

ЛИТЕРАТУРА

1. Булин, Н.К. Региональный прогноз нефтегазоносности недр по глубинным сейсмическим критериям / Н.К. Булин, А.В. Егоркин. — М.: МПР России, ВСЕГЕИ, Центр ГЕОН, 2000. — 194 с.
2. Бурмин, В.Ю. Обращение годографов сейсмических волн, распространяющихся в вертикально неоднородных средах / В.Ю. Бурмин // Технологии сейсморазведки. — 2011. — № 3. — С. 5–16.
3. Ведринцев, А.Г. Система ввода, хранения и обработки данных ГСЗ и МОВЗ «Чароит» / А.Г. Ведринцев, К.Э. Пополитов // Разведка и охрана недр. — 1994. — № 10. — С. 35–37.
4. Винник, Л.П. Томографический разрез литосферы Урала / Л.П. Винник, Е.Е. Золотов, Г.Л. Косарев, В.А. Ракитов, А.В. Треусов // Докл. РАН. — 1996. — № 346 (5). — С. 668–671.
5. Ганжа, О.Ю. Решение обратной кинематической задачи сейсморазведки методом оптимизации / О.Ю. Ганжа // Применение численных методов в исследованиях литосферы / Под ред. А.С. Алексева. — Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1982. — С. 66–74.
6. Егоркин, А.В. Методика разделения интерферирующих сигналов на записях обменных проходящих волн / А.В. Егоркин, Т.И. Данилова, М.Г. Рыбалов // Прикладная геофизика. — М.: Недр, 1981. — Вып. 99. — С. 15–31.
7. Кац, С.А. Нелинейный интерференционный анализ сейсмических материалов региональных исследований земной коры и верхней мантии / С.А. Кац, Т.Н. Ершова, Н.Г. Михайлова, А.В. Егоркин, В.И. Утешев // Физика Земли. — 1977. — № 6. — С. 45–58.
8. Костюченко, С.Л. К 50-летию юбилею деятельности Центра ГЕОН / С.Л. Костюченко, А.В. Маухин, И.Н. Кадурин, В.А. Ракитов // Разведка и охрана недр. — 2018. — № 2. — С. 28–37.

9. Кухмазов, С.У. Пакет программ DeltaApps для обработки данных, получаемых на РСС типа «Дельта» / С.У. Кухмазов. — М.: ВНИИГеофизика, 2009. — 42 с.
10. Российские арктические геотраверсы / Научн. ред. В.А. Поселов, Г.П. Аветисов, В.Д. Каминский. — С-Пб.: ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга», 2011. — 172 с.
11. Ganzha, O.Yu. Deep seismic sounding data processing on IBM PC/AT / O.Yu. Ganzha // The proceedings of XX Gen. Ass. of EGS. — Hamburg. 1995.
12. Langston, C.A. Corvallis, Oregon, crustal and upper mantle receiver structure from teleseismic P and S waves / C.A. Langston // Bull. of the Seismological Soc. of America. — 1977. — 67(3). — PP. 713–724.
13. Poupinet, G. Teleseismic tomography across the middle Urals: lithospheric trace of an ancient continental collision / G. Poupinet, F. Thouvenot, E.E. Zolotov, Ph. Matte, A.V. Egorкин, V.A. Rakitov // Tectonophys. — 1997. — 276. — PP. 19–33.
14. Vinnik, L.P. Detection of waves converted from P to SV in the mantle / L.P. Vinnik // Phys. Earth and Planet. Inter. — 1977. — V.15 (1). — PP. 39–45.
15. Zelt, C.A. Seismic traveltime inversion for 2-D crustal velocity structure / C.A. Zelt, R.B. Smith // Geophys. J. Int. — 1992. — V.108. — PP. 16–34.

