

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»
Всероссийский фестиваль науки
Областной фестиваль науки



Сборник докладов

Часть 14

Проблемы современной электротехники и энергетики

Белгород

23-24 октября 2023 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

**М 43 XV Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»
[Электронный ресурс]: Белгород:
БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 14. – 319 с.**

ISBN 978-5-361-01214-5

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XV Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство»

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01214-5

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

Оглавление

Балан В.О., Коробков П.С.	
АКТУАЛЬНОСТЬ СЖИГАНИЯ БИОТОПЛИВА	12
Барбашова Т.М.	
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ	15
Белов Ю. И., Гончаров А.Н.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ПЕЧАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	18
Белов Ю.И., Гончаров А.Н.	
УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ОТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	22
Белозеров Н.С., Гончаров А.Н., Иванов Н.А.	
СПОСОБЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА В ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕ	25
Ганюшкина Ю.Д.	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	29
Гонтаренко А.В.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ	31
Гонтаренко А.В.	
ИЗБЫТОЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ И НЕРАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ЭНЕРГИИ	34
Гончаров А.Н., Гридчин Ю.С., Белов Ю.И., Белозёров Н.С.	
СЖИГАНИЕ ОТХОДОВ В ЦЕМЕНТНЫХ ПЕЧАХ В КАЧЕСТВЕ ЗАМЕНЫ ТОПЛИВА	37
Евдокимова Е. С.	
STRATEGIC PERSPECTIVES FOR INNOVATIVE TRANSFORMATION OF THE RUSSIAN ENERGY SECTOR	40
Жилин Е.В., Малышева А.Д.	

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	45
Забельский Д.С.	
БПЛА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ	51
Зайцев В.В.	
СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ В РОССИИ.....	54
Зайцев В.В.	
РАЗВИТИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ.....	59
Зайцев В.В.	
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ЧЕТВЕРТОГО ЭНЕРГОПЕРЕХОДА	63
Зайцев В.В.	
СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИИ.....	67
Зайцев В.В.	
АНАЛИЗ РИСКОВ И ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	72
Зубко Д.А.	
АКТУАЛЬНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧАСТОТНО РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ.....	76
Ибоян Д. Л.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ПЕЧАХ	81
Ибоян Д. Л.	
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ НА ТЭЦ.....	85
Иванов Н.А.	

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРИМЕНЕНИИ КЕРАМЗИТОБЕТОНА ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОСЕТЕЙ	88
Иванов Н.А.	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМЗИТА И КЕРАМЗИТОБЕТОНА С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	91
Коробков П.С., Балан В.О.	
СПОСОБЫ И ТРУДНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ.....	95
Коробков П.С., Балан В.О.	
МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ NO _x	98
Кочешкова А.М.	
ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВЛЭП	102
Кретьова В.С., Метелкин В.А, Паньков Н.С., Рылов И.В.	
ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	107
Крикунова К.О., Паньков С.Е.	
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА	110
Максимович В.М.	
ОСНОВЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ДОМА	115
Максимович В.М.	
ОСОБЕННОСТИ ПОДАЧИ ВОЗДУХА В СОДОРЕГЕНЕРАЦИОННЫХ КОТЛАХ	118
Максимович В.М.	
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В АМЕРИКЕ	122
Максимович В.М.	
СОСТОЯНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ.....	125

Метелкин В.А., Кретьова В.С., Рылов И.В., Паньков Н.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ... 129	129
Метелкин В.А., Кретьова В.С., Рылов И.В., Паньков Н.С. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В КОТЕЛЬНОЙ – ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АВАРИЙ И МИНИМИЗАЦИЯ РИСКОВ . 132	132
Милоградская В.Д. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 135	135
Молчанова Е. С. USE OF OIL RESOURCES IN THE PRODUCTION OF THERMAL ENERGY..... 139	139
Молчанова Е.С. RECOVERY OF EXHAUST GASES OF HEAT EXCHANGERS 142	142
Молчанова Е. С. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГРАДИРЕН В ЗИМНИЙ ПЕРИОД..... 146	146
Паньков Н.С., Рылов И.В., Метелкин В.А., Кретьова В.С. РЕАКТОРЫ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ – НАШЕ БУДУЩЕЕ 150	150
Парфенова В.И., Гусева Д.Д. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕНЕСУЭЛЫ: БАРЬЕРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ..... 152	152
Попова А.Ю., Попов С.А. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ХОЛОДНЫЙ ПОТОЛОК 156	156
Попова А.Ю., Попов С.А. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ 159	159
Ревин Д.В. ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЧАСТНЫХ ДОМОВ..... 163	163

Ревин Д.В.	
СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	168
Ревин Д.В.	
ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК.....	172
Ревин Д.В.	
БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ КОТЕЛЬНАЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИП РАБОТЫ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ.....	176
Ревин Д.В.	
ХЛАДАГЕНТЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ. ВИДЫ, СВОЙСТВА И ПРЕИМУЩЕСТВА, А ТАКЖЕ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГИЮ	181
Ревина Ю.С.	
УСТАНОВКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТА, КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В ГОРОДАХ РОССИИ.....	186
Ревина Ю.С.	
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОГОДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ, КАК СПОСОБ ЭКОНОМИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ.....	191
Рощук Р.Д.	
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОСЦИЛЛОГРАФА С ОБЪЕКТОМ ИЗМЕРЕНИЙ	195
Рылов И.В., Паньков Н.С., Метелкин В.А., Кретова В.С.	
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ	201
Северинов П.В.	
ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ТОПЛИВА ИЗ СЫРЬЯ БИОМАССЫ	203

Северинов П.В	
АСТ — БОЛЕЕ ГИБКИЙ ИНСТРУМЕНТ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	207
Смбагатова И.Г.	
ОПЛАТА ТРУДА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	211
Смбагатова И.Г.	
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	214
Сиразева Р.И.	
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И УЛУЧШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	216
Солдатенков М.А.	
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	218
Солдатенков М.А.	
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ	223
Солдатенков М.А.	
МЕТОДЫ ОЧИСТКИ КОТЛА ОТ НАКИПИ	227
Тарасенко В.А	
АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	230
Типсина А.А., Куликов Д.Е., Шрейдер И.В.	
УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЕСКОНТАКТНОЙ ОПЛАТЫ ПРОЕЗДА (ТРАНСПОНДЕР АВТОМОБИЛЬНЫЙ)....	234
Толстов Д.А.	
ПЕРЕХОД ОТ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ РЕЛЕ К МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УСТРОЙСТВАМ С ФУНКЦИЕЙ СИНХРОННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	238

Туляков Е.И.	
АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	241
Туляков Е.И.	
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ТОПЛИВО	245
Туляков Е.И.	
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ К 2024 ГОДУ	249
Туляков Е.И.	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ .	253
Уваров Д.А.	
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.....	257
Уваров Д.А.	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА	260
Уваров Д.А.	
УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ СИСТЕМОЙ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ	264
Уваров Д.А.	
ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ ВЕТРОВОЙ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НАЦИОНАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	268
Хайруллина А.М.	
КРИТЕРИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ.....	272
Хисамеева Д.Р.	
ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА СЕВЕРО- ВОСТОЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РОССИИ.....	275

Шатило И.А.	
К ВОПРОСУ ОБ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ СТОЧНЫХ ВОД ...	277
Шатило И.А.	
КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	281
Шибасев С.С.	
ВЛИЯНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ.....	285
Шибасев С.С.	
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РОССИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ	289
Шибасев С.С.	
ВЛИЯНИЕ МИРОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ НА РАЗВИТИЕ НОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ.....	292
Шишков С.П.	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР. ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА	296
Шишков С.П.	
ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	300
Шишков С.П.	
ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА. ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА.....	303
Шишков С.П.	
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	308
Юнусова Л.И.	
РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	311
Фальков Г.А., Попов С.А., Попова А.Ю.	
МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В РУДНИЧНОЙ СЕТИ: ИСТОЧНИКИ И	

ПОСЛЕДСТВИЯ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	316
--------------------------------------------------------	-----

Балан В.О., Коробков П.С.

Научный руководитель: Рыбина А.В. ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АКТУАЛЬНОСТЬ СЖИГАНИЯ БИОТОПЛИВА

Экология является важным аспектом нашей жизни и будущего планеты. Понимание ее значения и принятие мер для сохранения экологической сбалансированности является задачей всего человечества. В связи с этим необходимо искать топливо, сжигание которого оказывает минимальное воздействие на окружающую среду.

Биологическое топливо, произведенное из растительного или животного источника, представляет собой альтернативу традиционным топливам, получаемым из исчерпываемых ресурсов, и использует возобновляемые материалы. Примерами биотоплива являются дрова, отбельная глина, лузга или рапсовое масло. Однако, дизельное топливо и бензин стали более популярными в силу низкой стоимости и необходимости использования больших объемов топлива для массовой автомобилизации.

Существуют несколько мотивов перехода к использованию биотоплива. Во-первых, причиной этого является климатический кризис, который усугубляется выбросами парниковых газов при использовании ископаемого топлива. Возможно заметить, что практически четверть эмиссии углекислого газа, связанной с энергопроизводством, происходит из транспортного сектора. Заметен значительный рост объема выбросов парниковых газов в транспортной отрасли с 1970 года, причем 80% из них связаны с дорожным транспортом. Во-вторых, другой причиной является поиск возобновляемых источников энергии, при учете того, что запасы нефти и угля могут вскоре исчезнуть полностью. Также стоит отметить резкие колебания цен на углеводороды.

Дрова являются самым типичным и древним видом твердого биотоплива, но в настоящее время они практически не используются в чистом виде и в больших масштабах. В настоящее время пеллеты стали самым популярным видом твердого биотоплива, получаемым из различных материалов, таких как древесные опилки, кора, солома, оливковые косточки, ореховая скорлупа или шелуха семечек подсолнечника. Также пеллеты изготавливают из навоза крупного рогатого скота.

Пеллеты легко заменяют уголь, дрова и солярку. Они не выделяют вредных веществ и практически не дымят при сгорании, в отличие от угля и дизельного топлива. Кроме того, они более энергоэффективны, чем обычные дрова. Еще одним преимуществом пеллетов является их минимальное содержание золы и влаги, что уменьшает необходимость в обслуживании печей и котлов. Кроме того, пеллеты имеют самую низкую цену и легкость транспортировки по сравнению с другими видами биотоплива.

Биоэтанол — наиболее популярное и массовое жидкое биотопливо. Его получают путем ферментации крахмала или сахара. Его использование снижает выбросы вредных веществ и улучшает экологические показатели автотранспорта. США и Европейский союз являются крупнейшими производителями биоэтанола. В Европе также активно развивается производство биоэтанола из рапсового масла. В России также начали налаживать производство биодизеля, основным сырьем для его производства является рапс.

Однако, несмотря на популярность и преимущества жидкого биотоплива, существуют и критики этого вида топлива. Некоторые утверждают, что производство биотоплива отнимает площадь сельскохозяйственных угодий, которые могли бы быть использованы для производства продовольствия, и приводит к повышению цен на сельскохозяйственную продукцию. Кроме того, для производства биотоплива требуется большое количество воды и энергии, что может вызывать экологические проблемы, особенно в регионах с ограниченными ресурсами.

Биогаз — это газ, который состоит из метана и углекислого газа в различных пропорциях. Это соотношение зависит от химического состава органического вещества, из которого получают газ. Главными источниками биогаза являются отходы животноводства и сельского хозяйства, сточные воды и органика из бытовых отходов. Биогаз образуется в результате процессов биологического разложения без доступа кислорода (анаэробное сбраживание).

Что касается плюсов, то ископаемые топливные источники являются ограниченными и с течением времени будут исчерпаны, в отличие от биотоплива, которое производится из растительных материалов и поэтому может быть возобновлено. Когда биотопливо сжигается, его выбросы углекислого газа уменьшаются на 65%, что приводит к снижению влияния этой отрасли на изменение климата. Кроме того, биоэтанол и биодизель обладают меньшим содержанием хлора и серы в сравнении с другими видами топлива. Это означает, что биотопливо помогает уменьшить выбросы этих вредных веществ в

атмосферу. Создание биотоплива на месте создает рабочие места в том же регионе, где оно будет использоваться, что способствует сокращению транспортных расходов и выбросов. В дополнение к этому, производство собственного биотоплива уменьшает зависимость страны от импорта нефти из других государств. Так как биотопливо имеет меньшее количество примесей по сравнению с традиционными видами топлива, это означает, что двигатели будут долговечнее, поскольку загрязняются реже и требуют меньшего ухода. Это поможет автолюбителям не только экономить на топливе, но и на техническом обслуживании.

Говоря о плюсах, не стоит забывать и о минусах, которых достаточно.

Так, например, производство биотоплива требует значительных площадей для выращивания сырья, что может привести к необходимости массовой вырубке лесов для освобождения места. Это оказывает влияние на экономику, в частности на цены и доступность продуктов питания, так как земли, которые ранее использовались для производства пищи, могут быть перенаправлены под культуры для биотоплива. Это может привести к появлению монокультур, при которых одни и те же культуры выращиваются на одной площади, что может привести к ухудшению качества почвы и увеличению количества вредителей. Для борьбы с ними могут использоваться химические пестициды, что в результате может привести к снижению плодородия почвы и потере биоразнообразия.

В настоящее время основное внимание уделяется использованию биотоплива в домашних условиях. Особенно твердые виды биотоплива популярны в бедных странах, где отсутствуют другие источники энергии, и используются для готовки, стирки, уборки или обогрева дома. На сегодняшний день около 80% потребляемого биотоплива используется именно в этих целях. Примерно 18% биотоплива используется в промышленности в качестве энергетического и смазочного материала. Часто биотопливо упоминается как альтернатива бензину для автомобилей, однако в сфере транспорта оно пока используется всего лишь на 2%.

Тем не менее, развитие жидкого биотоплива продолжается, и исследования направлены на поиск новых, более эффективных и экологически устойчивых способов его производства. Биотопливо имеет потенциал стать важной альтернативой традиционным ископаемым топливам и снизить негативное влияние на климат и окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдельсатер Х.И., Шевченко Д.В. Биоэнергетика автотранспорта // Вестн. РУДН. Сер. Инж. исслед. - 2011. - N 4. - С.52-59.
2. Биотопливо для двигателей внутреннего сгорания / Марков В.А., Девянин С.Н., Зыков С.А., Гайдар С.М.: монография. - М.: НИЦ "Инженер" (Союз НИО), 2016. - 292 с.
3. Вайнштейн Э.Ф. Переработка биомассы путем высокоскоростного подвода энергии // 4 междунар. совещание по проблемам энергоаккумулирования и экологии в машиностроении, энергетике и на транспорте: сб. науч. докл. - М.: ИМАШ РАН, 2004. - С.207-218.
4. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А. Государственное регулирование развития биоэнергетики в странах Европы и США. Ч.2 // Пром. теплотехника. - 2002. - Т.24, N 5. - С.78-86.
5. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий. Белгород, 2013. 240 с.
6. Исследование физико-химических свойств биотоплив на основе растительных масел / Коваленко В.П., Улюкина Е.А., Пуляев Н.Н., Приваленко А.Н. // Междунар. науч. журн. - 2011. - N 4. - С.79-83.
7. Рычков В.В., Вишнякова К.В., Солдатенкова Е.И., Трубаев П.А. Оценка величины вырабатываемой электроэнергии ветряными электростанциями в Белгородской области // Энергетические системы. 2016. № 1. С. 132-138.

УДК 620.9

Барбашова Т.М.

Научный руководитель: Шацких З.В., ст. преп.

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Электроэнергетика из всех секторов человеческой деятельности оказывает наибольшее влияние на нашу жизнь. Мы не сможем прожить и день без электричества, а спрос на энергию растет с каждым днем. Динамическое развитие современного мира, а также изменения, происходящие в нашей жизни, требуют колоссальной энергии.

Электроэнергетика важная отрасль энергетики, которая состоит из производства, передачи и продажи электроэнергии. Электроэнергия

имеет большое преимущество по сравнению с другими видами энергии, а также с легкостью передается на большие расстояния.

Электроэнергетика входит в группу отраслей, которые включают производство, транспортировку топлива, производство энергии и передачу потребителю. Для выработки электроэнергии используются топливные ресурсы, атомная энергия, гидроресурсы, альтернативные виды энергии.

Рассмотрим проблему сырьевой энергии в современных условиях.

Сырье для производства электроэнергии:

- Топливные полезные ископаемые;
- Минеральные ресурсы;
- рудные полезные ископаемые;
- нерудные полезные ископаемые

Однако при нынешних показателях энергопотребления, ресурсов по подсчетам специалистов хватит примерно на сто лет. При этом они практически невозобновимы, что является огромной проблемой для человечества.

Энергетическая проблема, также проявляется и в сфере электроэнергетики. Источники энергии:

- Горючие полезные ископаемые;
- Горючие органические минералы;
- Нетрадиционные виды энергии;
- Атомная энергия.

Актуальные проблемы электроэнергетики. Проблемы электроэнергетики обладают комплексным характером и накопительным эффектом. Ограниченный объем публикации позволяет кратко остановиться лишь на наиболее насущных:

1. Дезинтеграция, вследствие реформирования электроэнергетики вступившая в противоречие с единым технологическим процессом производства, распределения и потребления электроэнергии.

2. Необоснованное сокращение числа специализированных отраслевых ремонтных и строительных подразделений, выделение данной сферы в отдельный бизнес на тендерной основе.

3. Сложная тарифная политика и ценообразование, формируемые без применения научного подхода, их корректировка регулирующими органами административными методами, методом проб и ошибок, с попытками приспособления к российским условиям зарубежных моделей.

4. Систематическая экономия на финансировании с последующим сокращением научных организаций, недостатки вузовской системы

образования, в подготовке квалифицированных теплоэнергетиков и инженеров-электриков.

5. Неэффективное использование энергоресурсов, сырьевая проблема. Энергетическая надежность находится в прямой зависимости от наличия источников энергоресурсов, в случае недостаточности которых возможны перебои в поставках энергии.

6. Правовая база далека от совершенства. На первый план выходит необходимость разработки, и утверждения с учетом современных условий новых обязательных для исполнения Правил устройства электроустановок, технической эксплуатации электростанций и сетей, Правил пользования тепловой и электроэнергией, их коммерческого учета.

7. Соблюдение баланса между растущим спросом на энергоресурсы и негативным влиянием их добычи и производства на экологию. В настоящее время страна занимает 4-е место в мире по выбросу углекислого газа после Китая, США и Индии. Во избежание роста совокупного объема загрязнений необходимо внедрение инновационных технологий для достижения наилучшего результата деятельности энергопредприятий, управления надежностью электроснабжения потребителей.

Проблема износа элементов энергосистем.

Отдельного упоминания заслуживает одна из ключевых на сегодняшний день проблем отечественной электроэнергетики - продолжающийся рост износа основного оборудования электросетей и станций. Большинство электростанций, линий электропередач, подстанций и распределительных комплексов построено еще в советское время.

Таким образом, главная и неотъемлемая часть абсолютно любого государства – это электроэнергетика. Именно поэтому её развитие и поддержание должно быть главной целью для всех людей на планете, ведь именно от нее зависит наше непосредственное будущее. Одним из главных факторов уровня производительности труда и процветания всех промышленных отраслей является именно уровень развития электроэнергетики. Так же он влияет непосредственно на скорость роста экономики непосредственно в государстве. Именно из-за вышеперечисленных причин, проблемы, изложенные в статье должны быть незамедлительно решены.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Практика реализации программ инновационного развития в электросетевом комплексе. - М.: ФИЦ Рос-сети, 2017. - 17 с
2. Экономика и управление в энергетике : учебник для магистров / под общ. ред. Н.Г. Любимовой, Е.С. Петровского. - М.: Издательство Юрайт, 2017. С. 25.
3. Гибадуллин А.А. Модели устойчивого функционирования и развития электроэнергетической отрасли // Вестник Челябинского государственного университета. - 2019. - №3 (425) Экономические науки. - Вып. 64. - С. 59-66.
4. Буданцева Ю.И. Государственное регулирование энергетики как способ воздействия на хозяйствующие субъекты // Аллея науки. - 2019. - №5 (32). С. 241.
5. Венгеровский Е.Л. Вопросы правового регулирования конкуренции на рынках электрической энергии // Проблемы экономики и юридической практики. - 2018. -№6. - С. 62.

УДК 662.767.2

Белов Ю. И., Гончаров А.Н.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ПЕЧАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Теплоэнергетика является важной отраслью, обеспечивающей тепло и энергию для различных промышленных и бытовых потребностей. В свете растущего осознания необходимости снижения выбросов парниковых газов и поиска альтернативных источников энергии, использование биогаза становится все более популярным в теплоэнергетике. В данной статье мы рассмотрим значения использования биогаза в теплоэнергетике, сферы его применения, экологическую и экономическую эффективность.

Биогаз - газовое топливо, производимое из биологического материала, такого как органические отходы, растительные остатки, сточные воды и т. д. Он является одним из возобновляемых источников энергии и может быть использован для различных целей, включая производство электричества, отопление и использование в транспорте.

Процесс производства биогаза включает в себя анаэробное брожение биологического материала, при котором органические

вещества разлагаются микроорганизмами в абсене кислорода. В результате этого процесса выделяются метан (CH_4) и углекислый газ (CO_2), которые являются основными компонентами биогаза. В зависимости от исходного материала и условий производства, содержание метана в биогазе может достигать от 50% до 75%. [1]

Биогаз можно использовать для производства электричества и тепла в специальных установках, называемых биогазовыми электростанциями. В этих установках биогаз сжигается в двигателях внутреннего сгорания или в турбинах, чтобы преобразовать его в механическую и электрическую энергию. Тепло, выделяемое при сжигании, может быть использовано для обогрева зданий или процессов промышленности.

Биогаз также может быть очищен от примесей, таких как сероводород и влага, и использован в качестве топлива для автомобилей. В таком случае он может быть сжат до высокого давления и используется в специальных биогазовых автомобилях или применяться в качестве дополнительного топлива для сжигания сжиженного природного газа в газовых турбинах.

Использование биогаза в теплоэнергетике имеет значительные экологические преимущества. Во-первых, биогаз является возобновляемым источником энергии, так как он производится из органических отходов, таких как остатки пищи, растительные отходы или животные испражнения. При сжигании биогаза выбросы парниковых газов, таких как углекислый газ (CO_2), значительно снижаются по сравнению с традиционными ископаемыми горючими.

Использование биогаза в теплоэнергетике также имеет экономическую эффективность. Во-первых, биогаз можно производить из отходов, которые раньше были считались мусором, и использовать вместо природного газа или других дорогостоящих ископаемых топлив. Это позволяет существенно сократить затраты на энергию и снизить зависимость от импорта газа.

Биогаз также может использоваться для когенерации тепла и электроэнергии. При сжигании биогаза в когенерационных установках происходит одновременное производство тепла и электричества. Это позволяет повысить энергетическую эффективность, так как одно топливо используется для производства двух видов энергии. [2]

Использование биогаза в теплоэнергетике способствует эффективной утилизации органических отходов. Вместо того чтобы складировать или сжигать отходы, можно превратить их в ценное топливо. Это не только снижает загрязнение окружающей среды, но и позволяет получать дополнительные выгоды от утилизации отходов.

Использование биогаза в теплоэнергетике имеет значительные значения и преимущества. Экологическая эффективность заключается в уменьшении выбросов парниковых газов и использовании возобновляемого источника энергии. Экономическая эффективность проявляется в сокращении затрат на энергию и снижении зависимости от импорта газа. Когенерация энергии и утилизация органических отходов также приводят к повышению энергетической эффективности и сокращению загрязнения окружающей среды. Все эти факторы подчеркивают важность использования биогаза в теплоэнергетике с целью достижения устойчивого и экологически дружелюбного производства энергии.

Использование биогаза в металлургической промышленности может быть осуществлено для различных целей, включая производство тепла и электроэнергии, а также в качестве топлива для плавки металлов.

Одним из способов использования биогаза в металлургии является его сжигание в котлах или горелках для производства тепла. Тепло, выделяемое при сжигании биогаза, может быть использовано для обогрева печей и других процессов, связанных с обработкой металла. Это позволяет снизить зависимость от традиционных источников энергии, таких как природный газ или уголь, и сократить выбросы парниковых газов. [3]

Другим вариантом использования биогаза в металлургии является его использование в качестве топлива для газовых горелок, которые применяются в процессе плавки металлов. Благодаря своему содержанию метана, биогаз может служить альтернативой природному газу или пропану в качестве топлива для горелок, используемых в металлургических печах. Это позволяет снизить использование нефтепродуктов и сжиженного природного газа, а также уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Помимо этого, биогаз может быть использован для производства электроэнергии в металлургических предприятиях. Биогаз может питать генераторы, которые преобразуют его в электрическую энергию, которая затем может быть использована для собственных нужд предприятия или продана в сеть электроснабжения.

