УДК 621.398

Д.А.УСТИНОВ, *канд. техн. наук, доцент, bescheiden@rambler.ru*
А.В.ТУРЫШЕВА, *аспирантка, anna_turysheva_21@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*
Saint Petersburg State Mining University

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

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 путем реализации автоматического секционирования воздушных линий электропередачи на основе децентрализованного алгоритма работы многофункциональных автоматических пунктов секционирования.

***Ключевые слова*:** электроснабжение, попутный нефтяной газ, микротурбинная установка, автоматический пункт секционирования.

SUBSTANTIATION STUDY ABOUT THE RATIONAL CIRCUIT OF POWER SUPPLYOF MACHINES AND COMPLEXES OF THE OIL AND GAS PRODUCING ENTERPRISES

The problems of power supply of the distal oil and gas producing enterprises are considered. Application of local system of electro-power supply with using passing oil gas is based. The analysis of system of electro-power supply in operation is executed and recommendations on its perfection are given by realization of automatic sectioning overhead power line on a basis decentralized algorithm of work of multipurpose automatic slice post.

***Key words*:** power supply, passing oil gas, microturbine installation, automatic slice post.

В настоящее время специфика электроснабжения машин и комплексов нефтегазодобывающих предприятий (НГДП) определяется следующими факторами: все большим удалением источника питания от центра электрических нагрузок; ухудшением горно-технических условий, требующих все больших удельных энергозатрат на добычу полезных ископаемых; тенденцией роста единичных мощностей добычных и перерабатывающих комплексов; соизмеримостью мощности установок с мощностью трансформаторной подстанции [5]. Большая протяженность низко- и высоковольтных сетей, территориальная рассредоточенность потребителей электроэнергии, неравномерность графиков электрических нагрузок потребителей (что обусловлено самой технологией и организацией работ) являются основными преградами на пути повышения надежности и экономичности электроснабжения. Одним из способов повышения надежности и экономичности электроснабжения является максимальное приближение центров электрических нагрузок к электромеханическим комплексам НГДП, а также

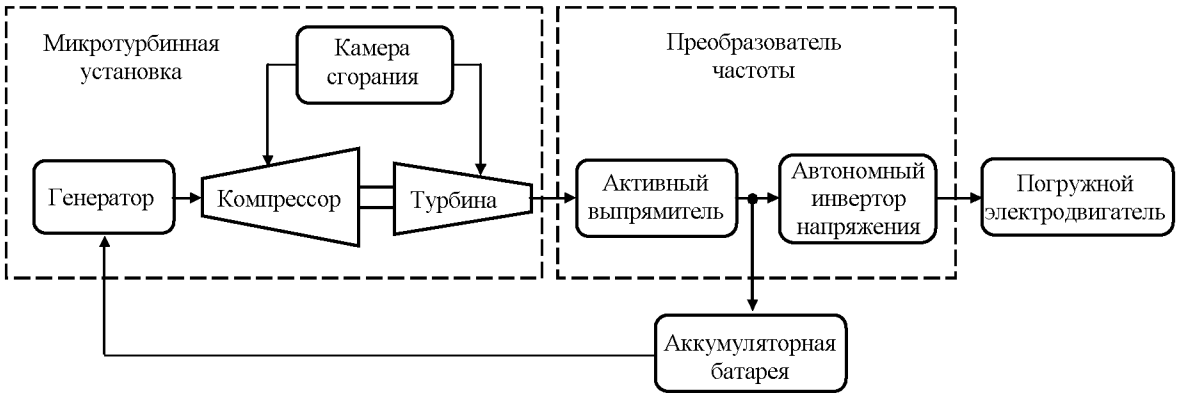


Рис.1. Структурная схема электроснабжения на основе энергоносителя в виде попутного нефтяного газа

