

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт нефти и газа им. М. С. Гуцериева
Совет молодых специалистов АО «Белкамнефть» им. А. А. Волкова
UdSU SPE STUDENT CHAPTER

СБОРНИК ТЕЗИСОВ XII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

15 апреля 2022 г.

СБОРНИК ТЕЗИСОВ КОНФЕРЕНЦИИ



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
БелкамНефть
ИМЕНИ А.А. ВОЛКОВА



Институт нефти и газа
им. М.С. Гуцериева
ФГБОУ ВО «УдГУ»



Udmurt State University
SPE Student Chapter

Ижевск
2022

УДК 622.276(063)

ББК 33.36я431

C232

Составители: В.Г. Миронычев, С.Б. Колесова.

C232 Сборник тезисов XII Международной научно-практической конференции, 15 апреля 2022 г. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2022. – 364 с.

ISBN 978-5-4344-0973-5

В сборнике опубликованы материалы XII Международной научно-практической конференции. Конференция проведена компанией АО «Белкамнефть» им. А. А. Волкова совместно с Институтом нефти и газа им. М. С. Гуцериева ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» и студенческой секцией UdSU SPE Student Chapter 15 апреля 2022 года для специалистов, бакалавров, магистрантов, аспирантов высших учебных заведений и сотрудников нефтегазодобывающих компаний.

Сборник включает научные работы о современных исследованиях в области геологии и разработки нефтяных месторождений, методов увеличения нефтеотдачи пластов, техники и технологии строительства и ремонта скважин, компьютерных технологий в добыче нефти и газа, а также проблемах экономики нефтяной промышленности. Книга предназначена для специалистов научно-исследовательских институтов, нефтедобывающих предприятий, преподавателей и студентов высших учебных заведений специальностей нефтяной и газовой промышленности.

УДК 622.276(063)

ББК 33.36я431

ISBN 978-5-4344-0973-5

© АО «Белкамнефть» им. А. А. Волкова, 2022

© Институт нефти и газа им. М. С. Гуцериева, 2022

© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2022

© Авторы статей, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

ЭКОНОМИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Термический метод рекультивации земель загрязненных нефтью и нефтепродуктами <i>Ахмадиин Л. И., Вахрушева Н. Д., Поспелова И. Г., Кузьмин В. Н.</i>	11
Информационная модель интеллектуального электронного устройства и протокол GOOSE <i>Бессольцев В. С., Хорьков С. А.</i>	17
Цифровая подстанция: структура, протоколы, архитектура <i>Бессольцев В. С., Хорьков С. А.</i>	23
Модернизация систем управления передвижных газотурбинных электростанций <i>Бизяев А. Д., Хорьков С. А.</i>	28
Проблемы разработки нефтяных месторождений высоковязких нефтей в России <i>Боровых Е. А., Мальшиев А. А., Боткин И. О.</i>	35
Возможность использования микроскопических грибов при восстановлении нефтезагрязненных земель <i>Исупова А. А., Малых В. Е.</i>	39
Автоматизированная система для предупреждения пересечений стволов скважин <i>Костин В. В., Овезов Б. А., Машкова А. М.</i>	45
Анализ и управление параметрами прочности, ресурса и рисками безопасной эксплуатации опасных производственных объектов <i>Курасов О. А.</i>	50
Проблемы обоснования надежности и безопасности при эксплуатации газопроводов <i>Курасов О. А.</i>	53

