

УДК 621.311

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ ТЭС В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

¹Ростунцова И.А., ²Шевченко Н.Ю.

¹ ФГБОУ ВПО Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., Россия, Саратов

² ФГБОУ ВПО Камышинский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный технический университет, Россия, Камышин, e-mail: kti@kti.ru

Современные тепловые электростанции преобразуют в полезную электрическую энергию 30-40 % теплоты топлива, а остальное 60-70 % рассеиваются в окружающей среде. Актуальной проблемой на тепловых электрических станциях является утилизация вторичных энергетических ресурсов. В статье проведено исследование эффективности использования вторичных энергоресурсов в виде сбросной низкопотенциальной теплоты тепловой электрической станции для нужд теплоснабжения теплично-овощного комплекса. Рассмотрены основные способы применения сбросной теплоты ТЭС, одним из наиболее эффективных которых является применение гидротеплиц. Принцип их действия основан на использовании тонкого слоя воды, стекающего по внешнему ограждению. Практически полностью исключаются топливные затраты из себестоимости продукции теплично-овощного комбината. Разработана методика оптимизации теплоснабжения теплично-овощного комбината. На конкретном примере для энергоблока с турбоустановкой Т-110/120-130 получен наиболее целесообразный вариант температурного графика теплосети теплично-овощного комбината.

Ключевые слова: вторичные энергоресурсы, теплично-овощной комплекс, температурный график

THE EFFECTIVENESS OF USING LOW HEAT A THERMAL POWER STATION AS A SECONDARY ENERGY RESOURCES

¹Rostovtseva I.A., ²Shevchenko N.Ju.

¹ FGBOU Saratov State Technical University, Saratov, Russia, Saratov

² Kamyshin Institute of Technology (branch) of state educational institution of higher professional Education Volgograd State Technical University, Russia, Kamyshin, e-mail: kti@kti.ru

Modern power is converted into useful electrical energy 30-40% fuel heat, and the rest of 60-70% are dispersed in the environment. Thermal power plants recycle waste energy on thermal power plants is an urgent problem. The paper studied the effectiveness of using waste energy in the form of low-grade heat relief thermal power station for the needs of heating greenhouses and vegetable sector. The main ways to use waste heat of a thermal power station. One of the most effective ways to use secondary energy power plant is the use of gidroteplits. Their operating principle is based on the use of greenhouses thin layer of water flowing over the outer fence. Virtually eliminates fuel costs from the cost of production greenhouses and vegetable plant. The technique of optimization of heating greenhouses and vegetable plant. In a specific example, for a turbine unit T-110 / 120-130 received the most appropriate version of the temperature graph of heating network greenhouses and vegetable plant.

Keywords: secondary energy resources, greenhouse and vegetable complex; temperature schedule

Введение

Актуальной проблемой на тепловых электрических станциях (ТЭС) является утилизация вторичных энергетических ресурсов. Современные электростанции преобразуют в полезную электрическую энергию 30-40 % теплоты топлива, а остальное 60-70 % рассеиваются в окружающей среде [2]. Поэтому использование в сбросной воде имеющихся тепловых ресурсов позволит обеспечить население продукцией теплично-овощных комбинатов (ТОК). Кроме экономии органического топлива улучшается состояние окружающей среды за счет снижения теплового загрязнения и уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу.

Потенциал охлаждающей воды на выходе из конденсаторов ТЭС (28-40°) затрудня-

ет её применение в промышленности, кроме того в районах крупных электростанций в большинстве случаев отсутствуют энергоёмкие предприятия и крупные коммунально-бытовые потребители теплоты [1].

Теплоснабжение гидротеплиц

В сложившихся условиях ряд сельскохозяйственных объектов представляется реальным потребителем теплоты паротурбинных установок. К их числу относятся обогреваемый и орошаемый теплой водой открытый грунт, тепловодное рыбное хозяйство, микробиологическое производство, тепличное производство, (высотные теплицы, каскадные теплицы – градирни, стандартные теплицы, шампиньоницы.). Высотные теплицы имеют малую площадь разме-

щения, но значительную посадочную площадь. Соотношение этих показателей в 100-200 раз больше, чем в обычных теплицах. Конструкция высотных теплиц позволяет располагать их в непосредственной близости к источнику тепла. Каскадные теплицы – градирни (гидротеплицы) работают следующим образом: теплая сбросная вода поступает на верхний уровень кровли теплиц, затем самотеком, через регулируемые сливные системы, расположенные на каждом ярусе кровли теплицы, постепенно опускается вниз. Слой теплой воды, образующейся на кровле, обеспечивает внутри теплицы необходимый микроклимат. Охлажденная таким образом вода, возвращается к источнику тепла. Значительное количество сельскохозяйственных культур может выращиваться в теплицах традиционных конструкций, но только с почвенным обогревом, без дополнительного обогрева воздуха. Привлекательной особенностью этого эта-

па обогрева являются низкие капиталовложения в сооружение системы отопления.

