CC BY

Ильин Роман Альбертович
канд. техн. наук, доцент,
заведующий лабораторией
Кравченко Владимир Владимирович
магистрант
ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный
технический университет»
г. Астрахань, Астраханская область

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МОДЕРНИЗАЦИЙ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ПОВЫШЕНИЕ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация*: в работе рассмотрен вопрос модернизации системы геотермального теплоснабжения на примере г. Кизляр. Целью статьи является повышение эффективности использования потенциала геотермального теплоносителя.*

Ключевые слова*: система геотермального теплоснабжения, центральный тепловой пункт, повышение эффективности, геотермальный теплоноситель, водоснабжение, теплообменник, сепаратор, холодильные агенты.*

Источником теплоснабжения г. Кизляр является центральный тепловой пункт (ЦТП-1) системы геотермального теплоснабжения. Система геотермального теплоснабжения двуконтурная. ЦТП-1 покрывает потребности в тепловой энергии центрального района г. Кизляр, которые составляют

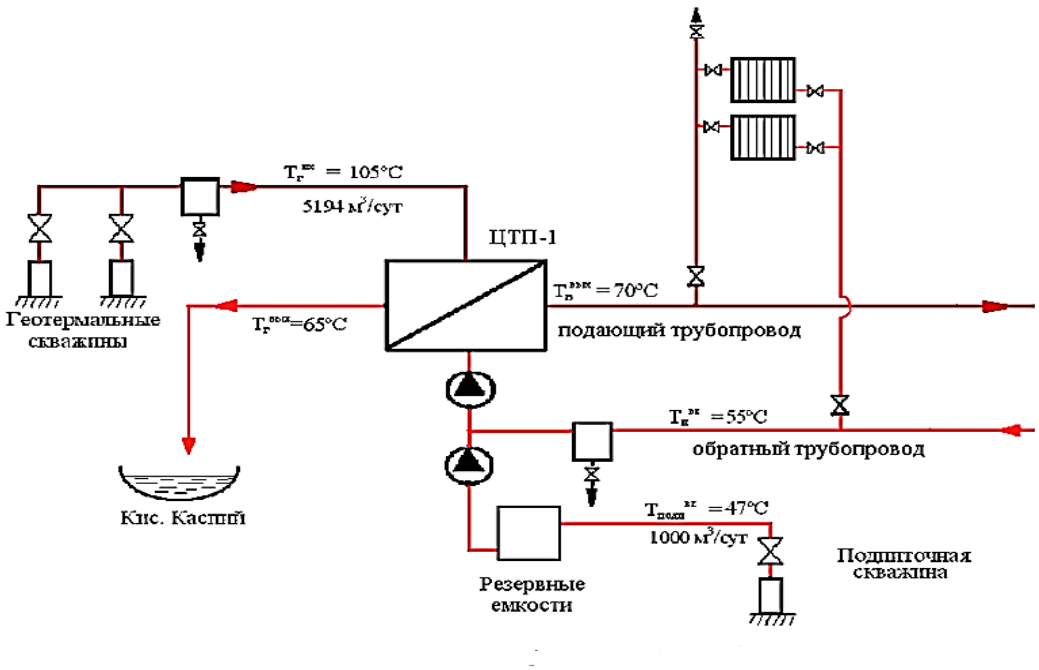

Рис. 1. Схема системы геотермального теплоснабжения г. Кизляр

Геотермальный теплоноситель из эксплуатационных скважин 3Т, 5Т, 6Т, 7Т, 9Т глубиной 2800–3000 м с дебитом 3500–5700 м³/сут, минерализацией 5–7 г/л при температуре 105–107ºС и давлениях 0,18–0,22 МПа поступает в геотермальные теплораспределительные станции (ГТРС), после которых подается в сбросной коллектор и сливается в каналы. Чистый теплоноситель для второго контура также добывается из скважины глубиной 800 м (апшеронский горизонт). Артезианскую воду отстаивают, затем подпитывают второй контур ЦТП-1 и подают на тепло- и водоснабжение.

Состав оборудования ЦТП-1 включает в себя 6 рабочих пластинчатых теплообменника, 2 кожухотрубных теплообменника, 7 центробежных насосов, 8 емкостей по 15 м^3, 2 тепловых счетчика, трубопроводы, запорно-регулирующая арматура [1; 4].

