УДК 621.31

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ АО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»

В. И. ПОПЕЛЬНЮХОВ,
начальник энергетического центра – главный энергетик комбината

С. В. ВАХРУШЕВ,
заместитель главного энергетика – начальник управления главного энергетика,
vahrushev_s_v@lebgok.ru

АО «Лебединский ГОК», Губкин, Россия

С. В. ЩЕРБИНА,
директор департамента энергетики ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», Москва, Россия

Рассмотрены этапы становления, современное состояние и перспективы развития системы электроснабжения Лебединского ГОКа. Показаны направления ее совершенствования и повышение эффективности на основе реализации прогрессивных технологий, автоматизации технологических процессов, внедрения системы учета потребления энергоресурсов. Обоснована необходимость своевременного выполнения технического обслуживания и ремонта электрооборудования на базе инструментальной его диагностики.

Ключевые слова: *электроэнергия, энергопотребление, электроснабжение, газоснабжение, теплоснабжение, хозпитьевое водоснабжение, ресурсосбережение, электрооборудование, техническое обслуживание, ремонт.*

DOI: *10.17580/gzh.2017.05.11*

Введение

АО «Лебединский ГОК» является крупнейшим в России производителем железорудного сырья. В 2016 г. было выпущено 21,8 млн т концентрата, 9,3 млн т окатышей, более 2,7 млн т горячебрикетированного железа. При этом соблюдены все качественные показатели: содержание железа в концентрате с массовой долей железа менее 69,5 % высшего сорта составляет 68,4 %, в концентрате с массовой долей железа более 69,5 % (пульпе), идущем на ОЭМК, – 70 %, горячебрикетированное железо (брикеты железной руды) содержит свыше 83 % железа металлического.

Такие масштабы производства требуют больших энергетических затрат. Лебединский ГОК является крупнейшим потребителем электрической энергии и природного газа: за 2016 г. комбинатом было потреблено 3,19 млрд кВт·ч электроэнергии, что составило 21 % объема электропотребления всей Белгородской области, и 1,02 млрд м^3 природного газа, что соответствует 17 % газопотребления в регионе.

Становление системы электроснабжения

Таких объемов энергопотребления комбинат достиг не сразу. В 1967 г. электроснабжение осуществлялось от двух подстанций 35/6 кВ с установленной трансформаторной мощностью 40 тыс. кВ·А. В декабре 1972 г. была введена в эксплуатацию главная понизительная подстанция 110/6 кВ ГПП-1 с двумя трансформаторами мощностью по 40 тыс. кВ·А для электроснабжения обогатительной фабрики № 1. По мере расширения комбината росла его энерговооруженность. В 1981 г., в момент ввода в работу обогатительной фабрики № 3, система электроснабжения комбината состояла из 11 понизительных подстанций 110/6 кВ с установленной трансформаторной мощностью 870 тыс. кВ·А, двух двухцепных воздушных линий 110 кВ, 12 понизительных подстанций 35/6 кВ с установленной трансформаторной мощностью 220 тыс. кВ·А, двух двухцепных воздушных линий 35 кВ. Существующие к этому времени сети внешнего электроснабжения комбината (35–110 кВ) не удовлетворяли требованиям надежности. Бурное развитие сети внешнего электроснабжения получили с вводом в эксплуатацию в 1984 г. подстанции «Лебеди 330» с двумя автотрансформаторами по 200 тыс. кВ·А и тремя воздушными линиями 330 кВ [1–3]. Это позволило обеспечить надежность электроснабжения не только комбината, но и других предприятий региона. Произошло перераспределение потоков мощности в энергосистеме (сети 330 кВ РАО «ЕЭС России»), так как регион, кроме Нововоронежской АЭС, стали обеспечивать электро-

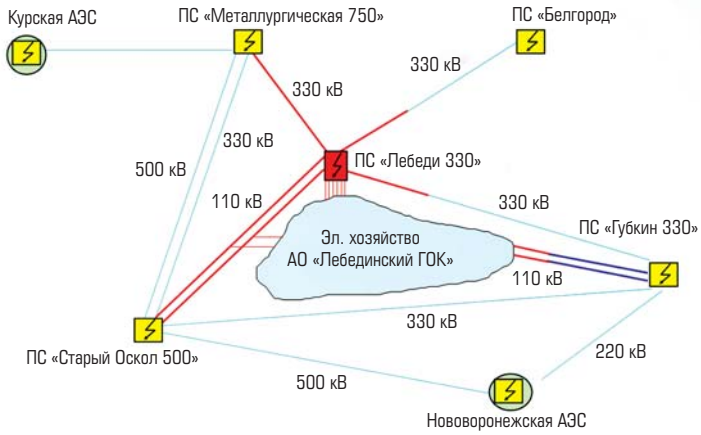

Рис. 1. Укрупненная схема электроснабжения АО «Лебединский ГОК»

