

УДК 004.896

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ

Захарян Э. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Муравьев С. Б.
(Университет ИТМО)

Цель исследования состоит в разработке алгоритма, способного, на основе анализа входных данных, в любой момент времени формировать, оптимальный в смысле заданных критериев качества, набор целевых значений уровня выработки водорода для набора электролизеров. Алгоритм управления должен позволить снизить стоимость эксплуатации группы электролизеров, используемой для выработки водорода.

Введение. Для снижения стоимости добычи водорода в энергосистемах, основанных на возобновляемых источниках энергии, необходимо повышать коэффициент полезного действия преобразователей энергии, что, кроме прочего, означает необходимость снижения стоимости работы оборудования. Таким образом возникает ряд задач по разработке и реализации систем оптимального управления соответствующим оборудованием.

В частности, если в энергосистеме для производства водорода используется группа электролизеров, встает задача оптимального распределения рабочей мощности среди группы при заданном уровне желаемой суммарной выработки водорода.

Используемые на данный момент методы управления группой электролизеров учитывают не все особенности работы электролизеров и, таким образом, не могут быть оптимальными с точки зрения таких критериев как отклонение фактической суммарной выработки от желаемой или износ группы электролизеров и равномерность износа среди группы. В частности, при том, что от температуры электролизера может зависеть скорость установки заданного уровня выработки, а частые включения и выключения электролизеров могут повышать степень их износа, существующие методы не учитывают зависимость вольт-амперной характеристики электролизеров от их температуры или не учитывают способность электролизера работать на разных уровнях выработки в пределах заданного диапазона значений, а не быть только в включенном или выключенном состояниях.

Основная часть. Для формирования критериев оптимальности решения в работе анализируются такие величины как износ электролизеров, необходимые энергетические затраты на их работу, отклонение фактической суммарной выработки от желаемой. На основе этих величин формируются целевая функция, ограничения и граничные условия и, таким образом, задача сводится к оптимизационной.

Для ее решения используется подход обучения с подкреплением. В качестве алгоритма, анализирующего текущие параметры всех электролизеров и значение желаемой суммарной выработки на заданном временном интервале и формирующего набор значений целевого уровня выработки для набора электролизеров, выступает глубокая нейронная сеть. Параметры нейронной сети подбираются из условия экстремальности сформированных целевых функций на основе численных методов оптимизации. В качестве методов оптимизации используются CMA-ES (Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy) и PGPE (Parameter-exploring Policy Gradients). Для обучения алгоритма, то есть для поиска параметров нейронной сети, оптимизирующих целевую функцию, необходимо установить зависимость целевой функции от значений на ее выходном слое. С этой целью возникает необходимость идентификации динамической модели электролизера.

Была проведена структурная идентификация объекта и в качестве модели выбрано линейное дифференциальное уравнение, а затем методом наименьших квадратов с использованием экспериментальных данных с реального устройства была проведена параметрическая идентификация объекта. Полученная модель в последствии использовалась для разработки и обучения алгоритма обучения с подкреплением.

Выводы. При использовании группы электролизеров для выработки водорода необходимо при заданной суммарной выработке распределять рабочую мощность среди группы. Использование интеллектуальных подходов для решения этой задачи позволяет найти оптимальную, в рамках анализируемых сведений, стратегию управления, что сокращает стоимость эксплуатации оборудования, используемого в энергосистемах, основанных на возобновляемых источниках энергии и водородных накопителях.

Захарян Э. (автор)

Подпись

Муравьев С. Б. (научный руководитель)

Подпись