© Коллектив авторов, 2019

Ганжа Олег Юрьевич // ganzhaoy@mail.ru
Кухмазов Сергей Улубекович // sergei.kukhmazov@mail.ru
Ракитов Владимир Александрович // rakitov47@mail.ru
Чернышев Юрий Геннадьевич // yuchern@mail.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК (696.6+628.9 622.143) (075.8)

Лимитовский А.М., Башкуров А.Ю. (МГРИ-РГГРУ)

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ СОБСТВЕННЫХ НУЖД КАК АЛЬТЕРНАТИВА КОГЕНЕРАЦИОННОГО ЭНЕРГО-ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

*В работе рассмотрены электростанции собственных нужд, применяемые для оптимизации энергообеспечения объектов минерально-сырьевого комплекса, такие как газотурбинные установки и дизельные электростанции. Целью работы является поиск альтернативы когенерационного энергообеспечения объектов минерально-сырьевого комплекса. **Ключевые слова:** газотурбинные установки, энергообеспечение объектов.*

Limitovskiy A.M., Bashkurov A.Yu. (MGRI-RGGRU)
AUXILIARY POWER PLANTS AS AN ALTERNATIVE ENERGY COGENERATION FACILITIES MINERAL COMPLEX

*The paper discusses the captive power stations used for the optimization of energy supply of objects of the mineral complex, such as gas turbines and diesel power plants. The aim of this work is the search for alternative cogeneration energy objects mineral complex. **Keywords:** gas turbine, energy supply facilities.*

Предприятия по освоению объектов минерально-сырьевого комплекса, включающие в себя геологоразведочные и горные работы, несмотря на большое многообразие условий их производства и технического оснащения, имеют целый ряд специфических общих особенностей, присущих именно этому направлению, без учета которых не может быть представлена эффективная система энергообеспечения горно-геологического предприятия.

К числу таких особенностей относятся:

- удаленность, как правило, объектов от централизованных энергосистем и потребность их как в электрической, так и тепловой энергии;
- высокая энергоемкость проводимых работ, на которых доля энергетических затрат достигает 40 % от общего вложения средств;
- передвижной характер работ, ограниченные сроки их проведения и увязка энергообеспечения с предполагаемыми перспективами развития предприятия;
- влияние горно-геологических, технологических, климатических факторов на выбор энергетического оборудования и основания категоричности системы энергоснабжения.

На предприятиях горно-геологического профиля используются различные виды энергии (электрическая, тепловая, пневматическая), но базовой является электроэнергия, обладающая такими важнейшими свойствами, как возможность преобразования ее в любой другой вид энергии, передачи на любые расстояния, преобразование параметров применительно к потребностям по-

требителя, высокая степень автоматизации и компактности электрооборудования, экологическая чистота.

К числу недостатков этого универсального вида энергии относятся высокая себестоимость и сложность ее сохранения во времени.

Электроэнергия централизованного производства вырабатывается тепловыми (70 %) гидравлическими и атомными электростанциями (30 %) [2].

На тепловых и атомных электростанциях федерального уровня в качестве генерирующих устройств используются паротурбинные установки. Тепловые электростанции локального значения (собственных нужд) представлены дизельными и газотурбинными установками, которые по назначению подразделяются на основные, резервные и аварийные.

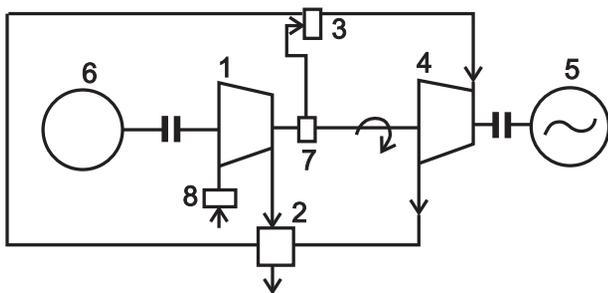
В практике горно-геологических работ в качестве местных энергоисточников наибольшее распространение получили дизельные электростанции (ДЭС), как более экономичные по сравнению с газотурбинными установками: их экономичность выше в 1,5 раза. Кроме того, они обеспечивают минимальное время пуска и приема стопроцентной нагрузки, что является определяющим фактором в первую очередь для аварийных энергоисточников.

Однако в качестве основных и резервных энергоисточников следует считать электростанции с газотурбинными двигателями, поскольку они более компактны и менее металлоемки, по сравнению с двигателями внутреннего сгорания, что обеспечивает возможность создания легко транспортируемых автоматизируемых энергоустановок мощностью до 6 МВт.

