q_{\text{к}}^{\text{ов}}_{\text{ГК}} + Q_{\text{к}}^{\text{ов}}_{\text{ПК}} + Q_{\text{к.техн}}^{\text{гр}} + Q_{\text{к}}^{\text{хво}}$ (п.4.7.2 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД),

где $Q_{\text{к}}^{\text{мх(эк)}}$ – расход тепла на мазутное хозяйство, Гкал/ч;

$Q_{\text{к}}^{\text{ов}}_{\text{ГК}}$ – расход тепла на отопление, вентиляцию главного корпуса, Гкал/ч;

$Q_{\text{к}}^{\text{ов}}_{\text{ПК}}$ – расход тепла на отопление и вентиляцию зданий II категории, Гкал/ч;

$Q_{\text{к.техн}}^{\text{гр}}$ – расход тепла на подогрев технологического воздуха, Гкал/ч;

$Q_{\text{к}}^{\text{хво}}$ – расход тепла на ХВО в части восполнения внутристанционных потерь пара и конденсата), Гкал/ч.

$$Q_{\text{к}}^{\text{мх(эк)}} = Q_{\text{к}}^{\text{мх}}_{\text{раб}} + Q_{\text{к}}^{\text{мх}}_{\text{гр}} + Q_{\text{м}}^{\text{хр}} + \Delta Q_{\text{сл}} \cdot V_{\text{сл}} / 100 + Q_{\text{м}}^{\text{хр}},$$

где $Q_{\text{к}}^{\text{мх}}_{\text{раб}}$ – расход тепла при сжигании мазута энергетическими котлами, рис. 195 НТД;

$$Q_{\text{к}}^{\text{мх}}_{\text{раб}} = 2,8 \text{ Гкал/ч;}$$

$Q_{\text{к}}^{\text{мх}}_{\text{гр}}$ – расход тепла на поддержание мазутного хозяйства в горячем резерве, рис.195 НТД;

$$Q_{\text{к}}^{\text{мх}}_{\text{гр}} = 1,1 \text{ Гкал/ч;}$$

$\Delta Q_{\text{сл}}$ – расход тепла при сливе мазута, рис. 194 НТД;

$\Delta Q_{\text{сл}} = 0$ Гкал/час, слива мазута нет;

$Q_{\text{м}}^{\text{хр}}$ – расход тепла при хранении мазута в металлических емкостях, рис. 196 НТД;

$$Q_{\text{м}}^{\text{хр}} = 0,06 \text{ Гкал/ч;}$$

$$Q_{\text{к}}^{\text{мх(эк)}} = 2,8 + 1,1 + 0,06 = 3,96 = 4,0 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_{\text{к}}^{\text{ов}}_{\text{ГК}} = (Q_{\text{к}}^{\text{от}} + Q_{\text{к}}^{\text{в}}),$$

где $Q_{\text{к}}^{\text{от}}$ – расход тепла на отопление, рис.198 НТД;

$$Q_{\text{к}}^{\text{от}} = 2,1 \text{ Гкал/ч;}$$

Q_K^B - расход тепла на вентиляцию, рис. 198 НТД;

$$Q_K^B = 0,7 \text{ Гкал/ч};$$

$$Q_{K_{ГК}}^{OB} = (Q_K^{OT} + Q_K^B) = (2,0 + 0,7) = 2,7 \text{ Гкал/ч.}$$

$$Q_{K_{IIK}}^{OB} = 3,2 \text{ Гкал/ч, рис. 199 НТД};$$

$$Q_{K_{техн}}^{ГР} = 3,2 \text{ Гкал/ч, рис. 200 НТД};$$

$$Q_K^{XBO} = 0,26 \text{ Гкал/ч, рис. 197 НТД};$$

$$Q_K^{CH(ог)} = 4,0 + 2,7 + 3,2 + 3,2 + 0,26 = 13,36 = 13,4 \text{ Гкал/ч.}$$

Номинальный расход тепла на собственные нужды котлов:

$$Q_K^{CH(н)}_{ГР} = 8,1 + 13,4 = 21,5 \text{ Гкал/ч.}$$

2.2. Расчет расхода тепла на собственные нужды турбинного цеха.