© Попельнюхов В. И., Вахрушев С. В., Щербина С. В., 2017

энергией блоки Курской АЭС (**рис. 1**). К настоящему времени сети внешнего электроснабжения комбината состоят из 16 воздушных ЛЭП 110 кВ, 12 воздушных ЛЭП 35 кВ и обеспечивают надежное электроснабжение потребителей всех категорий.

Оперативное управление электроснабжением АО «Лебединский ГОК» осуществляется из центрального диспетчерского пункта цеха сетей и подстанций (**рис. 2**).

Развитие системы электроснабжения

Дальнейшее развитие электросетевого хозяйства комбината осуществляется в три этапа в соответствии с ростом технологических нагрузок:

- 1-й этап – строительство главной распределительной подстанции 110 кВ (ГПП-7 110 кВ – завершено в 2009 г.) (**рис. 3**) и переключение питающих ВЛ-110 кВ АО «Лебединский ГОК» от ГПП-7;
- 2-й этап – сооружение дополнительных двухцепных ВЛ-110 кВ от подстанции (ПС) «Лебеди 330» до ГПП-7 для обеспечения усиленных связей между подстанциями «Губкин 330», «Лебеди 330» и «Старый Оскол 500» (сроки реализации 2015–2018 гг.);
- 3-й этап – строительство пусковых комплексов ПС «Лебеди 330» (2016–2022 гг.).

Наряду с внешней схемой электроснабжения особое внимание уделяется развитию внутренней схемы электроснабжения. В частности, произведена реконструкция тяговых сетей 10 кВ карьера, что существенно снизило сопротивление линий и стабилизировало напряжение контактной сети до номинального уровня, включая удаленные от питающих центров участки. В процессе реализации проекта реконструкции тяговых сетей осуществлена реконструкция тяговой подстанции 110/10кВ ПС-122 с заменой двух силовых трансформаторов на более мощные 40 МВА (**рис. 4**).

Смонтирована распределительная подстанция 10кВ РП-14, что позволило качественно распределять и передавать электроэнергию в удаленные от питающих центров железнодорожные тупики (**рис. 5**).

Для электроснабжения нового цеха горячебрикетированного железа № 3 построены головная подстанция 110/6 кВ ПС-112 (**рис. 6**) и распределительная подстанция 6 кВ ПС-93.

Текущее состояние систем энергоснабжения

Стабильная работа основного технологического производства обеспечивается надежной работой систем энергоснабжения.

Важнейшая из них – система газоснабжения комбината. АО «Лебединский ГОК» – единственное в регионе предприятие, имеющее на балансе газораспределительную станцию и магистральные сети с давлением 5,5 МПа. Кроме того, на комбинате в эксплуатации находится около 100 км газопроводов давлением от 0,005 до 5,5 МПа.

Система теплоснабжения комбината представляет собой промышленную котельную с установленной мощностью 450 Гкал/ч, три подкачивающие тепловые насосные станции и разветвленные тепловые сети общей протяженностью более 80 км. Особенностью эксплуатации тепловых сетей комбината является сложный геодезический рельеф, когда разность отметок источника тепла и конечного потребителя составляет 92 м, что вызывает дополнительные трудности при поддержании гидравлического режима работы тепловых сетей. С 2012 по 2014 г. на промышленной котельной проведена масштабная реконструкция систем автоматизации технологических процессов котельной на базе современного контроллерного оборудования Siemens с внедрением частотно-регулируемых приводов на вентиляторах и дымососах паровых и водогрейных котлов (**рис. 7**). Результатом проведенной модернизации стали повышение безопасности работы технологического оборудования котельной и технологического персонала, оптимальное расходование топливных ресурсов, а также экономия электроэнергии [4].

