

Д.А.УСТИНОВ, канд. техн. наук, доцент, *bescheiden@rambler.ru*

А.В.ТУРЫШЕВА, аспирантка, *anna_turysheva_21@mail.ru*

И.Г.ПЛОТНИКОВ, аспирант, *plotnikov_igor86@mail.ru*

Санкт-Петербургский государственный горный университет

D.A.USTINOV, PhD in eng. sc., associate professor, *bescheiden@rambler.ru*

A.V.TURYSHEVA, post-graduate student, *anna_turysheva_21@mail.ru*

I.G.PLOTNIKOV, post-graduate student, *plotnikov_igor86@mail.ru*

Saint Petersburg State Mining University

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ РАЙОНОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

Рассмотрены проблемы электроснабжения объектов нефтегазодобычи удаленных районов. Обосновано применение локальных систем электроснабжения с использованием в качестве энергоносителя попутного нефтяного газа. Выполнен анализ применяемой локальной системы электроснабжения и даны рекомендации по ее совершенствованию. Представлены результаты имитационного математического моделирования запуска синхронного генератора от аккумуляторной батареи.

Ключевые слова: электроснабжение, попутный нефтяной газ, микротурбинная установка, преобразователь частоты.

SUBSTANTIATION OF SCHEMES OF THE ELECTRICAL SUPPLY OF REMOTE AREAS OF OIL EXTRACTING

Problems of an electrical supply of objects oil extracting remote areas are considered. Application of local systems of an electrical supply with application as the energy carrier of passing oil gas is proved. The analysis of applied local system of an electrical supply is made and recommendations about its perfection are made. Results of imitating mathematical modeling of start of the synchronous generator from the storage battery are presented.

Key words: electrical supply, passing oil gas, microturbine installation, frequency converter.

Работа нефтедобывающей отрасли характеризуется высокими энергетическими затратами при реализации современных технологий добычи, сбора, подготовки и транспорта нефти. Кроме того, вводимые в эксплуатацию новые месторождения нефти располагаются, как правило, в местах, удаленных от действующих централизованных энергосистем, например в Западно-Сибирском регионе. Особенностью данных территорий является отсутствие развитой дорожной инфраструктуры, населенных пунктов в местах прохождения линий электропередач, а также суровые климатические условия, что обуславливает необходимость применения высокопроизводительного, надежного и экономичного оборудования.

Необходимо подчеркнуть важность обеспечения бесперебойного энергоснабжения производственных объектов нефтедобычи. Для месторождений Западной Сибири установка добычи в течение нескольких часов влечет за собой проведение для части скважин капитального ремонта. Кроме того, при низких температурах (от -5 до -10 °C) высока вероятность замерзания нефтепроводов, так как что обводненность большинства скважин более 50 %. На промысловых установках по подготовке нефти к сдаче перерыв в электроснабжении приводит к затовариванию резервуарного парка на нескольких дней, к сокращению или полной остановке производства. Операции по ликвидации последствий пе-

перыва в электроснабжении требуют значительных временных и финансовых затрат [4]. Таким образом, ущерб от перерывов в электроснабжении сопоставим для некоторых предприятий со стоимостью строительства электростанций для собственных нужд.

В этих условиях альтернативой служит производство электроэнергии непосредственно в местах потребления, что позволяет исключить необходимость сетевой инфраструктуры и связанные с этим высокие затраты на подключение и эксплуатацию крупных систем централизованного энергоснабжения. В качестве энергоносителя в районах интенсивной нефтедобычи целесообразно использовать попутный нефтяной газ. Ежегодная добыча попутного нефтяного газа в России по различным оценкам составляет 30-60 млрд м³. При этом на газоперерабатывающие заводы поступает только 11-12 млрд м³ [1,2], остальная часть углеводородного топлива сжигается в факелах, либо списывается на технологические потери.

Следовательно, значительный практический и научный интерес представляет разработка надежных систем электроснабжения с использованием установок, работающих на попутном нефтяном газе.

Структура электроснабжения объекта нефтедобычи (рис.1) включает нагрузку,

представленную в виде погружных двигателей, трансформатор, аккумуляторную батарею, преобразователь частоты, микротурбинную установку, состоящую из синхронного генератора, компрессора, турбины и камеры сгорания. В такой системе используется две аккумуляторные батареи: одна – для работы в установившемся режиме, другая непосредственно для запуска и разгона электропривода до полуминимальной частоты вращения.