Номинальные затраты тепла на собственные нужды турбинного цеха, Гкал/ч:

$$Q_T^{CH(н)} = Q_{T.инд}^{(н)} + Q_{T.ог}^{(н)} \text{ (п.2.4 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД),}$$

где $Q_{T.инд}^{(н)}$ – индивидуальные собственные нужды турбин, Гкал/ч;

$Q_{T.ог}^{(н)}$ – общегрупповые собственные нужды турбин, Гкал/ч.

2.2.1. Индивидуальные собственные нужды турбинного цеха.

$$Q_{T.инд}^{CH(н)} = Q_{T.пха}^{CH(н)} \text{ (п.2.4.1 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).}$$

$Q_{T.пха}^{CH(н)}$ – расход тепла с отбором проб химанализа, п. 4.4 пояснительной записки НТД;

$$Q_{T.пха}^{CH(н)} = 0,05 \text{ Гкал/час.}$$

2.2.2. Общегрупповые собственные нужды турбинного цеха.

$$Q_{T.ог}^{(н)} = Q_T^{OB(н)} + Q_T^{OTIIK(н)} \text{ (п.2.4.2 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).}$$

где $Q_T^{OB(н)}$ – расход тепла на отопление, вентиляцию главного корпуса, Гкал/ч;

$Q_T^{OTIIK(н)}$ – расход тепла на отопление, вентиляцию зданий II категории, Гкал/ч;

Q_T^{OT} – расход тепла на отопление турбинного цеха, рис.202 НТД;

$$Q_T^{OT} = 1,1 \text{ Гкал/ч};$$

Q_T^B – расход тепла на вентиляцию турбинного цеха, рис. 202 НТД;

$$Q_T^B = 0,3 \text{ Гкал/ч};$$

$$Q_T^{OB(н)} = Q_T^{OT} + Q_T^B = 1,1 + 0,3 = 1,4 \text{ Гкал/ч.}$$

$Q_T^{OBIIKат}$ – расход тепла на отопление и вентиляцию производственных зданий II категории, относимых к турбинному отделению, рис. 203 НТД;

$$Q_T^{OBIIKат} = 0,46 \text{ Гкал/ч};$$

$$Q_{T.ог}^{(н)} = 1,4 + 0,46 = 1,86 \text{ Гкал/ч.}$$

Номинальный расход тепла на собственные нужды турбоагрегатов.

$$Q_T^{CH(н)} = 0,05 + 1,86 = 1,91 = 1,9 \text{ Гкал/ч.}$$

2.3. Расчет расхода тепла на отопление от промплощадки на хозяйственные нужды станции.

$$Q_{отоп} = q_{отоп} \cdot \frac{t_{вн} - t_{нв}}{t_{вн} - t_{расч}} = 0,764 \times \frac{18 - (-12,4)}{18 - (-30)} = 0,5 \text{ Гкал/ч};$$

где 0,764 Гкал/ч – максимальная нагрузка на отопление, от собственных нужд ИвТЭЦ-2;

$t_{нв} = -12,4^\circ\text{C}$ – минимальная температура самого холодного месяца года за предыдущие 5 лет;

$t_{расч} = -30^\circ\text{C}$ – температура воздуха для Иваново наиболее холодной пятидневки (согласно СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»);

$t_{вн} = 18^\circ\text{C}$ – температура воздуха внутри отапливаемых производственных зданий (СНиП 2.08.01-89 «Жилые здания» п.3.3).

2.4. Расход тепла на собственные и хозяйственные нужды (рис.198а,198б, 199,197,200), всего

$$Q_{\text{сн}}^{\text{х/н}} = 1,8 + 0,8 + 3,5 + 4,0 + 1,0 + 2,6 = 13,7 \text{ Гкал/ч.}$$

2.5. Расход электроэнергии на собственные нужды.

2.5.1. Расход электроэнергии на собственные нужды котельного цеха:

$$N_{\text{к(гр)}}^{\text{сн(н)}} = N_{\text{т/д}} + N_{\text{пэн}} + N_{\text{проч}} \text{ (п.4.2 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД)}$$

где $N_{\text{т/д}}$ – затраты энергии на тягу и дутье, МВт;

$N_{\text{пэн}}$ – затрата энергии на питательные насосы, МВт;

$N_{\text{проч}}$ – затраты энергии на прочие, МВт.