Моделирование многозабойной скважины с полным вскрытием пласта по вертикальной траектории <i>Майков Д. Н., Борхович С. Ю.</i>	56
Специальный стол для осмотра керна <i>Малых В. Е., Миронычев В. Г., Крюков Д. С.</i>	60
Методы и борьба с отложениями АСПО <i>Мальшев А. А., Боткин И. О.</i>	65
Нефтегазовая промышленность Нигерии: менеджмент неконтролируемых эмиссий <i>Около П. Ч.</i>	71
Организация АСУ ТП с использованием вч-каналов связи <i>Рассохина А. К., Хорьков С. А.</i>	74
Повышение энергоэффективности магистрального транспорта газа за счёт совершенствования систем повышения и редукации давления газа <i>Рудник Р. С.</i>	79
Применение беспилотных летательных аппаратов при проверке трубопроводов <i>Сергеев К. О.</i>	83
Исследование влияния дисперсного армирования на эксплуатационные свойства гипсовой матрицы <i>Тарбеев Г. К., Одинцова М. Р., Петрунин С. М.</i>	86
Автоматизация процесса одоризации ГРС-3 <i>Чаньшев А. Э., Ванчурина А. Н.</i>	90
Автоматизация процесса заправки нефтевозов товарной нефтью на установке подготовки нефти <i>Чирва М. С., Поспелова И. Г., Кузьмин В. Н., Габдрахманов Р. Р.</i>	95
Опытно-промысловые испытания поглотителей сероводорода и меркаптанов на ПСП "Белкамнефть" <i>Низамова Г. Р., Чучалина П. И., Красноперова С. А.</i>	99

Аппроксимация множества результатов определения нормированных относительных фазовых проницаемостей с помощью надстройки «поиск решения» в Microsoft Excel <i>Ширяев Н. В.</i>	104
--	-----

СЕКЦИЯ 2
ГЕОЛОГИЯ И БУРЕНИЕ
В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

Повышение качества крепления скважин <i>Абаед М. Г., Аль-хулайфави М. Т., Колесова С. Б., Никитина О. В., Кузьмин В. Н.</i>	110
Усовершенствование технологии заканчивания скважин <i>Абаед М. Г., Кузьмин В. Н., Колесова С. Б., Ал-обаиди С. С.</i>	116
Моторизованная роторно управляемая система <i>Аль Саиди А. А., Аль-Задаиви Х. Ф., Колесова С. Б., Кузьмин В. Н.</i>	122
Повышение эффективности очистки бурового раствора <i>Алмусави Х. А., Миловзоров А. Г., Кузьмин В. Н.</i>	126
Состояние переходных зон нефть – вода, нефть – газ, вода – газ <i>Антропов С. А., Епифанов Ю. Г.</i>	135
Усовершенствование технологии изоляции зон поглощения бурового раствора профильным перекрывателем <i>Ахлгребави Р., Алрайхан А. В., Макаров С. С., Кузьмин В. Н.</i>	138
Синтезирование каротажных кривых в межскважинном пространстве <i>Ашкар Г. Х., Гулишов Д. С.</i>	144
Синтезирование и восстановление каротажных кривых внутри скважин <i>Ашкар Г. Х., Гулишов Д. С.</i>	150
Экспериментальное исследование по применению ионной и полимерной жидкости в качестве ингибитора для глинистых пород <i>Даси Э., Ал-Шаргаби М.</i>	156

Зависимость поверхностного натяжения пластовых жидкостей от давления и температуры <i>Зайцева А. И., Епифанов Ю. Г.</i>	164
Выявление и картирование дизъюнктивных дислокаций комплексом геофизических методов <i>Коновалов Н. П., Истомина Н. Г.</i>	170
Применение оптических преобразователей для газоанализаторов при бурении скважин <i>Косенков А. Д., Соловьев Н. В., Щербакова К. О., Овезов Б. А.</i>	175
Остаточная водонасыщенность и ее роль при разработке и добыче углеводородов <i>Лаптева М. В., Епифанов Ю. Г.</i>	181
Радиальное бурение, как альтернативный метод вскрытия продуктивных пластов на месторождениях Удмуртской Республики <i>Мингазов А. И., Кузьмин В. Н.</i>	184
Критерии отбраковки проб нефти и газа <i>Миropyчев В. Г., Кузовлев С. С.</i>	189
Глубокая щадящая перфорация скважин <i>Мохаммед М. К., Галикеев И. А., Кузьмин В. Н.</i>	193
Пеногасители для буровых промывочных жидкостей <i>Мохаммед М. К., Кузьмин В. Н., Трефилова Т. В., Барданова О. Н.</i>	198
Ингибиторы сланцевых глин и наночастицы для улучшения свойств буровых растворов <i>Мохаммед М. К., Кузьмин В. Н., Ал-обаиди С. С.</i>	204
Особенности нефтеносности визейских отложений в пределах Удмуртского Прикамья <i>Перевоицкова К. А., Уралова Л. Р.</i>	211
Теоретические аспекты работы вибросит, с практической реализацией при очистке буровых промывочных жидкостей <i>Петрова Р. С., Трефилова Т. В., Кузьмин В. Н.</i>	217

