

5-7-2020

MODELING OF GEOTHERMAL MICRO-GES

O X. Otakulov

Fergana polytechnic institute

S F. Ergashev

Fergana polytechnic institute

O X. Kuldashov

Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Kharezmi

U Rustamov

Fergana polytechnic institute

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Otakulov, O X.; Ergashev, S F.; Kuldashov, O X.; and Rustamov, U (2020) "MODELING OF GEOTHERMAL MICRO-GES," *Scientific-technical journal*: Vol. 3 : Iss. 2 , Article 9.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol3/iss2/9>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

SHORT MESSAGES

УДК 667.1(072)

MODELING OF GEOTHERMAL MICRO-GES

O.X. Otakulov¹, S.F. Ergashev¹, O.X. Kuldashov², U. Rustamov¹¹Fergana polytechnic institute, ²Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Kharezmi

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ МИКРО- ГЭС

O.X. Отакулов¹, С.Ф. Эргашев¹, O.X. Кулдашов², У. Рустамов¹¹Ферганский политехнический институт, ²Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммад аль-Харезми

ГЕОТЕРМАЛ МИКРО-ГЭСНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

O.X. Отакулов¹, С.Ф. Эргашев¹, O.X. Кулдашов², У. Рустамов¹¹Фарғона политехника институти, ²Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Фарғона филиали

Abstract. The article considers the state of geothermal energy in the world. The problems that hinder the wider use of geothermal energy are analyzed. The block diagram of a geothermal microhydro-power plant is given.

A computer model has been developed for calculating and optimizing the modes of joint operation of geothermal microhydroelectric power plants and a geothermal water facility.

Keywords: geothermal energy, geothermal microhydro-power station, block diagram, model, turbine, hydro generator.

Аннотация. В статье рассматривается состояние геотермальной энергетики в мире. Анализированы проблемы, которые сдерживают более широкое использование геотермальной энергии. Приведена блок-схема геотермальной микрогидро-электростанции.

Разработана компьютерная модель по расчету и оптимизацию режимов совместной работы геотермальной микрогидроэлектростанций и объекта геотермальной воды.

Ключевые слова: геотермальная энергия, геотермальная микрогидро-электростанция, блок-схема, модель, гидротурбина, гидрогенератор.

Аннотация. Мақолада геотермал энергетиканинг дунёдаги ҳолати, муаммолари ва ундан кенг фойдаланишига қаршилик қилаётган сабаблари таҳлил қилинган. Геотермал микрогидроэлектрстанция блок-схмаси келтирилган. Геотермал микрогидроэлектрстанцияни ҳисоблаш ва уш режимларини оптималлаштиришнинг компьютер модели яратилган.

Таянч сўзлар : геотермал энергия, геотермал микрогидроэлектрстанция, блок-схема, модель, гидротурбина, гидрогенератор

Введение

По данным Международного энергетического агентства, доля геотермальной энергетики в общем энергетическом балансе мира составляет около 0,3% с перспективой роста до 0,5% к 2030 г. [1]. По сравнению с другими возобновляемыми источниками энергии, объемы геотермальной энергетики также малы – около 0,5%. Несмотря на кажущуюся доступность этих ресурсов, широкое их использование требует целого ряда сложных решений.

Сегодня геотермальные ресурсы идентифицированы почти в 90 странах и более чем в 80 странах они используются [2]. Из трех возможных носителей геотермальной

SHORT MESSAGES

энергии – подземные флюиды, раскаленные скальные породы и расплавленная магма – в настоящее время практическое распространение получило использование нагретых подземных вод, которые содержатся в пластах горных пород, образуя т.н. гидротермальную оболочку, залегающую на различных глубинах по всему земному шару.

По оценкам [3-5], тепловая геотермальная энергия используется следующим образом: около 55,3% – в сочетании с геотермальными тепловыми насосами, 20,3% – для купания и плавания (включая бальнеологию), 15,0% – для обогрева помещений (из них 89% для централизованного теплоснабжения), 4,5% – для те- плит и подогрева открытого грунта, 2,0% – для аквакультуры и обогрева дорожного покрытия, 1,8% – в промышленных технологических процессах, 0,4% – для таяния и производства снега, 0,4% – для сушки в сельском хозяйстве и 0,3% – для других целей.

