|  |  |
| --- | --- |
| **УДК 658.7:621.3** |  |
|  | М.К. Маренич *ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»*  *Донецк, Донецкая Народная Республика*  *M.K. Marenych*  *Donetsk National Technical University*  *Donetsk, Donetsk People's Republic* |
|  |  |
| ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ | |
|  | |
| **THE FACTORS OF ENSURING THE ELECTRIC POWER INRUSTRY SUSTAINABLE DEVELOPMENT** | |

*Аннотация. В статье рассмотрены факторы, обеспечивающие функционирование электроэнергетической отрасли применительно к энергогенерирующим и распределяющим предприятиям. Определены потенциальные проблемы, связанные с поставками ресурсов из-за рубежа и степень их влияния на стабильность работы структурных подразделений электроэнергетики, рассмотрены особенности, связанные с возможным использованием ресурсов-заменителей.*

*Ключевые слова: устойчивое развитие, электроэнергетическая отрасль, угольные ресурсы, надежность энергоснабжения, качество энергии, экологические ограничения.*

*Abstract. The article considers the factors ensuring the functioning the electric power industry with regard to energy-generating and distributing enterprises. The potential problems related to the abroad resources supplies and their measure of impact on electric power structure entities performance stability had been defined, the peculiarities related to the possible usage of substitute-resources had been considered.*

*Keywords: sustainable development, electric power industry, coal resources, reliability of energy supply, energy quality, environmental restrictions.*

**Постановка проблемы.** К типовым производствам и технологиям энергетической отрасли могут быть отнесены:

– производство электроэнергии;

– преобразование и распределение электроэнергии;

– обустройство систем электроснабжения промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.

Техническая составляющая указанных производств и технологий предполагает наличие соответствующего электротехнического оборудования, включая его резерв и предназначенные для замены отдельные компоненты, а также электроэнергетические источники, такие, как топливо и, кроме этого, вспомогательные изделия и материалы, транспортные ресурсы, технику и технологии, экологически безопасной утилизации отходов. В условиях военно-политического кризиса каждая из перечисленных компонент может существенно отклониться от оптимального либо от минимально приемлемого значения, что может существенно повлиять на количественные и качественные показатели производства электроэнергии. Следует также принимать во внимание соотношение между объёмами производимой и потребляемой электроэнергии, поскольку их несоответствие, а точнее превышение объёма потребления по отношению к объёмам производства может привести к падению частоты сети, отдельных присоединений, а значит – к разбалансировке всей системы электроснабжения государства.

Таким образом, вопрос анализа степени воздействия внешних факторов на уровень стабильности показателей электроэнергетической отрасли представляет научную и практическую актуальность и должен быть отнесен к проблемным вопросам.

**Анализ предыдущих исследований и публикаций.** В настоящее время проблеме развития энергетики и её устойчивому развитию уделено значительное внимание. Так, в работах Т.В. Анушко, С.И. Борталевич, Е.С. Мозговой, Т.К. Салиной, рассмотрены классификации факторов, оказывающих влияние на развитие энергетического комплекса [7-9].

С.И. Борталевич факторы устойчивого развития энергетического комплекса условно разделяет на статичные и динамичные. К статичным факторам относятся такие, как качество и цена энергоресурсов, кадровая обеспеченность, взаимозаменяемость ресурсов. К динамичным факторам относятся, например, спрос на энергоресурсы, тарифы, стоимость энергоресурсов [7].

В своей работе Т.В. Анушко и Т.К. Салина, разделяют факторы устойчивого развития энергетического комплекса на внешние и внутренние. К внешним факторам они относят, в частности, состояние мировой энергетической конъюнктуры, степень нагрузки на окружающую среду за пределами региона, страны. К внутренним факторам – платежеспособность населения, объемы инвестиций в энергетическую отрасль внутри региона, устаревшее оборудование на предприятии [8].

Е.С. Мозговая разделяет все факторы устойчивого развития энергетической отрасли на три группы:

1) инвестиционный фактор (обеспеченность предприятий в комплексе с достаточными денежными средствами для осуществления своей хозяйственной деятельности);

2) организационный фактор (наличие квалифицированных кадров);

3) инновационный фактор (высокий профессионально-образовательный уровень подготовки персонала) [9].

Однако все указанные исследования касаются состояния электроэнергетической отрасли в стабильных внешних условиях. В то же время, в условиях кризиса, обусловленного разрушением инфраструктуры региона, переучреждением государственных структур, иными подобными факторами состояние электроэнергетической отрасли приобретает особое, стратегическое значение и требует специального изучения.