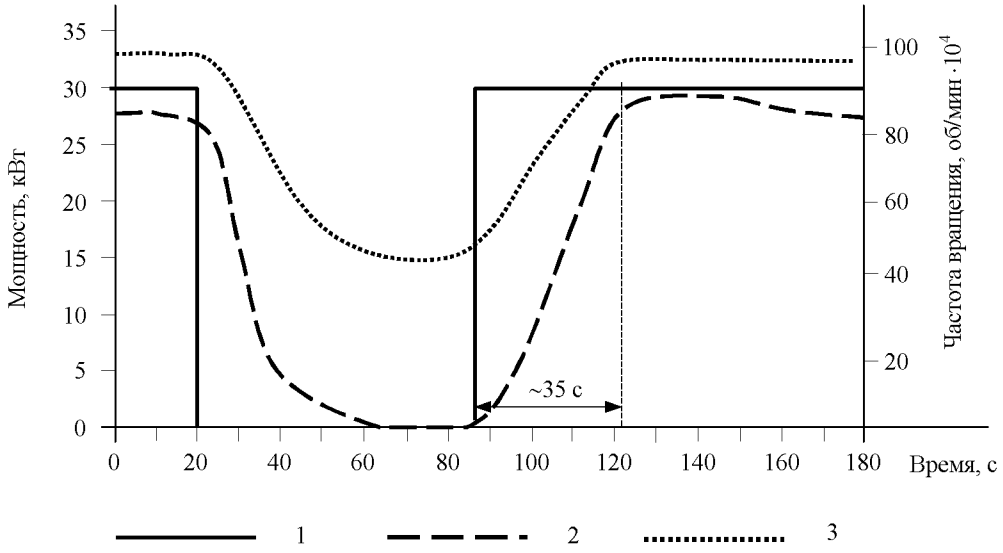


Рис.2. Осциллограмма изменения частоты вращения и мощности турбины при сбросе/набросе номинальной нагрузки (электроагрегат С30)

1 – электрическая нагрузка; 2 – мощность, развиваемая турбиной; 3 – частота вращения турбины

принятием мер по реконструкции электросетей. В качестве энергоносителя в районах интенсивной нефтедобычи целесообразно использование попутного нефтяного газа (ПНГ), утилизация которого является одной из актуальных проблем нефтедобывающей отрасли при разработке месторождений в отдаленных районах. Ежегодная добыча попутного нефтяного газа в России по различным оценкам составляет 30-60 млрд м^3. При этом на газоперерабатывающие заводы поступает только 11-12 млрд м^3 [1,2], остальная часть углеводородного топлива сжигается в факелах, либо списывается на технологические потери.

Установка, работающая на попутном нефтяном газе, включает в себя следующие основные блоки: турбинную установку, состоящую из синхронного генератора, компрессора, турбины и камеры сгорания; трансформатора; аккумуляторных батарей (АБ); преобразователя частоты и нагрузки (рис.1).

Мощностной ряд электроагрегатов (производимых или находящихся в стадии испытаний): 30, 50, 60, 70, 75, 80, 100, 200, 250, 300, 375, 400 кВт. При этом в режиме параллельной работы могут быть включены до 100 установок. Таким образом, мощность автономных источников, работающих на попутном нефтяном газе, может составлять

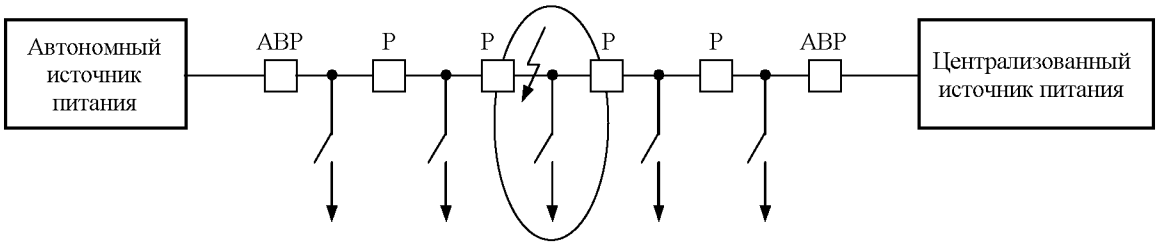


Рис.3. Децентрализованное управление аварийным режимом работы сети
Р – АПС; АВР – АПС в качестве автоматического ввода резервного питания

3-40 МВт. В основном используются синхронные генераторы. Однако не исключена возможность применения и асинхронных генераторов [6].

В отличие от газопоршневых и дизельных агрегатов установки, работающие на попутном нефтяном газе, способны надежно работать при 100 %-ном набросе нагрузки, хотя при этом время перехода турбодвигателя на новый режим работы может составлять 30-50 с. На рис.2 приведены кривые изменения частоты вращения и развиваемой мощности микротурбоагрегата С30 (Capstone) при сбросе/набросе нагрузки 100 % (режим работы автономный).

При рассмотрении диаграммы видно, что при набросе нагрузки турбодвигатель выходит на номинальный режим (~30 кВт) примерно через 35 с. Очевидно, что в течение этого времени полное обеспечение нагрузки электроэнергией возможно только при работе электрогенератора совместно с аккумуляторной батареей. Это обстоятельство требует применения АБ повышенной емкости. При параллельной работе электрогенератора с другими установками или с сетью можно использовать АБ меньшей емкости, достаточной только для запуска турбины. Необходимо отметить, что при параллельной работе с сетью запуск возможен и без АБ – за счет электроэнергии сети.