Проблема состоит в низкой конкурентоспособности геотермальной энергии по сравнению с традиционной, что в свою очередь обусловлена рядом технических и экономических факторов. Среди них можно выделить нижеследующие:

1. Отсутствие концентрированных, устойчивых крупных потребителей геотермальной энергии и низкая производительность труда при добыче термальных вод на мелких и средних водозаборах.

2. Низкий энергетический потенциал пригодных для широкого применения пресных термальных вод и наоборот, высокая коррозионная активность и склонность к солеотложениям и обусловленная этим высокая себестоимость добычи и использования термальных вод, имеющих необходимую для отопления жилья и производства электроэнергии температуру.

3. Отставание, отсутствие прогресса технологии применения термальных вод и наоборот бурное развитие за последнее десятилетие технологий применения природного газа, нефтепродуктов, особенно электроэнергии в быту.

Для выполнения данной работы были поставлены следующие задачи исследования:

– наиболее полное использование энергетического потенциала геотермального теплоносителя, которое заключается в организации процессов сепарации и извлечения природного газа;

– организация системы горячего водоснабжения части абонентов;

– организация пикового догрева теплоносителя второго контура для покрытия потерь теплоты в наиболее холодные периоды отопительного сезона;

– анализ возможности установки электрогенерирующей надстройки в системе геотермального теплоснабжения на базе низкокипящего рабочего тела.

Для получения природного газа из геотермальной воды принципиально важное значение имеет тип используемого оборудования. В связи с высоким давлением на входе геотермальной воды греющих скважин 1Т и 3Т (18 – 22 кгс/см^2) предпочтение отдается сепараторам типа жидкость – газ. При подборе сепарационной техники необходимо последовательно рассмотреть и выбрать

применительно к объекту системы сбора и переработки газа весь комплекс сепарационной техники, в котором выбирают аппарат определенного вида [2; 3].

Объемный расход природного газа со скважин Т1 иТ3: $V_{общ} = \sum_{i=1}^{5} V_i = 773{,}55$ м^3/ч.

Объемный расход природного газа со скважины Т9: $V_{общ} = \sum_{i=1}^{5} V_i = 79{,}56$ м^3/ч.

Организация пикового догрева оборотного теплоносителя в наиболее холодные периоды отопительного сезона была решена путем установки двух котлоагрегатов Прометей-3.5–115Г с тепловой производительностью 3,5 МВт каждый, причем топливом для них является природный газ, объем добычи которого соответствует потреблению котлоагрегатов.

Решение проблемы наиболее полного использование энергетического потенциала геотермального теплоносителя заключается в организации дополнительного теплосъема после основных теплообменных аппаратов. С этой целью предложена схема организации системы горячего водоснабжения с использованием пластинчатых теплообменных аппаратов и теплонасосной установки, которые способны обеспечить около 50 000 человек населения города и административных зданий горячей водой питьевого качества. В связи с чем ожидается увеличение мощности электрооборудования на 1400 кВт, а потребление холодной воды, закупаемой у организации «ГорВодоканал», составит 176м^3/ч (рис. 2).