Общей тенденцией развития геотермальной энергетики является расширение мировых территорий, использующих тепло Земных недр. Эксперты считают, что основной прирост территорий будет происходить в Азиатском регионе, главным образом в Индонезии, в Восточно-Африканской рифтовой долине, Центральной и Южной Америке, а также в Соединенных Штатах, Японии, Новой Зеландии. Интенсивно развивают свои программы в области геотермальной энергетики Китай, Венгрия, Мексика, Исландия и Новая Зеландия. Ряд потенциальных объектов разрабатывается в Южной Африке [6].

Геотермальные воды могут быть обнаружены практически во всех регионах Узбекистана и выделены крупные артезианские бассейны с гидротермальными водами [7].

Основная часть

В Узбекистане наиболее перспективными для энергетического использования считаются петротермальные ресурсы – огромные массивы гранитоидов, залегающих на глубине 4-6 км, нагретые от 70 до 300°C в зонах Амударьинской геологической впадины, Южного Приаралья, пустыне Кызылкум, Чустско-Адрасмановской петротермальной аномалии в Ферганской долине.

Валовой потенциал геотермальных вод Узбекистана оценивается в объеме 170,8 тыс. т. н. э. Наибольшим потенциалом обладают Бухарская (56,8 тыс. т. н.э.) и Наманганская (29,8 тыс. т. н. э.) области. Однако, использование термальной воды все еще находится на начальной стадии.

25 июня 2019 года между Национальным агентством проектного управления при Президенте Республики Узбекистан и финской компанией «KaukoInternational» подписан Меморандум о взаимопонимании в целях развития энергетического сектора путем привлечения инвестиций и внедрения устойчивых, надежных и доступных технологий производства энергии.

В связи с этим актуальность настоящей работы обусловлена, с одной стороны, большим научным интересом темы геотермальной энергетики, с другой стороны, ее практическим использованием как нетрадиционный и возобновляемый вид энергии.

На рис.1. приведена блок схема геотермальной микрогидроэлектростанции.

Геотермальная микрогидроэлектростанция включает в себя водонапорную башню -1, вентиль - 2, трубу -3, гидротурбину - 4, гидрогенератор -5, уровнемер -6, контролер -7 и геотермальную скважину – 8.

Модель гидравлической части.

Сначала мы напишем математическую модель для водонапорной башни.

Учитывая объем воды водонапорной башне - V , поверхность S и уровень h , можно записать соотношение:

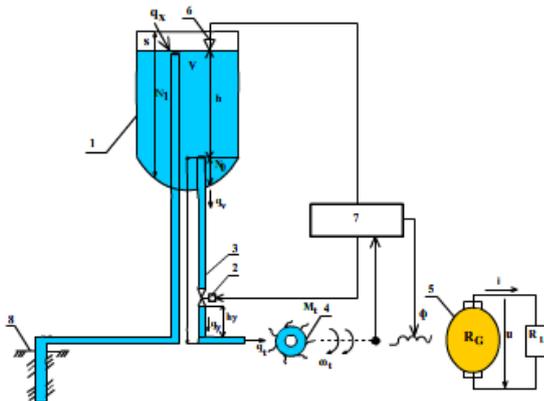


Рис.1. Блок-схема геотермальной микрогидроэлектростанций.

SHORT MESSAGES

$$\frac{dV}{dt} = q_x - q_v \tag{1}$$

Соотношение между давлением Δh_v и расходом q_v имеет вид:

$$\Delta h_v = \frac{q_0}{2 \cdot g \cdot C_d^2 \cdot A_g^2} \cdot q_v = k_v \cdot q_v \tag{2}$$

где: C_d и A_g – данные геотермальной воды, а q_0 - поток установившегося состояния.