Система воздухоснабжения комбината включает в себя компрессорную станцию с четырьмя турбокомпрессорами К-250 и систему трубопроводов сжатого воздуха длиной 15 км. Вырабатывая около 320 млн м^3 сжатого воздуха в год, она позволяет беспере-

Рис. 2. Диспетчерская цеха сетей и подстанций

Рис. 3. Открытое распределительное устройство 110 кВ подстанции ГПП-7

бойно обеспечивать сжатым воздухом технологические переделы фабрик обогащения, фабрики окомкования, цеха горячебрикетированного железа, УЖДТ. Проведена реконструкция систем автоматизации технологических процессов на базе современного контроллерного оборудования Siemens, на высоковольтные электроприводы компрессорных агрегатов установлены цифровые возбудители «Аникрон», внедрена система плавного запуска компрессорных агрегатов, что позволило повысить надежность воздухоснабжения подразделений комбината и увеличить межремонтный период технологического оборудования компрессорной станции.

Система хозпитьевого водоснабжения комбината состоит из трех водозаборов, в том числе двух подземных, четырех насосных станций второго подъема и 60 км водопроводов. Общее количество добываемой воды составляет 4,517 млн м^3 в год и позволяет полностью обеспечить потребности комбината в воде хозяйственно-питьевого назначения. В 2014–2015 гг. проведена реконструкция систем обеззараживания хозпитьевой воды на трех насосных станциях с применением гипохлорита натрия, в 2017 г. реконструкция системы обеззараживания выполняется на четвертой насосной станции (**рис. 8**). Это позволило отказаться от применения в системе обеззараживания воды жидкого хлора, который является сильнодействующим ядовитым веществом [5].

Система канализации комбината состоит из 12 канализационных насосных станций, увязанных в единую технологическую цепочку, и 70 км канализационных сетей. Эксплуатация сетей затруднена сложным геодезическим рельефом и необходимостью транспортировать сточные воды в объеме 2,4 млн м^3 в год на очистные сооружения г. Губкина на расстояние до 10 км. Строительство и ввод в эксплуатацию новой станции цеха горячебрикетированного железа № 3 позволит на 10–15 % сократить эксплуатационные расходы на транспортирование стоков.

Энергосбережение

В связи со значительным ростом цен на энергоносители для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции первоочередной задачей становится снижение расхода энергетических ресурсов.

На Лебединском ГОКе разработана и действует программа ресурсосбережения, включающая в себя целый ряд мероприятий и охватывающая все цеха комбината. Главная задача этой программы – выявить резервы экономии энергоресурсов и максимально эффективно их использовать [6–8].

Работа ведется в нескольких направлениях, основные из них:

- разработка и внедрение мероприятий по экономии энергетических ресурсов;
- повторное использование вторичных энергоресурсов;
- внедрение новых технологий.

В 2015–2016 гг. реализация программы ресурсосбережения позволила Лебединскому ГОКу получить экономию электроэнергии в 60888 тыс. кВт·ч, природного газа 2794,5 т у. т. на сумму 165 млн руб. и от внедрения организационных мероприятий, направленных на снижение стоимости приобретения электроэнергии и природного газа, на сумму 231,5 млн руб. [9].

В процессе реализации программы энергосбережения в 2015 г. реализован I этап «Внедрение энергосберегающих систем потолочного освещения помещений АО «Лебединский ГОК» с высотой пролета более 9 метров». Замена устаревших низкоэффективных систем освещения с энергоемкими источниками света на энергосберегающие системы потолочного освещения на базе современных энергоэффективных источников света проведена на объектах обогатительной фабрики ЦО-2, ЦО-3, ЦО-4 [10].

Реализация данного проекта, помимо снижения расхода электроэнергии, позволила высвободить более 1,29 МВт электрических мощностей под производственные нужды АО «Лебединский ГОК».

Ввод в действие на 1-м этапе энергосберегающих систем потолочного освещения позволил повысить надежность систем освещения, снизить затраты на обслуживание, улучшить параметры освещенности рабочих мест. Достигнуто снижение потребления электроэнергии на 6540,8 тыс. кВт·ч в год.

Рис. 4. Открытое распределительное устройство 110 кВ подстанции 122

Рис. 5. Закрытое распределительное устройство 10 кВ распределительной подстанции 14

Рис. 6. Подстанция 112 (фрагмент открытого распределительного устройства 110 кВ)

Рис. 7. Оснащение водогрейного котла системой безопасности и автоматического розжига в результате реконструкции систем автоматизации промышленной котельной

Рис. 8. Система обеззараживания питьевой воды с применением гипохлорита натрия

Автоматизация производства

На комбинате постоянно разрабатываются и внедряются автоматизированные системы контроля технологических процессов обогащения, окомкования, добычи руды в режиме реального времени. Создание подобных систем стало возможным благодаря достигнутому на Лебединском ГОКе высокому уровню автоматизации технологических процессов, внедрению АСУТП и АСУП, применению компьютерных технологий [11].