Тепловая производительность котлов:

$$Q^{\text{брк}} = 246 \text{ Гкал/ч согласно п.3.1. расчета ННЗТ (см. далее).}$$

при $Q^{\text{брк}} = 246 \text{ Гкал/ч}$, паровая нагрузка котлов составляет $D_{\text{к}} = 246 / 0,61 = 403 \text{ т/ч}$.

Теплопроизводительность одного котла ТП-170 – $246 / 3 \text{ шт} = 82,0 \text{ Гкал/ч}$

$$N_{\text{т/д}} = \varepsilon_{\text{тд}} \times Q^{\text{брк}} \times 10^{-3} \text{ (п.4.2.1 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД)}$$

$$N_{\text{т/д}} = 10,8 \times 246 \times 10^{-3} = 2,7 \text{ МВт.}$$

где $\varepsilon_{\text{тд}} = 10,8 \text{ кВтч/Гкал}$, рис.166 НТД;

Расход питательной воды $G_{\text{пв}} = 3\% \cdot D_{\text{к}} = 1,03 \cdot 403 = 415 \text{ т/ч}$ (3%-нормативная продувка согласно п. 4.8.27. ПТЭ).

$$N_{\text{пэн}} = \varepsilon_{\text{пэн}} \times G_{\text{пв}} \times 10^{-3} \text{ (п.4.3 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД)}$$

$$N_{\text{пэн}} = 7,0 \times 415 \times 10^{-3} = 2,9 \text{ МВт,}$$

где: $\varepsilon_{\text{пэн}}$ – удельный расход электроэнергии на питательные насосы, рис.192 нормативно-технической документации по топливоиспользованию ИвТЭЦ-2.

$$\varepsilon_{\text{пэн}} = 7,0 \text{ кВтч/т}$$

$$N_{\text{проч}} = N_{\text{к инд}}^{(\text{н})} + N_{\text{к общ}}^{(\text{н})} \text{ (п.4.4 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ ИвТЭЦ-2)}$$

где $N_{\text{к инд}}^{(\text{н})}$ – индивидуальные нужды котлов, МВт (п.4.4.1 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД);

$N_{\text{к общ}}^{(\text{н})}$ – общегрупповые нужды котлов, МВт (п.4.4.2 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

$$N_{\text{к инд}}^{(\text{н})} = N_{\text{к инд}}^{\text{пр(н)}} - \text{прочие индивидуальные потребители, рис. 138 НТД.}$$

$$N_{\text{к инд}}^{(\text{н})} = N_{\text{к инд}}^{\text{пр(н)}} - 0,026 \text{ МВт;}$$

$$N_{\text{к инд}}^{\text{пр(н)}} = 0,026 \times 3 \text{ котлов} = 0,078 \text{ МВт} = 0,1 \text{ МВт.}$$

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{мх}} + N_{\text{к хво}} + N_{\text{к осв}} + N_{\text{к ов к}} + N_{\text{к реэ}}, \text{ МВт,}$$

где $N_{\text{мх}}$ – затраты энергии на механизмы мазутохозяйства, МВт;

$N_{\text{к хво}}$ – затраты энергии механизмы ХВО (в части восполнения внутростанционных потерь пара и конденсата), МВт;

$N_{\text{к осв}}$ – затраты энергии на освещение производственных помещений, МВт;

$N_{\text{к ов к}}$ – затраты энергии на отопление и вентиляцию, МВт;

$N_{\text{к реэ}}$ – затраты на энергии на простои, резервы оборудования, МВт.

$$N_{\text{мх}} = (N_{\text{мх}}^{\text{раб}} + N_{\text{мх}}^{\text{рез}}) \cdot 10^{-3},$$

где $N_{\text{мх}}^{\text{раб}} = 167,3 \text{ кВт}$, $N_{\text{мх}}^{\text{рез}} = 155 \text{ кВт}$, п.4.4.2 Макета расчета номинальных нормативных УРТ НТД.