Результаты отношения: $q_v = \frac{1}{k_v} \cdot \Delta h_v$ (3)

Чтобы смоделировать принцип управления включением-выключением вентиля, введем в вышеприведенном отношении поправку h , в результате чего:

Используя обозначения $m \cdot V = S \cdot h$, $\Delta h = h, TV = kV \cdot S$, y , получаем математическую модель, башни и лопасти:

$$q_v = \frac{1}{k_v} \cdot \Delta h_v \cdot \theta(x) \tag{4}$$

Итак, передаточная функция водонапорной башни и вентиля имеет вид:

$$T_v \cdot \frac{dh}{dt} + h \cdot \theta(x) = k_v \cdot q_x \tag{5}$$

Учитывая заданную точку y на подающем трубопроводе, мы получим следующее соотношение между потоком q_y и давлением h_y :

$$G_w = \frac{h(s)}{q_x(s)} = \frac{k_v}{\theta(x) + T_v \cdot s} = \begin{cases} \frac{k_v}{T \cdot s}; \theta(x) = 0(\text{closedvane}) \\ \frac{k_v}{1 + T_v \cdot s}; \theta(x) = 1(\text{openedvane}) \end{cases} \tag{6}$$

$$\frac{\partial q_y(y,t)}{\partial t} = -C_0 \frac{\partial h_y(y,t)}{\partial t} \tag{7}$$

где L_q , C_0 , R_q - гидравлическая индуктивность, емкость, сопротивление на единицу длины трубы.

Результаты уравнения:

$$\frac{\partial h_y(y,t)}{\partial t} = -L_0 \frac{\partial q_y(y,t)}{\partial t} - R_0 \cdot q_y(y,t) \tag{8}$$

Это уравнение можно решить, применив преобразование Лапласа к аргументу t .

Используя обозначение h_y для входного давления турбины, получаем:

$$\frac{\partial^2 h(y,t)}{\partial y^2} - L_0 \cdot C_0 \frac{\partial^2 h(y,t)}{\partial t^2} - R_0 \cdot C_0 \frac{\partial h(y,t)}{\partial t} = 0 \tag{9}$$

Разработана компьютерная модель по расчету и оптимизацию режимов совместной работы микро - ГЭС и объекта геотермальной воды с учетом их основных технико-технологических характеристик в широком диапазоне эксплуатационных условий; в том числе скорости вращения ротора, напряжение возбуждения генератора, фазные токи генератора и выходные напряжения в целом.

Модель геотермальной микрогидроэлектростанций, состоящая из гидравлической турбины и синхронного генератора. Блок Hydraulic Turbine and Governor (HTG) является моделью гидравлической турбины с системой регулирования. Система регулирования включает пропорционально-дифференциальный (ПИД) регулятор и управляющий сервомотор. Общая схема модели показана на рисунке 2.

SHORT MESSAGES

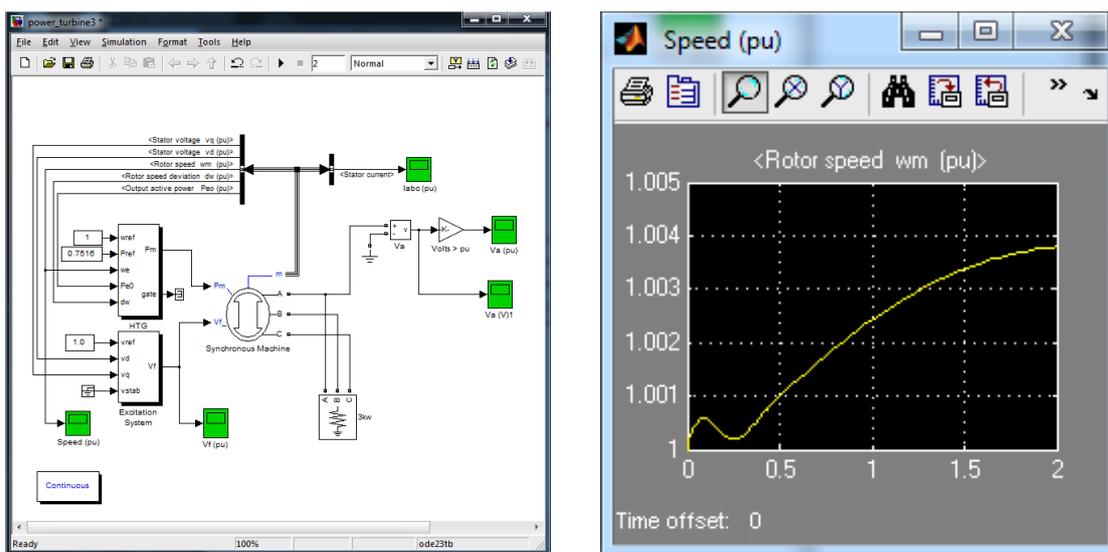


Рис. 2. Общая схема модели и скорость ротора.