Проблемы поиска сложнопостроенных ловушек на территории Удмуртской Республики <i>Уланова А. А., Истомина Н. Г.</i>	223
Нанотехнологии в системах буровых растворов <i>Хади И. К., Кузьмин В. Н.</i>	228
Этапы развития технологии бурения нефтяных и газовых скважин (ретроспектива и современное состояние) <i>Юхнин И. С., Боткин И. О.</i>	233

СЕКЦИЯ 3

РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Прогноз добычи нефти с использованием методов машинного обучения <i>Амагада П. У., Икпаби П. Б., Ифенайке А. О.</i>	239
Повышение эффективности тепловой обработки нефти при ее подготовке <i>Байкова Е. А., Миловзоров А. Г., Малых В. А., Борисова Е. М.</i>	242
Анализ эффективности применения тепловых методов на примере Гремихинского месторождения <i>Боровых Е. А., Боткин И. О.</i>	248
Причины неэффективности форсированного способа отбора жидкости из скважин с влиянием газа <i>Бусыгин А. О., Борхович С. Ю.</i>	254
Проблемы разработки нефтяных месторождений на поздней стадии и пути их решения <i>Бусыгин А. О., Борхович С. Ю.</i>	263
Опыт применения гидравлического разрыва пласта на месторождении ООО «Лукойл-Пермь» <i>Горбунова Н. В., Борхович С. Ю.</i>	268
Нанотехнология как метод увеличения нефтеотдачи <i>Даси Э., Ал-Шаргаби М.</i>	274

Изучение совместимости кислотных составов с пластовой нефтью <i>Дмитриев А. П., Миронычев В. Г., Милютинский И. Л., Игумнов И. А.</i>	282
Необходимость сохранения гидрофильности пород при разработке месторождений на территории Удмуртской Республики <i>Епифанов Ю. Г., Дьяконов К. А., Самсонова Д. И.</i>	285
Эффективность применения технологий направленных кислотных обработок на примере месторождений Удмуртии <i>Иванова Е. М., Борхович С. Ю.</i>	291
Эффективность применения многостадийного гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах <i>Кокшин Д. В., Борхович С. Ю.</i>	297
Оценка эффективности МУН <i>Крюков Д. С., Миронычев В. Г., Кузовлев С. С.</i>	307
Анализ методов обработки кривых восстановления давления при гидродинамических исследованиях скважин на примере месторождения Пермского края <i>Куданов Е. А.</i>	313
Оценка эффективности применения ремонтно-изоляционных работ на примере месторождения Пермского края <i>Куданов Е. А.</i>	316
Применение технологии МГРП Texas Two Step для увеличения добычи нефти на Чутырско-Киенгопском месторождении Удмуртии <i>Лихачева О. В., Кашин Г. Ю., Дубовцев А. В.</i>	318
Определение причин опережающей обводненности визейского объекта Ельниковского месторождения <i>Лукин А. С., Борхович С. Ю.</i>	321
Анализ основных причин снижения эффективности гидроразрыва пласта на примере месторождений Удмуртской Республики <i>Некрасов Г. Ю., Борхович С. Ю.</i>	336
Гидроразрыв пласта для повышения нефтеотдачи <i>Петина В. А., Соловьев Н. В., Щербакова К. О., Овезов Б. А.</i>	342

Эффективность повышения нефтеотдачи пласта методом закачки сшитых полимерных систем <i>Ренёва О. В., Борхович С. Ю.</i>	347
Совершенствование системы разработки подгазовых залежей за счёт применения пенных систем <i>Шатунова К. К., Борхович С. Ю.</i>	352
Анализ и перспективы методов увлечения нефтеотдачи с использованием углекислого газа <i>Шахвердиев Э. А., Денисов А. В., Мажренова Т. Т.</i>	358