Однако, для успешной реализации использования биогаза в металлургии необходимо учесть различные факторы, включая доступность биогаза, его качество, возможность модернизации существующего оборудования и соответствующие технические аспекты. Также важно обеспечить правильное хранение,

транспортировку и обработку биогаза, чтобы минимизировать риски, связанные с его использованием. [4]

Биогаз представляет собой экологически устойчивый и эффективный источник энергии для теплоэнергетических систем. Его использование не только помогает сократить выбросы парниковых газов, но и способствует диверсификации энергетического сектора и снижению зависимости от нефти и газа. Развитие технологий и поддержка со стороны государства будут способствовать расширению применения биогаза и увеличению его вклада в области теплоэнергетики. [5]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев П.А., Клепиков А.С., Веревкин О.В., Гришко Б.М., Суслов Д.Ю., Рамазанов Р.С. Мониторинг выхода биогаза с тела полигона ТКО// Энергетические системы. 2019. № 1. С. 252-259.

2. Капустина К.В. Использование биогаза в теплоэнергетике. // Сборник докладов Национальной конференции с международным участием. – 2022. – 14. С. 278-283

3. Гребенников, В. И. Технологии производства и применения биогаза в сельском хозяйстве. Новости природопользования, экологии и охраны окружающей среды. – 2017. – С. 14-20.

4. Соколов, В. А., Медведев, Д. А., & Янковский, В. Н. Потенциал и основные проблемы развития биогазовой энергетики в России. // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика, экология. – 2015. – С. 171-177.

5. Гуреев, Ю. А., & Громов, А. А. Анализ состояния и перспектив развития биогазовой энергетики в России. Энергетическая политика. – 2018. – С. 44-48.

6. Якушев, В. А. Развитие биогазовой энергетики в России: состояние и проблемы. Экология и промышленность России. – 2017. – С. 46-49.

Белов Ю.И., Гончаров А.Н.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА ОТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Утилизация тепла - важнейший аспект металлургического производства, позволяющий не только повысить энергоэффективность, но и снизить воздействие на окружающую среду. Металлургические процессы, такие как плавка и рафинирование, предполагают высокотемпературную обработку металлов, что приводит к значительному выделению тепла. Это избыточное тепло может быть использовано для различных целей, что делает рекуперацию тепла одним из ключевых направлений в теплоэнергетике и теплотехнике. В этой статье мы рассмотрим важность утилизации тепла в металлургическом производстве, изучим различные методы утилизации тепла и обсудим потенциальные преимущества как для промышленности, так и для окружающей среды.

Металлургическое производство является энергоемким и потребляет огромное количество энергии для достижения высоких температур, необходимых для обработки металлов. Традиционно значительная часть этой энергии теряется в виде сбросного тепла, что не только является экономическим ущербом, но и способствует ухудшению состояния окружающей среды. Концепция рекуперации тепла в металлургии предполагает улавливание и использование этого отработанного тепла для выполнения полезной работы, например, для выработки электроэнергии, предварительного нагрева исходных материалов или обеспечения теплом других промышленных процессов. [1]

Одним из основных мотивов утилизации тепла в металлургическом производстве является снижение энергозатрат. Повторное использование отработанного тепла позволяет металлургическим предприятиям значительно снизить расходы на электроэнергию, что повышает их конкурентоспособность на рынке. Кроме того, рекуперация тепла снижает потребление ископаемого топлива, тем самым уменьшая выбросы парниковых газов и способствуя достижению целей устойчивого развития. Кроме того, системы рекуперации тепла часто быстро окупаются, что делает их финансово привлекательными для металлургических предприятий.

Существует несколько методов утилизации тепла в металлургическом производстве, каждый из которых подходит для различных областей применения и условий эксплуатации. Одним из распространенных подходов является использование теплообменников, которые передают тепло от горячих технологических газов или жидкостей к более холодным жидкостям. Например, в доменной печи теплообменники могут подогревать воздух, подаваемый для горения, повышая общую эффективность процесса. [2]

Другим широко распространенным методом является когенерация, или комбинированная выработка тепловой и электрической энергии (ТЭЦ). В системах когенерации избыточное тепло, выделяемое в ходе металлургических процессов, используется для выработки электроэнергии, которая может использоваться на месте или подаваться обратно в сеть. Это не только снижает затраты на электроэнергию, но и способствует повышению стабильности и надежности энергосистемы.

Рекуперация тепла может также включать использование термоэлектрических материалов для преобразования отработанного тепла непосредственно в электроэнергию за счет эффекта Зеебека. Пока эта технология находится на стадии исследований и разработок для применения в металлургии, она открывает большие перспективы для эффективного использования высокотемпературного отходящего тепла. [3]

Преимущества внедрения систем рекуперации тепла в металлургическом производстве выходят за рамки экономии средств и экологических выгод. Эти системы повышают общую эффективность промышленных операций, снижают эксплуатационные расходы и повышают надежность системы. Кроме того, они помогают металлургическим предприятиям соответствовать все более жестким экологическим нормам. [4]

Одним из существенных преимуществ является снижение выбросов парниковых газов. Используя отработанное тепло для выработки электроэнергии или нагрева технологических процессов, металлургические предприятия могут снизить зависимость от ископаемого топлива и минимизировать свой углеродный след. Это не только способствует экологической устойчивости, но и повышает репутацию компании в эпоху, когда экологическая ответственность является важным фактором при принятии решений потребителями и инвесторами. [5]

Кроме того, системы рекуперации тепла способствуют повышению энергетической устойчивости. Имея резервный источник выработки электроэнергии с помощью ТЭЦ, металлургические

предприятия могут продолжать важнейшие операции при отключении электроэнергии, сводя к минимуму время простоя и производственные потери.

Утилизация тепла в металлургическом производстве является одним из важнейших аспектов теплоэнергетики и теплотехники. Она дает множество преимуществ, начиная от экономии затрат и экологической устойчивости и заканчивая повышением эффективности производства и энергоустойчивости. Поскольку отрасль продолжает развиваться и сталкивается с растущими экологическими и экономическими проблемами, внедрение инновационных технологий утилизации тепла будет играть ключевую роль в обеспечении устойчивости и конкурентоспособности металлургического производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агравал, А., Кумар, П., Кумар, М. и Шривастава, Р.Л. Обзор восстановления и утилизации тепла отходящих газов из металлургических шлаков. // Журнал "Чистое производство". – 2019. – С. 236.
2. Трубаев, П.А. Энерготехнологический анализ высокотемпературных процессов и аппаратов производства силикатных материалов / Трубаев, П.А. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2007. – № 1. – С. 11-13.
3. Сридхаран, Р., и Фагри, А. Последние достижения в технологии производства термоэлектрической энергии. Теплопередача. – 2017. – С. 141-155.
4. Дзиндзела А. В., Сизякин А. В. Эффективное использование низкпотенциального тепла // Энергосбережение. –2012. – № 1.
5. Пардо, Н., и Ибаньес, М. Обзор технологий утилизации тепла отходящих газов в металлургических процессах. Металлы. – 2012. – С. 314.

*Белозеров Н.С., Гончаров А.Н., Иванов Н.А.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СПОСОБЫ ТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА В ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЕ

Пароперегреватель – это устройство, служащее для перегрева пара, с температурой выше, чем температура насыщения внутри барабана действующей установки котлоагрегата, при условии одинакового давления обоих сред. Данный агрегат считается одним из наиболее важных элементов котельной установки из-за того, что находящийся в нём пар достигает очень высоких значений, а металл пароперегревателя используется в таких условиях, что довольно близки к предельно допустимым значениям [1].

Существуют разные системы пароперегревателей и они могут отличаться по своим регулировочным характеристиками и свойствам, иными словами отличаться зависимостью температуры перегретого пара от нагрузки котла.

Стоит отметить отличительную особенность радиационных пароперегревателей, которой является понижение температуры перегретого пара как реакция на увеличение нагрузки котлоагрегата. Во время использования радиационной поверхности нагрева, объем передаваемой теплоты можно определить из теоретической температуры сгорания топлива, степени черноты топчного пространства и тепловой характеристики пароперегревателей [2]. Эти параметры практически не имеют зависимости от нагрузки и от количества сжигаемого топлива, за счёт чего в радиационном пароперегревателе

теплопередача повышается гораздо медленнее, чем увеличивается объем пара, который проходит через пароперегреватель, что означает, что удельное

тепловосприятие (на одну единицу пара) понижается (кривая 1 на рис. 1).

Отличительной особенностью конвективного пароперегревателя является то, что объем дымовых газов, отходящих через него увеличивается почти пропорционально скорости газов в степени 0,6...0,65, что означает, что из-за того, что происходит уменьшение прямой отдачи в топке, а также

увеличивается температура дымовых газов, отходящих из топки,

то происходит увеличение температурного напора непосредственно в области конвективного пароперегревателя. Оба эти обстоятельства неизбежно приводят к тому, что происходит более быстрый температурный рост перегретого пара относительно скорости, с которой увеличивается нагрузка котла (кривая 3 на рис. 1).

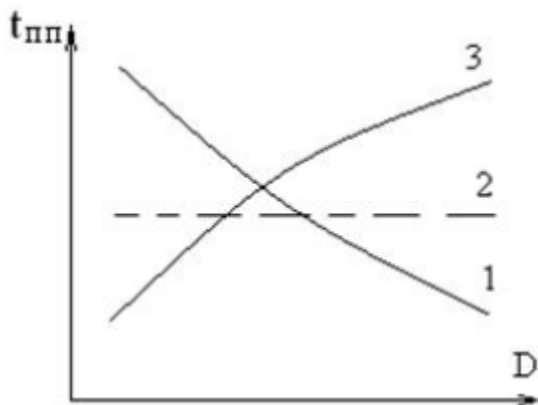


Рис. 1. Регулировочные характеристики пароперегревателей; 1 - радиационного; 2 - комбинированного; 3 - конвективного

В определённых обстоятельствах, при правильном подборе размеров радиационной и конвективной поверхностей пароперегревателя, в теории существует вероятность того, что можно достичь постоянной температуры перегретого пара (кривая 2 на рис. 1). Однако, несмотря на это, в реальности температура перегретого пара зависит от изменяющихся эксплуатационных факторов, а именно: влажность топлива, коэффициент избытка воздуха в топке, шлакование пароперегревателя и экранов топки, а так же от температуры питательной воды. Благодаря этим факторам появляется необходимость в регулировании температуры перегретого пара другими способами, ведь увеличение температуры отдельных труб пароперегревателя на 15...20 °С неизбежно способствует уменьшению срока службы агрегата в два раза [3].

В паровых котлах с большим поперечным сечением и, соответственно, с большой выработкой пара и газоходов происходит неравномерный обогрев поверхностей нагрева по ширине и высоте горизонтального газохода. Получить уменьшение влияния неравномерного распределения теплоотдачи по ширине газохода возможно, если применять секционирование пароперегревателя по

ширине с перебросом потоков пара на противоположную сторону газохода после каждой секции, по мере продвижения в глубину. Произвести такую переброску пара удаётся или при помощи специальных труб, или при условии движения пара вдоль коллектора. В первом рассматриваемом случае получается сильная зависимость от числа перепускных труб, что приводит к тому, что смешиванию подвергается куда меньшая доля пара (рисунок 2а). Второй же рассматриваемый способ куда более эффективен потому как в коллекторах происходит смешивание пара из каждого полупотока (рисунок 2б).

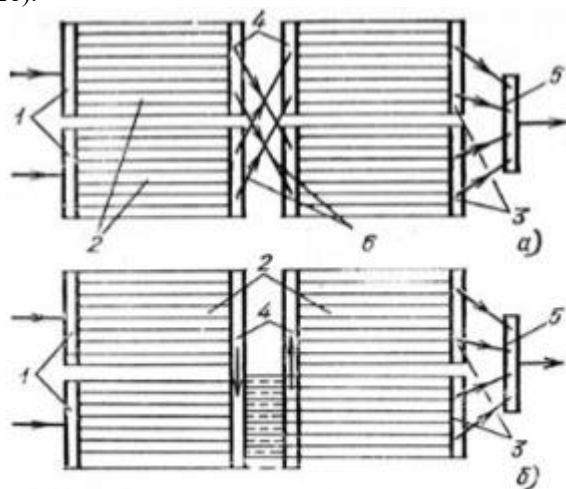


Рис. 2. Секционирование конвективного пароперегревателя;
а) с перебросом пара перепускными трубами; б) с перебросом пара вдоль коллектора;

1 - входной коллектор; 2 - змеевики пакета; 3 - выходной коллектор; 4 - промежуточный коллектор; 5 - паросборная камера; 6 - перепускные трубы

Стоит отметить также существование двух основных методов регуляции температуры пара: паровой и газовой [4]. Регуляция температуры посредством пара происходит за счёт уменьшения энтальпии пара или посредством подогрева им питательной воды, но также может происходить за счёт распыления в его поток обессоленной воды. Регуляция паром происходит двумя путями: при помощи охлаждения пара в поверхностных пароохладителях - теплообменниках, или же посредством впрыскивания конденсата напрямую в поток

перегретого пара - впрыскивающие пароохладители. Эти способы чаще всего применяют для регуляции температуры свежего пара. По мимо прочего можно применять паровую регуляцию, для того, чтобы регулировать температуру вторично-перегретого пара, однако такой способ, как правило основывается на смешении объемов вторично-перегретого и свежего паров.

Регуляция газом происходит за счёт изменения тепловосприятости поверхностей нагрева с газовой стороны до необходимого значения

температуры перегретого пара. К этим способам относятся: изменение положения факела в топке; байпасирование некоторой части объема дымовых газов, которые обходят пароперегреватель; рециркуляцию дымовых газов. Такую газовую регуляцию чаще всего используют для изменения температуры вторично-перегретого пара, но бывает, что и для свежего пара [5].

Исходя из имеющихся данных, можно сделать вывод, что исследование и использование способов регуляции перегретого пара является очень важным для любых энергетических установок. Эффективные способы регуляции тепла позволяют существенно увеличить КПД котлоагрегата, нарастить срок эксплуатации нагревательных поверхностей пароперегревателей, одновременно с тем, производить пар с теми параметрами, которые необходимы для технологических процессов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулешов М.И. Конденсационный водогрейный котел для автономных систем теплоснабжения жилых, общественных и промышленных объектов / М.И. Кулешов, А.А. Погонин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 2. – С. 171-173.

2. Дубина А.С. Конструкция конденсаторов системы пароснабжения среднего давления / А.С. Дубина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 4. – С. 184-186.

3. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных Предприятий / А.В. Губарев // Белгород: Изд-во БГТУ – 2013. – 240с.

4. Губарев А.В., Васильченко Ю.В. Теплогенерирующие установки / А.В. Губарев, Ю.В. Васильченко // Белгород: Изд-во БГТУ – Часть 1. – 2008г. – 162 с.

5. Губарев А.В. К определению длины змеевика конвективного пароперегревателя / А.В. Губарев, А.С. Горлов, М.И. Кулешов, Ю.В. Васильченко // Тяжелое машиностроение. – 2010г. –№ 12. – С. 14-15.

УДК 621.311.1

Ганюшкина Ю.Д.

Научный руководитель: Шацких З.В., ст. преп.

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Приоритетным направлением развития энергетики и экономики – энергоэффективность. Это способ снижения издержек, а также рычаг для подъема экономики страны.

Электроэнергетика – отрасль народного хозяйства, включающая в себя производство, передачу и распределение электрической энергии. Эффективность развития этой области производства оценивается по результатам участия в повышении показателей экономики. Важно учитывать затраты, которое несет общество для развития электроэнергетической системы [1].

Повысить энергетическую эффективность предприятия можно с помощью нескольких факторов:

- экономное расходование ресурсов;
- увеличение спроса на электроэнергию;
- устранение дефектов и ремонт оборудования;
- повышение уровня менеджмента.

Экономное и эффективное использование энергоресурсов – отражение принципа оптимального режима [2]. При этом режиме обеспечивается выполнения производственной программы с наименьшим расходом ресурсов. При правильной организации производства минимизируется удельный расход энергоресурсов и уменьшаются производственные издержки.

Предприятия энергетической отрасли, в отличии от других организаций, отличаются высоким уровнем фондоемкости и значительной долей постоянных издержек в себестоимости. Изменение выручки от реализации всегда приводит к изменению прибыли, и этот эффект увеличивается с увеличением постоянных затрат. Можно заметить следующее: эффективность возрастает при увеличении спроса, и уменьшается при его снижении [3]. Эффективность

предприятия будет наиболее высокой, если спрос будет постоянно высоким.

Для укрепления финансового положения электроэнергетики важно развитие не только самой отрасли, но и строительство новых станций и подстанций, а также техническое обслуживание, ремонт генерирующих и распределительных сетей, замена устаревшего оборудования. Дефекты, которые возникают в процессе эксплуатации, негативно отражаются на производительности. Своевременный контроль, оснащение необходимым оборудованием благоприятно отражается на повышении эффективности технологических процессов, а также предприятия в целом [4].

Решение проблем энергетики и повышение производства этой области требует от руководства организации и работников высокого уровня знаний экономики и управления производством. Обеспечение профессионализма персонала в энергетике необходимо для обеспечения экономического роста в стране и повышения эффективности энергетического производства [5]. Устранение проблемы кадров в электроэнергетике возможно на основе:

- совершенствования системы обучения и переподготовки;
- расширения системы стажировок;
- улучшение организации и оплаты труда;
- решения вопросов трудоустройства молодых специалистов.

Увеличение энергоэффективности требует комплексного решения не только экономических, но и технических задач, а также связано с повышением эффективности функционирования предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Элчиева, М. С. Повышение эффективности энергетического производства в условиях трансформации экономики / М. С. Элчиева, Б. К. Карыбекова // Вестник Ошского государственного университета. – 2014. – № 2. – С. 88-91.

2. Тетерин, Н. Е. Повышение энергоэффективности и энергосбережения при производстве и передаче электроэнергии / Н. Е. Тетерин, И. В. Алтухов // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 118-121.

3. Рубановская, С. Г. Организационно-управленческие резервы повышения эффективности и оптимизации структуры энергетического производства / С. Г. Рубановская, М. С. Джагаева // Региональная экономика: теория и практика. – 2008. – № 23. – С. 68-74.

4. Мешкова, Ю. В. Своевременный контроль за состояние оборудования как показатель энергоэффективности производства / Ю. В. Мешкова, А. Н. Суетин // Инновационные научные исследования. – 2023. – № 2-1(26). – С. 50-56.

5. Зуева, Н. А. Отдельные аспекты проблемы повышения эффективности энергетического производства / Н. А. Зуева // Общество. Наука. Инновации (НПК-2017) : сборник статей. Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция, Киров, 01–29 апреля 2017 года / Вятский государственный университет. – Киров: Вятский государственный университет, 2017. – С. 5262-5268.

УДК 620.92

Гонтаренко А.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г.Шухова, г. Белгород, Россия*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Альтернативная энергетика, также известная как возобновляемая энергетика, относится к использованию источников энергии, которые не истощаемы и не загрязняют окружающую среду, в отличие от традиционных источников энергии, таких как нефть, уголь и газ.

Примеры альтернативных источников энергии включают солнечную энергию, ветроэнергию, гидроэнергию, геотермальную энергию и энергию биомассы.

Выгоды использования альтернативной энергетики включают сокращение выбросов парниковых газов и других загрязнений, снижение зависимости от импортированных ископаемых топлив, создание новых рабочих мест и улучшение энергетической безопасности.

Однако существуют и некоторые ограничения в использовании альтернативной энергетики, такие как высокие стоимости строительства и предоставления оборудования, зависимость от погоды и сезонности, а также необходимость развития эффективной системы хранения и распределения энергии.

Все же альтернативная энергетика считается важным направлением для сокращения вредных экологических последствий промышленности и снижения климатических изменений.

В России есть несколько примеров использования альтернативной энергетики:

1. Ветроэнергетика:

- Ветроэлектростанция в Ульяновской области: Эта станция, запущенная в 2020 году, имеет установленную мощность 35,2 МВт и состоит из 14 ветрогенераторов. Она помогает сократить выбросы парниковых газов и обеспечивает часть энергетических потребностей региона.

- Ветроэлектростанция в Калужской области: Она была построена в 2018 году и имеет установленную мощность 90 МВт. Состоит из 26 ветрогенераторов и способна обеспечивать потребности около 100 тысяч домохозяйств.

- В России также разрабатывается проект «Парк Ветровой энергии Аскания-Нова» в Ростовской области. Предполагается, что после его завершения это будет одна из крупнейших ветроэлектростанций в Европе.

- Российское правительство активно поддерживает развитие ветроэнергетики и установило цель - достичь 5,5 ГВт установленной мощности ветроэлектростанций к 2024 году.

2. Солнечная энергетика:

- Гродековская солнечная электростанция: Эта солнечная электростанция находится в Калужской области и была запущена в 2020 году. Она имеет установленную мощность 60 МВт и состоит из 198 000 солнечных панелей.

- Один из наиболее известных проектов солнечной энергетики в России - строительство солнечной электростанции в Якутии. Она будет обеспечивать энергией современные города, а также производить водород для использования в топливной промышленности.

- Также существуют различные проекты по строительству солнечных электростанций в Крыму, которые позволяют сократить зависимость от сжигания угля для производства электроэнергии.

3. Гидроэнергетика:

- На реке Татышлин в Ставропольском крае построена гидроэлектростанция мощностью 2,4 МВт. Это небольшая станция, но важна для обеспечения электроэнергией местных поселений.

- В Ямало-Ненецком автономном округе на реке Нарьян-Мар была построена гидроэлектростанция мощностью 2,4 МВт. Она является первой в регионе и важна для энергоснабжения местного населения.

- Реки Сибири имеют огромный потенциал для развития гидроэнергетики, и в настоящее время ведутся работы по строительству новых гидроэлектростанций.

4. Биоэнергетика:

- Биокомбинат "Мелекес" в Московской области: Этот комбинат производит биогаз из отходов птицефермы, который затем используется для производства электроэнергии. Проект позволяет решить проблему обращения с отходами и снижает зависимость от традиционного топлива.

- Помимо биоэлектростанций, в России также разрабатываются проекты по производству биодизеля и биогорючего для использования в транспорте.

Это лишь некоторые примеры использования альтернативной энергетики в России. В целом, страна активно развивает и внедряет различные источники альтернативной энергии с целью сокращения выбросов парниковых газов и диверсификации энергетического комплекса.

В целом, использование альтернативной энергетики имеет значительные преимущества для нашей планеты и современного общества, поскольку помогает бороться с изменением климата, улучшает качество жизни и снижает зависимость от нестабильных рынков и ископаемых ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Севостьянов В.С., Шамгулов Р.Ю. термолиз в переработке полимерных отходов // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды. Всероссийская научная конференция (Белгород, 14-18 окт.2019 г.). Т.2. Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. С. 125-130.

2. Родионов А.И. и др. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. 512 с.

3. Кравченя Э.М., Козел Р.Н., Свирид И.П. Охрана труда и энергосбережения. – М.: ТетраСистемс, 2008. 245 с.

4. Федорищева Е.А. Энергетика: проблема перспективы. М.: Высшая школа, 2005. 143 с

Гонтаренко А.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ИЗБЫТОЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ И НЕРАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ЭНЕРГИИ

Современная энергетика сталкивается с рядом проблем, которые требуют внимания и решения. Рассмотрим одни из наиболее значимых проблем.

Избыточное потребление и нерациональное использование ресурсов энергии - основные проблемы современной энергетике. Это означает, что мы используем больше энергии, чем необходимо, и делаем это неэффективно.

Одной из основных причин избыточного потребления энергии является растущий общий уровень потребления в мире. С развитием экономики и увеличением числа населения спрос на энергию неуклонно растет. Избыточное потребление энергии часто связано с нежелательными привычками и поведенческими факторами, такими как оставление включенных световых приборов или электроприборов, использование ненужного кондиционирования воздуха или неправильное использование электроприборов.

Нерациональное использование ресурсов энергии происходит, когда мы не используем энергию эффективно. Это включает в себя утечку энергии в процессе передачи и распределения энергии, утечку энергии во время процессов преобразования и использования, а также неэффективное использование энергии в отдельных отраслях, таких как промышленность, транспорт и домашнее хозяйство.

