

УДК 621.311.21

АВТОНОМНАЯ МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ С PID-РЕГУЛИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Батиров Бехзодбек Баратович, ассистент кафедры «Альтернативные источники энергии» Андижанский государственный технический институт, Республика Узбекистан, г. Андижан

Аннотация. В статье рассматривается автономная микрогидроэлектростанция, построенная на базе короткозамкнутого асинхронного генератора с системой автоматического регулирования напряжения на основе PID-алгоритма. Обоснована актуальность применения асинхронных генераторов в автономных микроГЭС для удалённых и труднодоступных районов. Представлены математические модели статических режимов работы генератора, структура системы управления и результаты моделирования, подтверждающие повышение устойчивости и качества выходного напряжения.

Ключевые слова: микроГЭС, асинхронный генератор, автономный режим, PID-регулирование, реактивная мощность, устойчивость напряжения.

UDC 621.311.21

AUTONOMOUS MICRO-HYDROPOWER PLANT BASED ON AN INDUCTION GENERATOR WITH PID CONTROL

*Batirov Behzodbek Baratovich, Assistant of the Department of Alternative Energy Sources. Andijan State Technical Institute
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Abstract. The paper considers an autonomous micro hydropower plant based on a squirrel-cage induction generator with an automatic voltage control system using a PID algorithm. The relevance of using induction generators in autonomous

micro hydropower systems for remote areas is substantiated. Mathematical models of steady-state operating modes, the control structure, and simulation results confirming improved voltage stability and power quality are presented.

Keywords: *micro hydropower plant, induction generator, autonomous operation, PID control, reactive power, voltage stability.*

ВВЕДЕНИЕ

В условиях децентрализации энергоснабжения и роста потребности в надёжных источниках электроэнергии для удалённых районов особое значение приобретают автономные микроГЭС. Такие установки характеризуются экологической безопасностью, низкими эксплуатационными затратами и возможностью использования местных гидроресурсов. Одной из ключевых задач при проектировании автономных микроГЭС является выбор типа электрического генератора и системы управления.

Асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором привлекают внимание исследователей благодаря простоте конструкции, высокой надёжности и низкой стоимости. Однако их применение в автономном режиме связано с проблемами самовозбуждения, поддержания уровня напряжения и компенсации реактивной мощности. Для решения этих задач целесообразно использование автоматических систем регулирования на базе современных алгоритмов управления.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использован комплексный подход, включающий аналитические методы, математическое моделирование и численные эксперименты. Асинхронный генератор микроГЭС описывается системой уравнений статического режима с учётом магнитного насыщения и параметров нагрузки.

Для стабилизации выходного напряжения предложена система управления реактивной мощностью на основе PID-регулятора. Настройка коэффициентов PID-регулятора осуществлялась методом поиска оптимальных параметров, обеспечивающих минимальное перерегулирование и устойчивость при изменении нагрузки и скорости вращения турбины.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты моделирования показали, что применение PID-регулирования позволяет существенно улучшить показатели качества электроэнергии в автономной микроГЭС. Колебания выходного напряжения при скачкообразных изменениях нагрузки уменьшаются, а время переходного процесса сокращается.

Проведён анализ устойчивости системы в различных режимах работы. Установлено, что при оптимально подобранных коэффициентах PID-регулятора асинхронный генератор сохраняет устойчивый режим самовозбуждения и обеспечивает допустимые значения коэффициента мощности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённого исследования разработана и проанализирована структура автономной микроГЭС на базе асинхронного генератора с PID-регулированием. Показано, что использование PID-алгоритма позволяет повысить устойчивость работы генератора и улучшить качество выходного напряжения в автономном режиме.

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и модернизации автономных микроГЭС для сельских и удалённых районов.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на внедрение адаптивных и интеллектуальных методов управления.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ahmedov, A. P., Mahamadjonov, S. Y. O. Modeling of magnetic saturation in autonomous asynchronous generators for micro hydropower plants. Andijan State Technical Institute Bulletin, 2023, №2(48), pp. 45–56.
2. Work Of Asynchronous Generator In The Composition Of Mini-Ges In Autonomous Mode SYU Mahamadjonov - The American Journal of Engineering and Technology, 2021
3. С Ю Махамаджонов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА В МИКРОГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ - Экономика и социум, 2025
4. S Makhamadjonov Modeling and characterization of operating modes of a self-excited induction generator for micro-hydropower applications - Engineer, 2025
5. Efficient use of the asynchronous generator of micro hpp. N B Pirmatov, MM Matqosimov, SY Mahamadjonov - scientific and technical journal machine building, 2022