$$N_{\text{мх}} = (167,3 + 155) \cdot 10^{-3} = 0,32 \text{ МВт.}$$

$$N_{\text{к хво}} = 0,35 \text{ МВт, рис.158 НТД;}$$

$$N_{\text{к осв}} = 0,23 \text{ МВт, где } N_{\text{к осв}} = 227 \text{ кВт, п.2.5.6 НТД;}$$

$$N_{\text{к ов к}} = 0,11 \text{ МВт, п.2.5.7 НТД;}$$

$$N_{\text{к реэ}} = 8,6 \times 0,5 \times 5 \text{ котлов} \times 10^{-3} = 0,02 \text{ МВт, п.2.5.9 НТД;}$$

$$N_{\text{общ}} = 0,32 + 0,35 + 0,23 + 0,11 + 0,02 = 1,03 \text{ МВт} = 1,0 \text{ МВт.}$$

$$N_{\text{проч}} = N_{\text{к инд}}^{(н)} + N_{\text{к общ}}^{(н)} = 0,1 + 1,0 = 1,1 \text{ МВт.}$$

$$N_{\text{к(гр)}}^{\text{сн(н)}} = N_{\text{т/д}} + N_{\text{пэн}} + N_{\text{проч}} = 2,7 + 2,9 + 1,1 = 6,7 \text{ МВт.}$$

2.5.2. Расход электроэнергии на собственные нужды турбинного цеха.

$$N_{\text{т(гр)}}^{\text{сн(н)}} = N_{\text{цн}}^{(н)\text{гр}} + N_{\text{т}}^{\text{пр(н)}} \text{ (п.2.3 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).}$$

где $N_{\text{цн}}^{(н)\text{гр}}$ – затраты энергии на цирк насосы, МВт (п.2.3.1 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД);

$N_{\text{т}}^{\text{пр(н)}}$ – затраты энергии на прочие, МВт (п.2.3.2 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

$$N_{\text{цн}}^{(н)\text{гр}} = 0,18 \text{ МВт (} W_{\text{цв}} = 1000 \text{ т/ч), рис.201 НТД;}$$

$$N_{\text{т}}^{\text{пр(н)}} = N_{\text{т.инд}}^{(н)} + N_{\text{т.ог}}^{(н)},$$

где $N_{\text{т.инд}}^{(н)}$ – индивидуальные, МВт (п.2.3.3 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД);

$N_{\text{т.ог}}^{(н)}$ – общегрупповые, МВт (п.2.3.4 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

$$N_{\text{т.инд}}^{(н)} = N_{(\text{кн+сл})}^{(н)} + N_{\text{т.инд}}^{\text{пр(н)}},$$

где $N_{(\text{кн+сл})}^{(н)}$ – затраты энергии на конденсатные и сливные насосы, МВт;

$N_{\text{т.инд}}^{\text{пр(н)}}$ – затраты энергии на прочие индивидуальные потребители, МВт.

$$N_{(\text{кн+сл})}^{(н)} = (N_{\text{кн}} + N_{\text{сл}}) \cdot 10^{-3} = (130 + 15) \times 10^{-3} = 0,145 \text{ МВт, рис. 71-72 НТД.}$$

$N_{\text{т.инд}}^{\text{пр}}$ - таблица А.9 НТД.

$$N_{\text{т.инд}}^{\text{пр(н)}} = 85,8 \times 10^{-3} = 0,086 \text{ МВт}$$

$$N_{\text{т.инд}}^{(н)} = 0,145 + 0,086 = 0,23 \text{ МВт.}$$

$$N_{\text{т.ог}}^{(н)} = N_{\text{т}}^{\text{осв}} + N_{\text{т}}^{\text{ов}} + N_{\text{т.ог}}^{\text{пр}},$$

где $N_{\text{т}}^{\text{осв}}$ – затраты энергии на освещение производственных помещений, МВт;

$N_{\text{т}}^{\text{ов}}$ – затраты энергии на отопление и вентиляцию, МВт;

$N_{\text{т.ог}}^{\text{пр}}$ – затраты энергии на прочие общегрупповые потребители, МВт;

$$N_{\text{т}}^{\text{осв}} = 0,14 \text{ МВт, п. 4.5.2 пояснительная записка НТД;}$$

$$N_{\text{т}}^{\text{ов}} = 0,01 \text{ МВт, п. 4.5.3 пояснительная записка НТД;}$$

$$N_{\text{т.ог}}^{\text{пр}} = 0,5 \text{ МВт, по таблице А.10 НТД.}$$

$$N_{\text{т.ог}}^{(н)} = 0,14 + 0,01 + 0,5 = 0,65 \text{ МВт.}$$

$$N_{\text{т}}^{\text{пр(н)}} = 0,23 + 0,65 = 0,88 \text{ МВт.}$$

Номинальный расход электроэнергии на собственные нужды турбоагрегатов

$$N_{\text{т(гр)}}^{\text{сн(н)}} = N_{\text{цн}}^{(н)\text{гр}} + N_{\text{т}}^{\text{пр(н)}} = 0,18 + 0,88 = 1,06 = 1,1 \text{ МВт.}$$