Например, утечки энергии в системах передачи и распределения энергии возникают из-за необходимости преодолевать большие расстояния, низкой эффективности генераторов и трансформаторов, а также неблагоприятных условий эксплуатации. Отсюда следует, что современная энергетика сталкивается с вызовами по улучшению эффективности процессов преобразования и использования энергии в целом.

Борьба с этими проблемами требует внедрения мер по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Примеры таких мер включают в себя использование энергоэффективных технологий и оборудования, повышение

осведомленности об энергосбережении, разработку энергоэффективных зданий и транспортных средств, а также налогообложение и стимулирование энергетически эффективных решений.

Неэффективное использование энергетических ресурсов - это одна из главных проблем российской экономики. Например, на производство тонны металла в России тратится примерно в два раза больше энергии, чем на Западе. Все об этом знают, однако мало что делается в этой области для исправления положения. В связи с дальнейшим повышением мировых цен на энергоносители отечественная экономика теряет конкурентные преимущества, понижается ее уровень рентабельности и инвестиционная привлекательность.

Энергосбережение в российском ЖКХ. Колоссальные средства тратятся ежегодно на отопление. Прогрессивная, по сути, система централизованного теплоснабжения, которой пользуются до 70% населения России, последние два десятилетия находится в кризисе. Основа этого кризиса - низкая покупательная способность населения, неплатежи, износ теплосетей, достигающий 50-60% их общей протяженности. Для повышения эффективности и энергосбережения в этой отрасли необходима новая нормативная база, учитывающая реальную стоимость тепловой энергии, стимулирующая энергосбережение и инвестиции.

Запасы большинства доступных полезных ископаемых, находящихся в земной коре, ограничены, и со временем могут исчезнуть. Например, общие ресурсы ископаемых углей на Земле огромны и составляют 13 868 млрд. т. При сохранении нынешнего объема ежегодной добычи запасов угля в мире может хватить примерно еще на 210-220 лет. Общие запасы природного газа составляют приблизительно 271 трлн. м³. Кратность извлекаемых запасов газа составляет 130 лет. Назрела настоятельная необходимость перехода к рациональному природопользованию.

Энергетическая проблема – это остро стоящая проблема, которая охватывает все человечество. Для ее решения ученые постоянно пытаются изобретать все более новые виды топлива, экономичные аппараты, а также пути добычи полезных ископаемых. На данный момент самым экологичным и безопасным для человека и окружающей среды является выработка энергии при помощи природных явлений, например, солнечного света. Много надежд возлагается на биотопливо, так как оно намного экономичнее, чем уголь, нефть или газ. Помимо этого, оно безопаснее для окружающей среды и здоровья человека, так как производится из отходов растительного или животного сырья. На

сегодняшний день ученые разрабатывают новые атомные реакторы, которые вырабатывали бы огромное количество энергии, при этом были максимально безопасны для окружающей среды. Минусы данного метода заключаются в том, что радиоактивные отходы будут в любом случае, а содержание атомной электростанции является дорогостоящим. Ученые разрабатывают различные устройства для повседневной жизни, которые экономят энергию, соответственно, это положительно влияет на природу и в какой-то мере решает глобальную энергетическую проблему. Также сейчас активно производят автомобили, которые экономно расходуют топливо. Особенно это относится к большим фурам, которые перевозят крупногабаритные грузы на большие расстояния. На сегодняшний день во всех сферах производств прослеживается экономия со стороны логистики, топлива и энергетики. Это положительно влияет на решение энергетической проблемы.

Общественное осознание и вовлеченность также играют важную роль в снижении избыточного потребления и нерационального использования ресурсов энергии. Образование и информирование о возможностях энергосбережения и рационального использования энергетических ресурсов могут помочь людям принимать более осознанные решения и изменить свое потребительское поведение.

В целом, решение проблемы избыточного потребления и нерационального использования ресурсов энергии требует широкого спектра мер, включая технологические инновации, правительственное регулирование, образование и информирование, а также сотрудничество между различными секторами общества. Важно стремиться к устойчивому и ответственному потреблению энергии для сохранения ресурсов и окружающей среды для будущих поколений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Севостьянов В.С., Шамгулов Р.Ю. термолиз в переработке полимерных отходов // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды. Всероссийская научная конференция (Белгород, 14-18 окт.2019 г.). Т.2. Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. С. 125-130.
2. Родионов А.И. и др. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. 512 с.
3. Кравченя Э.М., Козел Р.Н., Свирид И.П. Охрана труда и энергосбережения. – М.: ТетраСистемс, 2008. 245 с.
4. Федорищева Е.А. Энергетика: проблема перспективы. М.: Высшая школа, 2005. 143 с

*Гончаров А.Н., Гридчин Ю.С., Белов Ю.И., Белозёров Н.С.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СЖИГАНИЕ ОТХОДОВ В ЦЕМЕНТНЫХ ПЕЧАХ В КАЧЕСТВЕ ЗАМЕНЫ ТОПЛИВА

Проблема загрязнения окружающей среды разнообразными веществами в настоящее время приобретает глобальный характер. На сегодняшний день одной из основных задач, актуальных во всём мире, является переработка и утилизация отходов производства и потребления. Большое количество твёрдых коммунальных отходов (ТКО) размещается в неположенных местах, что влечёт за собой ухудшение состояния окружающей среды. Использование ТКО в качестве сырья для производства альтернативного топлива, а также строительных и, полидисперсных материалов, является одним из векторов развития инновационных технологий в современное время. Данный аспект также способствует более благоприятному воздействию на экологию [1-3].

На данном этапе развития технологического прогресса одним из важнейших показателей альтернативного топлива является калорийность, которая обеспечивается в зависимости от содержания различных горючих фракций в отходах. Помимо всего прочего, важную роль играет влажность ТКО. Благодаря добавлению в топливо компонентов, способствующих повышению его теплотворной способности, происходит его обогащение, что повышает качество и позволяет альтернативному топливу иметь высокий спрос с точки зрения экономики относительно минеральных видов топлива. Твёрдые коммунальные отходы также являются полезным сырьём для изготовления цементного клинкера, который в дальнейшем используется в качестве промышленных материалов на множестве строительных предприятий [7].

Основная часть. Одним из технологических переделов при переработке отходов является их сжигание в цементных печах, которое включает в себя совокупность физико-химических и физико-механических процессов. Технология подобного процесса зависит от таких факторов, как морфологический состав отходов, а также от технологического подхода к операциям преобразования ТКО и дальнейшего способа применения топлива. Для реализации этого процесса производятся разработки для создания новых технологий,

которые отличаются своей надёжностью, способны перерабатывать большое количество материала, а также являются экономичными в эксплуатации.

Одной из таких разработок является цементная печь. Данный агрегат отличается тем, что обладает высокой температурой газовой среды (до 2000 °С), которая воздействует на материалы температурой до 1450 °С. На производственных предприятиях нашей страны преобладают объекты цементных вращающихся печей, которые характеризуются сложными тепломассообменными, физико-химическими и химическими процессами обжига. Устройство цементной печи способствует движению материалов (ТКО) и газов в противотоке, а также имеет преимущество в виде установленных эффективных пылеуловителей, что способствует меньшему загрязнению окружающей среды в результате минимального попадания вредных газов в атмосферу.

Как правило, вращающиеся цементные печи (рис. 1) используются в цементной промышленности для обжига цементного клинкера, но, помимо всего прочего, находят своё применение для сжигания различных видов отходов (ТКО) с получением продукции в виде альтернативного топлива [4-5].

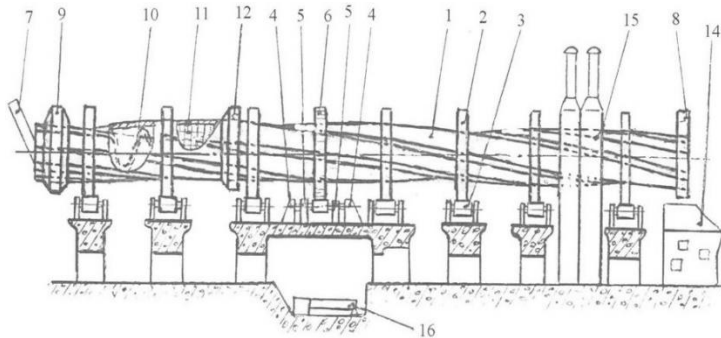


Рис. 1. Вращающаяся цементная печь

- 1-корпус; 2-бандаж; 3-опорные ролики; 4-электродвигатели;
- 5-редукторы; 6-венцовое колесо; 7-питательная труба; 8-головка;
- 9-фильтр-подогреватель; 10-цепная завеса; 11-теплообменники;
- 12-периферийный загрузчик; 14-колосниково-перетаскивающий
холодильник; 15-установка для водяного охлаждения;
- 16-центральная система смазки.

Использование вращающейся печи в качестве агрегата для сжигания отходов с целью получения альтернативного топлива способствует достижению множества преимуществ, как для экологии, так и для экономики. Одними из таких преимуществ являются:

- частичная замена дорогих видов топлива и уменьшение захоронений отходов;

- утилизация отходов способствует получению негорючих веществ, которые в последствии используются для приготовления цементного клинкера;

- щелочная среда цементной печи способствует понижению эмиссии кислых газов (SO_2 , HCL)

- высокотемпературный режим работы вращающейся цементной печи позволяет выжигать органическую часть отходов, благодаря чему исключается образование диоксидов фуранов;

- уменьшение выбросов углекислого газа.

Альтернативное топливо, полученное путём сжигания отходов является общедоступным [6]. Данный вид топлива также используется не только на цементных предприятиях, но и на заводах строительной индустрии, а также в металлургии и энергетике. Производственные предприятия можно по праву считать главными потребителями альтернативного топлива [7].

В данной работе рассмотрено технологическое оборудование, а именно вращающаяся цементная печь. Данный агрегат используется в качестве устройства для получения альтернативного топлива путём сжигания отходов. Вращающаяся цементная печь характеризуется высокотемпературными режимами работы и отличается высокой эффективностью. Использование данного оборудования способствует сохранению благополучия окружающей среды, уменьшению выбросов углекислых газов в атмосферу. Помимо всего прочего, благодаря утилизации отходов для получения альтернативного топлива, которое в дальнейшем обеспечивает работу производственных предприятий, уменьшается уровень захоронения ТКО, что также благополучно влияет на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лисиенко В.Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление и экология. Кн. 2. М.: Теплотехник, 2004. - 688 с.
2. Шамгулов Р. Ю., Гридчин Ю. С., Гончаров А. Н. Существующие технологические процессы и технические средства переработки твёрдых коммунальных отходов //XII Международный

молодежный форум «Образование. Наука. Производство». – 2020. – С. 1663-1667.

3. Шамгулов Р. Ю., Гончаров А. Н., Гридчин Ю. С. Теплотехнический расчёт барабанно-винтового агрегата для агломерации полидисперсных материалов //Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. ВГ Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук. – 2022. – С. 43.

4. Нусс М. В., Трубаев П. А., Классен В. К. Управление работой цементной вращающейся печи //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. – 2013. – №. 1. – С. 61-65.

5. Карелин А.О., Бушихин В.В., Ломтев А.Ю. Гигиенические аспекты использования альтернативного топлива из твёрдых коммунальных отходов на цементных заводах // Профилактическая и клиническая медицина. – 2016. – № 1(58). – С. 11-16. – EDN WCDQIX.

6. Михайлова Н. В., Феоктистов А. Ю. Термическая переработка отходов в цементной промышленности //Твердые бытовые отходы. – 2009. – №. 2. – С. 30-34.

7. Ломтев А. Ю., Бушихин В.В., Колтон Г.П., Ерёмин Г.Б., Карелин А.О. Топливо из ТКО в современной России //Твердые бытовые отходы. – 2015. – №. 10. – С. 20-23.

УДК 338.2

Евдокимова Е. С.

*Научный руководитель: Комкова А. С., канд. филол. наук, доц.
Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, Россия*

STRATEGIC PERSPECTIVES FOR INNOVATIVE TRANSFORMATION OF THE RUSSIAN ENERGY SECTOR

The energy sector of the Russian Federation is the basis of the country's economy that ensures economic security of the whole country and its regions. Currently, there is a need for implementing innovative transformation to increase the level of transparency and manageability of all systems in the sector. The aim of the research paper is to analyze the state of the energy industry of the Russian Federation and identify strategic perspectives for innovative transformation of the Russian energy sector.

The Russian energetics consists of the fuel industries (coal, shale, peat, oil and gas) and electric power industry (hydroelectric power plants, thermal and nuclear energy plants, power plants that utilize alternative energy

sources) with their production enterprises. The energy infrastructure of the Russian Federation is presented by the Unified Energy System (UES), based on 911 electric power plants. In 2021, the total installed capacity of power plants of the UES of the Russian Federation amounted up to 246591 MW [4].

According to the Report on the functioning of the UES of the Russian Federation in the structure of electricity generation in 2021, the largest share is accounted for TPPs – 60.73%. The share of NPPs amounted to 19.94%, HPPs – 18.80%, WPPs – 0.32%, SSPs – 0.20% (see Fig. 1).

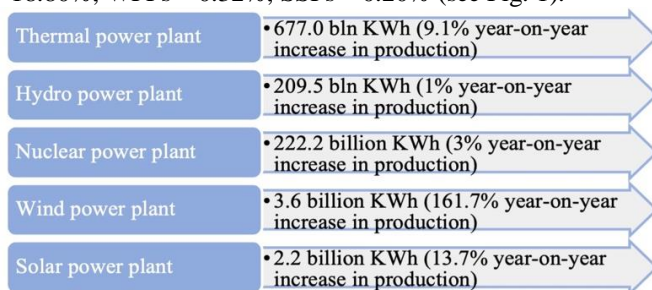


Fig. 1 – Volume of electricity production by types of power plants for 2021, kWh

In 2021, electricity generation by power plants in the Russian Federation amounted to 1,114.5 billion kWh, which is 6.4% more than in 2020. An increase in electricity generation in 2020-2021 was observed for all types of power plants. The largest increase in electricity generation is noted for wind power plants. Thus, in 2020-2021, the volume of electricity generation by wind power plants increased by 1.6 times (see Fig. 1) [3, p. 19].

UES of Russia consists of seven Integrated Energy Systems (IES). The IES of the Middle Volga, IES of the Center, IES of the Urals, IES of the North-West, IES of Siberia, IES of the East and IES of the South operate simultaneously (see Fig. 2). The above data indicate that the largest share of the country's electricity is generated by the IES of the Urals and the IES of the Center [3, p. 18-19].

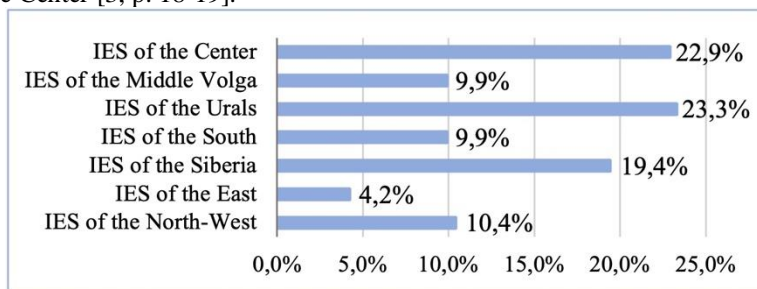


Fig. 2 – Share of Integrated Energy Systems of the UES in electricity generation, %

The analysis of the dynamics of electricity consumption over the past 30 years showed that in 1991-1998 years there was a decline in electricity consumption indicators, then from 1998 to the present there is a growth of the indicator under consideration (see Fig. 3) [3, p. 5]. At present, the energy industry continues to function under the conditions of internal and external challenges. Thus, the following main problems of the energy sector of Russia can be emphasized [1; 2; 6]:

1. Negative impact of the energy complex on the environment.
2. Geographical disproportion of fuel and energy resources location: most resource deposits are located in the eastern part of the country, while most consumers are in the western part.
3. High degree of wear and tear of network as well as industrial equipment.
4. Generation of most of the energy by conversion of non-renewable energy resources: natural gas, oil, coal, peat and nuclear fuel. Only a small share of energy is generated by alternative types of power plants.

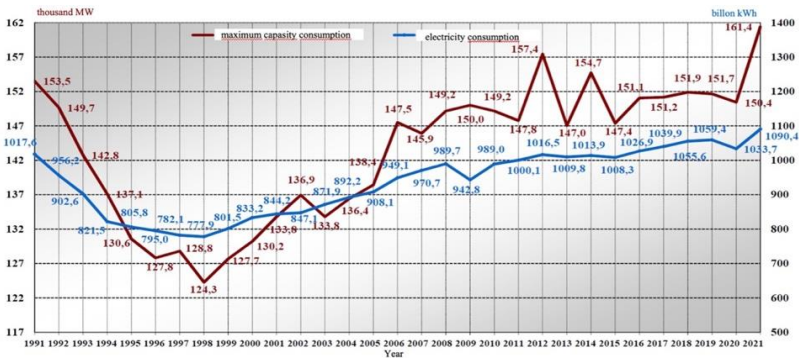


Fig. 3 – Electricity and capacity consumption by UES of Russia for years 1991-2021

5. Increasing uncertainty of external circumstances and factors that influence energy development. There is a threat of demand reduction in export-oriented industries, a threat of undermining the import of the most important goods necessary to ensure the operation of the energy sector facilities.

To address the above stated problems, the Energy Strategy of Russia was developed and approved by the Government of the Russian Federation for the period up to 2035. The main goal of it is to create an innovative and efficient energy sector of the state, ensuring sustainable economic growth, improving the living standards of the population, as well as contributing to

the strengthening of its foreign economic position. This goal determined several tasks (see Fig. 4) [6, p. 34].



Fig. 4 – Objectives of Russia’s energy strategy

The prerequisites for innovative transformation of the Russian energy sector were accumulated problems in the energy sector, internal economic problems and external threats.

In accordance with the Strategy, the main tasks in the sphere of innovative transformation of the Russian energy sector are:

- promotion of the development of national scientific and technological potential, development and use of modern technologies in the energy sector;
- growth of innovation involvement of fuel and energy complex organizations;
- structural changes and growth in the level of competitiveness of fuel and energy complex sectors based on domestically produced technologies, equipment and materials.

In case of development of innovative transformation of the Russian energy sector, accelerated development of a set of promising groups of technologies can be expected. It is worth noting that the most relevant and promising areas at the moment are the development of hydrogen and renewable energy, as well as digitalization (see Fig. 5).

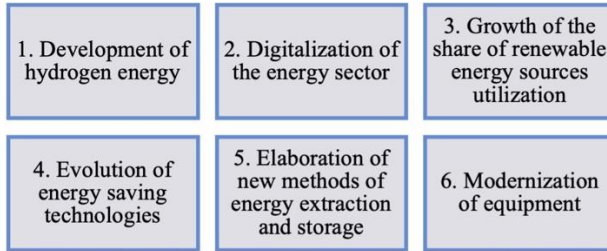


Fig. 5 – Major prospects for innovative development of the energy sector in the Russian Federation

The hydrogen fuel is used for energy accumulation, storage and delivery. At the moment, hydrogen clusters are being created and pilot hydrogen energy projects are being implemented. It is expected that by 2030 Rosatom will become a key supplier of hydrogen and hydrogen technologies in the global energy market. Innovative transformation of the energy sector in Russia is also aimed at increasing the level of development and use of renewable energy sources, while reducing the share of non-renewable energy.

Digitalization is necessary to improve energy security and efficiency. The Ministry of Energy of the Russian Federation has elaborated a departmental project "Digital Energy" approved until 2024. The project consists of four major directions: creating conditions for the design and development of digital services and solutions, digitalization of the electric power industry, oil and gas complex and coal industry [5, p.5].

The study has shown that the energy sector is the backbone of the economy of the Russian Federation. The Russian energy sector comprises the electric power, heat supply and fuel industries of the country. The basis of the electric power industry of Russia is TPPs, which are mainly gas-fired. The Russian energy sector needs innovative and technological transformation. This is evidenced by such problems as the exhaustion of non-renewable energy sources, internal economic problems in the country, and a high degree of wear and tear of equipment and networks. Transformation of the energy sector is envisaged by the Energy Strategy of Russia for the period until 2035. According to this strategy, energy sector priorities will be shifted from extraction to deep processing using advanced technologies and knowledge-intensive production to fully meet domestic demand for energy resources. As a result of innovative transformation of the energy sector, an environment will be created for the development of a flexible, reliable and efficient energy system in Russia.

REFERENCES

1. Kulapin A.I. Jenergeticheskij perehod : Rossiya v global'noj povestke [Energy transition : Russia on the global agenda] // JeP. – 2021. – №7 (161). – P. 10-15. (In Russian).
2. Peresmotr strategii [Review of strategy] / Jenergeticheskie trendy. – 2022. – №108. – 14 p. (In Russian).
3. Otchet o funkcionirovanii EJeS Rossii v 2021 godu [Report on the functioning of the UES of Russia in 2021] / Sistemnyj operator Edinoj jenergeticheskoy sistemy. – M., 2022. – 33 p. (In Russian).
4. Yedinaya energeticheskaya sistema Rossii [Unified Energy System of Russia] [Electronic resource]. URL: <https://www.so-ups.ru> (date of access: 01.10.2023). (In Russian).
5. Tsifrovizatsiya energetiki [Digitalization of the energy sector] [Electronic resource]. URL: <https://cutt.ly> (date of access: 01.10.2023). (In Russian).
6. Energy Strategy of the Russian Federation until 2035 (Government Decree No. 1523-r of 2020) [Electronic resource]. URL: <https://policy.asiapacificenergy.org/node/1240> (date of access: 02.10.2023).

УДК 621.311

Жилин Е.В., Малышева А.Д.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Для исследования режимов работы проектируемых или уже существующих на сегодняшний день распределительных сетей [1], а также разработки систем управления электроэнергетическими объектами необходимо получение математической модели системы, выполнение расчетов нормального и послеаварийного режимов [2], проведение анализа переходных процессов и устойчивости электроэнергетической системы [3]. Эти задачи позволяют решить методы имитационного моделирования [4, 5].

Переход от базовых принципиальных схем распределительных сетей электроснабжения к имитационному моделированию электроэнергетической системы возможен при выполнении следующих этапов:

- 1) получение схемы замещения [6] для исследуемого участка распределительной сети;
- 2) поиск и расчет технических параметров схемы замещения участка сети;
- 3) разработка имитационной модели электроэнергетической системы [7].

При построении имитационных моделей необходимо учитывать следующее:

- особенности использования типовых блоков;
- типы передаваемых сигналов по каналам связи при выполнении имитационного моделирования;
- динамику и требования к устойчивости электроэнергетической системы;
- параметры решателя, его робастность, выбор соответствующего численного метода.

К преимуществам имитационного метода моделирования можно отнести:

- возможность исследования переходных процессов в электроэнергетической системе;
- визуализация и возможность динамического изменения параметров моделирования;
- использование полученной имитационной модели в качестве объекта управления с целью исследования различных алгоритмов управления.

В этой работе моделирование проводится для участка распределительной сети 10/0,4 кВ, принципиальная схема которого приведена на Рис. 1.

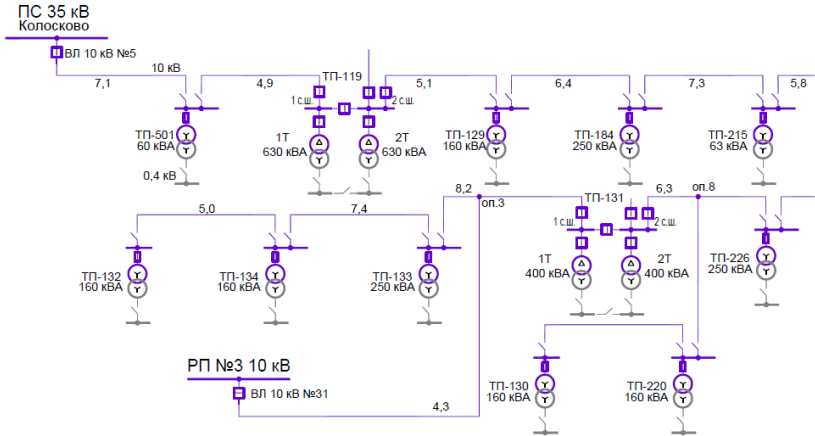


Рис. 1. Принципиальная схема части распределительной сети 10/0,4 кВ

Как показано на принципиальной схеме (Рис. 1), одно- и двухтрансформаторные подстанции ТП номинальной мощностью от 60 до 630 кВА получают питание от подстанции ПС 35 кВ Колосово по линии ВЛ 10 кВ №5 и распределительного пункта РП №3 10 кВ по линии ВЛ 10 кВ №31.