Газотурбинные установки (ГТУ) стационарного типа требуют минимального объема строительно-монтажных работ, надежно эксплуатируются в любых климатических условиях при отсутствии практически потребности в воде, отличаясь высокой степенью автоматизации, ГТУ позволяют работать как на жидком, так и на газообразном топливе, что является преобладающим их преимуществом перед ДЭС. Что же касается более низкой экономичности ГТУ (низкий КПД), то при потребности в тепловой энергии и использовании при этом утилизационных устройств этот их недостаток фактически нивелируется.

Основными узлами газотурбинной установки являются (рисунок) [1]:

компрессор 1, осуществляющий сжатие воздуха до необходимого давления; регенератор 2, в котором сжа-



Основные узлы газотурбинной установки

тый воздух подогревается за счет тепла отработанных газов турбин; камера сжигания 3, где происходит сгорание топлива; газовая турбина 4, преобразующая кинетическую энергию продуктов сгорания топлива в механическую; электрический генератор 5, вырабатывающий электрическую энергию; пусковой электрический двигатель 6; топливный насос 7; фильтр 8 для очистки воздуха.

Газотурбинные установки в сравнении с паротурбинными установками, используемыми в стационарных электростанциях, имеют в несколько раз меньший объем зданий, расход металла, количество обслуживающего персонала и на 30 % меньшую себестоимость электроэнергии.

Поэтому для объектов, ориентируемых на передвижной характер работ, ограниченные сроки функционирования в неосвоенных регионах, газотурбинные установки являются предпочтительными когенерационными энергоисточниками, обеспечивающими гибкость и надежность работ во всех ситуациях, в том числе параллельную работу в диапазоне нагрузок от нулевой до номинального значения при сохранении частоты вращения в пределах 98–101 % номинала.

Генератор ГТУ должен обеспечивать требования: параллельная работа с энергосетью, мгновенный наброс нагрузок, запуск двигателя при двукратном токе нагрузки, отключение при отклонении напряжения $\pm 1,5 \% U_n$. Он должен иметь защиту от перегрузки, замыкания на землю, потери возбуждения. Требования к управлению и защите ГТУ предусматривают наличие двух подсистем АСУ: электрической и теплотехнической. Первая из них — основная, в которой решаются задачи синхронизации генераторов, распределение нагрузок, регулирование частоты и напряжения, противоаварийного управления локальной системой. Вторая подсистема обеспечивает решение вопросов пуска, остановки, защиты управления газовых турбин и вспомогательного оборудования.

Что же касается аварийных энергоисточников, предусматриваемых в системах электроснабжения первой категории (подземные горные работы, буровые работы глубиной более 2000 м), то они должны создаваться, как правило, на базе дизельных электростанций. Число агрегатов аварийных ДЭС должно обеспечивать покрытие нагрузок ответственных энергопринимающих, обеспечивающих безаварийную остановку технического процесса. Аварийные ДЭС должны иметь две системы запуска (пневматическую и электрическую), обеспечивающие ввод резерва за 3–12 сек. [3].

Система АСУ аварийных ДЭС должны обеспечить:

- поддержание их в состоянии «горячего» резерва;
- автоматический запуск, ввод на параллельную работу с другими энергоисточниками по методу самосинхронизации и равномерное распределение нагрузок;
- автоматическое поддержание показателей, защиту и остановку генераторов при выходе за карты параметров;

Таблица 1
Дизель-электрические установки (станции)

