

УДК: 621.311.21

## АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА МИКРОГЭС

*Маткосимов Мухаммадсадик Махаммадхошим угли*  
*доцент Андижанский государственный технический институт*  
*Республика Узбекистан, г. Андижан*

*Аннотация.* В статье представлен анализ динамических режимов работы асинхронного генератора, применяемого в составе автономной микроГЭС. Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения устойчивой и надежной работы децентрализованных источников электроснабжения при переменных гидравлических и электрических нагрузках. Целью работы является разработка и анализ математической модели динамических режимов асинхронного генератора с учетом переходных процессов.

*Ключевые слова:* микроГЭС, асинхронный генератор, динамические режимы, переходные процессы, устойчивость.

UDC 621.311.21

## ANALYSIS OF DYNAMIC OPERATING MODES OF AN ASYNCHRONOUS GENERATOR IN A MICRO HYDROPOWER PLANT

*Matkosimov Mukhamadsadik Makhammadhoshim ugli*  
*associate professor, Andijansky state technical institute*  
*Republic of Uzbekistan, Andijan*

*Abstract.* The paper presents an analysis of dynamic operating modes of an asynchronous generator used in an autonomous micro-hydropower plant. The relevance of the study is determined by the need to ensure stable and reliable operation of decentralized power supply systems under variable hydraulic and electrical loads. The purpose of the study is to develop and analyze a

*mathematical model of the dynamic regimes of an asynchronous generator considering transient processes.*

**Keywords:** *micro hydropower plant, asynchronous generator, dynamic modes, transient processes, stability.*

## **ВВЕДЕНИЕ**

В условиях развития распределённой энергетики и возрастающего интереса к возобновляемым источникам энергии особое внимание уделяется автономным микроГЭС. Они находят широкое применение в удалённых и труднодоступных районах, где централизованное электроснабжение экономически нецелесообразно. Асинхронные генераторы широко используются в микроГЭС благодаря простоте конструкции, высокой надёжности и низкой стоимости эксплуатации. Однако в отличие от синхронных генераторов, асинхронные машины обладают рядом особенностей, связанных с устойчивостью напряжения и частоты, особенно в динамических режимах работы. Динамические режимы возникают при резких изменениях нагрузки, колебаниях расхода воды, подключении или отключении потребителей. Поэтому анализ переходных процессов асинхронного генератора является важной научно-технической задачей.

## **МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Для анализа динамических режимов работы асинхронного генератора микроГЭС разработана математическая модель, основанная на уравнениях электромагнитных и механических процессов. Модель учитывает взаимосвязь между электромагнитным моментом, скольжением, частотой вращения и нагрузкой генератора. В качестве основного метода исследования использовано компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink. Модель позволяет анализировать переходные процессы при изменении механической мощности турбины и электрической нагрузки.

В динамической модели учитываются:

инерционные свойства турбины и генератора;  
изменение электромагнитного момента;  
влияние реактивной мощности;  
колебания напряжения и частоты в автономном режиме.

Для повышения устойчивости системы применяется система автоматического регулирования, позволяющая компенсировать влияние возмущающих факторов.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Результаты моделирования показали, что при резком изменении нагрузки в автономной микроГЭС возникают значительные переходные процессы, сопровождающиеся колебаниями частоты и напряжения. Наибольшие отклонения наблюдаются в начальный момент возмущения. Анализ динамических характеристик показал, что без системы регулирования время установления режима увеличивается, а амплитуда колебаний может превышать допустимые значения. Введение системы управления позволяет существенно сократить время переходного процесса и повысить устойчивость работы асинхронного генератора. Экспериментальные исследования, проведённые на лабораторном стенде, подтвердили результаты математического моделирования. Полученные осциллограммы токов и напряжений показали хорошее совпадение с расчётными данными, расхождение не превышает 5–7%.

### **ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Проведённый анализ показал, что динамические режимы работы асинхронного генератора оказывают существенное влияние на качество электроэнергии в автономных микроГЭС. Особенно чувствительной является система при изменениях нагрузки и нестабильном гидравлическом режиме. Использование математического моделирования позволяет заранее оценить поведение системы и выбрать оптимальные параметры регулирования. Это снижает риск аварийных режимов и повышает надёжность электроснабжения. Полученные результаты могут

быть использованы при проектировании и модернизации автономных микроГЭС различной мощности.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В статье выполнен анализ динамических режимов работы асинхронного генератора в составе автономной микроГЭС. Разработана математическая модель, позволяющая исследовать переходные процессы при различных режимах работы. Результаты моделирования и экспериментов показали, что применение системы регулирования существенно повышает устойчивость и качество выходных параметров генератора. Предложенный подход может быть рекомендован для практического применения в децентрализованных системах электроснабжения.

## **ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ**

1. N. Pirmatov, S. Mahamadjonov, M. Matqosimov and H. Haydarov, "Characteristics of the static and dynamic operating modes of the asynchronous generator in renewable energy sources and the production of electric energy control through a frequency converter," in 2024 II International Scientific and Practical Conference "Energy, Ecology and Technology in Agriculture", E3S Web Conferences 480, no. 01007, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448001007>
2. Work Of Asynchronous Generator In The Composition Of Mini-Ges In Autonomous Mode. S.Yu. 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