УДК 623.6

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДВИЖНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

А. Д. Бизяев, студент 2 курса магистратуры, ar.bizyaev.1999@gmail.com
Институт нефти и газа им. М.С. Гучериева УдГУ
Адрес: 426034, Удмуртская республика, Ижевск, ул. Университетская, 1,
корп. VII, ауд. 217

С. А. Хорьков, доцент каф. ТЭ, horkov_07@mail.ru
Институт нефти и газа им. М.С. Гучериева УдГУ
Адрес: 426034, Удмуртская республика, Ижевск, ул. Университетская, 1,
корп. VII, ауд. 217

Аннотация. В качестве источников автономного электроснабжения нефтяных, газовых и нефтегазоконденсатных месторождений давно и широко применяют передвижные автоматизированные электростанции ПАЭС-2500 на базе газотурбинного двигателя АИ-20. При электроснабжении месторождений от стационарных сетей 10 (6) кВ их применяют в качестве резервных источников электроэнергии. Поскольку парк таких электростанций характеризуется значительной наработкой, то с целью улучшения эксплуатационных характеристик газотурбинного источника электрической энергии требуется модернизировать морально устаревшие и выработавшие свой ресурс системы управления этих станций. Модернизация систем управления ПАЭС-2500 направлена на управление возбуждением генераторов, синхронизацию станций при включении их на параллельную работу, оцифровку аналоговых сигналов датчиков, установленных на двигателе, управление нагрузкой станции и заключается в установке трех микроконтроллеров. Модернизация позволяет повысить эксплуатационные характеристики ПАЭС-2500.

Ключевые слова: Передвижная автоматизированная электростанция, модернизация, система управления.

В процессе разведки и подготовки, для последующего освоения, месторождений нефти или газа, их обеспечение электроэнергией осуществляют за счёт применения мобильных дизельных электростанций на жидком топливе. Однако, очень часто мощностей этих электростанций уже недостаточно. Поэтому, для ввода в эксплуатацию электрического оборудования месторождений необходимо электроснабжение от сетей 6(10) кВ. Из-за большой удалённости месторождений из-за сложного рельефа местности и климатических условий провести сети 6(10) кВ от единой энергосистемы не всегда представляется возможным.

В таких условиях, на практике прибегают к использованию передвижных автоматизированных электростанций на базе газотурбинных двигателей. В зависимости от условий промысла используют двигатели на природном или попутном газе. На практике, чаще всего применяют передвижные автоматизированные электростанции ПАЭС-2500 на базе газотурбинного двигателя АИ-20. Эта установка не нова, её производство началось ещё в 70-х годах прошлого века и продолжается по сегодняшний день. Однако, по сравнению с изначальным вариантом, современные станции претерпели массу изменений. Но при всех достоинствах современных ПАЭС-2500, от использования станций, произведённых ещё в СССР, не отказываются. Основной причиной можно назвать экономическую целесообразность, поскольку разница в цене между «старой» и «новой» версией станции весьма существенна. Однако, эксплуатацию старых станций производят с некоторыми особенностями. В силу возраста и особенностей системы управления, нагрузку на станцию редко поддерживают на номинальном уровне в 2,5 МВт. Для увеличения ресурса её снижают до 70% от номинальной мощности. Для обеспечения нужд электроприемников, суммарная нагрузка которых выходит за рамки мощности одной станции, несколько ПАЭС-2500 объединяют в одну сеть. Для непрерывного обеспечения потребителей и для рационального использования ресурса каждой из станций необходимо равномерно распределять нагрузку между станциями одного куста.

Количество станций для автономной сети определяют по соотношению:

$$N+1,$$

где N – количество станций, покрывающих максимальную нагрузку.

«Плюс одну станцию» необходимо иметь для проведения технического обслуживания любой из всех работающих станций, кроме того, эта дополнительная станция является резервным источником энергии.