**Цель исследования.** В Донбассе сосредоточены важнейшие отрасли промышленности, большинство из которых относится к энергоёмким. Само их существование определяется наличием электроэнергетических ресурсов и достаточным уровнем качества питающего напряжения. Электроэнергетическая отрасль включает в себя комплекс сложных технологий и производств, многие из которых связаны с результатами работы смежных отраслей. Целью настоящего исследования является определение причин и количественных показателей, воздействующих факторов, соотношения между ними, исходя из критерия достаточности для устойчивого состояния электрогенерирующих и электрораспределяющих предприятий Донецкой Народной Республики.

**Основные результаты исследования.** Генерация электроэнергии является важнейшим фактором, обусловливающим развитие промышленности и экономики государства в целом.

На территории Донецкой Народной Республики электроэнергетическая отрасль представлена Зуевской и Старобешевской ТЭС. Производственные показатели данных электростанций приведены в табл. 1 [10,11].

Таблица 1

Производственные показатели теплоэлектростанций

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Производственные показатели** | **Зуевская ТЭС** | **Старобешевская ТЭС** |
| Общая установленная мощность | 1245 МВт | 2300 МВт |
| Основное топливо | Угли газовой группы - марки «Г», «ДГ», «Д», мазут и природный газ | Антрацитовая группа - уголь марок «А» и «Т»,  шлам высокозольный АШ |
| Напряжение на выходе | 110 и 220 кВ | |
| Объем потребления угля в год | около 2,5 млн. тонн | около 4,6 млн. тонн |

Для обеспечения стабильности электроэнергетическая отрасль должна отвечать следующим требованиям:

– надежность энергоснабжения [1];

– качество энергии;

– применение нормируемых экологических ограничений.

Для обеспечения надежности энергоснабжения следует отнести функциональную обеспеченность необходимым сырьем, в качестве которого выступает уголь энергетическим марок, предназначенный для сжигания на ТЭС и получения в результате тепловой энергии, которая в свою очередь преобразуется в электричество.

Таким образом, определяющим фактором для работы тепловой электростанции является уголь и его качество (соответствие марки угля, зольности и крупности, техническим условиям, количество и регулярность поставок). Основные марки угля, которые добываются на территории ДНР, приведены в табл. 2 [3].

Качественные показатели угля могут быть улучшены применением технологии влажного и даже сухого обогащения.

Таблица 2

Основные угольные предприятия и марки угля, добывающиеся на территории ДНР.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Действующие предприятия угольной отрасли*** | ***Марка*** | ***Объем добычи за 2016г.***  ***тыс. т.*** |
| 1 | 2 | 3 |
| **Государственные шахты:** |  |  |
| ШУ «Донбасс» | Т | 1500 |
| ГП «ДУЭК» | Д, ДГ, Г, Ж, К, ОС, Т | 590,2 |
| ГП «Макеевуголь» | К, Т, ОС, Г, Ж | 1700 |
| ГП «Торезантрацит» | А, Т | 1600 |
| ГП «Шахтерскантрацит» | А, Т | 994 |
| **Частные шахты** |  |  |
| «Комсомолец Донбасса» | Т | 3500 |
| Шахта им. Засядько | Ж | 1200 |
| Шахта «Ждановская» | Т | 1300 |
| НПО «Механик» | Г | 208,4 |
| **Итого** |  | **12 592,6** |

В результате обогащения возможно:

- значительно снизить его зольность и получить концентраты существенно большей теплотворной способности при сжигании, повышая эффективность работы тепло-, электростанций;

- сократить транспортные расходы на перевозку топлива;

- снизить содержание серы, оксида серы, оксида азота и ртути в атмосферных выбросах, тем самым уменьшить вредное воздействие на окружающую среду;

– уменьшить объём таких отрицательных процессов, как шлакование и отложение в топках, трубах и газоходах и тем самым уменьшить эксплуатационные затраты [5].

Качественные характеристики углей, в соответствии с их марочной принадлежностью приведены в табл. 3 [6].

Количество обогатительных фабрик ДНР соответствует объёмам добываемого угля. Таким образом, уголь как основной фактор обеспечения работы тепловой электростанции применительно к электростанциям ДНР является достаточным источником и его наличие с большой долей вероятности может быть гарантировано.

Анализ технических характеристик относящихся к поставляемым углям на Зуевскую и Старобешевскую ТЭС и показатели добычи угольных предприятий ДНР показывает достаточность угольных ресурсов и наличие дополнительных ресурсов, близких по энергетическим характеристикам. Здесь следует отметить, что при необходимости замены нормируемых марок углей на близкие по теплотворной способности следует выполнить пересчёт объёма поставки и коррекцию количественных показателей золообразования. Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод о независимости и обеспеченности угольным сырьем теплоэлектростанций региона.