Так как в схеме использован высокочастотный синхронный генератор, выполненный на постоянных магнитах, то она не может обеспечить потребителей электроэнергией с параметрами, удовлетворяющими ГОСТ 13109-97, из-за отклонений частоты и нестабильности амплитуды выходного напряжения.

Внедрение в структуру преобразователя частоты с промежуточным звеном постоянного тока обеспечивает выпрямление переменного напряжения синхронного генератора с помощью активного выпрямителя, его фильтрацию LC-фильтром и регулирование частоты автономным инвертором и согласование напряжений генератора и нагрузки (рис.2). В состав преобразователя частоты входят: выпрямитель, токоограничивающий дроссель, накопительная емкость и автономный инвертор.

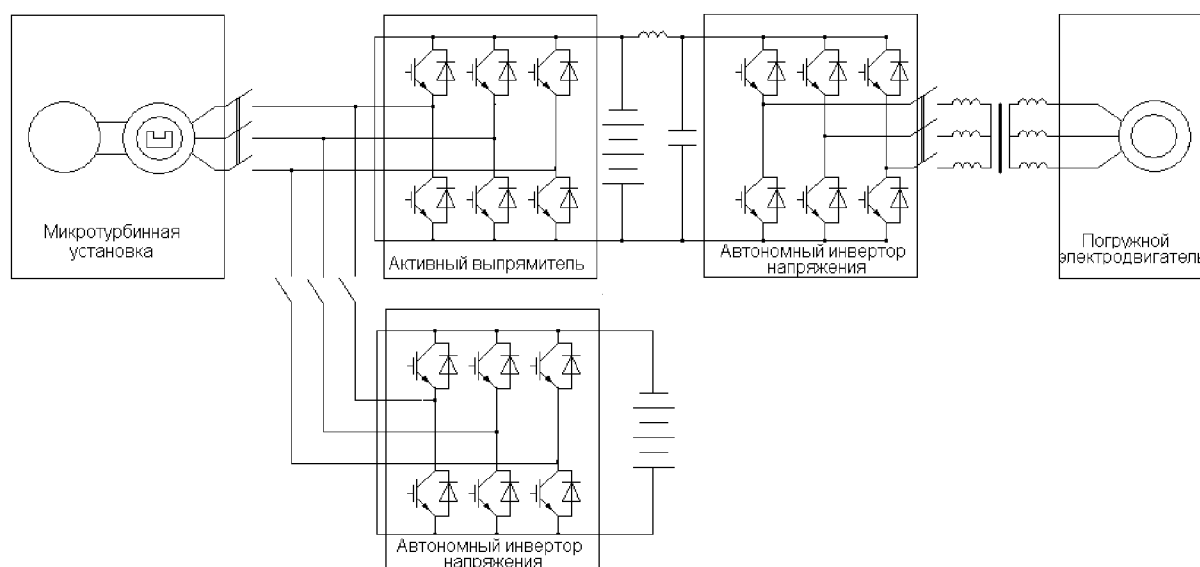


Рис.1. Структурная схема синхронного генератора с преобразователем частоты и аккумуляторными батареями

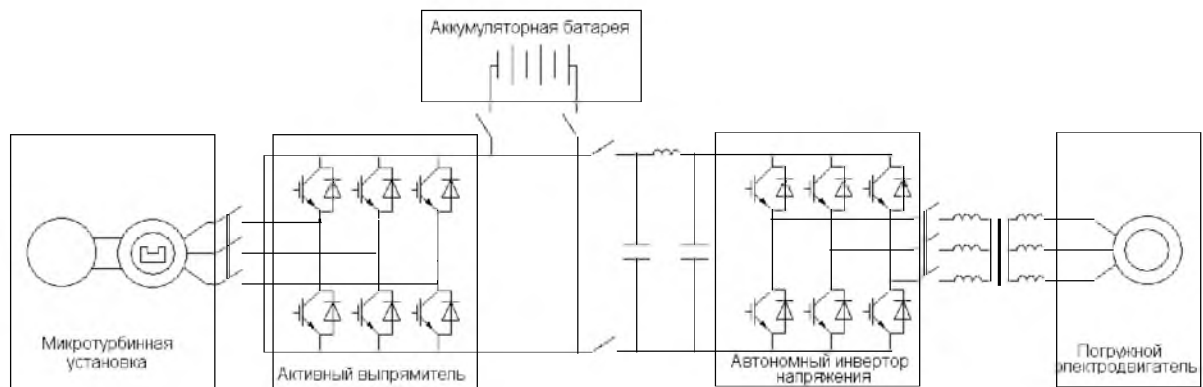


Рис.2. Структурная схема синхронного генератора с преобразователем частоты, аккумуляторной батареей и асинхронным двигателем