Изготовитель	Город	Тип установки	Мощность, кВт	Напр. кВ	Тип двигателя	Тип генератора	Расход, г/кВтч
ООО «ЭЦ «Президент Нев»	Санкт-Петербург	АД100С-Т-400	100	0,4	ЯМЗ М2	Stamford	252
		АД200С-Т-400	200	0,4	ТМЗ	ГС-200	230
		АД315С-Т-400	315	0,4	ЯМЗ	БГ-315	226
ОАО «Звезда энергетик»	Санкт-Петербург	Звезда-410НК	410	0,4	«Камминз»	Stamford	107 л/ч
		Звезда-500НК	512	0,4	VTA28GT	Stamford	223
		Звезда-630НК	650	0,4	«Камминз»	Stamford	211
		Звезда-800НК	800	0,4	«Камминз»	Stamford	223
		Звезда-1000НК	1000	0,4	«Камминз»	Stamford	215
		Звезда-1600НК	1600	6,3–10,5	«Камминз»	Stamford	397 л/ч
ОАО ХК «Коломенский завод»		ЭД-2	1500	6,3	мощн. утил. 1000кВт		217
		Эд-7	1500	10,5			217
ЗАО «НТЦ РАСЭЛ»	Москва	ДЭУ – 30	30	0,4	Д-243	ГС-30	250
		ДЭУ – 60	60	0,4	ЯМЗ-236	ГС-60	
		ДЭУ – 100	100	0,4	ЯМЗ-236	ГС-100Б	
		ДЭУ – 200	200	0,4	ЯМЗ-75М	ГС-200	
ЗАО НПО «Сатурн»	Рыбинск	АД – 30	30	0,4	Д65А-П		290
		АД – 50	50	0,4	Д-65А-П		295
		АД – 100	100	0,4	ЯМЗ-238		300
		АД – 200	200	0,4	ЯМЗ-238		310

Таблица 2
Газотурбинные электростанции собственных нужд

№ п/п	Изготовитель	Город	Тип установки	Мощность, кВт		Напр., кВТ	Двигатель	Генератор	Расход топлива
				Электрич.	Тепловая				
1	ООО «Рикорт»	Москва	ГТЭС-30	30	0,073 Гкал	0,4	С-50	Контейнерый	12н/м³
2			ГТЭС-60	60	0,197 Гкал	0,4	С-60	Юг, Север	22н/м³
3	ОАО «Электрогаз»	Краснодар	БКАЭ	30-630		0,4		Блочн-комплект.	
4	ОАО «Пролетарский завод»	Санкт-Петербург	ПГ-ТЭС-1500	1500		6,3/10,5			
5	ООО «Рикорт»	Москва	ГТЭС-1800	1800		0,4/6,3/10,5	OPRA	ГТО ОР	
6	ОАО «АОНАдвигатель»	Пермь	УРАЛ-2500	2500		6,3/10,5		Блочн.	
7	ОАО НПО «Сатурн»	Рыбинск	ГТЭС-2,5	2500		6,3/10,5	ДОУЭР	ГС-25-3000	
8	ЗАО «Искра Энергетик»	Пермь	ЭГЭС-4	4000	3,4 Гкал	6,3/10,5	Д-30ЭУ.2	ГТГ-4	1500н/м³
9	ОАО «Пермский мот. завод»	Пермь	ПАЭС-2500М	2500		6,3	ГТУ-2,5П	СГС-14-100У	
10	ОАО НПО «Сатурн»	Рыбинск	ГТА 60М	6000	11Гкал 13,6МВт	6,3/10,5			
11	ОАО «ЦКБ Лазурин»	Нижний Новгород	БГТЭС-9,5	9500		10,5	НК-14Э	Т-12-2ЭУ3	0,218 кг/кВтч

— поддержание на оптимальном уровне топливно-го режима;

— автоматическое выполнение вспомогательных операций: подзарядку батарей, пополнение баков топливом.

Приведены таблицы электростанций собственных нужд, выпускаемых отечественными предприятиями, которые могут послужить основой для комплектования альтернативных систем когенерационного энергообеспечения объектов минерально-сырьевого комплекса страны, при решении вопросов оптимизации их энергообеспечения (табл. 1, 2).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белоусенко, И.В. Новые технологии и современное оборудование в электроэнергетике нефтегазовой промышленности / И.В. Белоусенко, Г.Р. Шварц, С.Н. Великий, М.С. Ершов, А.Д. Яризов. — М.: Недра, 2007. — 487 с.
2. Лимитовский, А.М. Электрооборудование и электроснабжение геологоразведочных работ / А.М. Лимитовский, В.А. Косьянов. — М.: РУДН, 2009. — 384 с.
3. Моцохейн, Б.И. Электротехнические комплексы буровых установок / Б.И. Моцохейн. — М.: Недра, 1991. — 128 с.

© Лимитовский А.М., Башкуров А.Ю., 2019

Лимитовский Александр Михайлович //velektrika-3@inbox.ru
Башкуров Артем Юрьевич // Bashkurov_A@inbox.ru