2.5.3. Расход электроэнергии на теплофикационную установку.

$$N_{\text{тепл}}^{\text{н}} = N_{\text{сэп}} + N_{\text{подп}} + N_{\text{хво}}^{\text{тс}} + N_{\text{кн}}^{\text{бу}} + N_{\text{наб}} \text{ (п.6 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).}$$

где $N_{\text{сэп}}$ – затраты энергии на сетевые насосы, МВт;

$N_{\text{подп}}$ – затраты энергии на подпиточные насосы, МВт;

$N_{\text{хво}}^{\text{тс}}$ – затраты энергии на насосы ХВО, используемые подготовки подпиточной воды теплосети, МВт;

$N_{\text{кн}}^{\text{бу}}$ – затраты энергии на конденсатные насосы бойлеров, МВт;

$N_{\text{наб}}$ – затраты энергии на насосы аккумуляторных баков подпитки теплосети, МВт;

$$N_{\text{сэп}} = 2,8 \text{ МВт, рис.204 НТД;}$$

$$N_{\text{подп}} = 0,1 \text{ МВт, рис. 207 НТД;}$$

$$N_{\text{кн}}^{\text{бу}} = 0,04 \text{ МВт, рис. 208 НТД;}$$

$$N_{\text{аб}} = 0,07 \text{ МВт, рис. 209 НТД;}$$

$$N_{\text{хво}}^{\text{тс}} = 0,46 \text{ МВт, рис. 210 НТД.}$$

Номинальный расход электроэнергии на механизмы ТФУ, МВт:

$$N_{\text{тепл}}^H = 2,8 + 0,1 + 0,04 + 0,07 + 0,46 = 3,5 \text{ МВт.}$$

$$N_{\text{сн}} = N_{\text{к(гр)}}^{\text{сн(н)}} + N_{\text{т(гр)}}^{\text{сн(н)}} + N_{\text{тепл}} = 6,7 + 1,1 + 3,5 = 11,3 \text{ МВт.}$$

Расход электроэнергии на СН на производство электроэнергии (п.6.8 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД):

$$N_{\text{ээ}} = N_{\text{к(гр)}}^{\text{сн(н)}} \cdot 0,3 + N_{\text{т(гр)}}^{\text{сн(н)}} = 6,7 \cdot 0,3 + 1,1 = 3,1 \text{ МВт, где}$$

0,3 - коэффициент отнесения затрат топлива энергетическими котлами на производство электроэнергии (п.6.7 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

2.6. Отпуск электроэнергии с шин:

$N_{\text{отп}} = N - N_{\text{сн}} = 65 - 11,3 = 53,7 = 54 \text{ МВт}$ (п.5.1 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

2.7. Отпуск тепла из отборов при минимальной электрической мощности (по НТД):

$$\Sigma Q_{\text{отб}} = 60,2 + 103,6 = 163,8 \text{ Гкал/ч.}$$

	Нэ, МВт	Qп, Гкал/ч	Qt, Гкал/ч	$\Sigma Q_{\text{отб}}$, Гк/ч	$q_{\text{т}}^{\text{бр}}$
ТГ-3	65	60,2	103,6	163,8	893

Расход тепла на производство электроэнергии (п.2.2 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД):

$$Q_{\text{э}} = q_{\text{брт}} \times N_{\text{э}} \times 10^{-3} = 893 \times 65 \times 10^{-3} = 58 \text{ Гкал/ч,}$$

где $Q_{\text{э}}$ – расход тепла на производство электроэнергии;

$q_{\text{брт}}$ – удельный расход тепла брутто ТА ПТР-65, определяемый по энергетической характеристике, входящей в состав НТД по топливоиспользованию станции (рис.44).

Для обеспечения расчетной тепловой нагрузки ΣQ 183,0 Гкал/ч в работе потребуется БРОУ с выработкой 19,2 Гкал/ч.

3. Тепловая нагрузка энергетических котлов и расчет нормативных удельных расходов условного топлива.