Анализ параметров сбросной теплоты паротурбинных электростанций показывает, что ее использование для обогрева тепличных комбинатов требует либо применение нетиповых конструкций теплиц, отопительных приборов и систем отопления, либо догрева теплоносителя до стандартной температуры.

Один из наиболее эффективных способов утилизации низкопотенциальной сбросной воды – применение гидротеплиц. Принцип их действия основан на использовании тонкого слоя воды, стекающего по внешнему ограждению. Следует отметить, что в данном случае практически полностью исключаются топливные затраты из себестоимости продукции теплично-овощного комбината (ТОК) или энерго-биологического комплекса (ЭБК).

Примерная схема использования сбросного тепла для теплоснабжения теплиц показана на рис. 1.

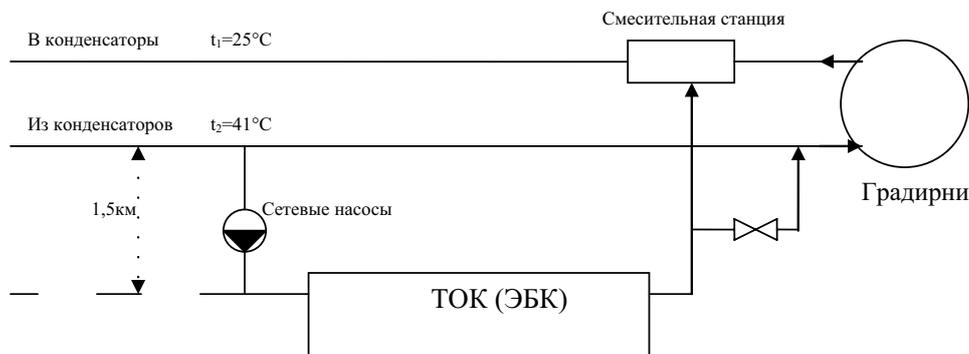


Рис. 1. Схема теплоснабжения ТОК (ЭБК) на базе низкопотенциальной теплоты ТЭС

Оценка эффективности использования вторичных энергоресурсов ТЭС

Для оценки эффективности использования сбросной теплоты ТЭС и оптимальной площади теплично-овощных комбинатов приняты к расчету следующие варианты температурного графика:

- 1 вариант – температурный график ТОК = 30°/20°
- 2 вариант – температурный график ТОК = 40°/25°
- 3 вариант – температурный график ТОК = 50°/30°
- 4 вариант – температурный график ТОК = 60°/35°

Для блока ТЭС с турбинами Т-110/120-130 в расчет включены следующие параметры: давление в конденсаторе в стандартном варианте P_k , кПа; расход пара в конденсатор D_k , кг/с; температура циркуляционной воды на входе а конденсатор: $\tau_{1В} = +15^\circ\text{C}$ – расчетная; $\tau_{1В} = +35^\circ\text{C}$ – максимально-возможная по правилам эксплуатации.

Использование низкопотенциальной теплоты ТЭС для теплоснабжения ТОК требует увеличения температуры охлаждающей воды конденсаторов, что приведет к некоторому ухудшению вакуума и недовыработки электроэнергии турбоустановкой [4]. Вследствие чего следует проводить оптимизационные расчеты для определения наиболее экономически целесообразного варианта теплоснабжения. Оптимальным вариантом принимается вариант, имеющий максимум интегрального экономического эффекта теплично-овощных комбинатов:

$$\mathcal{E}_{\text{ТОК}}^{\text{ИHT}} = \sum_{t=0}^T [R_t - Z_t] \cdot \alpha_t - K_t \cdot \alpha_t, \text{ млн. руб.}, (1)$$

где t – номер шага расчета ($t=0,1,\dots,T$); T – горизонт расчета (принят $T=10$ лет); R_t – результаты на t -м шаге расчета (выручка от реализации продукции ТОК), млн. руб.; Z_t – затраты на t -м шаге расчета млн. руб./год; α_t – коэффициент дисконтирования.