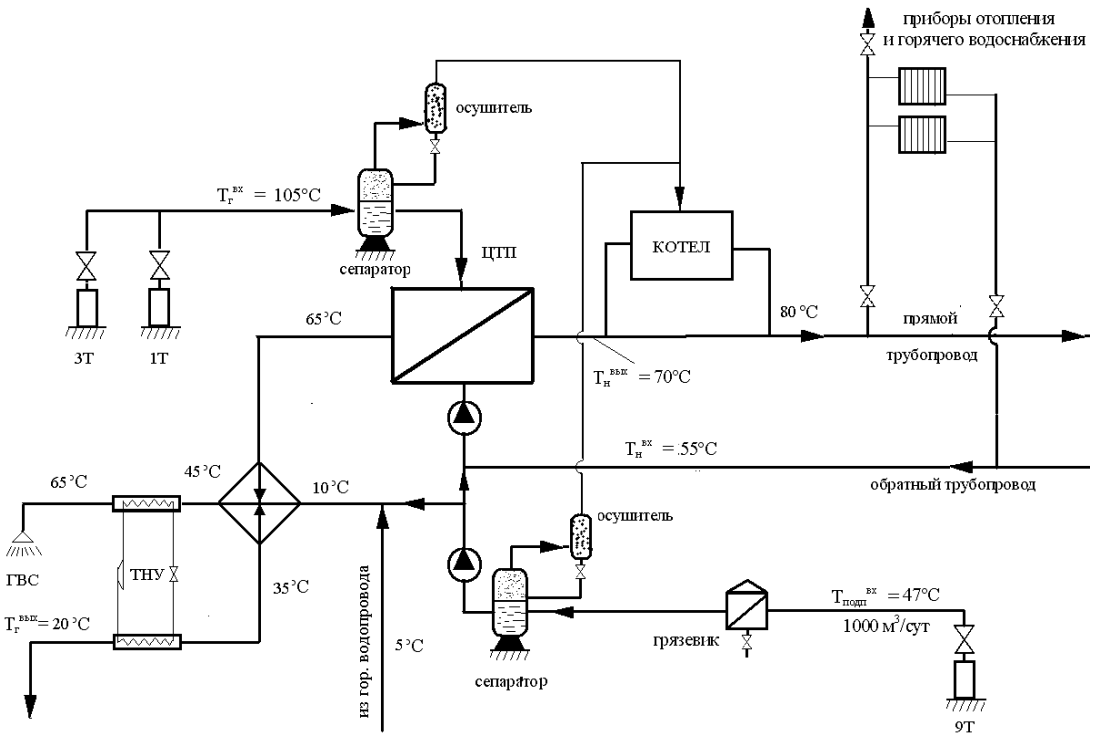

Рис. 2. Схема модернизированной системы геотермального теплоснабжения г. Кизляр

КПД цикла ГеоЭС с хладогентом бутан: $\eta = \frac{l}{q_x} = \frac{70}{468} = 0.149$,

где q_x – подвод теплоты в парогенераторе, кДж/кг; l – работа адиабатного расширения, кДж/кг.

КПД цикла ГеоЭС с хладогентом изобутан: $\eta = \frac{l}{q_x} = \frac{55}{450} = 0.122$

КПД цикла ГеоЭС с хладогентом R500: $\eta = \frac{l}{q_x} = \frac{26}{221} = 0{,}117$

Наиболее эффективным из предложенных вариантов является цикл с хладогентом бутан.

Определим эффективный КПД ГеоТЭС: $\eta_{ЭФ} = \eta_{цикл} \times \eta_{турб} = 0{,}149 \times 0{,}75 = 0{,}11$

Создание ГеоТЭС на базе ЦТП-1 неэффективно, так как КПД термодинамического цикла холодильных агентов имеют низкие значения.

В качестве выводов можно привести наиболее значимые показатели, полученные в работе, которые представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1

Параметры	ЦТП-1	Тепловая сеть	ЦТП-1	Тепловая сеть
	до		после	
Термический КПД, %	86,6	21	77	30,7
Эксергетический КПД, %	36,25	34,6	93	48
Увеличение потребления электроэнергии	На 1168,42 кВт			
Отпуск воды на ГВС	204,6 $м^3$/ч			
Увеличение выработки тепловой энергии	На 7 МВт (в пиковом режиме)			
Потребление холодной воды	176 $м^3$/ч			
Доля закачки в сбросные калодцы	50%			
Объем выработки природного газа	853 $м^3$/ч			

Из таблицы 1 видно, что термический КПД ЦТП-1 стал 77%, тепловой сети 30,7%. Эксергетический КПД ЦТП-1 повысился до 93%, тепловой сети до 48%.

Список литературы

1. Ильин А.К., Атдаев Д.И. Термодинамическая эффективность систем распределения геотермальных теплоносителей / А.К. Ильин. – Ростов н/Д: Южный научный центр РАН, 2005. – 130 с.

2. Диханов И.С. Конструкции вакуум-дегазационных установок с использованием различных способов дегазации // Запорожье: Украинский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт трансформаторостроения, 2000.

3. ООО «ТЕКО-лтд». Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии и местных видов топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://teco.karelia.ru/

4. Бизнес-план реконструкции и развития геотермального теплоснабжения в г. Кизляре. ОАО Топливно-энергетическая компания «Геотермнефтегаз». – Махачкала, 2000.