3.1. Согласно «Методических указаний по составлению отчета электростанции о тепловой экономичности оборудования» РД 34.08.552-93, уравнение теплового баланса имеет вид:

$$Q_{\text{брк}} = Q_{\text{э}} + (Q_{\text{отп}} - Q_{\text{нас}}) \times (100 + \alpha_{\text{пот}}) \times 10^{-2} + Q_{\text{хн}}^{\text{сн}} + Q_{\text{тп}}, \text{ Гкал/ч, где}$$

$\alpha_{\text{пот}} = 0,7 \%$ - коэффициент потерь при отпуске тепла внешним потребителям (см.п.2.2);

$Q_{\text{нас}}$ – не учитываем количество тепла, полученное водой за счет нагрева ее в сетевых насосах;

$$Q_{\text{хн}}^{\text{сн}} = 23,9 \text{ Гкал/ч (см. п.2.4.);}$$

$Q_{\text{тп}}$ – потери теплового потока;

$$Q_{\text{тп}} = 1,5 \times Q_{\text{к}}^{\text{бр}} \times 10^{-2} = 1,5 \times 106,2 \times 3 = 4,8 \text{ Гкал/ч;}$$

$$Q_{\text{к}}^{\text{бр}} = 106,2 \text{ Гкал/ч (согласно РД 34.08.552-95);}$$

$\eta_{\text{тп}}$ – коэффициент теплового потока (п.6.13 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД);

$$Q_{\text{брк}} = 58,0 + (157,7 - 0) \times (100 + 0,7) \times 10^{-2} + 23,9 + 4,8 = 246 \text{ Гкал/ч.}$$

$$\eta_{\text{тп}} = 100 - 1,5 \times Q_{\text{к}}^{\text{бр}} / Q_{\text{брк}} = 100 - 1,5 \times 106,2 / 246 = 99\%.$$

$$\eta_{\text{к}}^{\text{бр}} = 89,0 \%, \text{ рис.162 (Котёл ТП-170) НТД.}$$

$$\eta_{\text{к}}^{\text{н}} = \eta_{\text{к}}^{\text{бр}} \times (Q_{\text{брк}} - Q_{\text{к}}^{\text{сн(н)}}) / Q_{\text{брк}} \times (N_{\text{э}} - N_{\text{ээ}}) / (N_{\text{э}} - N_{\text{к(гр)}}^{\text{сн(н)}}) =$$

$$89,0 \times (246 - 21,5) / 246 \times (65 - 3,1) / (65 - 6,7) = 86,2 \%.$$

(п.6.12 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

Удельный расход тепла нетто на турбоустановку:

$$q_{\text{т}}^{\text{н}} = (Q_{\text{э}} + Q_{\text{т}}^{\text{сн(н)}}) / (N_{\text{э}} - N_{\text{т(гр)}}^{\text{сн(н)}}) = (58,0 + 1,9) \times 1000 / (65 - 1,1) = 937 \text{ ккал/кВтч.}$$

(п.2.19 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

3.2. Номинальный удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии:

$$b_3^{\text{НОМ}} = q_{\text{т}}^{\text{Н}} \times 10^4 / (\eta_{\text{к}}^{\text{Н}} \times \eta_{\text{тп}} \times 7) = 937 \times 10^4 / (86,2 \times 99 \times 7) = 156,9 \text{ г/кВтч},$$

(п.6.16 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

$\eta_{\text{тп}}$ – коэффициент теплового потока (п.3.1. расчета ННЗТ).

Нормативный удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии

$$b_3^{\text{НР}} = b_3^{\text{НОМ}} \times [1 + K_{\text{р}}^3 \times (1 - \mu_3)] = 156,9 \times [1 + 0,065 \times (1 - 0,57)] = 161,3 \text{ г/кВтч}$$

(п.6.16 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД);

$K_{\text{р}}^3 = 0,065$ - в соответствии с НТД по топливоиспользованию ТЭЦ-2;

$\mu_3 = 0,57$ - в соответствии с НТД по топливоиспользованию ТЭЦ-2.

3.3. Номинальный удельный расход условного топлива на отпуск тепла энергетическими котлами:

$$b_{\text{тэ}}^{\text{ЭН.К.}} = (100 + \alpha_{\text{пот}}) \times 10^5 / (\eta_{\text{к}}^{\text{Н}} \times \eta_{\text{тп}} \times 7) = (100 + 0,7) \times 10^5 / (86,2 \times 99 \times 7) = 168,6 \text{ кг/Гкал.}$$

(п.6.18 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

$\alpha_{\text{пот}} = 0,7 \%$ - коэффициент потерь при отпуске тепла внешним потребителям (см.п.2.2).