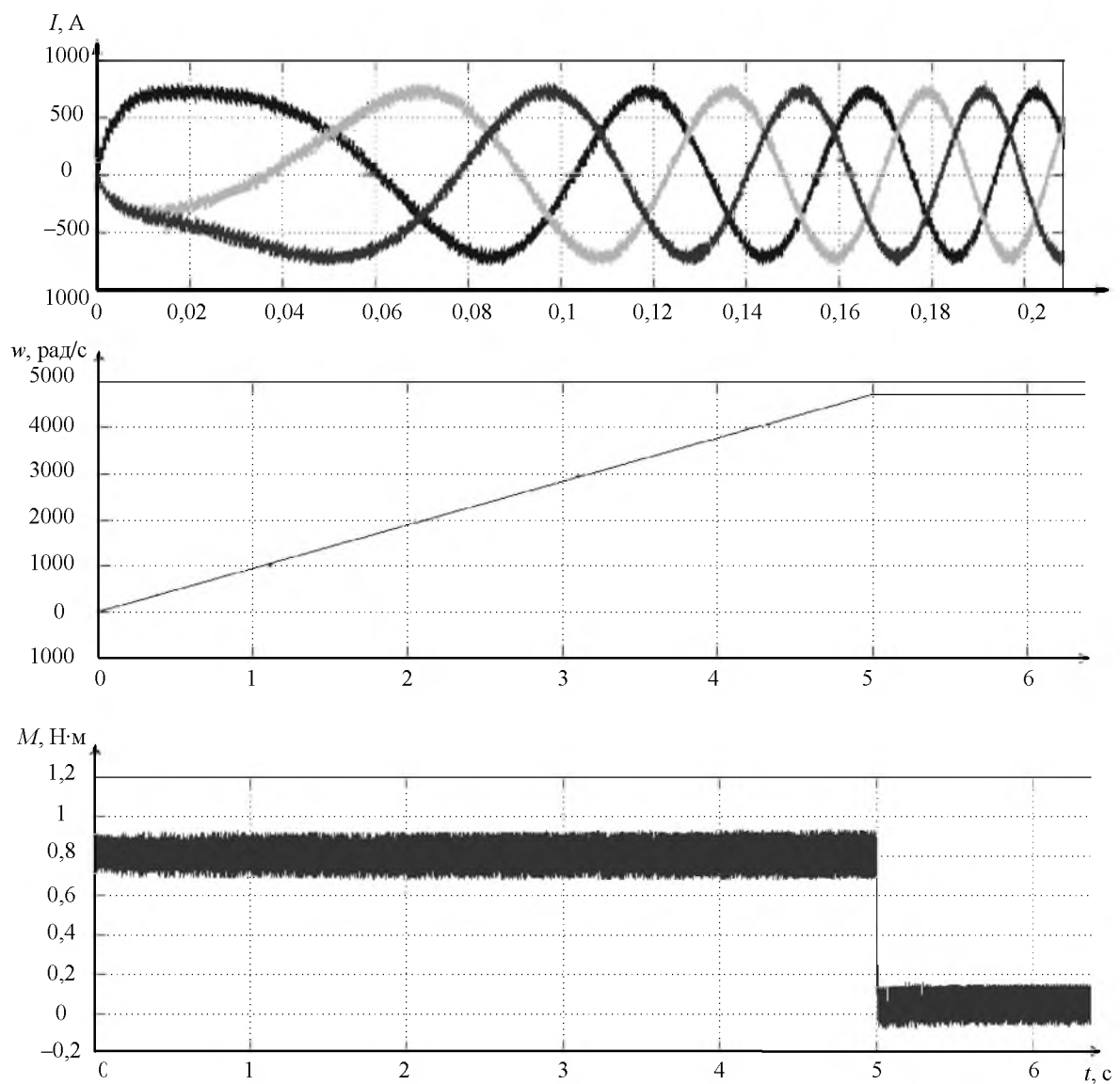


Рис.3. Осциллограмма пуска синхронного генератора
 ω – угловая скорость электродвигателя; M – электромагнитный момент