В состав годовых результатов включены: выручка от реализации продукции ТОК

(овощей, зелени, грибов, цветов и т.д.) и стоимость покупной теплоты (в случае если теплицы находятся на балансе ТЭС):

$$R_t = \sum_{s=1}^2 w_{st} + Q_{ТОК}^{zod} \cdot T_q, \text{ млн. руб./год, (2)}$$

где w_{st} – годовой объем реализации продукции ТОК млн. руб./год; $Q_{ТОК}^{zod}$ – количество теплоты, потребляемой ТОК, МВт; T_q – тариф на тепловую энергию руб. / ГДж. Капиталовложения в ТОК составят:

$$K_{ТОК} = K_{уд}^{ТОК} \cdot F_{ТОК}, \text{ млн руб., (3)}$$

где $K_{уд}^{ТОК}$ – капитальные вложения в ТОК, руб.; $F_{ТОК}$ – площадь ТОК, м²

Затраты в ТОК определяются:

$$\Delta Z_{Nt} = \Delta N_t \cdot T_{\ominus} \cdot \tau_{ТОК} \cdot 10^{-3} \text{ млн. руб/год, (4)}$$

где I_{AM} – амортизационные отчисления; I_{TP} – издержки на текущий ремонт (1% от I_{AM}); $I_{ЗП}$ – издержки на заработную плату; ΔZ_{Nt} – затраты, вызванные недовыработкой электроэнергии энергии:

$$\Delta Z_{Nt} = \Delta N_t \cdot T_{\ominus} \cdot \tau_{ТОК} \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

где ΔN_t – недовыработка электроэнергии энергоблоком, МВт; $\tau_{ТОК}$ – число часов работы ТОК, ч/год; T_{\ominus} – тариф на электроэнергию, МВт·ч/год.

Результаты расчета сведены в табл. 1 и представлены на рис. 2.

Таблица 1

Расчет эффективности энергоснабжения ТОК на базе низкопотенциальной теплоты ТЭС

Параметры	Обозначение	Размерность	Расчет	Расчет по вариантам			
				1	2	3	4
Расход пара в конденсатор в стандартном режиме	Дк	кг/с	Из расчёта тепловой схемы на один блок при номинальном режиме	25	25	25	25
Давление и температура в конденсаторе в стандартном режиме - энтальпия пара - энтальпия конденсата	P_{sk} t_{sk} $h_{кп}^{исх}$ $h_{кв}^{исх}$	МПа °С кДж/кг кДж/кг	По h-s таблицам теплофизических свойств воды и водяного пара [3]	0,039 28,54 2553,1 119,56	0,039 28,54 2553,1 119,56	0,039 28,54 2553,1 119,56	0,039 28,54 2553,1 119,56
Температура циркуляционной воды в стандартном режиме	τ_{2B} / τ_{1B}	°С	Из расчёта тепловой схемы энергоблока	28/15	28/15	28/15	28/15
Расход циркуляционной воды в стандартном режиме	W	Кг/с	$D_k \cdot (h_{кп} - h_{кв}) / (t_{2B} - t_{1B}) \cdot c_{pw}$	9762,8	9762,8	9762,8	9762,8
Доля воды, отдаваемой на тепло-снабжение ТОК	$\alpha_{ТОК}$	-	задаётся	0,10	0,10	0,10	0,10
Температурный график ТОК	τ_{2B} / τ_{1B}	°С	задаётся	30/20	40/25	50/30	60/35
Потребное количество теплоты для отопления ТОК	Q _{ТОК}	МВт	$\alpha_{ТОК} \cdot W \cdot (\tau_{2B} - \tau_{1B}) \cdot c_{pw} \cdot 10^3$	405,4	608,1	810,9	1013,6
		ГДж		1459,4	2189,2	2919,2	3646,8
Удельный расход теплоты на ТОК	q _{ТОК}	МВт/Га	Принят	6	6	6	6
Годовая потребность теплоты ТОК	$Q_{ТОК}^{zod}$	тыс. МВт·ч/год	$Q_{ТОК}^{zod} \cdot T_q$	106,7	159,9	213,3	266,7
Результаты от использования теплоты НПК для теплоснабжения ТОК	R_t	млн. руб/год	$\sum_{s=1}^2 W_{st} + Q_{ТОК}^{zod} \cdot T_q$	140,4	209,88	265,5	323,54