Таблица 3

Технические требования к углям, используемым на Зуевской и Старобешевской ТЭС

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технические требования | Категория качества | *Зуевская ТЭС* | | | | *Старобешевская ТЭС* | | |
| уголь марки «Г» | | уголь марки «ДГ» | уголь марки «Д» | уголь марки «А» | | уголь марки «Т» |
| Теплота сгорания , МДж/кг (ккал/кг) | 1-я | не менее 20935 (5000) | | | | не менее 22610(5400) | | |
| 2-я | от 18425 (4400) до 20935 (5000) | | | | от 20935 (5000) до 22610(5400) | | |
| 3-я | не менее 16747 (4000) | | | | | | |
| 4-я (все марки шлама) | не менее 12560 (3000) | | | | | | |
| Влага , % | 1-я | 14 | 12 | | | 10 | | |
| 2-я |
| 3-я | 9 | | | | | | |
| 4-я (все марки шлама) | 18 | | | | | | |
| Выход летучих веществ Vdaf, % |  | От 35 до 45 | | | | | не более 8 | от 8 до 18 |
| А с возможностью сжигания Т - не более 15% | |
| Выход летучих веществ Vdaf, % |  | От 35 до 45 | | | | | не более 8 | от 8 до 18 |

Транспортировка угля к ТЭС осуществляется железнодорожным транспортом, при этом в качестве основных средств локомотивной тяги используются электровозы, а в качестве альтернативных – предусмотрены тепловозы и паровозы.

Надежность и качество электроснабжения тесно взаимосвязаны. Так, в случае снижения частоты тока в энергосистеме, вызванного нехваткой генерирующих мощностей, может иметь место отключение части потребителей.

Показатели качества электроэнергии нормируются ГОСТ 13103-97. В свою очередь, они подразделяются на две группы: характеризующие качество частоты и качество напряжения.

Основным параметром является частота переменного тока, которая должна оставлять 50 Гц с допустимым отклонением ±0,2 Гц. Её значительные отклонения в сторону снижения могут вызвать уменьшение числа оборотов электродвигателей и падение производительности механизмов, приводимых в движение данными электродвигателями. Колебания напряжения также оказывают неблагоприятные воздействия на работу осветительных приборов и асинхронных двигателей, в совокупности составляющих большую часть энергоприёмников [2]. Следовательно, к факторам, обеспечивающим стабильность энергосистемы, следует отнести наличие и работоспособность её АСУТП.

Наряду с фактором обеспечения работы электроэнергетического предприятия, должен быть учтен и фактор экологического воздействия на окружающую среду. Быстрый рост мирового энергопотребления приводит к возрастанию экологических проблем, и если ранее при выборе способов получения электроэнергии руководствовались, прежде всего, минимизацией экономических затрат, то в настоящее время в приоритете вопросы оценки возможных последствий возведения и эксплуатации объектов энергетики для окружающей среды. Выделяют три уровня экологических ограничений:

1) локальный – нормативы абсолютных и удельных экологических показателей работы энергопредприятия;

2) региональный – ограничения на трансграничные потоки выбросов оксида серы (SO2) и оксидов азота (NOx) энергопредприятий,

3) глобальный уровень – ограничения на валовый выброс парниковых газов (CO2). [2]

Как было выше сказано уголь является основным видом топлива для тепловых электростанций. Уголь в своем составе имеет как само «горючее топливо», так и негорючие элементы, которые включают внешнюю породу, внутреннюю зольность и воду. Негорючие элементы уменьшают энергию «чистого топлива», содержащуюся в единице массы. В результате горения её негорючие составляющие переходят в золу. Присутствующее в угле значимое содержание серы и ртути при сжигании является причиной возникновения экологических проблем, а также проблем в эксплуатации и ремонте топок электростанций.

Объемы золообразования и мероприятия по золоудалению должны быть жестко увязаны с объёмами углепоставок и золообразования соответствующих марок углей. Вопросы потенциально экологической опасности для Донбасса подробно освещены в Паспорте риска возникновения чрезвычайных ситуаций [4]. В частности, применительно к рассматриваемым электростанциям, экологическую нагрузку составляет введенный в эксплуатацию золоотвал № 3 ввиду наполненности золоотвала №2 Старобешевской ТЭС и золоотвал Зуевской ТЭС. С целью определения влияния золоотвалов систематически необходимо проводить мониторинг подземных, поверхностных вод и донных отложений, почвогрунтов в их зоне влияния, а также спектрометрическое исследование проб золы на определение нуклидного состава и удельной активности естественных радионуклидов, и измерения мощности поглощенной дозы внешнего гамма-излучения объекта и следить за переполненностью данных золоотвалов.