Недостатком двойного преобразования является снижение КПД и сложность конструкции, однако работа полностью управляемых вентилях, построенных на IGBT-транзисторах и диодах, позволяет применить активный выпрямитель в качестве инвертора и осуществить рекуперацию энергии к приводному электродвигателю [5].

Кроме того, активный выпрямитель поддерживает заданное напряжение и величину входного коэффициента мощности, близкую к единице, при коэффициенте гармонических составляющих тока существенно меньшем, чем у диодного выпрямителя [3].

Для повышения надежности и упрощения схемы автономного электроснабжения может быть предложено включение аккумуляторной батареи в промежуточное звено постоянного тока преобразователя частоты, что дает возможность использовать его в качестве стартера для привода синхронного электродвигателя. Батарея также служит буфером при сбросе-набросе нагрузки, т.е. является дополнительным источником тока при подключении погрузочного электродвигателя, у которого в процессе запуска возникает ток в 5-7 раз выше номинального значения. После того, как уровень тока снизится, батарея отключится от системы. Батарея может быть использована для обеспечения энергией особой группы 1-й категории электроприемников в случае провала напряжения.

Работоспособность предлагаемой локальной системы электроснабжения проверена с использованием имитационного математического моделирования, реализованного с применением программного продукта MatLab, позволяющего оценивать выходные характеристики элементов при варьировании значений параметров системы в широком диапазоне.

Математическая модель, разработанная с целью выявления количества накопленной энергии в аккумуляторной батарее, необходимого для разгона микротурбинной установки до половины номинальной частоты вращения, включает в себя: блок аккумуляторной батареи, инвертор напряжения, синхронный двигатель, блок турбины, учиты-

вающий сопротивление трения в подшипниках, и работу турбины на холостом ходу.

В момент запуска высокоскоростной синхронный генератор (мощность 65 кВт, номинальная скорость вращения 96000 мин^{-1} , работает в режиме частотно-регулируемого двигателя и необходимую энергию получает от группы последовательно соединенных аккумуляторных батарей с напряжением 320 В (рис.3). При достижении двигателем частоты вращения 45000 мин^{-1} батарея отключается от обмотки якоря, в газовую турбину подается газоздушная смесь и электропривод переходит в режим генератора.

В качестве нагрузки использован погрузочный асинхронный электродвигатель мощностью 32 кВт, разгоняющийся до заданной скорости 3000 мин^{-1} (297 рад/с) за 0,8 с, при которой электромагнитный момент достигает $107,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Применение предложенной схемы позволит обеспечить качественным, бесперебойным электроснабжением отдаленные районы нефтедобычи с применением в качестве энергоносителя попутного нефтяного газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. А газ и ныне там // Нефть и капитал. 2008. № 1-2.
2. Гайсин Р. Обременительный попутчик // Нефть России. 2008. № 11.
3. Емельянов А.П. Алгоритмы управления, моделирования и анализ высокочастотных асинхронных электроприводов / А.П.Емельянов, А.Е.Козярук // Электротехника. 2011. № 2.
4. Орлов В. Попутный газ снижает риски // Нефть России. 2008. № 11.
5. Руденко В.С. Основы преобразовательной техники / В.С.Руденко, В.И.Сенько, И.М.Чиженко. М. 1980.

REFERENCES

1. And gas and nowadays there // Oil and capital. 2008. N 1-2.
2. Gajsin R. Chargeable follower // Oil of Russia. 2008. N 11.
3. Yemelyanov A.P. Algorithm of management, modeling and the analysis highly dynamics asynchronous electric drives / A.P.Yemelyanov, A.E.Kozjaruk // Electrical engineering. 2011. N 2
4. Orlov V.P. Passing gas reduces risks // Oil of Russia. 2008. N 11.
5. Rudenko V.S. Basic of the converting technique / V.S.Rudenko, V.I.Senko, I.M.Chizhenko. Moscow, 1980.