Для части распределительной сети 10/0,4 кВ (Рис. 1) составляется расчетная схема замещения шести трансформаторных подстанций, которая представлена на Рис. 2.

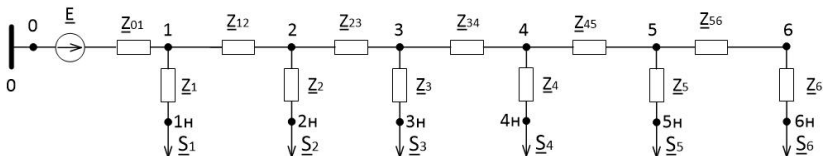


Рис. 2. Схема замещения участка распределительной сети

Расчетная схема замещения (Рис. 2) включает в себя эквивалентные сопротивления линий $Z_{i,j}$ ($j=i+1$) и сопротивления трансформаторов подстанций Z_j , расположенных в узлах с номерами $j=1, 2, \dots, 6$ на стороне высшего напряжения. Подключение нагрузок S_j выполняется на стороне низшего напряжения в узлах с номерами j_n , где $j=1, 2, \dots, 6$. На основании этой схемы, а также исходных и расчетных параметров впоследствии разрабатывается имитационная модель (Рис. 3) с использованием типовых блоков пакета *Matlab/Simulink*.

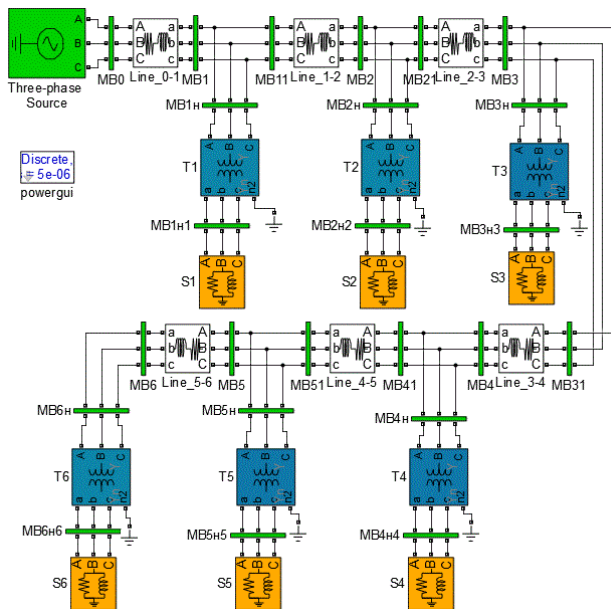


Рис. 3. Имитационная модель участка распределительной сети

Элементы схемы замещения на имитационной модели (Рис. 3) моделируются следующими типовыми блоками *Simulink*: источник трехфазного переменного напряжения *Three-phase Source*, эквивалентные сопротивления линий *Three-Phase Series RLC Branch*, активно-индуктивные нагрузки *Three-Phase Parallel RLC Load*. Для моделирования трансформаторных подстанций с учетом номинальных параметров трансформаторов используются типовые блоки *Three-Phase Transformer (Two Windings)*. На Рис. 4 приведен пример задания параметров в типовых блоках трансформатора *T1* и нагрузки *S1*.

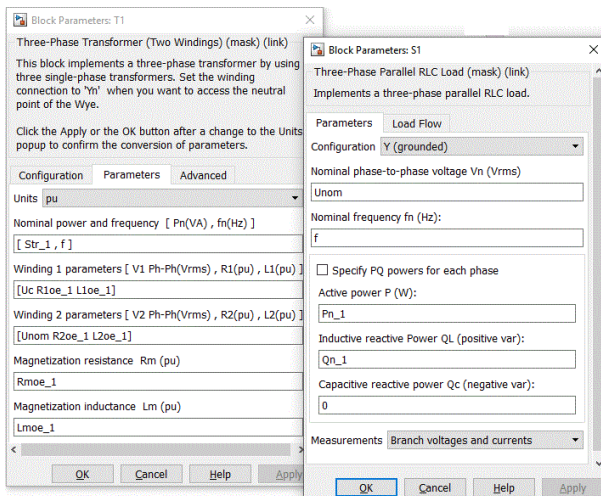


Рис. 4. Окна ввода параметров блоков трансформатора и нагрузки

В окна ввода параметров трансформаторных блоков T заносятся следующие переменные, в которых хранится информация в виде числовых значений исходных данных или расчетных параметров схемы замещения, как показано на Рис. 4. Это такие параметры как: номинальная мощность трансформатора Str , ВА; номинальная частота сети f , Гц; номинальные параметры первичной обмотки трансформатора, такие как: напряжение Uc , В; активное сопротивление $R1$, о.е.; индуктивность обмотки L , о.е., сопротивление ветви намагничивания в стали $Rm1$, о.е. Аналогичные параметры вводятся для вторичной обмотки трансформатора.

В блоки, моделирующие нагрузку S , заносятся переменные, характеризующие: номинальное напряжение, подводимое к нагрузке $Unom$, В; номинальную частоту сети f , Гц; активную и реактивную составляющие мощности Pn , Вт, Qn , вар.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авербух М.А., Абдулваххаб М.В., Жилин Е.В., Сизганова Е.Ю. Особенности режимов распределительных электроэнергетических сетей Ирака //Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2019. – Т. 12. – №. 5. – С. 607-616.
2. Волкова, Т.А., Лыкин, А.В., Фишов, А.Г., Энхсайхан, Э. Распределенный расчет установившихся режимов электрических сетей

/ Т.А. Волкова, А.В. Лыкин, А.Г. Фишов, Э. Энхсайхан // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2020. – № 1(58). – С. 44-49.

3. ГОСТ IEC/TR 61000-3-6-2020. Электромагнитная совместимость. Оценка норм электромагнитной эмиссии для подключения установок, создающих помехи, к системам электроснабжения среднего высокого и сверхвысокого напряжения: нац. стандарт Рос. Федерации: изд. офиц. : утв. и введ. в действие Приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 18 июня 2020 г. № 275-ст: введ. впервые : дата введ. 2021-01-01 / разработ. ООО «НМЦ ЭМС» и Тех. Комитетом по стандартизации ТК 030 «Электромагнитная совместимость технических средств». — Москва : Стандартинформ, 2020 — 47 с.

4. Пантелеев В.И., Авербух М.А., Жилин Е.В., Абдулваххаб М.В. Оценка эффективности использования распределенной генерации в сетях республики Ирак методом имитационного моделирования //Промышленная энергетика. – 2020. – №. 5. – С. 50-57.

5. Морозов И.Н., Кузнецов Н.М., Белова Л.А., Бороздина Е.Д. Исследование нестационарных режимов электрической подстанции напряжением 110 кВ с использованием имитационного моделирования в среде Matlab //Вестник Чувашского университета. – 2020. – №. 1. – С. 113-122.

6. Вихарев Д.Ю., Воробьева Е.А., Ганджаев Д.И., Лифшиц А.С., Мурзин А.Ю., Родин Н.А. Эквивалентирование участков электроэнергетических систем на основе режимных параметров в узлах эквивалентирования //Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2023. – №. 1. – С. 25-30.

7. Герасимов Д.О., Суслов К.В. Системы имитационного моделирования мультиэнергетических объектов //Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2020. – Т. 12. – №. 4 (48). – С. 11-19.

Забельский Д.С.

*Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

БПЛА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Важность развития технологий для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в настоящее время достаточно очевидна. Задачи, которые ставятся перед БПЛА, обусловлены их многочисленными применениями как в военной, так и в гражданской сферах (например, картографирование, геологоразведка, сельское хозяйство, связь, охрана границ, лесов, полицейское патрулирование, мониторинг опасных объектов и процессов, информационное сопровождение чрезвычайных ситуаций, наблюдение за линиями электропередач, газо- и нефтепроводами) [1].

Основная идея заключается в оснащении БПЛА двумя датчиками, таких как тепловизор и лидар, которые будут участвовать в диагностике воздушных линий.

Необходимость такой разработки заключается в том, что крупные компании, например, ПАО "Россети" столкнулись с проблемой, что некоторые линии уже старше 50 лет и многие подверглись коррозии и сильным провисам, но заменять все очень дорого, поэтому мы предлагаем новый метод диагностики линий.

Это новый подход в использовании БПЛА. Ведь посредством диагностики воздушных линий, можно своевременно выводить линии в ремонт и предостеречь трагические случаи. А также сэкономить компании, если линия находится еще в хорошем состоянии [2].



Рис. 1 Предполагаемая работа БПЛА

Проведя оценку готовых квадракоптеров, оснащенных только тепловизором, их цена сильно больше она может достигать одного миллиона и выше, в отличии от предполагаемой нашей разработки, оснащенной и тепловизором и лидаром, который позволит оценить техническое состояние линии (повреждение от коррозии, провисы и состояние опор). А так как каждая компания заинтересована в экономии своих средств, то считаю что такая разработка будет интересна для компаний.

Связавшись с представителем компании "Россети", были уточнены моменты по использованию ими беспилотников. Они использовали их только для наружного наблюдения подстанций, а линии выводили только после того как произойдет обрыв линии или случайно замеченные неисправности. От компании была получена положительная обратная связь, ведь они заинтересованы в новых продуктах для своей компании, особенно, которая позволит не только сэкономить средства, но и вовремя предостерегать последствия обрыва воздушной линии. Также наблюдается тренд на цифровую энергетику и компания его придерживается.

Главная задача предоставить компании готовый продукт, то есть квадракоптер, на котором на подвесе находится лидар и тепловизионный модуль. Чтобы работник компании мог выехать на запланированную линию и провести диагностику. Сам мог наглядно увидеть температурные скачки на линии и их количество, а также привезти эти данные в офис, где работники офиса смогут загрузить данные в систему и просмотреть повторно проблемные места, которые выделит программа и также просмотреть техническое состояние как самих воздушных линий, так и состояние опор.



Рис. 2 Фото воздушной линии через лидар

Также при работе вблизи линий электропередач потребуются защита от электромагнитных волн. В данном случае БПЛА планируется оснастить защитными экранами.

Предполагается, что работнику будет выдан кейс, в котором будет квадрокоптер со всем навесным оборудованием и несколькими аккумуляторами, а также возможностью подзаряжать квадрокоптер во время переездов между линиями, для повышения эффективности бригады по диагностике и анализу линии. И по возвращению работник сгружает полученные данные для дальнейшего хранения.

Так как большинство линий подвержены коррозии, следовательно, их сечение уменьшается, и при номинальных нагрузках на эту линию, в местах утончения провода будет точка превышения температуры [3]. Планируемая программа поможет выделить этот участок. И оператор передает данные диагностики, после которых будет приниматься решения о выводе линии в ремонт, или же значения не являются критичными.

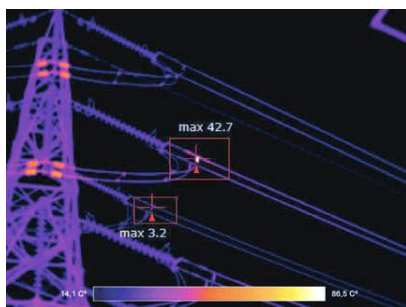


Рис. 3 Фото воздушной линии через тепловизор

Аналогом можно считать любой квадрокоптер, который оснащен тепловизором, но основная задача соединить в одном объекте и тепловизионный датчик и лидар. А также исключить человеческий фактор при анализе воздушной линии по температуре.

Одним из недостатков использования тепловизионных камер и лидаров для анализа воздушных линий является ограниченная дальность обзора. Это означает, что они могут быть неэффективными при работе на больших расстояниях или в условиях плохой видимости. Кроме того, стоимость квадрокоптеров оснащенных только тепловизором без лидара может быть выше, чем у планируемой разработки [4].

Еще одним недостатком может быть необходимость постоянного обслуживания и калибровки оборудования. Это может потребовать дополнительных затрат времени и ресурсов.

Также следует отметить, что тепловизионная и лидаровая системы могут быть менее точными по сравнению с традиционными методами анализа, такими как визуальное наблюдение или измерение сопротивления проводов.

И еще одним недостатком может быть возможность искажения результатов анализа из-за воздействия атмосферных факторов, таких как ветер или температурные изменения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Степанов Д.Н., Тищенко И.П. Задача моделирования полета беспилотного летательного аппарата на основе системы технического зрения // Программные системы: Теория и приложения. – 2011. – № 4(8). – С. 33–43.

2. Ким Н.В., Кузнецов А.Г., Крылов И.Г. Применение систем технического зрения на беспилотных летательных аппаратах в задачах ориентации на местности // Вестник МАИ. – 2010. – Т. 17, № 3. – С. 46–49.

3. Рубанов В.Г. Теория автоматического управления (математические модели, анализ и синтез линейных систем): учебное пособие: часть 1, Белгород, Изд-во БГТУ, 2005. – 199с

4. Коровин Я.С., Хисамутдинов М.В., Иванов Д.Я. Метод обнаружения точечных объектов на монохромных изображениях видеопоследовательности в режиме реального времени / Известия тульского государственного университета. технические науки. — Тула. № 10. 2019. С. 356–365.

УДК 620.9

Зайцев В.В.

Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ В РОССИИ

Одна из главных современных проблем человечества - глобальное изменение климата на планете. Растут выбросы парниковых газов в

атмосферу, и деятельность объектов энергетики, является одной из основных причин этих выбросов. Поэтому от правильного выбора источника энергии и технологии фактически зависит будущее человечества. Считается, что переход к возобновляемой энергетике позволит в большей степени решить накопившиеся проблемы.

Возобновляемая энергетика основана на использовании так называемых возобновляемых источников энергии (ВИЭ), считающихся неисчерпаемыми. Традиционно к ним относят генерацию энергии с помощью силы ветра (ветрогенерация), солнечного света (солнечная генерация), воды (гидрогенерация) и геотермального тепла из недр Земли [6].

ВИЭ - наиболее экологически чистая энергетика, практически не загрязняющая окружающую среду и, не оказывающая вреда человеку. Поэтому «зеленую энергетiku» активно развивают во всем мире - в том числе и в России [5].

Но сегодня правильно говорить даже не о ВИЭ, а о безуглеродной энергетике, так называемом «зеленом квадрате» - ускоренном развитии ветрогенерации, солнечной генерации, гидрогенерации и атомной энергетики. При использовании этих энерготехнологий тепловые выбросы и объемы выделяемого углекислого газа равны нулю [6].

Полноценный элемент «зеленого квадрата» - атомные станции (АЭС). Во-первых, у АЭС, как и у другой безуглеродной генерации, нет вредных выбросов, во-вторых, использование атомных станций существенно сокращает эмиссию парниковых газов в атмосферу. Атомная энергетика помогает обеспечить стабильность электрических сетей, особенно тех, что зависят от переменных возобновляемых источников - солнечного света или ветра [6].

За последнее столетие ветроэнергетика стала на по-настоящему завоевывать свое место в мировой энергетике. 2020 год стал лучшим годом в истории для мировой ветроэнергетики, когда было установлено 93 ГВт новых мощностей, что на 53% больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. В 2020 году рекордный рост был обусловлен всплеском установок в Китае и США - двух крупнейших мировых рынках ветроэнергетики, которые вместе установили почти 75% новых установок, что составляет более половины всей мировой ветроэнергетики. Таким образом, в 2020 году общая установленная мощность всех ветрогенераторов составила 743 ГВт, что эквивалентно годовым выбросам углерода во всей Южной Америке. На рисунке 1 представлена динамика роста в мире установленной мощности ветроэнергетики в ГВт с 1996 по 2018 год [2].

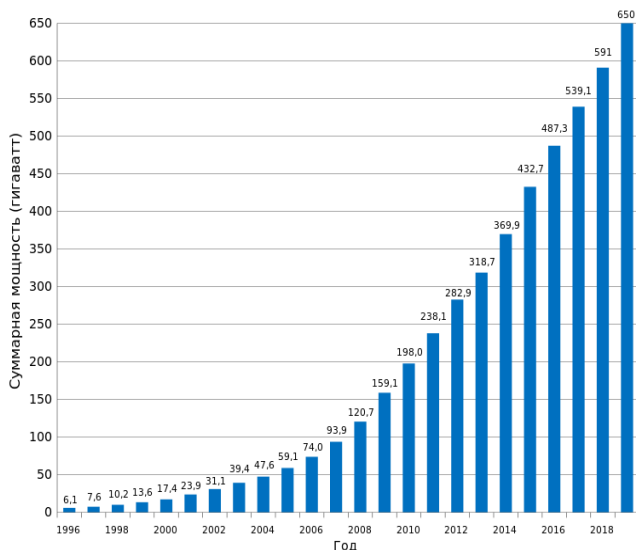


Рис. 1. Рост в мире установленной мощности ветроэнергетики в ГВт [2]

Таким образом, в 2019 году общая установленная мощность всех ветрогенераторов составила 651 ГВт и превзошла суммарную установленную мощность атомной энергетики [2].

Россия пока значительно уступает в развитии ВИЭ европейским странам. Если не учитывать действующие в стране гидроэлектростанции, то доля всей «возобновляемой энергетики» в энергобалансе России не достигает и 1% [6].

В то же время, согласно данным отечественной Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ), в нашей стране с января по июнь 2020 года в эксплуатацию ввели новые станции солнечной и ветрогенерации общей мощностью в 500 МВт, а всего до конца года инвесторы планируют увеличить мощность до 1300 МВт [3].

В 2022 году, несмотря на отказ в сотрудничестве многих стран с Россией, на Дальнем Востоке продолжилась работа по минимизации выделения углерода и сокращению использования топлива., Совершенствованием технологий ветрогенерации в России занимаются несколько компаний – в том числе и «НоваВинд», входящая в Росатом [3].

В июне 2022 года на Петербургском международном экономическом форуме правительство Чукотки подписало соглашение с АО «НоваВинд» о том, что до 2027 года в регионе будут строить

ветропарки общей мощностью до 30 МВт. Чукотка, как и все дальневосточные регионы, расположенные у моря, по всем климатическим условиям, подходит для использования альтернативной энергетики. Для работы ветрогенератора необходимая минимальная скорость ветра 6 м/с, которая в данном регионе всегда будет обеспечена. К примеру, на побережье зимой скорость ветра в среднем 15 м/с, а максимальное значение - до 40 м/с [3].

На Мысе Обсервации Анадырского района, которая работает с 2002 года активно функционирует ветроэлектростанция, включающая в себя 10 установок. Она обеспечивает электроэнергией населения поселков Шахтерский, Угольные Копи, аэропорт «Угольный». Установленная электрическая мощность станции на 1 января 2019 года составляла 2,5 МВт, что менее 1% общей установленной мощности электростанций Чукотского автономного округа. Выработка электрической энергии в 2018 году составила 2,5 млн кВт-ч [4].

Между тем целый ряд субъектов РФ активно включились в экологическую повестку и осваивают альтернативные источники энергии, создавая на региональном уровне необходимые условия для развития и успешного функционирования ВИЭ. Местные власти продвигают собственные стратегии и формируют благоприятный финансовый климат, привлекая «зеленые» инвестиции. Лидерство в этой области сегодня принадлежит регионам, входящим в состав Южного федерального округа (ЮФО) [1].

К примеру, в Ростовской области, с помощью донских ветропарков за 2021 год удалось выработать около 610 МВт, что составило примерно 3% от общего объема полученной в области электроэнергии за то же время. Так, благодаря Фонду развития ветроэнергетики, созданному на паритетных началах ПАО «Форум» и «Роснано», были запущены четыре ветроэлектростанции. В 2021 году «Энел Россия» открыла в Ростовской области Азовскую ВЭС мощностью 90 мВт – свой первый российский ветропарк. Ростовская область признана самым активным ВИЭ-регионом, согласно рейтингу АРВЭ, а в самом Ростове-на-Дону в мае 2022 года состоялся международный форум «Возобновляемая энергетика» (ARWE-2022) [5].

Вместе с тем, к сожалению, существуют проблемы с вводом в эксплуатацию новых объектов ВИЭ. Владельцы сталкиваются с затруднениями по переводу земель в категорию промышленных. Кроме того, существующие электросети при подключении дают сбой. Также, из-за санкционных ограничений, у российских компаний ограничен доступ к необходимому оборудованию, за счет чего развитие ВИЭ замедлилось [5].

Тем не менее, развитие ветрогенерации в России, остается одним из приоритетных направлений с учетом принятых нормативных актов, таких как «Стратегии социально-экономического развития с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года», а также ориентира по достижению углеродной нейтральности к 2060 году. Директор АРВЭ подчеркнул: «в большинстве стран, в том числе и в «дружественных» РФ, инициативы в части декарбонизации и увеличения доли ВИЭ-генерации только усиливаются. Наиболее активно развивающимися направлениями ВИЭ в России за последнее десятилетие являются ветровая и солнечная энергетика» [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестеров, М.Н. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага / М.Н. Нестеров, П.А. Трубаев, М.Ю. Михайлова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 5. – С. 208-211.

2. Гашо, Е.Г. Повышение эффективности и безопасности энергосистемы Калининградской области за счёт возобновляемых источников энергии / Е.Г. Гашо, В.А. Кондрахов // Энергетические системы. – 2019. – № 1. – С. 224-230.

3. Оценка величины вырабатываемой электроэнергии ветряными электростанциями в Белгородской области / В.В. Рычков, К.В. Вишнякова, Е.И. Солдатенкова, П.А. Трубаев // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 132-138.

4. Гашо, Е.Г. Вопросы совершенствования и адаптации энергетических систем и комплексов к вызовам современности / Е.Г. Гашо, С.В. Гужов. М.: Изд. дом МЭИ, 2021. – 120 с.

5. Белобородов, С.С. Оценка влияния ветровых и солнечных электростанций, когенерации и доли угля в топливном балансе на снижение выбросов парниковых газов / С.С. Белобородов, Е.Г. Гашо // Теплоэнергетика. – 2023. – Т. 10, № 10. – С. 45-54.

УДК 620.9

Зайцев В.В.

*Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РАЗВИТИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Рост промышленного производства и улучшение благосостояния населения увеличивают потребности в добыче энергии из традиционных источников, запасы которых не безграничны. По данным Международного энергетического агентства в 2015 году мировое энергопотребление составило 20,76 трлн кВт-ч. По прогнозам ученых, в 2030 году оно составит 33,4 трлн кВт-ч, а к 2050 году возрастет до 41,3 трлн кВт-ч [2]. В данных условиях, многие развитые страны мира, направляют свои ресурсы для решения вопросов энергетической эффективности и энергосбережения, опираясь не только на проблему исчерпания запасов ископаемых энергетических ресурсов, но и на необходимость уменьшения негативного влияния, на мировую экологию, что также отражается на изменении климата.

Сегодня, для повышения энергоэффективности и энергосбережения прибегают к использованию альтернативных возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Такие страны, как Китай, Германия, США, Италия и Япония на современном этапе развития ВИЭ являются лидерами в данной области [5]. Среди основных видов ВИЭ выделяют солнечную энергетику, которая в последнее десятилетие выходит на ведущие позиции в экономика развитых стран.

Развитие генерации, основанной на использовании ВИЭ, включая солнечную энергетику, в России пока не достиг мирового уровня. По данным Минэнерго России, объем мощности российских установок, работающих на солнечной энергии, составляет всего 400 МВт, 80 % из которых приходится на Республику Крым. Для сравнения, в традиционной энергетике этот объем составил 4,3 ГВт мощности. По данным на конец 2020 года объем солнечной генерации в России почти в 200 раз меньше, чем в Китае [5].

Солнечная энергетика в России, как индустрия создавалась в фактически с нуля. Сначала проводились научные исследования, после которых стартовало собственное производство отечественных солнечных панелей, а затем строительство солнечных электростанций (СЭС).

В настоящее время в России действует стратегия развития ВИЭ, согласно которой в эксплуатацию до 2024 года необходимо ввести 57 солнечных электростанций различной мощности. Совокупная мощность новых СЭС должна составить 1,5 ГВт [2]. Минэнерго объявил о продолжении действия данной программы на период до 2035 года. Согласно опубликованной информации, объекты возобновляемой энергетики получают поддержку в размере 350 млрд рублей, что ожидаемо приведет к снижению себестоимости энергоперехода на «зеленую» энергетику в ближайшем будущем [4].

В докладе Международного энергетического агентства (МЭА) сообщается, что прирост мощности возобновляемых источников в ближайшие пять лет будет происходить гораздо быстрее, чем ожидалось еще год назад. Планируется также, что солнечная энергетика сможет превзойти угольную энергетику по объемам генерации уже к 2027 году. Таким образом, правительство стремится к тому, чтобы солнечная энергетика играла в нашей стране доминирующую роль в выработке генерирующих мощностей среди всех энергоресурсов [4].

Суммарно возобновляемые источники энергии в 2022–2027 гг. прибавят в мощности почти на 2400 ГВт, что на 85% больше, чем за предыдущие пять лет. Это станет возможно за счет изменений в энергетической политике ведущих мировых потребителей. В России главным производителем солнечной энергии является город Оренбург, где работает два десятка электростанций [4].

Это возможно благодаря тому, что Солнце в Оренбургской области светит в среднем 2162 часа в году. Эта природная особенность послужила основным фактором для размещения здесь электростанций, работающих на энергии солнца. Сегодня на территории Оренбуржья работает 17 станций, производящих электроэнергию при помощи солнечных батарей. Их общая мощность составляет 345 МВт, что равняется 3,5% от всего количества электроэнергии, производящейся в области. Благодаря этому, регион стал лидером среди субъектов России с самым большим объемом объектов солнечной генерации [6].

Восемь солнечных электростанций в Оренбургской области было построено компанией «Хевел». В ноябре 2021 года в Переволоцком районе была введена очередная СЭС, площадь которой занимает 25 гектаров, на которых расположилось более 41 тысячи солнечных батарей суммарной мощностью 15 МВт. По прогнозам, годовая выработка электроэнергии здесь должна составить 18 млн кВт·ч, что поможет сократить углеводородные выбросы на 6,3 тысячи тонн [6].

Также в Оренбургской области в марте 2019 была запущена в эксплуатацию Чкаловская СЭС, а в декабре 2021 года –

Новоперволоцкая СЭС. В начале 2022 года была введена в эксплуатацию новая СЭС – Светлинская, имеющая мощность 25 МВт. Эти новые СЭС были также построены в рамках федеральной программы по развитию возобновляемых источников энергии. Совокупная установленная мощность в 105 МВт делает их крупнейшими из построенных в России. Основные элементы станций произведены в России, включая фотоэлементы, которые выпущены на заводе «Хевел» в Чувашии. С вводом новых СЭС совокупная мощность солнечных электростанций в регионе на сегодняшний день составляет 370 МВт. Реализация данных проектов по строительству и запуску СЭС позволяет постоянно повышать надежность и качество электроснабжения в Оренбуржье, в том числе снижать риски отключений при максимальных нагрузках на энергосистему, снижать потери на электросетях [6].

Еще одним крупнейшим источником альтернативной энергии является СЭС Батагай, расположенная в посёлке Батагай Верхоянского района Якутии. Постоянно низкие температуры данного региона не помешали запуску нового автоматизированного энергокомплекса с использованием технологий ВИЭ. Теперь он объединяет крупнейшую за российским полярным кругом солнечную электростанцию, систему накопления энергии и модернизированную дизельную электростанцию. Минимальная температура, которую зафиксировали в Верхоянске –67,8 градуса, при этом, солнечные батареи успешно питают город около полугода. Мощность модернизированной дизельной электростанции 2310 кВт. Дизели работают только зимой и осенью, а лето и весну город проживает на солнечной энергии. Расход дизельного топлива, таким образом сократится на 28% , что равно 300 тонн в год. Всего в Якутии действует 21 солнечная электростанция, что позволяет экономить дизельное топливо, и беречь экологию. Кроме того, это существенно снижает затраты на доставку топлива в труднодоступные районы [3].

Вторым крупным игроком на российском рынке солнечной энергетики является ООО «Солар Системс». В сентябре 2017 года она запустила первую солнечную станцию на 15 МВт в Астраханской области, в мае 2018 года - вторую. До 2021 года компания планирует построить 17 солнечных парков общей мощностью 335 МВт в Астраханской и Волгоградской областях, а также Ставропольском крае и Республиках Калмыкия и Башкортостан. Для локализации производства кремниевых слитков и пластин, используемых в солнечных модулях, в 2016 году компания построила завод «Солар Кремниевые технологии» в Московской области [1].

На данном этапе Россия приобрела достаточный опыт в области разработки и развития собственных технологий преобразования энергии солнца в электрическую энергию. Активно создаются новые и совершенствуются существующие разработки фотоэлектрических преобразователей, как на кремниевых, так и на многопереходных структурах.

Необходимо также отметить, что Россия обладает огромным потенциалом в области солнечной энергетики, но ее использование в стране, пока отстает от уровня мировых лидеров по производству солнечной энергии. С целью наращивания рынка нетрадиционной энергетики в первую очередь требуется на законодательном уровне предпринимать действенные меры государственной поддержки, стимулирующие как производителей, так и потребителей альтернативной энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Линник, Ю. Возможности российского ТЭК в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности / Линник Ю. Н., Жабин А. Б., Третьякова М. В. // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. - 2020 - Вып. 3. - С. 231-240.
2. Третьякова, М. Подход к оценке энергоэффективности организаций топливно-энергетического комплекса / Третьякова М. В., Линник Ю. Н. // Надежность и безопасность энергетики. - 2020 - Т. 10. - №1. - С. 18-25.
3. Гашо, Е.Г. Повышение эффективности и безопасности энергосистемы Калининградской области за счёт возобновляемых источников энергии / Е.Г. Гашо, В.А. Кондрахов // Энергетические системы. – 2019. – № 1. – С. 224-230.
4. Рычков, В.В. Оценка величины вырабатываемой электроэнергии солнечными электростанциями в Белгородской области / В.В. Рычков, Е.И. Солдатенкова, П.А. Трубаев // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 138-141.
5. Нестеров, М.Н. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага / М.Н. Нестеров, П.А. Трубаев, М.Ю. Михайлова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 5. – С. 208-211.

УДК 681.11.031.1

Зайцев В.В.

*Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА РОССИИ В УСЛОВИЯХ ЧЕТВЕРТОГО ЭНЕРГОПЕРЕХОДА

Электроэнергетика была и остается ведущей отраслью топливно-энергетического комплекса (ТЭК), которая осуществляет производство, передачу и распределение электрической энергии потребителям, обеспечивая необходимое качество электрической энергии и в требуемом количестве. Во всех странах мира в нее входит целый технологический комплекс взаимосвязанных систем производства электрической и тепловой энергии, системы передачи электроэнергии на большие расстояния по сетям высоких классов напряжения, системы распределения электроэнергии до конечных потребителей, системы реализации электроэнергии юридическим и физическим лицам, а так же системы финансового распределения ресурсов всем участвующим субъектам [1]. В сравнении с другими используемыми видами энергии, которые добываются с помощью угля, природного газа, нефти и т.д., электрическая энергия представляет собой универсальным энергоносителем, который способен без больших затрат и с наименьшими потерями быстро передаваться на расстояния нескольких тысяч километров и использоваться конечными потребителями без существенной ее переработки [2]. В свою очередь конечные потребители электричества также без больших затрат и потерь, применяя простые технологические процессы, преобразовывают электрическую энергию в другие виды энергии в виде механической, химической, световой, тепловой и т.д. [1].

Основными преимуществами использования электричества по сравнению с другими видами энергии является простота, удобство и экологичность. Благодаря этим характеристикам, масштабы отрасли существенно возросли, и сегодня электрическая энергия используется во всех уголках мира и во всех сферах человеческой деятельности. Вне зависимости от отраслевых особенностей и климатического расположения страны мира, основная доля потребления первичных топливных ресурсов будет расходоваться на производство именно электрической энергии.

Электроэнергетическая отрасль имеет тесную связь с другими отраслями ТЭК, такими как газ, угольная и нефтегазовая промышленность, ведь с помощью продукции этих отраслей вырабатывается электрическая энергия. Мировая отрасль электроэнергетики потребляет около 40% топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), которые добываются и производятся мировым топливно-энергетическим комплексом. Тенденции развития отрасли электроэнергетики напрямую зависят от развития мирового топливно-энергетического комплекса и многих отраслей мировой промышленности [2, 5].

В процессе поэтапного развития технологий освоения, добычи, переработки, транспортировки и потребления топливно-энергетических ресурсов, постепенно меняется и структура глобального потребления ТЭР, что и называют «энергетическим переходом».

Сегодня четвертым энергопереходом в нашей стране называют наступающую эпоху возобновляемых источников энергии. Его причинами стали изменения климата на планете и понимание, что потребности человечества должны удовлетворяться без ущерба для экологии.

По прогнозам ученых, ископаемые виды топлива, такие как газ, нефть, уголь будут актуальны не более 20 лет, так как происходит их постепенное вытеснение возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ). К ним относят солнечные, ветряные, волновые и приливные электростанции, геотермальные станции, биотопливо. Также четвертый энергопереход ускоряет цифровизация, распределенная энергетика, удешевление хранения энергии и водородные технологии.

Осенью 2021 года в городе Глазго в Шотландии, на 26-й климатической конференции ООН, представители России совместными усилиями смогли достигнуть выгодных для нашей страны климатических решений и добиться ряда преференций. Так, с 15 до 45 лет были увеличены крайние сроки по реализации лесных проектов, выработаны конкретные механизмы по осуществлению норм Парижского соглашения 2016 года и снижена угроза для ограничения инвестиций в сферу добычи нефти и газа. В результате субъекты РФ получили запас времени для обновления вредных производств, а инвесторы – понятные условия для осуществления дальнейших финансовых вложений [1]. Кроме того, одновременно с встречей в Шотландии правительство России утвердило Стратегию развития с низким уровнем выбросов парниковых газов на период до 2050 года [3]. Также в 2021 году в России была утверждена Концепция развития

водородной энергетики до 2050 года, которая на первоначальном этапе предполагает создание профильных кластеров и реализацию пилотных проектов по производству и экспорту водорода, а также применение водородных энергоносителей на внутреннем рынке нашей страны [4]. Предполагается, что спустя 30 лет, принятое постановление позволит стабильно внедрять водородные технологии в различные области отечественной экономики - от переработки нефти до использования водорода в сфере ЖКХ.

Результатом принятых мер, может стать снижение российского экспорта традиционных энергоресурсов к 2040 году, не менее чем на 16% от своего объема, что также приведет к снижению среднегодовых темпов роста ВВП. С другой стороны, данные меры, прежде всего направлены на развитие низкоуглеродной экономики во всех субъектах нашей страны. Данные стратегии также направлены на развитие атомной энергетики и гидроэнергетики. Предполагаются также меры по снижению добычи обычных углеводородов (нефть, уголь и природный газ) и расширению сферы применения энергии, полученной из возобновляемых источников [3,4].

Формирование альтернативной энергетики началось в России в 2013 году с программы поддержки отрасли, согласно которой генерирующие компании получили гарантированную возможность поставлять полученную энергию сбытовым компаниям. Позже начали создавать ветропарки, солнечные и малые гидроэлектростанции в 18 субъектах Российской Федерации. На современном этапе, прогнозируется, что общий объем полученной таким образом энергии уже к 2025 году составит 6,5 ГВт, из которых 3,5 ГВт придется на ветроэлектростанции, 2,2 ГВт обеспечат солнечные электростанции и 0,2 ГВт – малые ГЭС [5].

Безусловно, существует риск того, что столь резкий отказ от ископаемых ресурсов ударит по экономике российских субъектов в целом, чьи бюджеты в существенной мере верстаются из расчета на доходы от добычи нефти, газа или угля. Чтобы избежать негативных последствий при энергопереходе, власти активно адаптируют энергетическую отрасль к новым реалиям на федеральном уровне. Это происходит с помощью таких мер, как субсидирование «зеленых» проектов в энергетике, внедрение новых технологий для улавливания углеродных выбросов в атмосферу, ослабление роли технических регуляторов со стороны государства и введение льготной системы налогообложения. Необходимо также создавать условия для привлечения инвестиций как в область производства новой энергетики, так и в совершенствование инфраструктуры ее потребления [5].

В заключение необходимо подчеркнуть, что за последнее столетие более экологичные и экономичные энергетические ресурсы, такие как природный газ и технологии ВИЭ, укрепляют свои позиции в структуре мирового энергетического баланса в топливной структуре выработки электрической энергии, вытесняя при этом неэкологичные - нефть и уголь. Это связано как с влиянием энергорыночных, технологических и экологических факторов, влияющих на мировую политику потребления топливно-энергетических ресурсов, которая направлена на повышение уровня энергетической эффективности. Политика в области повышения энергетической эффективности реализуется сегодня во всех странах мира и с ростом мировых цен на ТЭР становится все более актуальной.

Электрическая энергия постепенно становится наиболее распространенным энергетическим ресурсом, потребляемым во всех отраслях мировой экономики. Повышение энергетической эффективности потребления именно электрической энергии должно являться одним из основных направлений энергетической политики стран мира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестеров, М.Н. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага / М.Н. Нестеров, П.А. Трубаев, М.Ю. Михайлова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 5. – С. 208-211.
2. Гашо, Е.Г. Несколько стратегических аспектов развития энергетических систем / Е. Гашо, С. Белобородов // Энергетическая политика. – 2022. – № 12 (178). – С. 72-85.
3. Петкевич, А.П. О потенциале энергосбережения 2015-2020 г. / А.П. Петкевич, Т.И. Тихомирова // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 128-132.
4. Гашо, Е.Г. Энергетическая стратегия предприятия / Е.Г. Гашо, О.А. Чехранова // Энергетические системы. – 2021. – № 1. – С. 9-18.
5. Особенности исполнения программного компонента по управлению энергетическими ресурсами Белгородской области / П.А. Трубаев, А.В. Буланин, К.Ж. Ширриме, Ю.А. Кошлич // Энергетические системы. – 2017. – № 1. – С. 350-356.

УДК 681.11.031.1

Зайцев В.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИИ

Весь мир сегодня, осознает критичность проблем, касающихся текущей экологической ситуации. Любая отрасль производства претерпевает изменения, что предполагает создание новых и совершенствование используемых ранее технологий, с целью снижения влияния и урона, наносимого окружающей среде. Также к ним относят и технологии повышения энергоэффективности производства.

В области электроэнергетики растет тенденция к использованию возобновляемых источников энергии, а также активно применяются устройства накопления энергии – системы, хранящие энергию в различных формах, позволяя накопить энергию в выгодные моменты и использовать её при повышенных нагрузках. Применение подобных технологий позволит уменьшить степень негативного влияния отрасли электроэнергетики на экологическую ситуацию, остановить темпы роста цен на электроэнергию, а также обеспечить перспективное развитие единой энергетической системы (ЕЭС) России [4].

Системы накопления электрической энергии (СНЭ) можно классифицировать по самым различным критериям, включая тип энергии, мощность, ёмкость, длительность хранения, а также степень автоматизации. Такое разнообразие накопителей энергии позволяет использовать наиболее выгодную СНЭ в зависимости от предъявляемых в каждом конкретном случае технических требований. Потребитель сможет выбрать нужный ему накопитель, а не подстраиваться под его недостатки. Также такое многообразие даёт возможность производителю найти наиболее выгодный для него вид СНЭ и заниматься его производством. Разнообразие технологий накопления энергии даёт участникам рынка СНЭ возможность широкого выбора наиболее выгодных и перспективных для них направлений производства, что может усилить их конкурентную борьбу и, как следствие, поспособствовать росту качества производимых СНЭ и снижению их стоимости [1].

Средствами систем накопления энергии осуществляется множество функций для энергосистемы. Они способны регулировать частоту сети, выравнять графики нагрузок, предотвращать падения напряжения, увеличить пропускную способность линий электропередач, включая возобновляемые источники энергии, где она может накапливать солнечную и ветровую энергию, выдавая ее в сеть при необходимости. В данных обстоятельствах, безусловно, СНЭ повысят надёжность энергетической системы, а также приостановят рост цен на электроэнергию, что представляет материальную выгоду, как для потребителя, так и для производителя [5].

К примеру, в энергетической отрасли системы накопления энергии используются для обеспечения надёжности и стабильности энергосистемы – это аккумуляторы Li-ion (литий-ионный аккумулятор), свинцово-кислотные и суперконденсаторы, гидроаккумуляции. Кроме того, системы накопления энергии, преимущественно Li-ion аккумуляторы, могут активно использоваться в электрических автомобилях и других транспортных средствах, что позволяет со временем снизить количество машин на двигателях внутреннего сгорания, которые осуществляют выбросы в окружающую среду. Также, системы накопления энергии в виде аккумуляторных систем, могут использоваться для управления энергопотреблением в коммерческих и промышленных зданиях, чтобы снизить пиковую нагрузку и уменьшить расходы на энергию [4].

Тем не менее, области применения систем накопления энергии постоянно расширяются, так как эти системы играют важную роль в повышении надёжности и эффективности работы энергосистем, улучшении производительности технологий и обеспечении более устойчивого и экологически чистого будущего.

Россия - страна, богатая природными ресурсами с развитым топливно-энергетическим комплексом. В частности, Россия входит в число десяти стран, обладающих запасами лития - важного компонента для аккумуляторных батарей. Единая энергетическая система позволяет объединять энергосистемы регионов огромного государства, что обеспечивает бесперебойность питания и управление электроэнергией на территории всей Российской Федерации. Учитывая расположение страны в 11 часовых поясах, следует отметить, что данная технология управления энергией даёт преимущества по сравнению с энергосистемами других государств. Например, когда в Москве все только просыпаются, потребление электроэнергии находится в пиковой и полупиковой областях суточного графика нагрузки, в то время как в Новосибирске уже день и все на работе - потребление приходится на

базовую нагрузку. Ввиду разности часовых поясов собственные максимумы отдельных энергосистем не совпадают, тем самым повышая «базу» ЕЭС и плотность графика нагрузки. Потребление электричества утром и вечером в разы превышает потребление ночью и днём, поэтому выгодно энергию, которую никто не потребляет в восточной части страны, передать западной, где жители нуждаются в повышенном потреблении электроэнергии. Но, несмотря на такие преимущества ЕЭС России, существует возможность её улучшения - внедрение СНЭ [3].

Изучив аналитические данные, можно сделать вывод о том, что экономически обоснованное применение накопителей энергии может стать решением некоторых задач российской энергетики. К основным задачам относится повышение качества электроэнергии и снижение платы за потребляемую мощность. Ввиду большой протяжённости линий электропередач зачастую проблемой становятся провалы напряжений на стороне потребителя. Установка СНЭ в непосредственной близости к потребителю позволит компенсировать эти провалы. Кроме того, накопитель энергии сможет послужить резервным источником, что обеспечит бесперебойность питания. При этом уменьшение потребления электроэнергии в часы с высокой её стоимостью и увеличение потребления в часы с низкой представляет выгоду для потребителя [3].

По данным Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ), на конец 2021 года в 19 регионах России введен в работу 31 накопитель. 15 накопителей ёмкостью более 1 МВт·ч, являются разработкой «РОСНАНО», и 16 – «Росатома». Таким образом, СНЭ обеспечат бесперебойное электроснабжение социально значимых объектов: детских садов, школ и больниц. Инновационная система реализована на базе современной литий-ионной аккумуляторной батареи ёмкостью от 40 до 82 кВт·ч, оснащённой полупроводниковым преобразователем мощностью от 10 до 60 кВт [2].

22 марта 2022 года введена в эксплуатацию первая в России установка «Коммерческой диспетчеризации» интегратора «Росатома» по системам накопления энергии ООО «РЭНЕРА» на площадке АО «ЗиО-Подольск». Проект представляет собой СНЭ на основе литий-ионных аккумуляторов, применяемые для повышения операционной эффективности и надёжности энергосистемы. Каждый накопитель индивидуален и проектируется под потребности предприятия, устанавливается на его территории [2].

ООО «РЭНЕРА» и Правительство Калининградской области подписали соглашение о реализации инвестиционного проекта производства литий-ионных аккумуляторных ячеек и СНЭ. Этот

договор позволит производить продукцию, соответствующую высоким мировым стандартам. Окончание строительства запланировано на 2026 год [3].

Для того, чтобы данное направление активно развивалось и было применимо на территории нашей страны необходимо:

- увеличение ёмкости;
- развитие новых технологий;
- интеграция с другими технологиями;
- улучшение экономической эффективности;
- создание более экологически чистых систем;
- улучшение безопасности [5].

Резюмируя, стоит отметить, что дальнейшее развитие систем накопления энергии может привести к созданию более эффективных, экологически чистых и безопасных решений в области энергетики. Всё это может быть достигнуто благодаря вышеперечисленным пунктам и достаточного объёма инвестиций в данное направление. В будущем системы накопления энергии могут играть ключевую роль в развитии возобновляемых источников энергии и уменьшении негативного воздействия человеческой деятельности на окружающую среду. В зарубежных странах, существует множество компаний, работающих над разработкой и применением систем накопления энергии, это такие ведущие корпорации как «Tesla», «LG Chem», «Build Your Dreams», «Siemens», «AES Energy Storage» [5].

В России можно выделить ряд ключевых позитивных факторов для развития и использования систем накопления энергии в России. Обилие ВИЭ в России, инвестирование в которые активно поддерживается представителями власти, создает огромный потенциал для развития и использования СНЭ. Положительно также сказывается наличие децентрализованных регионов, в которых может быть использована или уже используется возобновляемая энергетика, которая наиболее эффективно функционирует совместно с СНЭ. При этом в нашей стране остро стоит вопрос снижения зависимости от традиционных источников энергии, а также сокращение выбросов парниковых газов. Кроме того, существует необходимость развивать инфраструктуру и технологии для создания, хранения и распределения энергии, что создает благоприятные условия для использования систем накопления энергии [4].

Ограничивают развитие технологий в области разработки и установки систем накопления энергии такие негативные факторы, как недостаток финансирования и инвестиций, отсутствие налоговых льгот и субсидий для инвесторов и производителей, недостаточная развитость

технологической инфраструктуры и специалистов в области ВИЭ и СНЭ. С развитием данных направлений, также появляется необходимость совершенствования и регулирования законодательства в данной области [5].

В заключение стоит сказать, что системы накопления энергии имеют широкий спектр применения в различных отраслях и сферах, включая энергетику, транспорт, промышленность и т.д. Они могут решать проблемы, связанные с нестабильностью сети, накоплением невостребованной электроэнергии от возобновляемых источников энергии и повышением энергоэффективности. Несмотря на ряд проблем и ограничений в нашей стране, развитие систем накопления энергии может сделать энергетическую систему более стабильной, устойчивой и экологически чистой, что будет оказывать положительный эффект на окружающую среду и экономику России в целом [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестеров, М.Н. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага / М.Н. Нестеров, П.А. Трубаев, М.Ю. Михайлова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 5. – С. 208-211.

2. Гашо, Е.Г. Общие приоритеты создания межотраслевого «горизонтального» справочника по наилучшим доступным технологиям повышения энергоэффективности в Российской экономике / Е.Г. Гашо // Энергетические системы. – 2017. – № 1. – С. 314-321.

3. Киселева, А.И. Анализ энергосберегающих мероприятий в системах промышленного пароснабжения / А.И. Киселева, Е.Г. Гашо // Энергетические системы. – 2019. – № 1. – С. 200-206.

4. Петкевич, А.П. О потенциале энергосбережения 2015-2020 г. / А.П. Петкевич, Т.И. Тихомирова // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 128-132.

5. Чернецкий, А. М. Оценка экономической эффективности использования накопителей электроэнергии в энергосистеме / А.М. Чернецкий // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2013. – № 4. – С. 21-28.

Зайцев В.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ РИСКОВ И ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Сегодня в сфере электроэнергетики получает всё большее распространение использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а вместе с ними и применение устройств накопления энергии. Это системы, которые хранят энергию в различных формах, позволяя запастись энергией в моменты «выгодной» энергии и тратить её в пики нагрузок [3].

Технологии систем накопления энергии (СНЭ) имеют огромные перспективы их использования в сети производства возобновляемой энергии, интеллектуальной сети, микросети, а так же в области распределения и генерации энергии. Системы накопления энергии все чаще применяются при создании локальных и магистральных электросетей. Использование накопителей позволяет увеличить надежность и динамическую стабильность электроснабжения, создавать запасы энергии на время перебоев. Таким образом, они позволяют сгладить пиковую нагрузку, заряжаясь в незагруженные часы, создавая возможность генераторам работать в оптимальном режиме, потенциально снижая среднюю себестоимость электроэнергии. И так, увеличивая мощность систем накопления, можно избежать увеличения мощностей генераторов, снизить нагрузку на линии электропередач, и внедрять в общие электросистемы энергию возобновляемых источников [5].