В настоящее время в информационную компьютерную сеть комбината включены все основные технологические переделы:

- горнотранспортный комплекс в составе карьера по добыче руды, автотракторного управления, Управления железнодорожного транспорта поставляет в систему всю информацию о перевезенной горной массе, включая качество и количество [12];
- фабрика обогащения, имеющая три основных передела переработки руды и получения концентрата, оснащена системами учета и управления; круглосуточно в информационную систему АО «Лебединский ГОК» поступают данные о количестве и качестве переработанного сырья и полученного продукта с фабрики обогащения;
- фабрика окомкования оснащена современными средствами управления производством на базе контроллерного оборудования фирмы Siemens.

Наличие оперативной информации о работе каждого подразделения, объемах потребления энергетических ресурсов, удельных расходах электроэнергии и природного газа дает возможность своевременного принятия управленческих решений, способствующих выполнению производственных программ.

Ремонты электрооборудования

Рассматривая следующие направления сокращения затрат, необходимо отметить, что в настоящее время значительная часть работ по техническому обслуживанию, ремонту, монтажу электрооборудования выполняется собственными силами (**рис. 9**). Особо ответственные работы осуществляются с привлечением заводов-изготовителей или крупных специализированных подрядных организаций. Широко внедрена система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования [13]. Одним из примеров является проведенный в 2015 г. совместно со специалистами завода-изготовителя фирмы Siemens капитальный ремонт турбогенератора GE-25A завода горячебрикетированного железа. В ходе ремонта была полностью заменена устаревшая система управления Mitsubishi Electric на современную Siemens с заменой шкафов управления и датчиков, также производителем предусмотрен удаленный доступ к системе. Проведена модернизация электрической части с установкой новой системы защиты и возбуждения. Выполнен капитальный ремонт с восстановлением основных узлов турбины, генератора и редуктора.

Специалистами комбината организована работа по проведению капитальных ремонтов электрических машин переменного тока мощностью от 630 до 4000 кВт на месте установки в структурных подразделениях. Внедрена система вибродиагностического контроля состояния подшипников электрических машин переменного и постоянного тока. Основная цель такого контроля – получение

объективных данных о состоянии подшипника и сопоставление полученных параметров с их нормативными значениями. Первостепенной задачей является своевременное выявление дефектов, которые могут привести к выходу из строя электрической машины.

Перспективные направления развития энергетической службы

В качестве приоритетных для энергетической службы комбината в 2017 г. были определены следующие направления работы.

1. Повышение надежности электро- и энергоснабжения технологических переделов комбината.

2. Снижение аварийности электро- и энергооборудования.

3. Внедрение ресурсосберегающих мероприятий, способствующих снижению удельного расхода электроэнергии и природного газа на единицу выпускаемой продукции.

Заключение

Горнодобывающие и перерабатывающие предприятия горнорудной промышленности – это крупнейшие потребители всех видов энергетических ресурсов. От эффективного функционирования энергетических служб напрямую зависят ритмичная работа предприятия, себестоимость и качество выпускаемой продукции, конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынке. Главная задача энергетиков – обеспечение надежного и бесперебойного снабжения подразделений комбината, дочерних обществ и сторонних потребителей всеми видами энергоресурсов: электроэнергией, природным газом, сжатым воздухом, кислородом, паром, тепловой энергией, горячим водоснабжением, хозяйственно-питьевой водой. Также эффективно должна функционировать система отведения хозяйственно-бытовых стоков.

Рис. 9. Ремонт якоря электрической машины в электроэнергоремонтном управлении

Библиографический список

См. англ. блок. ГЖ

«GORNYI ZHURNAL», 2017, № 5, pp. 49–53
DOI: 10.17580/gzh.2017.05.11

Electric power supply at "Lebedinsky GOK" JSC

Information about authors
V. I. Popelniukhov[1], General Power Engineer
S. V. Vakhrushev[1], Deputy General Power Engineer, vahrushev_s_v@lebgok.ru
S. V. Scherbina[2], Director of Power Department

[1] JSC Lebedinsky GOK, Gubkin, Russia
[2] Metalloinvest Management Company LLC, Moscow, Russia

