

ГИБРИДНАЯ ОПРЕСНИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА И ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ МНОГОСТУПЕНЧАТЫЙ МГНОВЕННЫЙ ОСМОС И ОБРАТНЫЙ ОСМОС, ПРИВОДИМЫЕ В ДЕЙСТВИЕ ПАРАБОЛИЧЕСКИМИ ЖЕЛОБНЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ

Кызыров К. Б., Кокабаева Р.А.

Карагандинский Технический Университет, г. Караганда

Аннотация: В статье представлена оптимальная работа когенерационной установки, производящей воду и электричество. Была установлена модель, использующая коллекторы с параболическими желобами, использующие расплавленную соль в качестве рабочего тела для солнечного острова, который обменивается теплом с простым паровым циклом Ренкина.

Ключевые слова: обратный осмос, технология, гидротермальный раствор, обратный осмос, когенерация, гибридная установка.

HYBRID DESALINATION PLANT AND POWER PLANT USING MULTI-STAGE INSTANT OSMOSIS AND REVERSE OSMOSIS ACTIVATED BY PARABOLIC GUTTER MANIFOLDS

Kyzyrov K.B., Kokabayeva R.A.

Karaganda Technical University, Karaganda

Abstract: The article presents the optimal operation of a cogeneration plant that produces water and electricity. A model was installed using parabolic trough collectors, using molten salt as the working fluid for the sun island, exchanging heat with a simple Rankine steam cycle.

Keywords: reverse osmosis, technology, hydrothermal solution, reverse osmosis, cogeneration, hybrid plant.

Это исследование представляет оптимальную работу когенерационной установки, производящей воду и электричество. Была установлена модель, использующая коллекторы с параболическими желобами (КПЖ), использующие расплавленную соль в качестве рабочего тела для солнечного острова, который обменивается теплом с простым паровым циклом Ренкина. Таким образом, паровая турбина вырабатывает достаточное количество электроэнергии, используемой для удовлетворения всех потребностей завода, включая потребность в установке опреснения воды обратным осмосом (ОО). Кроме того, установка многоступенчатого мгновенного испарения (ММИ) действует как конденсатор для предлагаемой системы, в полной мере используя горячий пар, выходящий из турбинной установки, для опреснения морской воды. Результаты отображаются с учетом оптимальной работы завода в течение года с учетом количества пресной воды и электроэнергии, производимых в течение всего года с использованием пакета MATLAB / Simulink. Ежемесячная оценка дает максимальную производительность 16000 м³/день и 2000 м³/день пресной воды могут быть произведены на заводах ММИ и ОО соответственно в июле вместе с 12,65 МВт может быть поставлено в сеть после удовлетворения всех потребностей завода.

Египет ищет новаторские подходы к решению растущего спроса на воду и энергию, используя богатые возобновляемые источники энергии, доступные благодаря своему географическому положению. Потребность в воде и энергии в основном обусловлена стремительными темпами роста населения и быстрым ростом промышленности, необходимым для развития. Внедрение солнечной энергии было основной областью развития

управления по новым и возобновляемым источникам энергии (НВИЭ) из-за высокой солнечной освещенности Египта и подходящих климатических условий, необходимых для использования энергии, особенно с использованием коллекторов концентрированной солнечной энергии (КСЭ).

Используются четыре основных технологии использования коллекторов КСЭ; Коллектор с параболическим желобом (КПЖ), линейный отражатель Френеля (ЛОФ), концентрированная солнечная башня (КСБ) и параболическая стерлинговая тарелка.

Параболические желоба могут быть объединены с паровыми электростанциями, вырабатывающими электричество, или выступать в качестве источника тепла для солнечного опреснения, производящего пресную воду. Таким образом, солнечное опреснение является важным решением проблемы нехватки воды в Египте. Опреснение морской воды можно разделить на два основных класса: термическое опреснение и мембранное опреснение. Эффективность обоих методов опреснения интенсивно экспериментально и теоретически исследовалась несколькими исследователями, которые пришли к выводу, что многоступенчатое опреснение (МСО) и многоступенчатого мгновенного испарения (ММИ) имеют заметное превосходство над большинством методов теплового опреснения при рассмотрении надежности, скорости восстановления и т.д. и капитальные вложения в крупномасштабное производство. Однако термическое опреснение - это энергоемкий процесс, требующий альтернативного источника тепла, кроме ископаемого топлива. Несколько исследований были сосредоточены на представлении инновационных подходов к снабжению установок теплового опреснения с высокими требованиями к энергии, например, с использованием возобновляемых источников энергии; использование солнечной и ядерной энергии. Более того, обратный осмос (ОО) классифицируется как наиболее зрелый метод мембранного опреснения, который может быть коммерчески реализован просто по сравнению с другими методами мембранного опреснения. Кроме того, метод обратного опреснения имеет преимущество, поскольку он работает при высоком давлении с использованием мембранных пор наименьшего размера по сравнению с другими методами мембранного опреснения, обеспечивающими более высокую эффективность мембранного разделения.

В этом исследовании современная солнечная когенерационная установка описывается и моделируется с использованием программного пакета MATLAB/Simulink. Новизна этого исследования заключается в создании инструмента прогнозирования, позволяющего прогнозировать выходную производительность предлагаемого завода, что означает возможность реализации такого завода в конкретном месте.

Согласно предыдущему обзору, больше внимания было сосредоточено на объединении электростанций, использующих солнечную энергию в качестве источника тепла, с опреснительными установками, будь то тепловые, с использованием высоких температур пара на выходе из турбины или мембранного опреснения с использованием доли произведенной электроэнергии. Значительное количество исследований сосредоточено на когенерационных солнечных установках, генерирующих пресную воду и электричество параллельно. Эти и многие другие исследования делают вывод о возможности гибридизации между солнечными электростанциями и опреснительными установками и их преимуществом по соотношению цена/качество, особенно в развивающихся странах. Таким образом, основная цель данного исследования - изучить практичность реализации когенерационной установки, работающей на принципах солнечного парового цикла Ренкина, в сочетании с опреснительной установкой, выступающей в качестве конденсатора системы.

Кроме того, добавляется установка обратного осмоса для компенсации продуктивности пресной воды в периоды низкой солнечной освещенности.

Показано на рис.1 принципиальная схема предлагаемой системы для гибридной установки, состоящей из параболических желобных коллекторов, питающих систему горячим соевым расплавом в которых он хранится в двух резервуарах, обеспечивающих подачу тепла модели в ночное время.

Затем расплав соли проходит через теплообменник для передачи тепла пару, текущему к турбинной установке. Следовательно, перегретый пар, входящий в турбину, расширяется и выходит из турбины при температуре (113–120 °С), подходящей для работы установки ММИ, в которой он действует как конденсатор. Кроме того, электричество, вырабатываемое паровой турбиной, используется для покрытия всех требований модели, включая нагрузку обратного осмоса, а оставшаяся выработка электроэнергии поставляется в сеть.



Рис. 1 . Предлагаемая конфигурация системы.

Предлагаемая модель разделена на шесть различных блоков, работающих параллельно. В следующем разделе показана математическая модель для каждого блока отдельно, которые сгруппированы вместе в установленной модели MATLAB.

1.1 . Модель РТС

Коллектор - это сердце любой солнечной энергетической системы. Производительность таких систем солнечной энергии в значительной степени зависит от части солнечной инсоляции, которая передается рабочему телу, что может быть выражено с помощью мгновенного КПД коллектора как функции солнечной освещенности, средней температуры коллектора и температуры окружающей среды, как в уравнении.

$$\eta_{\text{КПЖ}} = 0,75 - [4,5 \times 10^{-5} \times (T_1 - T_2)] - \left[0,039 \times \left(\frac{T_1 - T_2}{G} \right) \right] - \left[3 \times 10^{-4} \times \frac{(T_1 - T_2)^2}{G} \right]$$

Подставляя эффективность КПЖ в уравнение дает при расчете доступной полезной тепловой мощности.

$$Q = A_{\text{КПЖ}} \times \eta_{\text{КПЖ}} \times G = m_1 \times \Delta h_{o-i}$$

1.2 . Резервуары для хранения

Резервуары для хранения включены в систему, чтобы обеспечить непрерывность производства в ночное время. Требуемый объем хранения выражается в формуле рассчитывается на основе требуемой тепловой нагрузки, часов работы и состояния хранящегося в нем расплавленной соли. Кроме того, необходимая работа насоса накопительного бака рассчитывается, как показано в формуле.

$$V_{\text{мощь}} = \frac{Q \times OH}{p \times C_p \times T_{\text{мощь}}}$$

$$W_p = \frac{100 \times m_1 \times (P_{\text{мощь}} + P_{\text{потеря}})}{p \times \eta_p}$$

1.3 . Теплообменник

Теплообменник обеспечивает паровую турбину необходимой тепловой мощностью. Таким образом, с использованием баланса энергии рассчитывается требуемый массовый расход пара. Кроме того, исходя из эффективности теплообменника, температура расплавленной соли на выходе определяется по формуле.

$$T_{ms} = T_{msi} - \varepsilon \times (T_{msi} - T_{pi})$$

1.4 . Модель турбинного агрегата

Для предлагаемого модельного подхода очень важно определить энтальпию пара на выходе из турбины, чтобы она соответствовала оптимальной температуре пара, поступающего в опреснительную установку. Таким образом, работа турбины рассчитывается по формуле на основе массового расхода пара.

$$W_t = m \times (h_{t \text{ в}} - h_{t \text{ вне}})$$

1.5 . Многоступенчатая установка мгновенного опреснения

Основные уравнения для модели ММИ могут быть выражены с использованием формул, полученных из математической модели, проиллюстрированной в «Основах опреснения соленой воды» Эль-Дессуки и Эттуни. Для известного соотношения солености между рассолом и питательной водой объемный расход дистиллятного продукта получают с помощью уравнения.

$$M_d = \left(\frac{S_b - S_f}{S_b} \right) \times M_f$$

$$M_b = M_f - M_d$$

Падение температуры стадии, выраженное в формуле рассчитывается на основе заданной температуры верхнего рассола (ТВР), температуры рассола последней ступени (Т_р) и количества ступеней (N)

$$T_{\text{стадия}} = \frac{\text{ТВР} - T_p}{N}$$

Из уравнений расход рециркулирующего рассола рассчитывается, как показано в уравнении. Соответственно, соленость рециркулируемого рассола выражается на основе уравнения баланса концентрации соли в формуле.

$$M_r = \frac{M_d}{1 - \left(1 - \frac{C_p \times T_{\text{стадия}}}{L} \right)^2}$$

$$S_r = \frac{(S_f \times M_f + (M_r - M_d) \times S_b - M_b \times S_b)}{M_r}$$

1.6 . Установка обратного осмоса

Формулы, используемые при моделировании установки обратного осмоса, основаны на базовой конфигурации опреснительных установок обратного осмоса, которые в основном основаны на коэффициенте регенерации мембраны и свойствах исходной воды. Расход питательной воды рассчитывается в соответствии с требуемой дистиллянтной водой, как выражено в формуле. Кроме того, концентрация дистиллянтной соли определяется, как указано в формуле с использованием процента отторжения соли в соответствии с типом мембраны, используемой в системе.

$$M_f = \frac{M_d}{RR}$$

$$X_d = X_f \times (1 - SR)$$

Кроме того, вычисления, используемые для осмотического давления для стороны подачи, стороны рассола, стороны продукта дистиллята и среднего осмотического давления (ΔP) рассчитываются, чтобы выдвинуть гипотезу о разнице чистого давления на мембране, как в формуле которой, следовательно, используется в формуле для расчета номинальной мощности насоса, используемого в установке обратного осмоса.

$$\Delta P = \left(\frac{M_d}{3600 \times TCF \times FF \times A_b \times n_b \times N_v \times h_w} \right) + \Delta \Pi$$

$$HPP_{\text{сила}} = \frac{M_f \times \Delta P}{3,6 \times p_f \times \eta_p}$$

В этом исследовании предложен новый подход для когенерационных станций, использующий соединение солнечной тепловой паровой электростанции с двумя различными методами опреснения (ММИ и ОО). В предыдущей литературе нет ни экспериментальных, ни теоретических результатов для предложенной конфигурации системы.

Во-первых, солнечное поле с использованием модели параболических желобных коллекторов проверяется на солнечной электростанции после внесения изменений, необходимых в соответствии с входными условиями завода. Модель тестируется в тех же стандартных условиях дневного режима: прямое солнечное излучение 700 Вт/м^2 и температура окружающей среды 20°C . Номинальный массовый расход теплоносителя составляет 250 кг/с , при температуре на входе 293°C и температуре на выходе 393°C . Аналогичные условия применяются к представленной модели, и температура на выходе рассчитывается, записывая значение $395,95^\circ\text{C}$ с погрешностью $0,75\%$. Модель которая успешно прошла испытания на опреснительной установке состоит из одного нагревателя рассола в качестве источника тепла, 17 ступеней для секции рекуперации тепла и трех ступеней для секции отвода тепла. Подобные входные условия применяются к представленной модели для расчета количества пресной воды, производимой за день. Полученная в результате производительность $4986,97 \text{ м}^3/\text{сутки}$, что по сравнению с производительностью существующей установки в $5000 \text{ м}^3/\text{сутки}$, приведет к приемлемой ошибке $0,26\%$.

Среднегодовые значения производительности воды и электроэнергии были рассчитаны, чтобы подчеркнуть рентабельность установки. Кроме того, были рассчитаны годовые

производственные затраты на производство пресной воды и электроэнергии, чтобы указать на целесообразность строительства завода.

Таблица 4 . Основные выходные параметры для предлагаемой модели когенерационной установки.