На первые два входа блока подаются требуемые значения угловой частоты вращения (ω_{ref}) и мощности (P_{ref}). На третий и четвертый входы блока поступает фактические значения угловой частоты вращения (ω_e) и активной мощности (P_e). На пятый вход подается отклонение угловой частоты вращения ротора синхронного генератора ($d\omega$). Выходными сигналами являются механическая мощность, которая должна подаваться на соответствующий вход блока синхронной машины (P_m), и величина открытия затвора гидротурбины ($gate$). Входы 2 и 4 могут оставаться неподключенными, если в качестве обратной связи будет использоваться сигнал о положении затвора, а не отклонении частоты вращения. Все входные и выходные величины измеряются в относительных единицах.

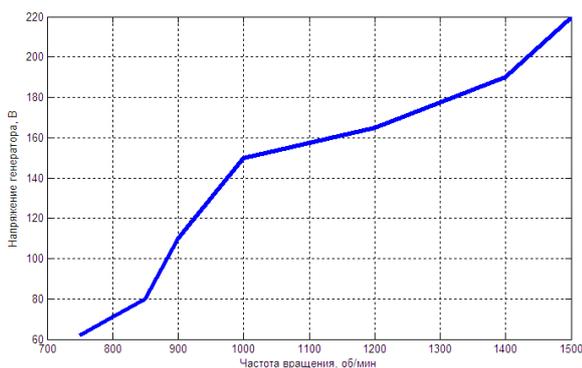


Рис.3. График зависимости напряжения генератора от оборотов турбинного вала.

рисунке 3.

Заключение

Разработана компьютерная модель по расчету и оптимизации режимов совместной работы геотермальной микрогидроэлектростанции и объекта геотермальной воды с учетом их основных технико-технологических характеристик в широком диапазоне эксплуатационных условий, кроме этого учтены скорости вращения ротора, напряжение возбуждения генератора, фазные токи генератора и выходные напряжения в целом.

Литература

- [1]. World Energy Outlook. Explore WEO 2018. URL: <https://www.iea.org/topics/renewables/geothermal/> (Last accessed: 15.01.2019).
- [2]. Геотермальная энергетика: мировые тенденции и российские перспективы. URL: http://www.cleandex.ru/articles /2016/05/20/ geotherm_energy _world_tendency russian_prospects (Last accessed: 17.12.2018).
- [3]. Ruggero Bertani, Geothermal Power Generation in the World 2010-2014 Update Report. URL:<https://pangea.stanford.edu> (Last accessed: 25.12.2018).
- [4]. Томаров Г.В., Никольский А.И., Семёнов В.Н., Шипков А.А. Геотермальная энергетика: справ.-метод. изд. Под ред. П.П. Безруких. М.: Теплоэнергетик, 2015. 304 с.

SHORT MESSAGES

- [5]. Геотермальная энергия: новые технологии США. 2009. URL: <https://www.golos-ameriki.ru/a/a-33-2009-04-14-voa16/646050.html> (Last accessed: 01.02.2019).
- [6]. Инновационные технологии в геотермальной энергетике. Альтернативная энергетика. *Energorus.com*. URL: <http://energorus.com/innovacionnye-tehnologii-v-geotermalnoj-energetike/> (Last accessed: 25.01.2019).
- [7]. Эргашев С.Ф.,Кулдашов О.Х. Перспективы микроГЭС ,использующих потенциальную энергию геотермальных вод. // Журнал Гидротехническое строительство, 2019, №.7., с.39-43.