Поправка на теплофикацию

$$\Delta b_{\text{тэ}} = N_{\text{тепл}}^{\text{Н}} \times b_3^{\text{НОМ}} / Q_{\text{отп}} = 3,5 \times 156,9 / 157,7 = 3,5 \text{ кг/Гкал.}$$

(п.6.19 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

Нормативный удельный расход условного топлива на отпуск тепла:

$$b_{\text{тэ}}^{\text{НР}} = b_{\text{тэ}}^{\text{ЭН.К.}} \times (100 - \alpha_{\text{нас}}) \times 10^{-2} \times [1 + K_{\text{р}}^{\text{т}} \times (1 - \mu_{\text{т}})] + \Delta b_{\text{тэ}} \times b_3^{\text{НР}} / b_3^{\text{НОМ}}$$

(п.6.20 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД).

$K_{\text{р}}^{\text{т}} = 0,065$ - в соответствии с НТД по топливоиспользованию ТЭЦ-2;

$\mu_{\text{т}} = 0,67$ - в соответствии с НТД по топливоиспользованию ТЭЦ-2;

$\alpha_{\text{нас}}$ – доля отпуска тепла за счет нагрева воды в сетевых насосах (п.6.4 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД) не учитываем;

$$b_{\text{тэ}}^{\text{НР}} = 168,6 \times [1 + 0,065 \times (1 - 0,67)] + 3,5 \times 161,3 / 156,9 = 175,8 \text{ кг/Гкал.}$$

3.4. Расход условного топлива

(согласно п.6.21 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД):

3.1. на отпуск электроэнергии:

$$B_3 = b_3^{\text{НР}} \times N_{\text{от}} \times 10^{-3} = 161,3 \times 54 \times 10^{-3} = 8,7 \text{ т/ч.}$$

3.2. на отпуск тепла:

$$B_{\text{тэ}} = b_{\text{тэ}}^{\text{НР}} \times \Sigma Q \times 10^{-3} = 175,8 \times 183 \times 10^{-3} = 32,2 \text{ т/ч.}$$

3.3. суммарный условный расход мазута:

$$B_{\text{усл}} = B_3 + B_{\text{тэ}} = 8,7 + 32,2 = 40,9 \text{ т/ч.}$$

4. Определение потребности в топливе.

Часовой расход мазута (п.3.1 Макета расчета номинальных и нормативных УРТ НТД):

$$B_{\text{м}} = B_{\text{усл}} \times 7000 / Q_{\text{р}}^{\text{Н}} \text{ маз} = 40,9 \times 7000 / 9060 = 31,6 \text{ тнт/ч,}$$

где $Q_{\text{р}}^{\text{Н}} \text{ маз} = 9060 \text{ ккал/кг}$ – калорийность влажного мазута (Протокол испытания за 1 квартал 2020г №9М-2020 от 27.03.2020).

5. Потребность в мазуте в режиме «выживания» в течение 3-х суток (ННЗТ):

$$\text{Вмаз} = 31,6 \times 24 \times 3 = 2275 \text{ т.н.т}$$

6. Необходимый состав работающего оборудования для обеспечения работы станции в режиме «выживания»:

1 ТА ПТР-65-8,8/0,12

3 энергетических котла ТП-170

1 БРОУ (100/8-13), РОУ 3,4.

Начальник ПТО Ивановской ТЭЦ-2



Ковалева Н.А.

Литература:

1. Нормативно-техническая документация по топливоиспользованию ИвТЭЦ-2 (утверждена Главным инженером филиала «Владимирский» ПАО «Т Плюс» С.В. Шикуновым 30.12.2019 г.);
2. Приказ Минэнерго России от 22.08.2013 № 469 «Об утверждении порядка создания и использования тепловыми электростанциями запасов топлива, в том числе и в отопительный сезон»;
3. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»;
4. СНиП 2.08.01-89 «Жилые здания»;
5. Методика осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя (приказ Минстроя РФ от 17.03.2014);
6. Методические указания по составлению отчета электростанции и акционерного общества энергетики и электрификации о тепловой экономичности оборудования РД 34.08.552-93;
7. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ;