УДК 621.398

А.В.ТУРЫШЕВА, *студентка, ассистент профессора, +7(812)911-78-07-551*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

A.V.TURYSHEVA, *student, professor's assistant, +7(812)911-78-07-551*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НЕФТЕДОБЫЧИ ОТ АВТОНОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Представлена имитационная модель замкнутой системы автономного электроснабжения с энергоносителем в виде попутного нефтяного газа, с помощью которой возможно: установить соотношения мощностей микротурбинной установки и погружного электродвигателя для работы системы в номинальном режиме; устранить высшие гармонические составляющие тока и напряжения для обеспечения электроэнергией, удовлетворяющей ГОСТ 13109-97, отдаленных районов нефтедобычи.

Ключевые слова: электроснабжение, попутный нефтяной газ, микротурбинная установка, активный фильтр.

ELECTRICAL SUPPLY OF POWER INSTALLATIONS OF OIL EXTRACTING FROM INDEPENDENT POWER STATIONS

In article the imitating model of the closed system of an independent electrical supply with the energy carrier in the form of passing oil gas, with which help probably is presented: to establish parities of capacities of microturbine installation and погружного the electric motor for system work in a nominal mode; to eliminate the higher harmonious components of a current and pressure for maintenance with the electric power of the remote areas of the oil extracting satisfying with GOST 13109-97.

Key words: electrical supply, passing oil gas, microturbine installation, active filter.

В настоящее время, по разным оценкам 50-70 % территорий России не охвачено централизованным электроснабжением [1]. Как правило, новые месторождения нефти и газа находятся вдали от линий электропередач [1]. Возможно осуществление энергопитания добывающего оборудования для одной или группы скважин с использованием попутного нефтяного газа.

Во всем мире ежегодно сжигается более 100 млрд м^3 энергосодержащих газов, а в России на эти цели расходуется 20-30 млрд м^3. Из-за отсутствия соответствующего оборудования для переработки на газоперерабатывающие заводы поставляется лишь 11-12 млрд м^3. Однако ведомство уже подготовило соответствующий проект постановления правительства РФ об увеличении существующей платы за сжигание попутного нефтяного газа в 164 раза. Штраф будет составлять 3495 руб. за тонну продуктов сжигания. В ведомстве уверены, что эти суммы окажут силу экономического стимулирования для нефтяных компаний, и те станут не сжигать попутный нефтяной газ, а использовать его [4].

За рубежом для более рационального использования попутного газа были созданы микротурбинные установки, способные работать при содержании в топливе сероводорода до 7 %. В нашей стране может быть налажено производство данного оборудования с использованием хромистой стали марки Х17.

Структура электроснабжения на основе энергоносителя в виде попутного нефтяного

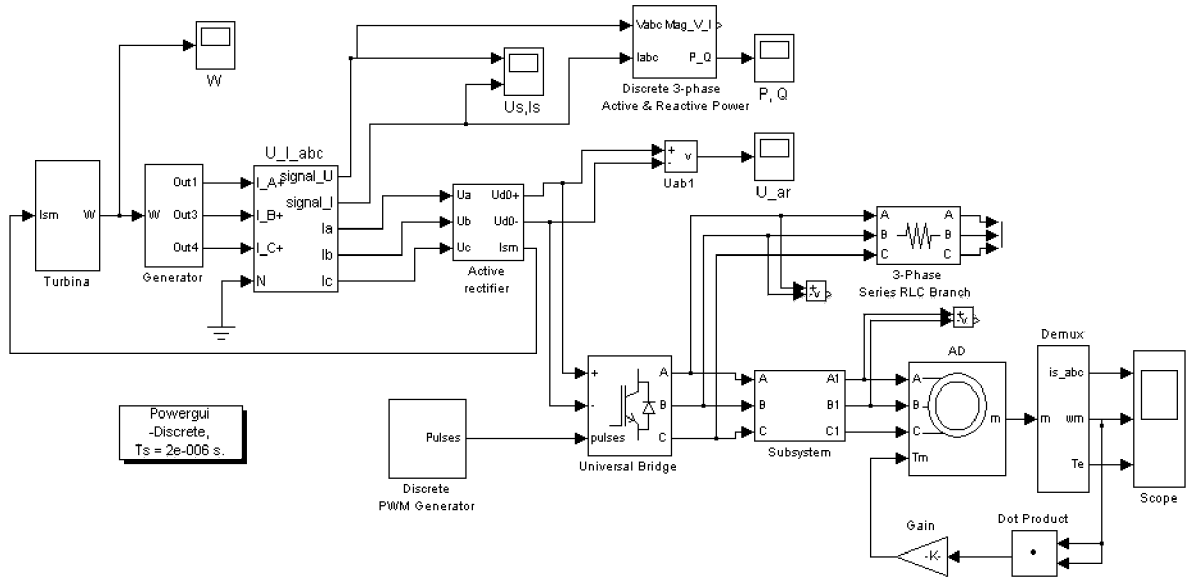


Рис.1. Имитационная модель микротурбинной установки, подключенной к ПЭД в среде Simulink системы MatLab

газа содержит: микротурбинную установку, погружной насосный агрегат, кабельную линию, колонну насосно-компрессорных труб, оборудование устья скважины.

Непосредственное использование системы затруднено тем, что частота и амплитуда выходного напряжения не стабильны, а для питания электротехнических установок требуется напряжение заданного качества. Для обеспечения системы электропитания технологического объекта электроэнергией требуемого вида предложена схема, в состав которой входят токоограничивающий дроссель, выпрямитель, накопительная емкость и автономный инвертор.

Для того чтобы оценить соотношение мощностей микротурбинной установки и погружного электродвигателя (ПЭД) была разработана имитационная модель (рис.1) [3].

Выходные характеристики при номинальной нагрузке представлены на рис.2.

Источником питания является синхронный генератор, в качестве нелинейной нагрузки выступает преобразователь частоты системы регулирования погружного электродвигателя (рис.3).

Все элементы сети выполнены в виде отдельных блоков с заданными параметрами согласно исходным данным: блок микротурбины; блок генератора; блок измерения параметров генератора; блок активного выпрямителя; ШИМ-инвертор; блок переключателей; блок асинхронного двигателя; блок измерения параметров двигателя; блоки вентиляторной нагрузки.

Двигатель разгоняется до заданной скорости, равной 297 рад/с, за 0,8 с, электромагнитный момент достигает значения 107,5 Н·м, при соотношении мощностей микротурбинной установки и погружного электродвигателя 2:1.

Однако при дальнейшем исследовании данной системы было установлено, что ка-

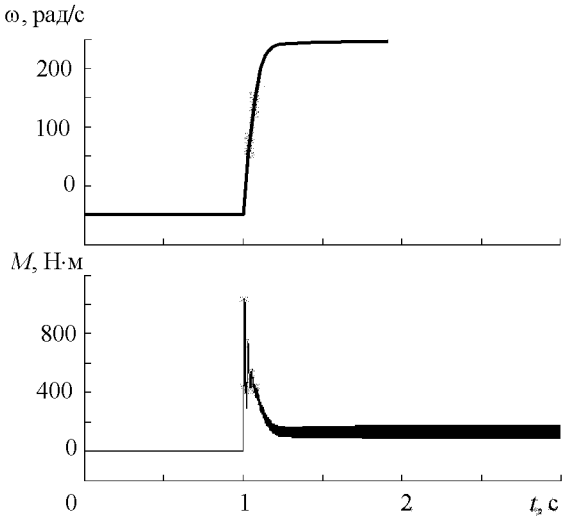


Рис.2. Переходные процессы в системе

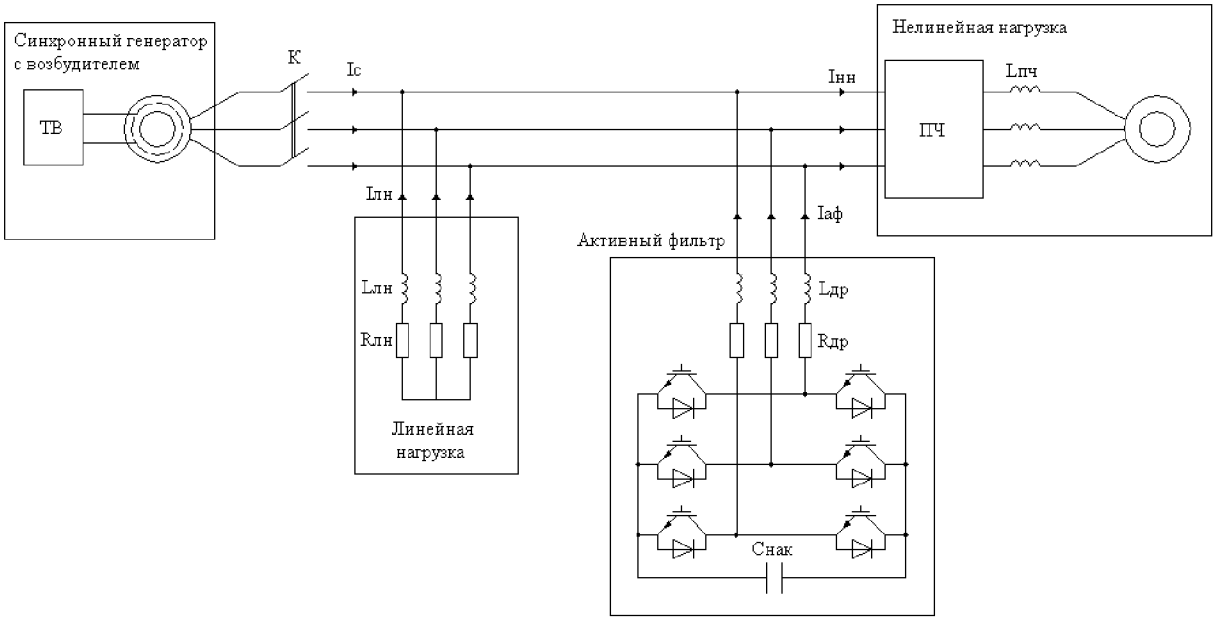


Рис.3. Структурная схема синхронного генератора с преобразователем частоты, асинхронным двигателем и активным фильтром

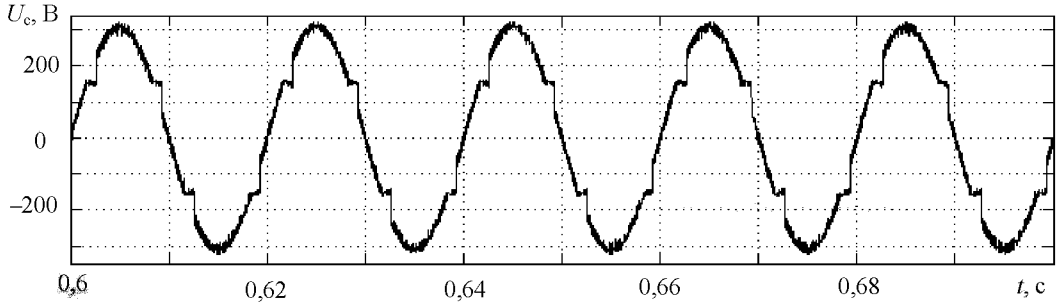


Рис.4.Осциллограмма искаженного напряжения сети U_c

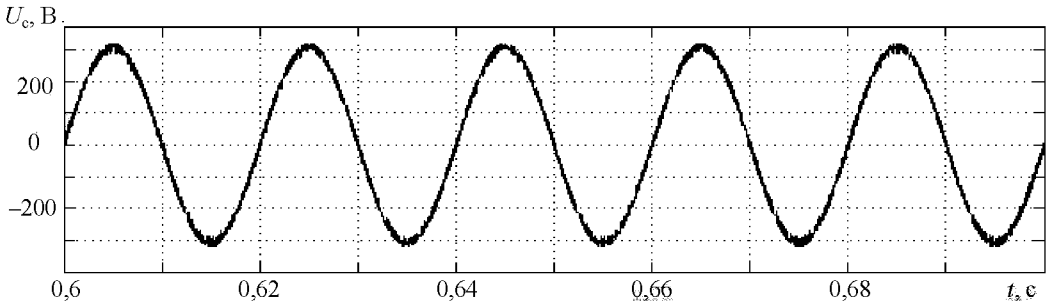


Рис.5.Осциллограмма напряжения сети U_c после компенсации

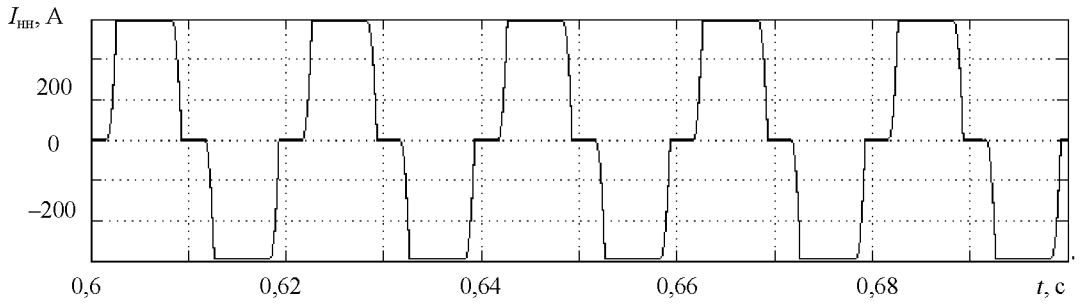


Рис.6.Осциллограмма искаженного тока $I_{нн}$, потребляемого нелинейной нагрузкой

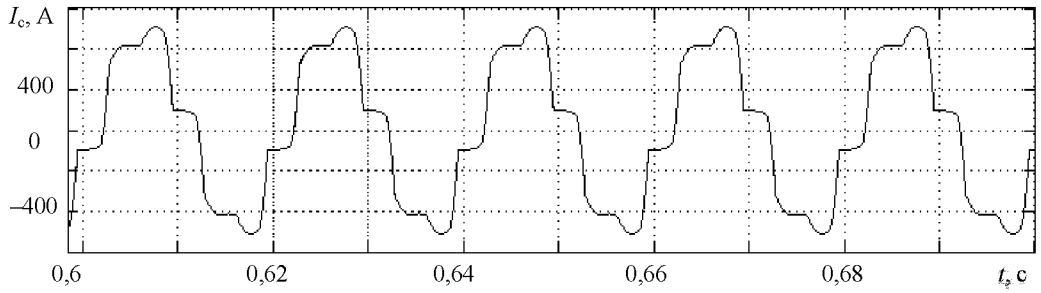


Рис.7.Осциллограмма суммарного тока сети $I_с$ до компенсации

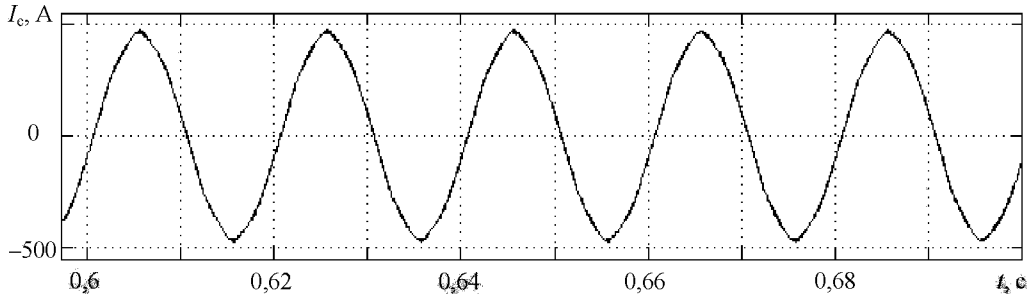


Рис.8.Осциллограмма суммарного тока сети $I_с$ после компенсации

чество электроэнергии не удовлетворяет ГОСТ 13109-97. Выяснено, что преобразователь частоты приводит к искажению напряжения, появлению высших гармоник, что сокращает срок службы генератора. Для компенсации высших гармонических составляющих тока и напряжения к системе параллельно был подключен активный фильтр, принцип работы которого заключается в формировании компенсационного тока, гармонический спектр которого идентичен спектру, генерируемому нелинейной нагрузкой, по частоте и амплитуде, но имеет противоположную фазу [2]. В результате работы активного фильтра высшие гармоники, имеющие одинаковую амплитуду и противоположную фазу, взаимно уничтожаются.

В результате моделирования, получены осциллограммы, представленные на рис.4-8.

Преобразователь частоты является источником тока с коэффициентом несинусоидальности $k_I = 24{,}14\ \%$ (см. рис.6). При сложении с током линейной нагрузки образует суммарный искаженный ток с $k_I = 22{,}16\ \%$ (см. рис.7). Из-за наличия искаженного тока сети изменяется форма кривой

сетевого напряжения (см.рис.4). В результате работы активного фильтра коэффициент несинусоидальности по току снижается с 22,16 % (рис.7) до 2,32 % (рис.8), а по напряжению с 15 % (рис.4) до 4,14 % (рис.5), что не превышает норму.

Следовательно, предложенная схема электроснабжения позволяет обеспечить электроэнергией удаленные от центральных источников объекты нефтедобычи, при этом качество электроэнергии удовлетворяет ГОСТ 13109-97.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нефтегазовая вертикаль: Ежемесячный научно-технический и производственный журнал 2001-2003.

2. *Пронин М.В.* Силовые полностью управляемые полупроводниковые преобразователи (моделирование и расчет) / М.В.Пронин, А.Г.Воронцов; Под ред. Е.А. Крутякова; «Электросила». СПб, 2003. 172 с.

3. Электроприводы и системы с электрическими машинами и полупроводниковыми преобразователями (моделирование, расчет, применение) / М.В.Пронин, А.Г.Воронов, П.Н.Калачиков, А.П.Емельянов; Под ред. Е.А.Крутякова; Силовые машины. Электросила. СПб, 2004. 252 с.

4. http://prime-tass.ru/news/0/%7BADB178E9-3E56-48BD-BA63-2D7C059428D9%7D.uif

REFERENCES

1. The Oil and gas vertical: Monthly scientific and technical and industrial jornal 2001-2003.

2. *Pronin M.V., Vorontsov A.G.* Power completely operated semi-conductor converters (modelling and calculation) / Under the editorship of E.A. Krutjakova; Elektrosila. Saint Petersburg 2003. 172 p.

3. *Pronin M.V., Vorontsov A.G., Kalachikov P.N., Emeljanov A.P.* Electric drives and systems with electric cars and semi-conductor converters (modelling, calculation, application) / Under the editorship of E.A.Krutjakova; Power machines, Electric power. Saint Petersburg, 2004. 252 p.

4. http://prime-tass.ru/news/0/%7BADB178E9-3E56-48BD-BA63-2D7C059428D9%7D.uif

Научный руководитель д-р техн. наук, профессор *Б.Н.Абрамович*