Для организации автономной сети, на параллельную работу обычно включают от 12 до 16 электростанций. При эксплуатации таких сетей, возникают проблемы, связанные с использованием оборудования, не отвечающего современным запросам цифровизации в энергетике [1].

Основные узлы и агрегаты немодернизированной ПАЭС-2500 изображены на рисунке 1. Основное оборудование станции включает двигатель АИ-20, генератор СГС-14, и электромашинный возбудитель.

Колонка синхронизации включает синхроскоп, два вольтметра и два частотомера. Один вольтметр и один частотомер контролирует напряжение и частоту генератора, а другие два прибора –, соответственно, – сети.

Подачу газа в двигатель АИ-20 осуществляет регулятор подачи газа, который имеет ручную корректировку.

На пульте местного управления станции установлены аналоговые приборы, не позволяющие архивировать текущие данные.

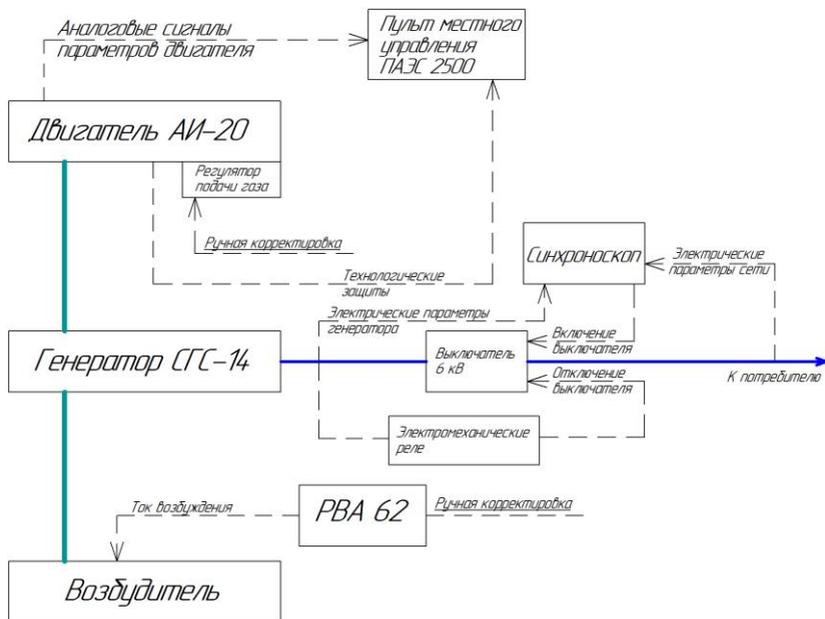


Рис. 1. Структура немодернизированной ПАЭС-2500

Управление возбуждением генератора СГС-14 осуществляют вручную изменением сопротивления реостата регулятора возбуждения (РВА 62), включенного в цепь обмотки возбуждения возбудителя. При этом ошибочные действия персонала могут привести к аварийным ситуациям.

При параллельной работе нескольких станций, одновременно выставить оптимальное значение тока возбуждения, крайне сложно. Так же, ухудшается качество электроэнергии, поскольку при ручном регулировании не представляется возможным оперативно реагировать на резкие набросы и сбросы нагрузки, которые вызывает буровая установка.

Кроме управления возбуждением, оперативный персонал так же «вручную» должен регулировать нагрузку на каждой из станций. Это осуществляют воздействием на электропривод задвижки регулятора подачи газа в двигатель АИ-20. При параллельной работе нескольких станций не представляется возможным равномерно распределить нагрузку между станциями.

Синхронизацию выполняют с помощью примитивных синхроскопов, что затрудняет организацию правильного включения генератора на параллельную работу с генераторами уже работающих станций.