Из-за протяженных (3-30 км) распределительных линий на 6 (10) кВ на НГДП с территориально рассредоточенными потребителями электроэнергии происходит основное количество отказов СЭС. Частота отказов воздушной линии длиной 6 км на данное напряжение в среднем составляет 1,5 год$^{-1}$, а кабельной линии – 0,6 год$^{-1}$ [4].

Известны несколько путей обеспечения требуемой надежности и экономичности систем электроснабжения НГДП: уменьшение приведенной длины линий, обоснованность выбора количества и мест расположения трансформаторных подстанций на напряжение 6-10 кВ, выбор повышенного рационального напряжения, резервирование элементов системы электроснабжения, использование АВР, повышение качества проектных и монтажных работ. Наиболее эффективным способом повышения надежности электроснабжения в воздушных распределительных сетях является реализация автоматического секционирования воздушных линий электропередачи (рис.3) на основе децентрализованного алгоритма работы многофункциональных автоматических пунктов секционирования (АПС) [3]. Каждый отдельный секционирующий аппарат является интеллектуальным устройством, которое анализирует режимы работы электрической сети и автоматически производит ее реконфигурацию в аварийных режимах, т.е. локализацию места повреждения и восстановление электроснабжения потребителей неповрежденных участков сети.

Наличие телемеханики в этом случае не влияет на выполнение основных функций и носит вспомогательный характер (оперативное управление, контроль параметров сети и т.д.), а следовательно, требования к надежности каналов связи снижаются. При телемеханике диспетчер видит конечное состояние на мнемосхеме – локализованный участок сети, все переключения и реконфигурации выполняются автоматически без его

участия. При таком подходе в задачу диспетчера входит только направление на поврежденный участок ремонтной бригады.

Преимуществом децентрализованного подхода является отсутствие роли человеческого фактора. Отключение короткого замыкания и локализация повреждения происходят автоматически. Время восстановления питания на неповрежденных участках сети сокращается до секунд, и как следствие, снижается риск ущерба потребителям электрической энергии.

Таким образом, обеспечение требуемой надежности и экономичности систем электроснабжения НГДП может быть достигнуто путем создания интеллектуальной системы электроснабжения на основе взаимодействия электрических сетей энергосистемы и сетей предприятий НГДП, обеспечивающей управление потреблением энергии в нормальных и экстремальных режимах при условии бесперебойности энергоснабжения объектов первой и особой категории НГДП и условии минимизации энергозатрат и повышения энергоэффективности.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» за 2009-2013 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. А газ и ныне там // Нефть и капитал. М., 2008. № 1-2. С.60-61.

2. *Гайсин Р.* Обременительный попутчик // Нефть России. 2008. № 11. С.76-79.

3. *Белоусенко И.В.* Управление надежностью электроснабжения объектов ЕСГ / И.В.Белоусенко, С.В.Голубев, М.Д.Дильман // Газовая промышленность. 2004. № 7. С.64-66.

4. *Меньшов Б.Г.* Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности / Б.Г.Меньшов, М.С.Ершов, А.Д.Яризов. М.: Недра, 2000. 487 с.

5. *Орлов В.П.* Попутный газ снижает риски // Нефть России. 2008. № 11. С.80-81.

6. *Пожидаев В.М.* Микрогазотурбинные электроагрегаты – новое направление в малой энергетике // Академия энергетики. 2005. № 4. С. 26-33.

REFERENCES

1. And gas and nowadays there // Oil and capital. Moscow, 2008. N 1-2. P.60-61.

2. *Gajsin R.* Chargeable follower // Oil of Russia. 2008. N 11. P.76-79.

3. *Belousenko I.V., Golubev S.V., Dilman M.D.* Control of security of electrical supply of objects Unified Gas Supply System // Gas industry. 2004. N 7. P.64-66.

4. *Menshov B.G., Ershov M.S., Jarizov A.D.* Electro technical installations and complexes in the oil and gas industry. Moscow: Nedra, 2000. 487 p.

5. *Orlov V.P.* Passing gas reduces risks // Oil of Russia. 2008. N 11. P.80-81.

6. *Pozhidaev V M.* Micro gas turbine generating set – a new direction in small power // Power Academy. 2005. N 4. P.26-33.