Параметр	Предлагаемые выходные результаты модели
Максимум. Общая производительность воды (м ³ /сутки)	16 000
Мин. Общая производительность воды (м ³ /сутки)	12 250
Среднегодовая общая производительность воды (м ³ /сутки)	14 054
Максимум. Электроснабжение в сеть (МВт эл.)	12,65
Мин. Электроснабжение в сеть (МВт эл.)	9.0
Среднегодовая подача электроэнергии в сеть (МВт эл.)	10,80

Модель была создана для изучения практичности объединения концентрированной солнечной электростанции с двумя различными методами опреснения воды. В данном исследовании предложенная модель состоит из параболических желобных коллекторов, действующих как источник тепла для парового цикла Ренкина за счет обмена теплом между расплавленной солью и паром. Использование резервуаров для хранения тепла имело решающее значение для определенных регионов нашей страны, учитывая покрытие общей потребности в пресной воде. Два резервуара для хранения тепла интегрированы в систему для обеспечения непрерывного производства, будь то ночью или при низкой солнечной радиации. В местах с низким спросом на пресную воду схемы прямого производства пара могут быть интегрированы с небольшими установками термического опреснения, обеспечивающими переменную производительность в течение года. Паровая турбина соединена с установкой термического опреснения, которая используется в системе в качестве конденсатора для парового цикла Ренкина. Вспомогательная установка обратного осмоса подключена к генератору установки с целью увеличения производительности пресной воды для удовлетворения потребностей в регионе. Результаты представлены в виде графиков для определения ожидаемой производительности системы на ежемесячной основе. Параметрическое исследование показывает, что солнечное поле площадью 250 000 м² стремясь увеличить продуктивность пресной воды для удовлетворения потребностей в регионе. Результаты представлены в виде графиков для определения ожидаемой производительности системы на ежемесячной основе.

Параметрическое исследование показывает, что солнечное поле площадью 250 000 м² стремясь увеличить продуктивность пресной воды для удовлетворения потребностей в регионе. Результаты представлены в виде графиков для определения ожидаемой производительности системы на ежемесячной основе. Параметрическое исследование показывает, что солнечное поле площадью 250 000 м² имеет опыт поставки в общей сложности 16 000 м³/день опресненной воды в дополнение к 12,65 МВт, поставленным в сеть в наилучших условиях в июле. Однако в январе продуктивность воды снизилась до 12 250 м³/сут и 9,0 МВт, что является минимальной производительностью с учетом наилучших условий эксплуатации. В заключение, предложенная система когенерации доказала свою технологическую осуществимость.

Список литературы

1. Коршунова О.В., Сафонова И.Н., Норина А.Е. Сравнительный анализ термальной воды применяемой для ухода за кожей лица, Фармацевтические науки, Выпуск Август, С 153-155. (2016).
2. Интернет сайт о термальной воде [Электронный ре-сурс]//[web-caftr] <http://www.aquathermae.net>.
3. Куликов Г.В., Адилов В.Б., Жевлаков А.В. Районирование минеральных вод СССР. - Бюл. МОИП,отд.геол., Т. 62, вып.3. С.100 - 105. (1987)
4. Завгородько Т.И. Комплексное лечение детей с хроническими заболеваниями на азотно-кремнистых вода Дальнего Востока. Хабаровск: Изд. Дальневосточного гос. мед. унив. 300 С. (2002).
5. Завгородько В.Н. Механизм лечебного действия азотно-кремнистых термальных вод. Хабаровск: Изд. Хабаровского мед. ин-та. С.10 - 22. (1993).
6. Шараевский Г.Ю., Барчуков В.Г., Белый Ю.Н., Саленко А.Н., Татевосян Л.Н. Лечебные эффекты термальных источников военного санатория «Паратунка». Военно-медицинский журнал. № 7. С. 29 - 33. (2000).
7. Ткаченко А.В., Лынова Е.Н., Дробышева О.М. Бальнеологические свойства термальных вод. Журнал «Здоровье и образование в XXI веке». Том 19, № 9, С. 122 - 124. (2017).
8. Н. Бракен , Дж Маскник , А. ТоварHastings , П. Комор , М. Джерритсен , С. Мехта
Н. Бракен , Дж Маскник , А. Товар-Hastings , П. Комор. Концентрация солнечной энергии и водных проблем в U. S. Юго-запад концентрирует солнечную энергию и проблемы водоснабжения в США. S. Юго-запад Марго Герритсен и Светлана Мехта(2015)
9. А.Г. Фернандес , Х. Гомес-Видаль , Э. Оро , А. Круизенга , А. Соле , Л.Ф. Кабеса.
Внедрение коммерческих систем CSP: обзор технологий. Обновить. Энергия
10. М. Х. Байг , Д. Суровцева , Э. Халава. Потенциал концентрированной солнечной энергии для удаленных рудников на северной территории Австралии. J. Sol. Энергия. (2015)
11. И. Пурохит , П. Пурохит. Техничко-экономическая оценка концентрации солнечной энергетики в Индии. Энергетическая политика. (2010)