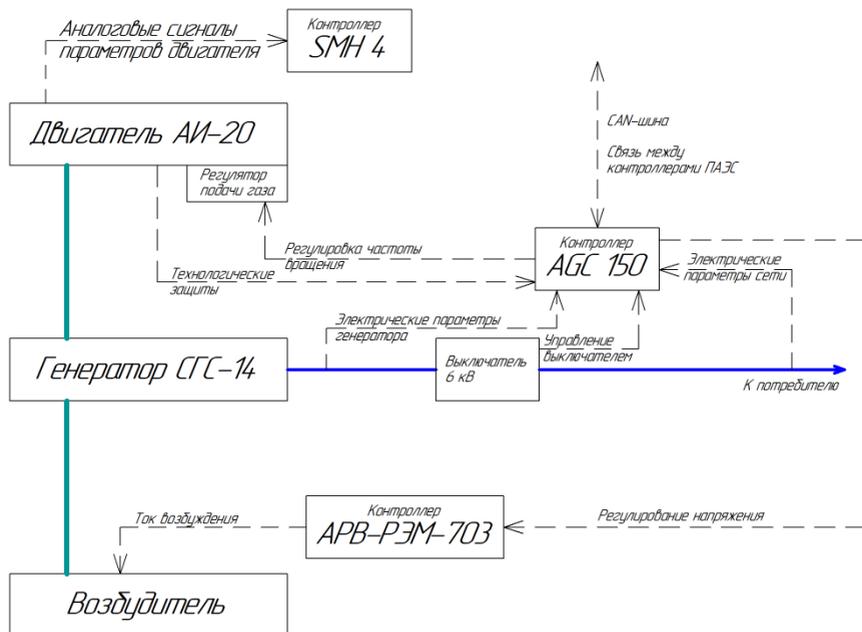


Рис. 2. Структура модернизированной ПАЭС 2500

Немодернизированные станции не отвечают современным требованиям оперативного отображения и архивирования параметров всей установки и её генератора. Удаленный контроль текущих параметров станции от аналоговых приборов осуществить невозможно. Параметры станции отслеживает оперативный персонал, путём обхода и записи данных в журнал.

Станции с модернизированными системами управления не имеют недостатков, которые присущи станциям со старыми системами управления [2]. Структура модернизированной ПАЭС-2500 представлена на рисунке 2.

Основное оборудование станции осталось прежним. Модернизация заключается в установке контроллеров AGC 150, АРВ-РЭМ-703, SMH 4 с минимальными изменениями в штатные схемы «старых» ПАЭС-2500. Подключение контроллеров осуществляют в соответствии с логикой управления станцией и возможностями контроллеров.

Контроллер AGC 150 оснащен функциями для защиты и управления генераторными агрегатами, сетевыми вводами и секционными выключателями. Контроллер применяют для управления одиночным генераторным агрегатом и для комплексной автоматизации электростанций, состоящих из генераторов, сетевых вводов и секционных выключателей. Контроллер AGC 150

имеет современный жидкокристаллический дисплей для четкой индикации измеряемых параметров в тяжелых погодных условиях: низкие/высокие температуры, солнечный свет и т.д.

Современный быстродействующий микропроцессорный регулятор возбуждения АРВ-РЭМ703, включает в себя системный стабилизатор. Он представляет собой модификацию АРВ-РЭМ700, предназначенную для использования в составе статических тиристорных систем возбуждения для синхронных высоковольтных двигателей. Регулятор возбуждения АРВ-РЭМ703 осуществляет регулирование по PID закону и совместно с системой возбуждения регулирует: напряжение статора, реактивную мощность, коэффициент мощности, ток возбуждения; обеспечивает управление системой возбуждения и защитой системы возбуждения.

Программируемый логический контроллер SMH4 предназначен для автоматизации инженерных систем зданий и технологических процессов в промышленности. Также SMH4 применяют в роли головного устройства в системах диспетчеризации и контроля.

Управление станцией осуществляет контроллер AGC 150, который отвечает за распределение нагрузки между станциями, синхронизацию отдельных станций с сетью. Этот же контроллер координирует работу других контроллеров системы управления одной станции. Связь между контроллерами различных станций осуществляют по CAN шине. Кроме этого, в контроллере AGC 150 реализованы функции релейных защит генератора СГС-14: дифференциальная защита, токовая отсечка, защита от несимметричных перегрузок и ряд других. При этом штатные электромеханические реле старых защит просто демонтируют.