Abstract
In 2016 production parameters of the biggest producer of the iron ore Lebedinsky Mining and Processing Plant (Lebedinsky GOK). have reached record level for all years of operation of the combine. Combine is the biggest consumer of electric power and natural gas. In period of existence of the combine it was observed rapid development of the systems of electric and power supply, entailed construction of the new and reconstruction of existed objects of power engineering with introducing of automated systems of control and new progressive technologies. Special attention is given at the combine to the problem of power saving: it is introduced progressive technologies, technologic processes are automated, energy resources are calculated strictly, specific norms of power consumption per output of the product decreases. Stable operation of the enterprise is ensured by timely fulfillment of maintenance and repair of electric power equipment. Instrumental diagnostics of good condition of equipment is the basis for its repair. Diagnostic is used for obtain of objective data about state of equipment and for approval of administrative solutions about its repair.
Article shows the directions of further improvement of the system of electric power supply of the enterprise and of rise of efficiency on the base of realization of progressive technologies, automation of technological processes, introducing of the system of calculation of consumption of energy resources. It has been grounded necessity of the timely maintenance and repair of electric equipment on the base of its instrumental diagnostics.

Keywords: electric power, energy consumption, electric power supply, gas supply, heat supply, technical and drinking water supply, electric equipment, maintenance, repair.

References:

1. Idelchik V. I. Electric systems and networks. Moscow : Energoatomizdat, 1989. 592 p.
2. Duan X., Tang M., Lin F., Ye H. Analysis on breakdown of main insulation on middle joint of 220 kV power cable. *High Voltage App.* 2009. Vol. 45,No. 6. pp. 142–144.
3. Electromagnetic Transients Program (EMPT) Rule Book: Bonneville Power Administration. Portland, Oregon: BPA, 1986. Available at: http://www.emtp.org
4. Aparin E. L. High-quality units of ignition and flame control – condition of reliable and safe work of boiler plants. *Energosberezhenie.* 2016. No. 3. pp. 44–47.
5. Kozhevnikov A. B., Petrosyan O. P. Automatic Dozing of Sodium Hypochlorite for Water Disinfection Systems. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika.* 2008. No. 11. pp. 25–30.
6. Lisienko V. G., Shchelokov Ya. M., Ladygichev M. G. Energy-supply reading book. Books 1, 2. Ed.: V. G. Lisenko. Moscow : Teploenergetik, 2002. pp. 688 and 760.
7. Technology partnerships. Enchancing the competitiveness, efficiency and environmental quality of american industry. U.S. Department of Energy National Renewable Energy Laboratory. DOE/60-10095-170. DE 95004086. Washington. April 1995. 142 p.
8. Welfens P. J. J., Meyer B., Pfaffenberger W., Jasinski P., Jungmittag A. Energy policies in the European Union. Germany`s Ecological Tax Reform. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2001. – 143 p.
9. Malyavin B. Ya., Borodin A. A., Rasskazov V. A., Leonov A. S., Vakhrushev S. V., Martianov Yu. V. Resource-saving experience on the JSC «Lebedinsky GOK». Moscow : Izdatelstvo «Novye tekhnologii», 2004. 8 p.
10. Shchepetkov N. I. Energy-efficient approach to room and urban habitat lighting. *Energosberezhenie.* 2016. No. 3. pp. 20–24.
11. Malyavin B. Ya., Borodin A. A., Rasskazov V. A., Leonov A. S., Novikov S. V. Conceptual offers for formation of integrated automated system of mining enterprise management. Moscow : Izdatelstvo «Novye tekhnologii», 2004. No. 5. pp. 34–36.
12. Pytalev I. A., Rylnikov A. G. Information systems of quality management of ore flows on mining enterprise. Scientific editor: D. R. Kaplunov. Moscow : MediaMir, 2015. pp. 188–192.
13. Yashchura A. I. System of energetic equipment maintenance. Moscow : ENAS, 2010. 502 p.
14. Kartashev I. I., Tulskiy V. N., Kuznetsov N. M., Simutkin M. G., Nasyrov R. R. Estimation of Job Filter in System Electro Supply of Mining Enterprises for Results Control of the Quality Electrical Energy. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika.* 2012. No. 7. pp. 16–19.
15. Pohling R. Chemische Reaktionen in der Wasseranalyse. Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015. pp. 217–221.
16. Hodouin D. Methods for automatic control, observation, and optimization in mineral processing plants. *Journal of Process Control.* 2011. Vol. 21, Iss. 2. pp. 211–225.
17. Liu H., Han J., Ge S., Wang C. Improved analytical method of power supply capability on distribution systems. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems.* 2014. Vol. 63. pp. 97–104.