Параметры	Обозначение	Размерность	Расчет	Расчет по вариантам			
				1	2	3	4
Недовыработка электроэнергии от изменения в вакуума в конденсаторе	ΔN_t	МВт	$D_k \cdot (h_{кп} - h_{кп}^{исх}) \cdot \eta_{эм} \cdot \eta_2 \cdot 10^3$ $\eta_{эм}=0,98 \quad \eta_2=0,99$	0,948	2,443	3,841	5,253
Затраты от недовыработки э/э	ΔZ_N	млн. руб./год	$\Delta N_t \cdot T_{э} \cdot \tau_{ТОК} \cdot 10^3$	3,29	8,501	13,37	18,29
Суммарные затраты ТОК	Z_t	млн. руб./год	Иан+ ИТРpt+ ИЗПт+ ΔZ_N	50,322	110,88	168,33	226,54
Годовой чистый доход	Ξ_t	млн. руб./год	$R_t - Z_t$	90,08	99,0	97,17	97,0

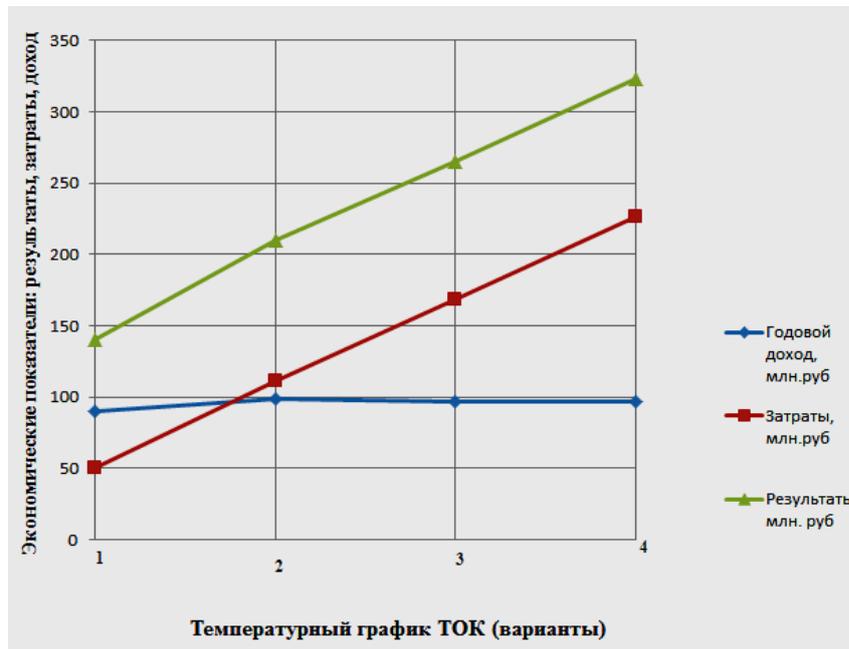


Рис. 2. Оценка эффективности теплоснабжения на базе сбросного тепла ТЭС

Как видно из табл. 1 и рис. 2 наиболее оптимальным является вариант 2 с температурным графиком ТОК = 40°/25°, дающий наибольший экономический эффект от теплоснабжения ТОК.

Выводы

На тепловых электрических станциях утилизация вторичных энергетических ресурсов является актуальной проблемой. Современные электростанции преобразуют в полезную электрическую энергию 30-40 % теплоты топлива, а остальное 60-70 % рассеиваются в окружающей среде. Один из наиболее эффективных способов утилиза-

ции низкопотенциальной сбросной воды – применение гидротеплиц.

Список литературы

1. Анализ современных парогазовых технологий с утилизацией вторичных энергоресурсов / И.А. Ростунцова, Н.Ю. Шевченко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11 (часть 4). С. 581-584.
2. Моделирование сжигания водотопливных смесей в теплоэнергетике с учетом фактора защиты окружающей среды / И.А. Ростунцова, Н.Ю. Шевченко // Успехи современного естествознания. 2014. № 11. С. 44-47.
3. Ривкин С.Л. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. М. Энергоиздат. 1987. 28 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети / Е.Я. Соколов. М.: Энергия. 1982. 275 с.