При этом, к сожалению, широкое применение СНЭ во многом сталкивается с проблемами, как в техническом, так и в экономическом плане, а также с различными видами рисков.

Технические проблемы, связаны в основном с тем, что системы накопления энергии требуют значительных инноваций, направленных на увеличение ёмкости, долговечности, повышение безопасности хранения энергии, а так на технологии последующей переработки с наименьшим количеством выбросов или с полным их отсутствием [2].

Главной экономической проблемой применения СНЭ сегодня является слабая государственная поддержка, которая обусловлена относительно высокой стоимостью решения технических проблем

использования СНЭ. Решением этой проблемы может стать поощрение предприятий, внедряющих СНЭ с помощью рыночных механизмов или политики субсидирования, а так же выдачи грантов. Кроме того, необходимо оказывать финансовую поддержку различных исследований в данном направлении, создавая модель устойчивого и стабильного развития направления СНЭ, обеспечивая при этом коммерческую эксплуатацию систем накопления энергии в нашей стране [5].

При этом инвестирование в СНЭ неразрывно связано с проектами ВИЭ, что имеет определенные риски, которые необходимо учитывать при принятии инвестиционных решений [5].

К ним относят риски изменения регуляторной политики, когда владельцы проектов на ВИЭ могут столкнуться с изменением регуляторной политики в отношении возобновляемой энергии, что может негативно повлиять на доходность проекта. Учитывая, что сегодня происходит активное стимулирование и развитие проектов на ВИЭ – это маловероятно [1].

Как и во всех проектах, в проектах СНЭ и ВИЭ возможны технические проблемы, такие как отказы оборудования, что может привести к снижению производительности и доходности проекта.

Кроме того, инвесторы могут столкнуться с трудностями в получении финансирования на подобные проекты, так как они могут быть более рискованными, требовать большего капитала и иметь низкий уровень рентабельности. Рынок электроэнергии может подвергаться колебаниям, что может также привести к снижению доходности проекта [5].

Если оборудование приобретается у других стран, то в перспективе это может также являться риском, поскольку в случае ухудшения отношений со страной-продавцом, могут возникнуть сложности в приобретении комплектующих для обслуживания, что повлияет на уровень энергетической безопасности. В случае приобретения оборудования из-за рубежа, на доходности проекта также может отразиться изменение курса валюты страны-продавца [5].

Имеет место быть изменение климатических условий, которые могут негативно повлиять на производительность и доходность проекта на ВИЭ, особенно в случае, если проект зависит от определенных составляющих, таких как солнце и ветер.

Большое значение имеет также социальная и экологическая ответственность инвесторов. Ведь, если проект не оправдает надежд общества, инвесторы могут получить негативную оценку их действий.

Существенен также риск изменения технологии, так как технология, используемая в проектах на ВИЭ, может устареть или быть заменена более эффективной и экономически выгодной. Это особенно важно, так как проекты, как правило, имеют длительные сроки окупаемости. В случае, если спрос на электроэнергию на рынке начнет снижаться, это также может негативно повлиять на доходность и окупаемость проекта [3].

Нестабильность политической ситуации в стране может негативно повлиять на инвестиционную среду и условия инвестирования в технологии и проекты на ВИЭ. Касаясь государственных властей есть также риск неполучения разрешения на возведение энергетического объекта на ВИЭ в связи с определенными обстоятельствами и с учетом экологического и социального аспектов [2].

Необходимо также сказать, что успешное инвестирование в проекты на СНЭ и ВИЭ требует оценки всех возможных рисков и разработки соответствующих стратегий для их смягчения или устранения. Стоит также подчеркнуть, что любая деятельность связана с различными проблемами и рисками, поэтому так важно заранее их проанализировать и спрогнозировать возможность их возникновения. Таким образом, становится возможным заблаговременно разрабатывать мероприятия, которые позволят снизить опасность или вовсе устранить выявленные риски, что по итогу не приведет к снижению ожидаемого эффекта [1].

В целом, Россия имеет хорошие условия для развития и использования систем накопления энергии, так как в стране есть обилие ВИЭ, которые могут быть использованы для производства электроэнергии, однако, на пути развития систем накопления энергии стоят некоторые препятствия, такие как недостаток финансирования, отсутствие налоговых льгот для инвесторов, а также множество рисков, поэтому, для успешного развития систем накопления энергии в России необходимо разработать эффективную стратегию и сотрудничать с инвесторами и специалистами в области ВИЭ и СНЭ [4].

Анализируя множество данных о развитии отрасли СНЭ в России, можно сказать об огромном «скачке» России. За последние несколько лет наша страна не только догоняет западные страны, но и формирует собственные научно-техническую и промышленную базы, которые в течение 3-5 лет осуществят революцию в электроэнергетике. И государство, и компании, и потребители - все заинтересованы в развитии отношений между собой и отрасли в целом. Отставание нашей страны от западных в области применения накопителей энергии можно рассмотреть как преимущество. У нас появляется возможность

опереться на чужой опыт и сделать свои выводы. Россия сможет в ближайшие 10-15 лет стать одним из ведущих производителей СНЭ, а также эффективно применять их в энергосистеме, что позволит топливно-энергетический комплекс и, как следствие, экономику страны в целом [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чертов, В.Г. Энерго и ресурсосбережение мобильных пневмотранспортных установок в строительстве, производстве, ремонте, эксплуатации / В.Г. Чертов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 1. – С. 82-86.

2. Чертов, В.Г. Повышение производительности мобильных пневмотранспортных установок в строительстве, производстве, ремонте, эксплуатации / В.Г. Чертов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 3. – С. 107-112.

3. Бондаренко, А.Н. Реализация программы энергосбережения в Белгородской области / А.Н. Бондаренко, Т.И. Тихомирова // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 45-50.

4. Гашо, Е.Г. Общие приоритеты создания межотраслевого «горизонтального» справочника по наилучшим доступным технологиям повышения энергоэффективности в Российской экономике / Е.Г. Гашо // Энергетические системы. – 2017. – № 1. – С. 314-321.

5. Чернецкий, А. М. Оценка экономической эффективности использования накопителей электроэнергии в энергосистеме / А.М. Чернецкий // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2013. – № 4. – С. 21-28.

Зубко Д.А.

*Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧАСТОТНО РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

В современных развитых странах основная доля потребляемой энергии уходит на электроприводы различного назначения. Автоматизация и улучшение производственных процессов неразрывно связаны с развитием электропривода, который позволяет экономить энергию, сокращая нестабильные переходные процессы, улучшая эффективность работы в установившихся режимах и снижая потери. На сегодняшний день наиболее перспективным является электропривод переменного тока с частотным регулированием.

В области электроприводов переменного тока трехфазные преобразователи частоты широко используются в качестве промежуточного звена между энергосистемами и двигателями для эффективного регулирования скорости и крутящего момента [1]. Основной проблемой является то, что в трехфазном преобразователе частоты высокое синфазное напряжение генерируется синусоидальной широтно—импульсной модуляцией. Высокое синфазное напряжение может вызывать появление паразитных емкостей в системе и, таким образом, создавать большие синфазные токи, которые приводят к электромагнитным помехам [2]. В трехфазном двигателе с преобразователем частоты, синфазный ток, протекающий через вал двигателя, формирует напряжение на валу и ток в подшипниках [3]. Высокий ток в подшипниках может ускорить старение подшипников и сократить срок службы двигателя, а также ухудшить его механические и динамические характеристики. Также негативное влияние подшипниковых токов описал в своей статье «Подшипниковые токи приводных машин в электроприводах с полупроводниковыми преобразователями» Б.Ю. Васильев [4].

Основной причиной высоких подшипниковых токов является высокое синфазное напряжение и паразитные емкости связей в системе привода. Небольшая часть синфазных токов от обмотки статора через паразитные емкости к ротору, а затем через проводящие подшипники попадает на заземленный корпус двигателя. Поэтому разновидностью подшипниковых токов считается сумма синфазных токов,

протекающих от статора к ротору, которая характеризуется однонаправленным, или не циркулирующим, током от обмотки ротора через подшипники к обмотке статора [5]. На рисунке 1 изображены последствия воздействия подшипниковых токов.

На рисунке 2 показана упрощенная система инвертор—двигатель с обмоткой только фазы "а". Емкость C_{ws} представляет собой паразитную емкость на единицу длины от обмотки статора, а C_{wr} представляет собой паразитную емкость на единицу длины от обмотки ротора. Напряжение V_{ao} — это синфазное напряжение относительно отрицательной шины постоянного тока "0" на входной клемме фазы "а" двигателя, которое определяется как напряжение на клемме фазы "а" и отрицательной шине постоянного тока инвертора. Импеданс Z_{in} — это внутреннее сопротивление синфазного напряжения, которое обычно состоит из паразитной емкости от отрицательной шины постоянного тока до земли. Величина C_g — это емкость, присутствующая в подшипниках, соответствующая в основном емкости воздушного зазора двигателя. Ток подшипников I_{brg} можно легко определить, как сумму синфазных токов, протекающих во всех C_{wr} , поскольку он должен протекать через подшипники к заземленному статору. Хотя на рисунке показана только обмотка фазы "а", по аналогии, синфазные напряжения V_{bo} и V_{co} фаз "b" и "c" также вносят свой вклад в подшипниковый ток I_{brg} .

Классификация токов подшипников, вызванных инверторами:

1) Малые емкостные токи: Высокий dv/dt взаимодействует с различными емкостями внутри машины, создавая емкостной ток в подшипнике в диапазоне обычно (5—200) мА. Эти токи настолько малы, что обычно считаются безвредными для подшипников.

2) Электрокоррозионные токи: Высокочастотное синфазное напряжение обмотки статора V_{cm} заряжает подшипники через емкостной делитель напряжения, что приводит к импульсу тока разряда $I_{b,edm}$ (до нескольких ампер) при превышении порогового напряжения подшипников (которое зависит от условий эксплуатации и обычно находится в диапазоне от нескольких до нескольких десятков вольт). Эти токи иногда также называют токами разряда. Кроме того, напряжение, возникающее на подшипниках с обеих сторон, в результате чего вал оказывается под другим потенциалом, чем корпус машины, часто называют напряжением вала.

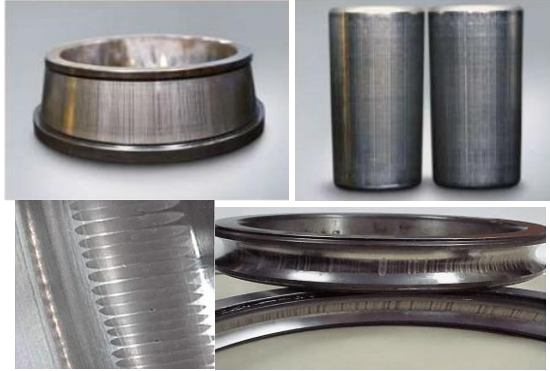


Рис. 1 Повреждения подшипников, вызванные подшипниковыми токами.

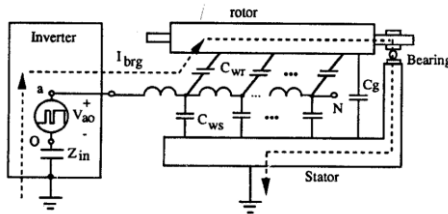


Рис. 2 Подшипниковый ток не циркулирующего типа

3) Циркулирующие токи в подшипниках: (иногда значительный) высокочастотный синфазный ток статора i_{CM} возбуждает круговой магнитный поток, который индуцирует паразитные напряжения вдоль вала машины, порождая высокочастотные циркулирующие токи подшипников $i_{b,cir}$. В отличие от разрядных подшипниковых токов, которые возникают статистически распределённо и обычно после коммутации, эти высокочастотные циркулирующие подшипниковые токи возникают в момент, когда происходит коммутация, и зеркально отражают высокочастотный синфазный ток i_{CM} .

4) Токи заземления ротора: в некоторых конфигурациях ротор может быть подключен к потенциалу земли с помощью значительно более низкоомного пути, чем корпус статора (например, через управляемую нагрузку). В этих случаях высокочастотный синфазный ток i_{CM} частично протекает, как ток заземления ротора, через подшипники двигателя $i_{b,rg}$. Как и в случае с циркулирующими токами, эти токи возникают в момент коммутации и зеркально отражают высокочастотный синфазный ток i_{CM} ,

Поскольку высокочастотное синфазное напряжение v_{CM} является источником различных типов подшипниковых токов, веденных

инвертором, уменьшение амплитуды, содержания частоты и частоты повторения высокочастотных изменений этого напряжения будет непосредственно влиять на частоту возникновения и/или амплитуду, с которой могут возникать подшипниковые токи. Если такие методы применяются с целью уменьшения или устранения подшипниковых токов, то они также будут относиться к группе методов уменьшения подшипниковых токов (PVC's). Однако часто их разработка или применение мотивируется не только последними явлениями, но и желанием уменьшить серьезные паразитные эффекты, которые может вызвать высокочастотное напряжение, такие как ЭМИ, дополнительные токи зарядки кабелей и дополнительные потери.

Решения проблемы подшипниковых токов в двигателе:

1) Оптимизация конструкции двигателя для достижения симметрии.

2) Изолирование подшипников

3) Изолирующая муфта

4) Использование экрана Фарадея

5) Установка щетки для заземления вала

Приведенные выше решения, хоть и помогают бороться с подшипниковыми токами, но имеют индивидуальные ограничения. Так же они не являются достаточно эффективными. Если игнорировать подшипниковые токи, то электрический двигатель может выйти из строя, а срок эксплуатации подшипников уменьшается с 3 лет до 1 года.

Фильтры не устраняют высокочастотное синфазное напряжение на выходе инвертора, они возвращают его к источнику, тем самым исключая его появление на клеммах электрической машины. С другой стороны, специально разработанные схемы управления направлены на уменьшение количества коммутаций, которые также влекут за собой изменение синфазного напряжения. Примером исследования методов снижения или устранения высокочастотного синфазного напряжения на клеммах двигателя являются работы¹. Работы в этих областях часто ссылаются на подшипниковые токи, вызванные инверторами, предоставляя важные и актуальные возможности их смягчения.

Синфазные напряжения являются основной причиной возникновения напряжений на валу и токов утечки. Некоторые режимы ШИМ позволяют избежать генерации более высоких уровней синфазных напряжений, и эти методы могут быть эффективными в

¹ Wang, 2000; Haoran et al., 2000; Ogasawara, Ayano, Akagi, 1997; Ogasawara, Ayano, Akagi, 1998; Cacciato et al, 1997; Julian, Oriti, Lipo, 1999; Skibinski, Kerkman, Schlegel, 1999

снижении скорости нарастания напряжения на валу. В то время как некоторые методы пытаются уменьшить количество изменений напряжения в единицу времени. за цикл переключения, некоторые методы уже решают часть этих проблем. Метод из статьи [6] является более предпочтительным, т.к. он не требует дополнительного оборудования и позволяет решить проблемы синфазных токов и напряжений без изменения конструкции.

В области электроприводов переменного тока трехфазные преобразователи частоты широко используются в качестве промежуточного звена между энергосистемами и двигателями для эффективного регулирования скорости и крутящего момента. Основной проблемой является то, что в трехфазном преобразователе частоты высокое синфазное напряжение генерируется синусоидальной широтно—импульсной модуляцией. Высокое синфазное напряжение может вызывать появление паразитных емкостей в системе и, таким образом, создавать большие синфазные токи, которые приводят к электромагнитным помехам.

Существует несколько причин возникновения подшипниковых токов, такие как наводки, неравномерность воздушного зазора в двигателе и т.д., но наибольшей проблемой является то, что в трехфазном преобразователе частоты высокое синфазное напряжение генерирует большей подшипниковый ток, чем другие источник. Токи через подшипники, образованные преобразователем частоты, имеют величину от 1 ампера, в то время как токи, образованные по другим причинам, имеют величину от 5 до 200 мА.

Примеры решений проблем с подшипниковыми токами, приведенные в этой статье, хоть и используются, но не являются эффективными (от 10 до 40 процентов). Однако, решение с изменением алгоритма управления полупроводниками, предложенные в статье [6], позволяет практически полностью избавиться от синфазных токов и напряжений, что в свою очередь значительно уменьшает подшипниковые токи. Также еще одним достоинством данного решения является то, что не требуется дополнительное оборудование и/или изменение конструкции электропривода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Саввин, Н. Ю. Моделирование теплообменного процесса в оригинальном пластинчатом теплообменнике / Н. Ю. Саввин // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2023. – № 2(25). – С. 37-46. – DOI 10.36622/VSTU.2023.41.58.004. – EDN YFCIPW.

2. Jin Huang, Haixia Shi Reducing the Common—Mode Voltage through Carrier Peak Position Modulation in an SPWM Three—Phase Inverter // IEEE Transactions on Power Electronics. — 2014. — №29. — С. 4490 — 4495.

3. Evaluation of Slot—Embedded Partial Electrostatic Shield for High—Frequency Bearing Current Mitigation in Inverter—Fed Induction Motors Fernando J. T. E. Ferreira, Mihail V. Cistelecan, Aníbal T. de Almeida // IEEE Transactions on Energy Conversion. — 2012. — №27. — С. 382—390.

4. Б.Ю. Васильев, А.Е. Козярук Подшипниковые токи приводных машин в электроприводах с полупроводниковыми преобразователями // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». — 2016. — №3. — С. 93–100.

5. Shaotang Chen, T.A. Lipo Circulating Type Motor Bearing Current in Inverter Drives // IEEE Industry Applications Magazine . — 1998. — №4. — С. 32—38.

6. Саввин, Н. Ю. Математическое моделирование преобразователя частоты с пространственно-векторной широтно-импульсной модуляцией / Н. Ю. Саввин, Д. Д. Гарбузов // Вестник кибернетики. – 2023. – Т. 22, № 2. – С. 46-58. – DOI 10.35266/1999-7604-2023-2-46-58. – EDN SGDZER.

УДК 662.767.2

Ибоян Д. Л.

***Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ И ПЕЧАХ

Современный мир стремится к устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду. В этом контексте использование альтернативных источников энергии становится все более актуальным. Одним из таких источников является биогаз, который может быть эффективно использован в теплоэнергетике и печах.

Биогаз является возобновляемым и экологически чистым источником энергии, который получается из разложения органических материалов в анаэробных условиях. Этот процесс называется биологическим разложением или перегниванием. Биогаз состоит главным образом из метана (CH₄) и углекислого газа (CO₂), а также

содержит небольшие количества других газов, таких как сероводород (H₂S) и азот (N₂).

Кроме использования биогаза в теплоэнергетике и печах, он также может быть использован в других областях, что является еще одним преимуществом этого возобновляемого источника энергии.

1. Генерация электроэнергии: Биогаз может быть использован для производства электроэнергии с помощью газотурбинных и газовых двигателей. Электроэнергия, полученная из биогаза, может быть использована для питания электрических сетей или для собственных нужд предприятий и организаций.

2. Автономное энергоснабжение: Биогаз может быть использован для обеспечения автономного энергоснабжения в удаленных районах или в сельской местности, где отсутствует доступ к централизованной электрической сети. Это особенно актуально для развивающихся стран, где биогаз может стать доступным источником энергии для сельского хозяйства и бытовых нужд.

3. Производство тепла для промышленных процессов: Биогаз может быть использован для обогрева и обеспечения тепловой энергией в промышленных процессах, таких как сушка и переработка сельскохозяйственных продуктов, обогрев парников и теплиц, а также для процессов, связанных с производством пищевых продуктов.

4. Замена традиционных топлив: Биогаз может быть использован в качестве замены традиционных топлив, таких как дрова, уголь или нефть, в различных отраслях, включая котельные установки, печи и плиты для приготовления пищи. Это помогает снизить потребление нефтепродуктов и сократить загрязнение окружающей среды.

5. Утилизация органических отходов: Использование биогаза позволяет эффективно утилизировать органические отходы, такие как навоз, остатки сельскохозяйственных культур, пищевые отходы и сточные воды. Это помогает снизить их влияние на окружающую среду и предотвращает их накопление на свалках или водных источниках.

Все эти применения биогаза подтверждают его значимость и перспективы в сфере возобновляемой энергетики. Биогаз является универсальным ресурсом, который помогает снизить негативное влияние на окружающую среду, обеспечить энергетическую независимость и способствовать устойчивому развитию.

Использование биогаза в теплоэнергетике и печах имеет несколько преимуществ. Во-первых, это экологически чистый источник энергии, поскольку биогаз получается из органических отходов, которые в противном случае могли бы привести к загрязнению окружающей среды. Во-вторых, использование биогаза помогает снизить

зависимость от нефтепродуктов и природного газа, что способствует диверсификации энергетического сектора и обеспечивает энергетическую независимость.

Кроме того, использование биогаза способствует сокращению выбросов парниковых газов. Использование биогаза в теплоэнергетике и печах способствует сокращению выбросов парниковых газов, особенно метана. Метан, который является основным компонентом биогаза, имеет гораздо большую потенциальную способность вызывать парниковый эффект, чем углекислый газ. Путем утилизации биогаза вместо его выброса в атмосферу можно существенно снизить влияние на изменение климата и глобальное потепление. Таким образом, использование биогаза помогает бороться с изменением климата и глобальным потеплением.

Конвертация биогаза в биометан: Биогаз можно подвергнуть дополнительной очистке и конвертировать в биометан, который является более чистым и стабильным видом газа. Биометан может быть использован в качестве топлива для автомобилей, газовых сетей и других приложений, требующих высокой чистоты газа.

Совместное производство тепла и электроэнергии: Биогазовые установки могут быть спроектированы для одновременного производства тепла и электроэнергии. Это позволяет эффективно использовать биогаз, так как его выходные потоки могут быть направлены как на производство электроэнергии, так и на обогрев или процессы, требующие тепла.

Создание рабочих мест и развитие экономики: Развитие отрасли биогаза способствует созданию рабочих мест в сельском хозяйстве, производстве оборудования и эксплуатации биогазовых установок. Это способствует экономическому развитию и содействует устойчивому развитию местных сообществ.

Внедрение инновационных технологий: Развитие использования биогаза в теплоэнергетике и печах способствует внедрению и развитию инновационных технологий, таких как совместная производство тепла и электроэнергии, улучшенные системы очистки и конвертации биогаза, а также разработка новых методов утилизации органических отходов.

Однако, необходимо отметить, что для эффективного использования биогаза в теплоэнергетике и печах требуется соответствующая инфраструктура и технологии. Необходимо обеспечить надежное снабжение биогазом, а также использовать специальное оборудование для сжигания биогаза безопасным и эффективным образом.

В целом, и спользование биогаза в теплоэнергетике и печах предоставляет ряд дополнительных преимуществ, включая снижение выбросов парниковых газов, снижение запахов и улучшение качества воздуха, поддержку устойчивого развития и экологической ответственности, а также стимулирование инноваций и развитие новых технологий. Это делает использование биогаза важным элементом перехода к устойчивой и экологически чистой энергетике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ростова, А. Т. Технология и перспективы использования биогаза как источника энергии / А. Т Ростова, И. В. Данченко, А. В. Пермяков // Наука и современное общество: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. науч. тр. / МЦНС «Наука и Просвещение». – Пенза, 2020. – С. 85–87. 2. Капустина, Е. В. Использование биогаза в теплоэнергетике / Е. В. Капустина, П. А. Трубаев // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова, посвящённая 300- летию Российской академии наук : сб. науч. тр. / Белгород. гос. технол. ун-т. им. В.Г. Шухова – Белгород, 2022. – С. 278–283.

2. Производства биогаза из биомассы животноводства / Г. У. Турсунбаева, Б. Т. Бахтияр, Г. Э. Байжан, А. К. Мергалимова // Вестник казахской Академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2022. – № 3.– С. 171–181.

3. Мариненко Е.Е. Основы получения и использования биотоплива для решения вопросов энергосбережения и охраны окружающей среды в жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве: Учебное пособие. - Волгоград: ВолгГАСА, 2003. - 100 с.

4. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии: учеб. пособие. -М.: МЭИ, 2011.-272 с.

5. Амадиев А.М., Бессмертных А.В., Зайченко В.М. Технологические аспекты конверсии биомассы в газообразное топливо // Юбилейная научная конференция, посвященная 50-летию ОИВТ РАН, Москва, 21 окт. 2010: сб. тез. докл. - М.: ОИВТ РАН, 2011. - С.252-255.