Контроллер AGC 150 имеет связь с пультом управления оперативного персонала. Оперативный персонал имеет возможность удаленно производить включение станции, управлять величиной напряжения и активной нагрузки на каждой станции.

Автоматическое управление возбуждением осуществляет контроллер АРВ-РЭМ-703. Регулировку напряжения осуществляют путём подачи команд от AGC150 к АРВ-РЭМ-703. Регулировку возбуждения производят изменением тока возбуждения возбудителя.

Контроллер SMH 4 осуществляет оцифровку аналоговых сигналов датчиков, установленных на двигателе, и передает их на пульт управления оперативного персонала. Кроме параметров двигателя, на центральный пульт управления выводят электрические параметры каждой станции и общей сети. Все контролируемые параметры отображают в реальном времени и архивируют [3].

Модернизация систем управления ПАЭС-2500 позволяет обеспечить автоматическое управление возбуждением генераторов, автоматическую

синхронизацию станций при включении их на параллельную работу, оцифровку аналоговых сигналов датчиков, установленных на двигателе, управление нагрузкой отдельной станции и заключается в установке трех микроконтроллеров AGC 150, АРВ-РЭМ-703, SMH 4. Модернизация позволяет повысить эксплуатационные характеристики ПАЭС-2500. Такой подход к модернизации отвечает современным требованиям к цифровизации сложных систем в электроэнергетике. Так же, этот подход реализует компромисс между приобретением современных дорогих станций и использованием уже имеющихся станций, выпущенных ещё в 70-х годах прошлого века.

Список использованной литературы

1. Ф.В. Веселов, В.В. Дорофеев. Интеллектуальная энергосистема России как новый этап развития электроэнергетики в условиях цифровой экономики // Энергетическая политика. 2018. № 5. С. 50.
2. В.А. Богуслаев. Энергетическое машиностроение нового поколения // Neftegaz.RU. 2017. № 9. С. 66.
3. С. В. Сальников, Р. А. Седов. Модернизация системы управления газотурбинной электростанции ПАЭС-2500 // Газотурбинные технологии. 2015. № 129. С. 6.

MODERNIZATION OF MOBILE CONTROL SYSTEMS GAS TURBINE POWER PLANTS

A. B. Bizyaev, 2nd year master's student, ar.bizyaev.1999@gmail.com
Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutseriev, UdSU
426034, Udmurt Republic, Izhevsk, University Str., 1, Corporation VII, Aud. 217
S. A. Khorkov, Associate Professor of TAE, horkov_07@mail.ru
426034, Udmurt Republic, Izhevsk, University Str., 1, Corporation VII, Aud. 217
Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutseriev, UdSU

Abstract. Mobile automated power plants PAES-2500 based on the AI-20 gas turbine engine have long been widely used as sources of autonomous power supply to oil, gas and oil and gas condensate fields. When fields are supplied with electricity from stationary networks of 10 (6) kV, they are used as backup sources of electricity. Since the fleet of such power plants is characterized by significant operating time, in order to improve the operational characteristics of a gas turbine power source, it is necessary to modernize the obsolete and out-of-service control systems of these stations. The modernization of the PAES-2500 control systems is aimed at controlling the excitation of generators, synchronizing stations when they are switched on for parallel operation, digitizing analog signals of sensors installed

on the engine, controlling the loading of the station and consists in installing three microcontrollers. Modernization makes it possible to increase the operational characteristics of the PAES-2500.

Keywords: Mobile automated power plant, modernization, control system

References

1. F.V. Veselov, V.V. Dorofeev. The smart energy system of Russia as a new stage in the development of the electric power industry in the conditions of digital economics//Energy policy. 2018. № 5. Page 50.
2. V.A. Boguslaev. Next Generation Power Engineering//Neftegaz.RU. 2017. № 9. Page 66.
3. S. V. Salnikov, R. A. Sedov. Modernization of the control system of the gas-gas turbine power plant PAES-2500//Gas turbine technologies. 2015. № 129. Page 6.