Как было сказано ранее, в качестве дополнительных источников могут выступать мазут и природный газ. Их наличие определяется внешними поставками, что может быть отнесено к проблемным факторам обеспечения работы электростанции, в частности Зуевской ТЭС. К аналогичным проблемным факторам поставки могут быть отнесены комплектующие, запасные изделия, резервные энергоустановки, не производимые в ДНР, за исключением низковольтных электродвигателей для оборудования собственных нужд электростанций, поскольку для производства таких электродвигателей в ДНР имеются необходимые мощности.

Другой составляющей электроэнергетической отрасли являются электрические сети, высоковольтные и низковольтные электрические распредустройства. Электросети могут быть представлены высоковольтными линиями электропередач на 35, 110, 220 кВ, а также кабельными линиями на 6 и 10 кВ.

Самодостаточностью обладают ресурсы кабельных линий, поскольку основные марки кабелей выпускаются непосредственно в ДНР, в частности, на заводе Донбасскабель (г. Донецк). Что касается высоковольтных ЛЭП, то применительно к ним к самодостаточным ресурсам могут быть отнесены только опоры линии электропередач. Донецкий завод высоковольтных опор относится к одним из крупнейших в СНГ заводов подобного назначения и выпускает все типы опор высоковольтных ЛЭП. Бесперебойность работы этого завода определяется, прежде всего, наличием и бесперебойностью поставок металлического профиля, производство которого может быть осуществлено на металлургических предприятиях Донбасса. К проблемным факторам в данном случае могут быть отнесены поставки алюминиевого провода, высоковольтных изоляторов, разрядников, короткозамыкателей, высоковольтных коммутационных аппаратов и трансформаторных подстанций, производство которых не развернуто в ДНР. В то же время, потребность в указанных изделиях появляется исключительно в случае необходимости ремонта, восстановления либо монтажа нового высоковольтного электрического ответвления.

**Выводы.** Таким образом, выявленные факторы обеспечения функционирования электроэнергетической отрасли рассмотрены в комплексе. При этом установлен перечень ресурсов отечественного производства и импортируемых, и определены подходы к количественной оценке в зависимости от использования того или иного фактора. Перечень импортируемых ресурсов позволяет выполнить планирование их закупки с целью поддержания достаточности их объёма.

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| **Список литературы** | |
|  | Гительман, Л. Д. Эффективная энергокомпания: Экономика. Ме-неджмент. Реформирование / Л. Д. Гительман, Б. Е. Ратников. – М. : Олимп – Бизнес, 2002. – 544 с. |
|  | Панова, А. В. Экономика энергетики : учеб. пособие / А. В. Панова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 87 с. |
|  | Экономика Донецкой Народной Республики: состояние, проблемы, пути решения: научный доклад / коллектив авторов ГУ «Институт экономических исследований» в рамках сотрудничества с Институтом народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук; под науч. ред. А.В. Половяна, Р.Н. Лепы; Министер-ство образования и науки Донецкой Народной Республики. Государственное учреждение «Институт экономических исследований». − Донецк, 2017. − 84 с. |
|  | Паспорт ризику виникнення надзвичайних ситуацій, Донецька область, 2000р. |
|  | Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) [Электронный ресурс]. В.А. Козлов - 2012 Влияние химического состава золы угля на эксплуатационные параметры топок. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-himicheskogo-sostava-zoly-uglya-na-ekspluatatsionnye-parametry-topok> |
|  | Національний Стандарт України «Вугілля кам'яне та антрацит для пиловидного спалювання на теплових електростанціях» ДСТУ 4083-2012, Київ Мінекономрозвитку України, 2013. |
|  | *Борталевич С.И*. Проблемы повышения энергетической безопасности: монография. Улан-Уде: Изд-во БГУ, 2012. 167 с. |
|  | *Салина Т.К., Анушко Т.В*. Теоретические аспекты управления устойчивым развитием ТЭК на основе инновационной активности // Сибирская финансовая школа. 2011. № 3. С. 103–107. |
|  | Мозговая Е.С. Факторы устойчивости организации // Проблемы социально-экономической устойчивости региона: материалы Международной научно-практической конференции. Пенза, 2009. № 1. С. 41. |
|  | Информационный портал [Электронный ресурс]. <https://energybase.ru/power-plant/zuyevskaya-tpp> |
|  | Информационный портал [Электронный ресурс]. <https://energybase.ru/power-plant/starobeshevskaya-tpp> |