6. Подпоринов, Б. Ф. Газоснабжение : учеб. пособие для студ.. теплогазоснаб. и вент. и строит. спец. вузов // Б. Ф. Подпоринов, Л. А. Куцев, Д. Ю. Суслов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 232 с.

Ибоян Д. Л.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г Шухова, г. Белгород, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ НА ТЭЦ

Теплоэлектростанции (ТЭЦ) являются важным источником производства электроэнергии и тепла. В процессе сжигания топлива на ТЭЦ образуются уходящие газы, такие как оксиды азота (NO_2), оксиды серы (SO_2), пыль и другие вредные вещества. Чтобы минимизировать негативное воздействие этих выбросов на окружающую среду, применяются различные методы очистки уходящих газов. В этой статье мы рассмотрим некоторые из них.

1. Очистка от оксидов азота (NO_2)

Оксиды азота являются основным источником загрязнения воздуха, и их выбросы на ТЭЦ должны быть снижены до допустимых норм. Для этого применяются следующие методы:

- Снижение образования NO_2 : Этот метод включает оптимизацию процесса сгорания, чтобы минимизировать образование оксидов азота. Например, внедрение низкотемпературного сгорания, переподача воздуха и использование специальных систем управления сгоранием.

- Послесгорание: При этом методе уходящие газы проходят через специальные послегорелочные установки, где с помощью катализаторов происходит окончательное превращение оксидов азота в более безвредные соединения, такие как азот и вода.

- Сорбционная очистка: В этом случае применяются специальные сорбционные материалы, которые поглощают оксиды азота, позволяя очистить уходящие газы от них.

2. Очистка от оксидов серы (SO_2)

Оксиды серы также являются опасными загрязнителями, выбрасываемыми в атмосферу при сжигании топлива на ТЭЦ. Для их удаления применяются следующие методы:

- Снижение образования SO_2 : Этот метод основан на оптимизации сжигания, чтобы минимизировать образование оксидов серы. Использование низкосернистого топлива, контроль над содержанием серы в топливе и оптимизация процесса сгорания помогают снизить выбросы SO_2 .

- Очистка с помощью сорбентов: В этом методе уходящие газы проходят через аппараты очистки, где с помощью сорбентов, таких как известняк или сода, оксиды серы преобразуются в безопасные соединения или улавливаются.

3. Очистка от пыли Пыль, образующаяся в процессе сжигания топлива, также является одним из загрязнителей, требующих очистки. Для этого используются следующие методы:

- Электрофильтрация: В этом методе уходящие газы проходят через систему электрофильтров, где пыль улавливается с помощью электростатического заряда и собирается на электроде. Затем пыль удаляется с электрода и утилизируется.

- Мокрая очистка: Этот метод включает использование водяных растворов или водных пылеулавливающих установок для удаления пыли из уходящих газов. Вышеперечисленные методы очистки уходящих газов на ТЭЦ являются лишь некоторыми из множества возможных решений. Комбинация различных методов очистки может быть применена в зависимости от специфических требований и условий работы каждой конкретной ТЭЦ. Очистка уходящих газов играет важную роль в улучшении качества воздуха и снижении негативного влияния ТЭЦ на окружающую среду.

4. Очистка от других вредных веществ

Кроме оксидов азота, оксидов серы и пыли, уходящие газы на ТЭЦ могут содержать и другие вредные вещества, такие как тяжелые металлы, органические соединения и токсичные газы. Для очистки от этих загрязнений могут использоваться следующие методы:

- Абсорбция: Этот метод включает использование абсорбентов, которые поглощают вредные вещества из уходящих газов. Например, для очистки от токсичных газов, таких как сероводород или хлороводород, могут применяться растворы щелочей.

- Катализ: В некоторых случаях применяют катализаторы, которые способствуют химическим реакциям, превращающим вредные вещества в безопасные соединения. Например, катализаторы могут использоваться для очистки от органических соединений.

- Фильтрация: В этом методе уходящие газы проходят через фильтры, которые улавливают тяжелые металлы и другие вредные вещества. Фильтры могут быть изготовлены из специальных материалов, способных задерживать загрязнения.

5. Рециркуляция и снижение выбросов Дополнительным методом очистки уходящих газов на ТЭЦ является рециркуляция и снижение выбросов. Этот подход включает в себя следующие методы:

- Рециркуляция: При рециркуляции часть уходящих газов возвращается обратно в процесс сгорания, что позволяет уменьшить концентрацию загрязняющих веществ и повысить эффективность очистки. Например, рециркуляция отработанных газов может быть использована для снижения образования оксидов азота.

- Снижение выбросов: Этот метод включает оптимизацию работы ТЭЦ и применение новых технологий для снижения общего объема выбросов. Например, использование энергоэффективных систем, улучшение системы управления процессом сгорания и внедрение новых методов очистки могут значительно снизить выбросы вредных веществ.

Очистка уходящих газов на ТЭЦ является неотъемлемой частью процесса производства электроэнергии и тепла. Применение различных методов очистки позволяет снизить выбросы вредных веществ в атмосферу и минимизировать негативное влияние на окружающую среду. Однако, важно учитывать, что выбор конкретного метода очистки должен основываться на анализе требований, бюджета, технических возможностей и экологических аспектов каждой конкретной ТЭЦ. Таким образом, постоянное совершенствование технологий очистки является важным аспектом в достижении более чистого и устойчивого производства электроэнергии и тепла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Севостьянов В.С., Шамгулов Р.Ю. термолиз в переработке полимерных отходов // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды. Всероссийская научная конференция (Белгород, 14-18 окт.2019 г.). Т.2. Белгород: Изд-во БГТУ, 2019. С. 125-130.

2. Родионов А.И. и др. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989. 512 с.

3. Лукин В. Д., Курочкина М. М. Очистка вентиляционных выбросов в химической промышленности. Л.: Химия, 1980. 232 с.

4. Кравченя Э.М., Козел Р.Н., Свирид И.П. Охрана труда и энергосбережения. – М.: ТетраСистемс, 2008. 245 с.

5. Федорищева Е.А. Энергетика: проблема перспективы. М.: Высшая школа, 2005. 143 с

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРИМЕНЕНИИ КЕРАМЗИТОБЕТОНА ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОСЕТЕЙ

В данной статье проведено краткое исследование эффекта энергосбережения при прокладке трубопроводов под землей в керамзитобетонном коробе без теплоизоляции труб. Также был сделан тепловой расчет теплоизолированных труб, расположенных на поверхности земли в коробе из железобетона, и не теплоизолированных труб в коробе из керамзитобетона.

В настоящий момент самой часто используемой является прокладка трубопроводов под землей в непроходных каналах из тяжелых железобетонных лотков. Перспективой снижения трудовых затрат и стоимости прокладки может являться применение лотков из керамзитобетона, которые позволяют отказаться от применения подвесной теплоизоляции, которая увеличивает трудоемкость и является дорогостоящей. Применение в лотках керамзита дает возможность использовать одновременно конструктивные функции и теплозащиту керамзитобетона [1].

Для прокладки тепловых сетей применяются составные каналы следующих типов (рис.1):

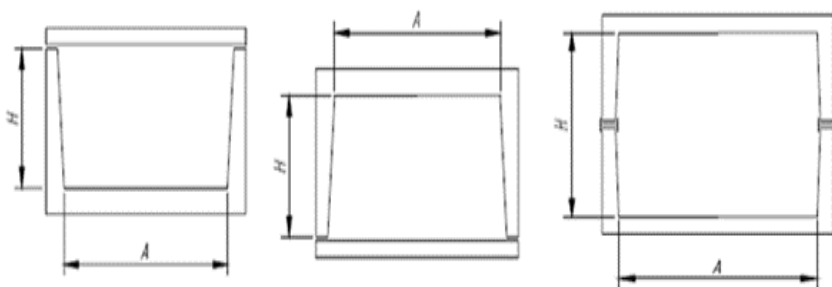


Рис. 1. Составные каналы для тепловых сетей а) тип КЛ; б) тип КЛп; в) тип КЛс

Далее представлен сравнительный тепловой расчет прокладки неизолированных труб в керамзитобетонном коробе и прокладки теплоизолированных трубопроводов в бетонных коробах под землей.

Результаты показаны на рис.2.

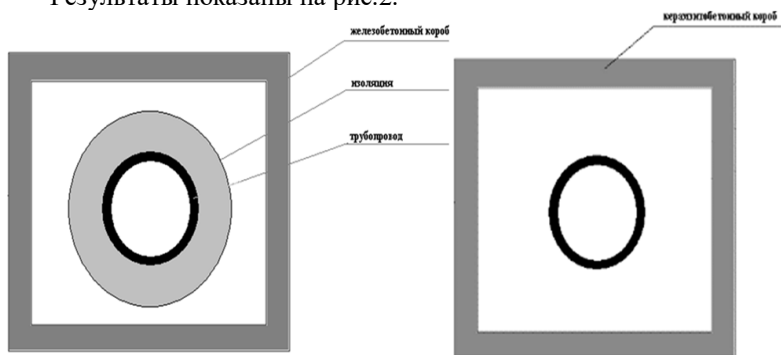


Рис.2 Варианты трубопроводов:

- а) с изоляцией в железобетонном коробе;
- б) без изоляции в керамзитобетонном коробе

При сравнительном тепловом расчете прокладки теплоизолированных труб в железобетонных коробах и трубопроводах в керамзитобетонных коробах без изоляции использовались исходные данные: 1) среднегодовая т-ра грунта $t_{гр} = 3 \text{ } ^\circ\text{C}$; 2) среднегодовая т-ра теплоносителя (подающий трубопровод) $t_m = 90^\circ\text{C}$; 3) линейная плотность теплового потока для трубопровода для железобетонного короба $q_{жб} = q_{норм} = 84 \text{ Вт/м}$; 4) для трубопровода с $Du = 500 \text{ мм}$: наружный диаметр $d_{нар} = 530 \text{ мм}$; 5) коэффициент теплопроводности при эксплуатационной влажности: короба из бетона $\lambda_{б} = 2,04 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$; 6) короба из керамзитобетона $\lambda_{кб} = 0,35 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$; грунта $\lambda_{гр} = 2,0 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$.

Линейная плотность теплового потока определяется по формуле

$$q_l^{кб} = \frac{t_m - t_{сп}}{R_\Sigma}, R_\Sigma = R_{возд}^{нар} + R_{возд} + R_{возд}^{внутр} + R_{к}^{кб} + R_{сп} \quad (1)$$

В результате того, что термическое сопротивление воздуха в коробе неизвестно, для определения теплотерь в грунт используется расчет по условной средней температуре воздуха в канале $t_{кан}$ [2]. Тогда удельные тепловые потери от теплоносителя составят

$$q_l^{кб} = \frac{t_m - t_{возд}^{кан}}{R_{возд}^{нар}} = \frac{90 - 74,2}{0,05} = 316 \frac{\text{Вт}}{\text{м}}. \quad (2)$$

Сопоставив $q_{кб} = 316 \text{ Вт/м}$ $q_{жб} = q_{норм} = 84 \text{ Вт/м}$, делаем вывод, что согласно приведенной выше методике потери теплоты от труб в

коробе из керамзитобетона без изоляции более чем в 3,5раза больше, чем от труб, обернутых в теплоизоляцию в железобетонных коробах, что противоречит натурным опытам.

Таким образом, получается что нельзя пренебрегать термическим сопротивлением воздушной прослойки:

$$R_{возд} = \frac{1}{2\pi\lambda_{возд}} \ln \frac{d_{1э}^{кан} - 2\delta_{лам}}{d_{нар} - 2\delta_{лам}} = 2,64 \frac{М \cdot ^\circ C}{Втм}, \quad (3)$$

$$q_l^{кб} = \frac{t_m - t_{сп}}{R_{\Sigma}} = \frac{t_m - t_{сп}}{R_{возд}^{нар} + R_{возд} + R_{возд}^{енуип} + R_{к}^{кб} + R_{сп}} \approx 30 \frac{Втм}{м}. \quad (4)$$

Сопоставив полученное значение для керамзитобетона $q_{кб} = 30$ Вт/м с нормативным значением для железобетона $q_{жб} = q_{норм} = 84$ Вт/м, видим: потери теплоты от трубопроводов без изоляции в коробах из керамзитобетона ниже почти втрое, чем от утепленных труб в коробах из железобетона.

В среднем изолированные теплотрассы с железобетонными лотками служат приблизительно 5 лет. В то время как неизолированные теплотрассы в керамзитобетонных коробах отлично себя показали и уже ан протяжении 30 лет не имеют жалобна неудовлетворительную работу, чтократно превосходит показатели железобетона и очень наглядно показывает огромную экономию ресурсозатрат на протяжении всего периода эксплуатации.

Толщина лотка назначалась по данным теплотехнического расчета. Важным отличием рассматриваемых керамзитобетонных лотков от ныне используемых является, что ключевую роль теплоизоляции в них играет прослойка воздуха.

Лотки из керамзитобетона уже были использованы боле чем в сорока экономических районах нашего государства при прокладке трубопроводов. На данный момент проложено более четырехсот километров теплотрасс по данной технологии. Неоднократно проводились многочисленные испытания в условиях эксплуатации опытно-промышленных участков трасс, которые только подтвердили эффективную теплоизоляцию и колоссальный ресурсосберегающий и, вследствие чего, экономически выгодный эффект от данной операции.

Повсеместное использование коробов из керамзитобетона с магистралью без изоляции снижает стоимость земляных работ на 11%, трудозатрат на целых 39%. В то время как обычные железобетонные лотки с утепленными по кругу трубопроводами имеют худшие теплоизоляционные свойства и тратят огромные ресурсы теплосетей на монтаж, частое обслуживание и их неоднократную замену при

дальнейшей эксплуатации. Таким образом, мы видим, что использование при прокладке теплотрасс неизолированных трубопроводов в керамзитобетонных лотках является более выгодным и целесообразным нежели использование морально устаревших изолированных трубопроводов в тяжелых железобетонных коробах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. — М.: Изд-во литературы по физике и математике, 2008. 376 с.
2. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию / И.В.Беляйкина, В.П.Витальев, Н.К.Громовидр. : под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. М.:Энергоатомиздат,1988. 376 с.
3. Комиссаренко Б.С., Сафронова Г.В. Строительство теплотрасс с лотками из керамзитобетона без теплоизоляции трубопровода // Стройинфо Самара,1995.№2.С.44-46.
4. Marie Coutand, Martin Cyr, Eric Deydier, Richard Guilet, Pierre Clastres, "Characteristics of industrial and laboratory meat and bone meal ashes and their potential applications" Journal of Hazardous Materials, Vol. 150, pp. 522–532 (2008).
5. Трубаев П.А., Кошлич Ю.А. Управление энергосбережением распределенных инженерных систем общественных и жилых зданий // Сборник информационной технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП – 2023) Сборник трудов IX международной научно-технической конференции. Белгород, 2023 стр. 41-48.

УДК 621.1.016

Иванов Н.А.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМЗИТА И КЕРАМЗИТОБЕТОНА С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

На данный момент в России просматривается склонность к уменьшению объемов используемого керамзита и полной его замене другими утеплителями в производстве стен и прочих наружных ограждающих конструкций. Основная проблема в том, что почти весь

объем производимого в стране керамзита имеет насыпную плотность около 440-560 кг/м³. Однако, в современных реалиях, выраженных в повышенных требованиях к термическому сопротивлению ограждающих конструкций процесс производства однослойных уличных стеновых панелей в привычном виде не возможен, даже с учетом всех имеющихся новаций. В нынешних реалиях самым эффективным направлением будет являться внедрение инновационных методов с новыми свойствами керамзита..

Одним из вариантов развития событий в данном случае может являться создание нового производства сверхлегкого керамзита с насыпной плотностью около 200-250 кг/м³, что в значительной мере положительно скажется на его теплопроводности. Хотя даже на подобном керамзите при использовании привычных процессов производства не представляется возможным получение конкурентоспособного керамзитобетона. В одном из процессов можно рассмотреть приготовление беспесчаных смесей керамзитобетона для изготовления однослойных наружных панелей с повышенными показателями теплоэффективности. Результативность этой достигается за счет добавления современного устойчивого синтетического пенообразователя «ПО - 6К». Что является целесообразным так как стандартное оборудование на действующих производствах практически не требует переделки. Мелкий заполнитель полностью исключается из состава бетона.

Важным следует отметить и тот факт, что придуманные беспесчаные технологии керамзитопенобетона обладают оптимальной цельной структурой цементного камня, при этом равномерно насыщены большим количеством замкнутых мелких пор воздуха. В таком варианте структуры данный бетон имеет минимальную сорбционную влажность, низкое водопоглощение, и капиллярный подсос.

Технология поризации бетона открывает возможность изготавливать беспесчаный вспененный керамзитобетон средней плотности в сухих условиях 640 - 710 кг/м³ с коэффициентом теплопроводности сухого бетона не более 0,15 Вт/(м·°С) и расчетным коэффициентом теплопроводности бетона не более 0,17 Вт/(м·°С) – при нормальных и сухих влажностных режимах эксплуатации зданий в сухой климатической зоне. В данном случае на 1 м³ вспененного керамзитобетона М50 потребуется: керамзита – 1140 - 1200 л, цемента 190-2400кг, воды – 150 - 160 л, а так же добавки ПО - 6К около 1.5% от массы изготавливаемой смеси.

Использование современного вспененного керамзитобетона даст возможность снизить толщину наружных стеновых панелей примерно до пятидесяти сантиметров, что позволит конкурировать с кирпичными стенами, обладающими невыгодной стоимостью, огромной трудоемкостью и большой материалоемкостью, в сочетании с большим весом.

На больших объемах скорость деградации пенопласта соизмерима со скоростью парообразования (энергия активации переходного состояния для полистиролов составляет 5 - 7 кДж/моль, а теплота парообразования - 8,6 кДж/моль). Использование качественных теплоизолирующих экструзионных пенополистиролов неминуемо приведет к ощутимому удорожанию многослойных панелей.

Важной особенностью использования трехслойных стеновых панелей является то, что они одержат в средней слое паропроницаемый утеплитель, в связи с чем невозможно создание здорового микроклимата помещения без кондиционирования, что ведет к излишнему удорожанию.

Вследствие вышесказанного, мы видим, что стеновые панели из вспененного керамзитобетона будут выгодно отличаться малой стоимостью, при этом обеспечивая высокую технологичность процесса производства. Проблема массового производства не упоминается, так как дефицит керамзита отсутствует.

Использование плитного утеплителя из крупнопористого керамзитобетона для изоляции цехов производств дало возможность отказаться от дорогостоящих материалов, получив при этом необходимые теплотехнические характеристики. Также использование более легких керамзитобетонных панелей существенно снижает затраты на их монтаж и доставку, а так же уменьшает нагрузку на само строение что позволяет экономить на строительстве фундаментов и так же дает возможность постройки на более слабых грунтах.

Таким образом, можно считать очень эффективным применение керамзитобетона в лотках теплотрасс без дополнительно изоляции. Данный опыт применен уже более чем в сорока районах нашей страны. Проводился огромный комплекс испытаний для изучения работоспособности данных лотков в различных температурных режимах и агрессивных влияниях различных сред. В результате испытаний было выявлено, что данные лотки превосходят по своим показателям надежности и теплоемкости ныне имеющиеся в 3-5 раз, что является очень перспективным направлением в прокладке магистралей теплосетей. Так же имеет смысл применение керамзитобетонов в конструкциях животноводческих комплексов.

Стандартный керамзитобетон плотностью 1250 кг/м³ почти не уступает по теплоусвоению дубовому паркету, но является более износостойким и дешевым аналогом. При таких условиях сроки службы увеличиваются и комфорт животных повышается.

Также стоит обратить внимание что во многих районах страны заводы производства керамзита строились на одной площадке с заводами производства керамзитобетона, что дает возможность значительно сократить затраты на логистику и более грамотно организовать производственный процесс. Совокупность этих факторов, несомненно, положительно скажется на стоимости конечной продукции.

В России уже имеется широкий опыт применения конструкционного керамзитобетона. Ранее он часто применялся в жилищном строительстве в перекрытиях, стеновых панелях, внутренних перегородках и даже в лестничных маршах. Такое совокупное применение позволяло снижать трудоемкость на 9%, конечную стоимость на 3 - 6%, затраты на логистику до 35%, а расходы железобетона до 12%. Из него строили как жилые высотные дома, так и монолитные элеваторы, а так же множество промышленных зданий на 100% состоящие из керамзитобетона.

Применение керамзита возможно так же в области дорожного строительства, несущих конструкций из железобетона. В таких конструкциях используется особо тяжелый керамдор, который получают путем снижения температуры обжига на 200-300°С. Это позволяет экономить затраты на энергию, а получаемая плотность составляет около 900 кг/м³, что дает возможность конкурировать с привозным природным щебнем.

Кроме технологических и экономических преимуществ керамзит по сравнению с природным щебнем обладает рядом достоинств, связанных с улучшенным сцеплением растворной части бетона с заполнителем за счет глубокого проникновения цементного камня в поры керамзитовых гранул, что повышает долговечность, прочность и химическую стойкость бетона.

Таким образом, в настоящее время целесообразно внедрять данную технологию на керамзитовые заводы, а также переориентировать их на новые задачи, направленные на организацию выпуска двух видов керамзита: - особо легкого керамзита М150 – М250 (для изготовления эффективных ограждающих конструкций, стен, кровель, плитных утеплителей и т.п.); - прочного керамзита с прочностью 2,5 – 4 Мпа (для производства

несущих конструкций, строительства дорог, монолитных зданий и сооружений и т. п.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Chemical transformations of dust of bag filters of the reinforced concrete plant in aqueous solutions_Belovodsky E.A., Sverguzova S.V., Shaikhiev I.G., Voronina Yu.S., Ievleva E.S.

2. microstructural analysis of changes in the morphology of quartz raw materials of different genesis at dry milling Fomina E.V., Kozhukhova N.I., Belovodsky E.A., Klimenko V.A., Kozhukhova M.I. Materials Science Forum. 2021. Т. 1017. С. 91-100.

3. Composites on the base of industrial waste with biocidal components Rubanov Y.K., Tokach Y.E., Vasilenko M.I., Belovodsky E.A Lecture Notes in Civil Engineering. 2021. Т. 95. С. 219-226.

4. Трубаев П.А., Кошлич Ю.А. Управление энергосбережением распределенных инженерных систем общественных и жилых зданий // Сборник информационной технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП – 2023) Сборник трудов IX международной научно-технической конференции. Белгород, 2023 стр. 41-48.

УДК 504-03

Коробков П.С., Балан В.О.

Научный руководитель: Рыбина А.В. ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СПОСОБЫ И ТРУДНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Проблема утилизации твёрдых бытовых отходов становится актуальной в современном обществе. Прирост населения и рост уровня потребления приводят к увеличению объемов мусора, который необходимо обработать и утилизировать. Таким образом, эффективные методы управления твёрдыми бытовыми отходами становятся неотъемлемой частью экологического развития и сохранения природных ресурсов.

Твердые бытовые отходы (ТБО) представляют собой комбинацию бытового, коммерческого и промышленного мусора. Исторически, основным способом утилизации этих отходов было их размещение на свалках или захоронение. В России полигонному захоронению

подлежит более 97% образующихся ТБО. Ежегодно под эти полигоны в стране отводится более 11 тысяч гектаров земли вблизи городов и населенных пунктов. Однако, вблизи больших городов, территорий пригодных для легитимного размещения полигонов захоронения ТБО, практически не осталось.

Новаторский подход к извлечению энергии из этого "ресурса" путем их сжигания в котлах для генерации пара начал развиваться в Европе в 1960-х годах. Из первых европейских котлов стало ясно, что коррозия материалов котловых труб является серьезным препятствием для разработки современных котлов с высоким КПД.

В настоящее время в России существует только 6 мусоросжигающих заводов, которые практически не обезвреживают и не утилизируют ТБО, составляя менее 3% от всего количества отходов. Это сравнительно небольшое количество по сравнению с Германией, где таких заводов более 50, и Японией, где их более 1500. Из-за этого становится очень важным строительство новых мусоросжигающих заводов с применением современных технологий, которые позволят максимально использовать энергетический потенциал ТБО.

ТБО обычно содержат бумагу и картон, пластик, резину, текстиль, кожу, батарейки, остатки пищи, садовые отходы, металл, стекло и другие разные материалы. Этот вид топлива очень неоднороден и сильно различается в зависимости от географического расположения, страны и "культуры". Например, в Северной Америке типичными составляющими были бумага и картон (34,2-40,0%), пластик (7,2-9,2%), остатки пищи (7,3-8,5%), садовые отходы (17,6-19,9%), металл (8,1-9,6%), стекло (7,7-9,7%) и другие (10,3-13,2%). Поливинилхлорид (ПВХ) является основным источником хлора, который является важным коррозионным элементом, делающим среду сжигания коррозионно-агрессивной для материалов котла. Поливинилхлорид содержит около 36% хлора по массе. Резины, такие как гипалон, хлоропрен и неопрен, также содержат высокую концентрацию хлора. Другие составляющие отходов, которые могут способствовать образованию коррозионной среды при горении - это батарейки (автомобильные батареи, кнопочные батарейки в часах и калькуляторах, щелочные, цинковые, никелевые и кадмиевые батарейки) и различная потребительская электроника. Бытовые батарейки содержат кадмий; а потребительская электроника содержит как свинец, так и кадмий. Во время горения эти тяжелые металлы могут реагировать с хлором, образуя низкотемпературные хлориды, что вызывает серьезные проблемы с коррозией материала труб парового котла.

Сгорание ТБО создает очень агрессивную среду для труб водяных перегородок и пароперегревателя. В настоящее время широко используется метод защиты поверхностей нагрева путём наплавки сплава 625.

Трубы пароперегревателя также требуют некоторых методов защиты от коррозионного воздействия. Накладки из сплава 625 и трубы с соэкструзионными слоями успешно используются для пароперегревателей во многих котлах. Однако, для некоторых котлов с более высокой температурой пара или более агрессивные среды, сплав 625 наложение или облицовка оказываются малоэффективными. Альтернативным методом защиты от коррозии является использование металлических трубчатых экранов или огнеупоров.

Для сжигания необработанных ТБО редко применяются барабанные вращающиеся печи, хотя этот метод сжигания известен своей эффективностью. Однако, эти печи широко используются для сжигания абразивных жидких и пастообразных промышленных отходов, а также специфических отходов, таких как медицинские отходы. Установка барабанных печей осуществляется с небольшим наклоном в направлении движения отходов. Печь вращается со скоростью от 0,05 до 2 об/мин. Отходы, воздух и топливо подаются со стороны загрузки, а шлак и зола выгружаются с противоположного конца печи. В начале печи отходы подсушиваются при температуре 400 °С, а затем газифицируются и сжигаются при температуре 900–1000 °С.

Разделение и переработка твёрдых бытовых отходов также является эффективным методом утилизации. Этот подход подразумевает классификацию мусора по типу материала (стекло, пластик, металл и т.д.) и его последующую переработку. Например, пластиковые отходы могут быть переработаны вторичными материалами или использованы в производстве топлива. Однако требуется значительное финансирование и развитость инфраструктуры для проведения таких операций.

Также из основных трудностей при утилизации твёрдых бытовых отходов является отсутствие информированности населения о необходимости раздельного сбора мусора и использования эффективных методов утилизации. Низкая осведомленность в сочетании с отсутствием инфраструктуры для переработки мусора затрудняют эффективную утилизацию.

Кроме того, финансовые затраты на строительство и поддержание мусороперерабатывающих предприятий являются значительными. Это также создает проблему для утилизации твёрдых бытовых отходов, так как требуется длительное время для окупаемости инвестиций.

Несмотря на эти трудности, сжигание твёрдых бытовых отходов продолжает быть одним из методов утилизации мусора во многих странах. Однако важно постоянно работать над совершенствованием этого процесса, разрабатывать новые технологии и методы, которые позволят снизить выбросы вредных веществ и эффективно использовать получаемую энергию. Также необходимо уделять большее внимание сортировке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гринин А. С., Новиков В. Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. — М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. — 336 с.
2. Сжигание в барабанных вращающихся печах [Электронный ресурс] // URL: <http://studopedia.org/2-77419.html> (дата обращения 15.12.2017).
3. Гонопольский А. М. Энергетическая утилизация отходов. Изд. «Руды и металлы». — М.: — 2006.
4. Трубаев П.А., Веревкин О.В., Гришко Б.М., Тарасюк П.Н., Щекин И.И., Суслов Д.Ю., Рамазанов Р.С. Исследование выхода свалочного газа с тела полигона ТБО // Энергетические системы. 2017. № 1. С. 436-443.
5. Казакова Л.Е. Переработка ТБО как энергетического возобновляемого сырья // Сб. науч. тр. НГТУ. - 1997. - N 2(7).
6. Корнилова Н.В., Трубаев П.А. Анализ температуры горения ТБО в водогрейном котле малой мощности // Энергетические системы. 2017. № 1. С. 368-373.

УДК 662-741

Коробков П.С., Балан В.О.

Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ NO_x

Оксиды азота (NO_x) являются одними из основных загрязнителей атмосферного воздуха, которые возникают в результате сжигания топлива в автотранспорте, промышленности и энергетике. Выбросы NO_x считаются опасными для окружающей среды и здоровья человека,

так как они приводят к образованию кислотных дождей, смога и формированию озона на нижнем уровне атмосферы.

Сокращение выбросов NO_x является основной целью поправок к закону о чистом воздухе из-за их известной роли в образовании приземного озона. Учёные ведущие разработки по охране окружающей среды считают, что предприятия могут сократить выбросы NO_x заменив оборудования для сжигания (горелки), используя разумные методы подготовки и замены топлива.

Многие технологии по снижению выбросов NO_x были успешно применены к стационарным источникам сгорания топлива. Выбор подходящего метода будет зависеть от типа установки (например, промышленный котлоагрегат, газо-турбинная установка, печь, сушилка, различные мусоросжигающие заводы), условий на конкретной площадке, а также нормативных и экономических соображений.

Образование NO_x происходит из-за двух основных механизмов: термического NO_x и связанного с топливом NO_x . Мгновенный NO_x является третьим механизмом образования NO_x , но его вклад в общее образование NO_x незначителен.

Термическое образование NO_x происходит только при высоких температурах пламени, когда диссоциированный азот из воздуха для горения соединяется с атомами кислорода и образуются оксиды азота, такие как NO и NO_2 . Образование термического NO_x увеличивается экспоненциально с температурой горения и увеличивается как функция квадратного корня из количества кислорода в зоне горения.

Связанное с топливом образование NO_x не ограничивается высокими температурами, оно зависит от содержания азота в топливе.

Лучший способ свести к минимуму образование NO_x - это снизить температуру пламени, уменьшить избыток кислорода и сжигать топливо с низким содержанием азота.

Одним из самых простых методов снижения выбросов является замена топлива. Переход на другое топливо является потенциально наиболее экономичным способом сокращения выбросов NO_x . Например, мазут № 6 или другое остаточное топливо с относительно высоким содержанием азота можно заменить мазутом № 2, другим дистиллятным маслом или природным газом (который по существу не содержит азота).

Для повышения эффективности и снижения выбросов NO_x применяют рециркуляцию дымовых газов. Она включает в себя извлечение части дымовых газов из дымового тракта, как правило после последних поверхностей нагрева и подают в топочную камеру их

вместе с воздухом для горения. Этот процесс путем разбавления воздуха для горения дымовыми газами снижает как концентрацию кислорода в топочной камере, так и снижает температуру. Этим способом достигают сокращения выбросов NO_x на 30-60%.

Установка горелок, специально разработанных для ограничения образования NO_x , может сократить выбросы NO_x до 50%. Более высокой эффективности сокращения выбросов можно достичь, комбинируя горелку с низким содержанием NO_x и рециркуляцией, хотя и не добавляя ни одного из показателей эффективности сокращения выбросов. Горелки с низким содержанием NO_x предназначены для снижения пиковой температуры пламени за счет создания зон рециркуляции, промежуточных зон горения и снижения локальной концентрации кислорода.

Впрыскивание небольшого количества воды или пара в непосредственной близости от пламени понизит температуру пламени и уменьшит локализацию кислорода. Результатом является уменьшение образования термических и связанных с топливом NO_x . Как правило, этот процесс в среднем снижает эффективность сгорания установки на 1-2%.

Поэтапное сжигание заключается в следующем. Впрыск воздуха или топлива может быть поэтапным, создавая либо зону, богатую топливом, за которой следует зона, богатая воздухом, либо зону, богатую воздухом, за которой следует зона, богатая топливом. Кроме того, рециркуляция дымовых газов позволяет повысить эффективность использования топлива. Повторное использование дымовых газов позволяет сократить расходы на их обработку и утилизацию. Это также является значительным экономическим преимуществом, так как снижает затраты на эксплуатацию систем очистки и утилизации дымовых газов.

Помимо экологических и экономических преимуществ, рециркуляция дымовых газов имеет и другие плюсы. Во-первых, она позволяет снизить тепловые потери, поскольку горячие дымовые газы возвращаются в систему сжигания. Это приводит к повышению эффективности работы оборудования и снижению расходов на топливо. При использовании этого метода выбросы токсичных веществ в воду и почву также сокращаются.

Поэтапное сжигание может быть достигнуто путем установки горелки поэтапного сжигания с низким содержанием NO_x , или печь может быть переоборудована для поэтапного сжигания. В котлах организовывается несколько ярусов дутья (от двух и так далее). При

поэтапном сжигании было продемонстрировано снижение выбросов NO_x более чем на 40%.

Уменьшение избытка воздуха уменьшает количество кислорода, доступного в зоне горения, и удлиняет пламя, что приводит к снижению скорости тепловыделения на единицу объема пламени.

Выбросы NO_x уменьшаются примерно линейным образом с уменьшением избытка воздуха. Однако, когда коэффициент избытка воздуха опускается ниже порогового значения, эффективность сгорания топлива снижается из-за неполного перемешивания и неполноты сгорания топлива, а выбросы CO увеличиваются.

Оптимальное значение избыточного воздуха должно определяться экспериментально и будет зависеть от вида топлива и конструкции системы сгорания. Они известны и приведены в нормах теплового расчёта. Может быть установлена система управления с обратной связью для контроля уровня кислорода или горючих веществ в дымовых газах и регулировки расхода воздуха для горения до достижения желаемой цели. Такая система может сократить выбросы NO_x до 50%.

Различные варианты должны быть детально рассмотрены в отношении необходимого уровня сокращения выбросов NO_x , конкретного источника горения, потенциального увеличения выбросов других загрязняющих веществ, ограничений, связанных с конкретным участком, и экономической целесообразности.

Повышение осведомленности и эффективное обучение персонала, организовывающих и контролирующих горение, также играют важную роль в снижении выбросов NO_x . Правильное обслуживание и регулярная проверка оборудования способствуют более эффективной работе и снижению выбросов NO_x . Предоставление поддержки и стимулов со стороны правительства, таких как налоговые льготы или субсидии, также может способствовать внедрению более экологичных технологий в области котлостроения.

Снижение выбросов оксидов азота является неотъемлемой частью нашей ответственности перед окружающей средой и обществом. Мы должны принять меры к улучшению технологий и процессов, связанных с горением и выбросами, а также обеспечить обучение и осведомленность персонала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Василенков, С. В. Инженерная защита окружающей среды. Краткий курс лекций : учебно-методическое пособие / С. В. Василенков, В. Ф. Василенков. — Брянск : Брянский ГАУ, 2021. — 58 с.

2. Василенко, Т. А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов : учебное пособие / Т. А. Василенко, С. В. Свергузова. — 2-е изд., испр. и доп. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 264 с.

3. Стурман, В. И. Оценка воздействия на окружающую среду : учебное пособие / В. И. Стурман. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с.

4. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий. Белгород, 2013. 240 с.

5. Губарев А.В., Васильченко Ю.В. Теплогенерирующие установки. Часть 2. Белгород, 2008. 148 с.

6. Губарев А.В., Лукьянчиков С.Н. Снижение образования оксидов азота в топочных камерах кон-денсационных теплогенераторов // Молодой инженер - основа научно-технического прогресса: Сб. научн. тр. Межд. научно-техн. конф. Курск, 2015. С. 93-96.

7. Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов / П.В. Росляков. - М. : Издательский дом МЭИ, 2007. - 336 с

УДК 621.31

Кочешкова А.М.

Научный руководитель: Павличенко И.А., асп.

*Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул, Россия*

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВЛЭП

В настоящее время наблюдается рост потребления электрической энергии, что увеличивает актуальность вопроса о повышении надежности и пропускной способности воздушных линий электропередач (ВЛЭП).

Благодаря развитию электротехнической промышленности в области электросетевого хозяйства и активному внедрению современных технологий, разрабатываются и производятся новые материалы и конструкции инновационных типов проводов для высоковольтных линий электропередач.

Российская компания ОАО «Кирскабель» начала производство и эксплуатацию проводов нового поколения (ПНП) марки АСТ и АСк2у, которые обладают улучшенными технико-экономическими характеристиками по сравнению с традиционными проводами марки

АС. Что в перспективе позволит не только значительно сократить экономические и ресурсные затраты на сооружении новых ВЛ или модернизацию уже существующих, но и приведет к повышению надежности энергосистемы, и к увеличению передаваемой мощности.

В работе был проведен сравнительный анализ характеристик инновационных проводов и стандартных проводов марки АС [1], с целью выявления их преимуществ и определения области применения. Затем, на основании полученных данных, были построены графики зависимостей предельно допустимых токов нагрузки от длины пролета ВЛ с учетом использования различных типов проводов.

Согласно стандарту организации ПАО «ФСК ЕЭС» [2] неизолированные провода нового поколения условно можно классифицировать на три основные группы: провода против обледенения, провода с повышенной механической прочностью, термостойкие провода с повышенной пропускной способностью).

АСк2у – неизолированный компактированный провод с усиленным стальным сердечником. В проводах марки АСк2у используются алюминиевые проволоки трапециевидальной формы, сердечник состоит из высокопрочных стальных проволок с цинко-алюминиевым покрытием (Рис. 1 а), что позволяет сделать внешнюю поверхность провода практически гладкой и уменьшить диаметр провода. Что в свою очередь, существенно снижает аэродинамическое воздействие и гололедную нагрузку, за счет уменьшения самой вероятности образования наледи на проводе. (Рис. 2). Предназначены для передачи электроэнергии в воздушных электрических сетях на напряжение 35 – 750 кВ.

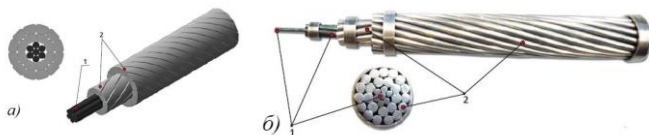


Рис. 1 Конструкция проводов нового поколения

- а – АСк2у (1 – сердечник из высокопрочных стальных проволок; 2 – повивы из алюминиевых проволок); б – АСТ (1 – стальной сердечник, 2 – алюминий-циркониевый сплав)

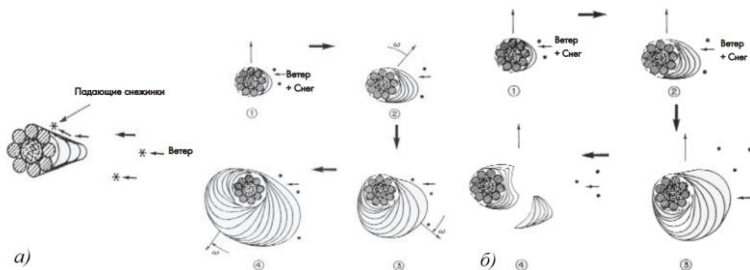


Рис. 2 Процесс гололедообразования на проводе:

a – АС; *б* – АСк2у

Провода марки АСТ состоят из стального сердечника и проволок из термостойкого алюминий-циркониевого (Al-Zr) сплава, скрученных концентрическими повивами поверх стального сердечника (Рис. 1 б). Предназначены для передачи электрической энергии в воздушных электрических сетях напряжением 35 – 750 кВ.

Провода марки АСТ соответствуют требованиям ГОСТ839-80, МЭК 61089, МЭК 60888, МЭК 60889, МЭК 61284, техническим требованиям ОАО «ФСК ЕЭС». Вид климатического исполнения УХЛ, категория размещения 1 и 2 по ГОСТ 15150-69.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика параметров

Параметр	Значение параметра, % (от аналогичного сечения АС)	
	АСк2у	АСТ
Сечение токопроводящей части	102	101
Диаметр провода	91	100
Модуль упругости	100	88-91
Коэфф. линейного удлинения	93	96-99
Удельная нагрузка от собственного веса	98	101
Разрывная прочность	121	108-109
Допустимое напряжение при макс. нагрузке	118	108-109
Электрическое сопротивление (при $t = 20^{\circ}\text{C}$)	98	102

Таблица 2 – Значения предельно допустимых температур в разных режимах проводов марки АС, АСк2у, АСТ

Т _{пр.доп} , °С	Марка провода		
	АСк2у	АСТ	АС
При длительном режиме	90	210	90
При кратковременном режиме	120	240	120

Проанализировав данные (Табл. 1 и 2), можно сделать вывод о том, что ПНП благодаря усиленной разрывной прочности (на 20%) имеют меньшее растяжение при повышенной температуре или ветровой и гололедной нагрузке, что способствует уменьшению стрел провеса и возможности увеличения габаритных пролетов ВЛ.

В таблице 3 приведены результаты исследований предельно допустимых токовых нагрузок проводов ПНП различных сечений и АС в разных климатических условиях [3].

Таблица 3 – Данные исследований предельно допустимых токовых нагрузок проводов ПНП и АС

Марка сечения и провода	Допустимый ток (А)	Температура провода (°С)	Стрела провеса (м)	Расчетная длина провеса (м)
Тяжелые климатические условия				
АС-120/19	521	90	9,66	152
АСТ-120/19	736	210	9,74	
Марка сечения и провода	Допустимый ток (А)	Температура провода (°С)	Стрела провеса (м)	Расчетная длина провеса (м)
АС-150/24	589	90	9,66	169
АСТ-150/24	830	210	9,94	
АС-185/29	681	90	9,76	180
АСТ-185/29	962	210	10,44	
АС-240/39	803	90	9,86	200
АСТ-240/39	1135	210	10,63	
АСк2у-240/39	788	90	7,8	
Легкие климатические условия				
АС-120/19	521	90	11,36	331
АСТ-120/19	629	139	11,8	
АС-150/24	589	90	11,44	353
АСТ-150/24	695	132	11,8	
АС-185/29	681	90	11,2	325
АСТ-185/29	825	141	11,8	
АС-240/39	803	90	11,4	350
АСТ-240/39	948	130	11,8	
АСк2у-240/39	790	90	9,3	

На основе данных, приведенных в таблице 3, можно сделать вывод, что при одинаковом сечении ПНП и АС предельно допустимые токи выше у термостойких проводов (~ в 1,4 раза), независимо от расчетной длины пролетов.

Таблица 4 – Значения габаритных и критических пролетов ЛЭП с АС, АСк2у, АСТ

Сечение	Габаритный пролет, м			Критический пролет, м			Отношение критич. пролета к габарит., отн., ед.		
	АСк2у	АСТ	АС	АСк2у	АСТ	АС	АСк2у	АСТ	АС
120/19	-	393	371	-	295	339	-	0,75	0,89
150/24	-	418	390	-	308	356	-	0,73	0,9
185/29	-	376	361	-	292	335	-	0,79	0,92
240/39	435	405	385	397	306	356	0,91	0,74	0,91

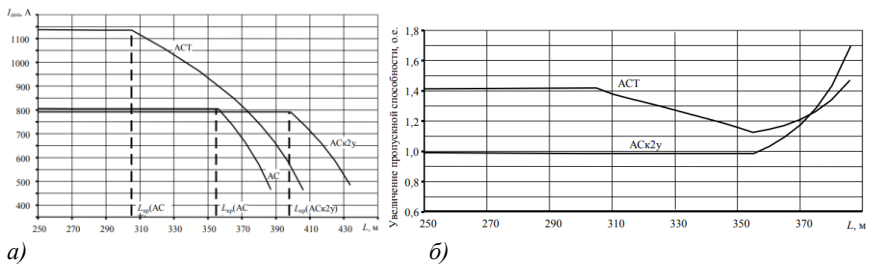


Рис. 3 Графики зависимостей: *а* – график зависимости длительно допустимого тока в линии от длины пролета; *б* – график зависимости пропускной способности линии от длины пролета

Таким образом, рисунок 3 *а* показывает, что с увеличением длины пролета происходит снижение длительно допустимого тока, поэтому были построены зависимости (Рис. 3 *б*), демонстрирующие относительное повышение пропускной способности ВЛ, выполненные проводами АСк2у и АСТ, по отношению к ВЛ со стандартным проводом АС того же сечения, чтобы определить целесообразность и область применения.

Так, исходя из графика (Рис. 3 *б*) видно, что при длине меньше 376 м наибольшей пропускной способности можно достичь путем замены провода марки АС на ПНП АСТ, поскольку при больших пролетах использование термостойких проводов оказывается не целесообразным и ограничено допустимой стрелой провеса.

Соответственно при длине пролета больше 376 м наиболее эффективным будет применение компактированного провода марки АСк2у, так как при этом условия пропускная способность может достигать 70%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети // Москва. Энергоатомиздат. – 1989. – 346 С.
2. Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» // Указания по проектированию ВЛ 220 кВ и выше с неизолированными проводами нового поколения. – 2019.
3. Файбисович, Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей. Москва. – ЭНАС. – 2012.
4. Шишлаков, В.Ф., Солёная, О. Я., Солёный, С.В. Электроэнергетические системы и сети // Санкт-Петербург. – ГУАП. – 2017.

УДК 621.182

Кретова В.С., Метелкин В.А, Паньков Н.С., Рылов И.В.
Научный руководитель: Баженова О.О., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Тепловая энергетика является одним из основных источников энергии в мире, обеспечивая значительную долю мирового потребления энергии. Предприятия тепловой энергетики (Рис. 1) сталкиваются с рядом проблем, связанных с экологической безопасностью. В этой статье рассмотрим основные проблемы и вызовы, стоящие перед тепловой энергетикой в области экологической безопасности.



Рис. 1 Внешний вид предприятия тепловой энергетики

Одной из главных проблем является загрязнение атмосферного воздуха выбросами парниковых газов. Тепловые электростанции являются крупными источниками выбросов диоксида углерода, который способствует возникновению парникового эффекта и глобальному потеплению [1]. Для решения данной проблемы необходимо активно разрабатывать и внедрять технологии, направленные на снижение выбросов парниковых газов и повышение энергоэффективности производства.

Загрязнение водных ресурсов также является серьезной проблемой для предприятий тепловой энергетики. Отходы производства, такие как сточные воды, содержащие вредные вещества, и золошлаковые отходы, могут привести к загрязнению водоемов и причинить значительный ущерб экологии. «Для решения этой проблемы требуется разработка и внедрение эффективных технологий очистки сточных вод, а также утилизация и переработка золошлаковых отходов [2].

Проблемами также являются управление отходами и их переработка. Зола и золошлаки, образующиеся при сжигании топлива на тепловых электростанциях, представляют собой потенциально опасные отходы, требующие специального обращения.

Для их утилизации необходимо разрабатывать и использовать новые технологии и методы, обеспечивающие экологическую безопасность и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду [3].

Важной проблемой также является воздействие тепловой энергетики на здоровье населения. Выбросы вредных веществ в атмосферу могут привести к увеличению заболеваемости населения, прежде всего, болезнями органов дыхания. Для снижения негативного

влияния на здоровье населения необходимо контролировать и снижать уровень загрязнения атмосферного воздуха.

В целом, предприятия тепловой энергетики сталкиваются со значительным количеством проблем в области экологической безопасности (Рис. 2) [4]. Для их решения необходимо активно разрабатывать новые технологии, проводить научные исследования, а также совершенствовать существующие подходы к охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов [5].



Рис. 2 Проблемы в области экологической безопасности предприятий тепловой энергетики

Таким образом, предприятия тепловой энергетики сталкиваются со значительными проблемами в области экологической безопасности, связанными с загрязнением окружающей среды, управлением отходами и воздействием на здоровье людей. Для решения этих проблем необходимы совместные усилия государств, предприятий и научных сообществ, направленные на разработку и внедрение новых экологически безопасных технологий и методов работы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большаков В.Н., Липунов И.Н. Экология.- М.:Высш.шк., 2000.- 326 с.
2. Логош В.Е. Экология природопользования.- М.:Высш.шк., 2000.-540 с.
3. Неведров А.В., Трясунов Б.Г., Ушаков Г.В. Обработка воды электрическим полем для защиты поверхностей водогрейного оборудования от накипи // Вестник КузГТУ. 2002. № 3. с 66-68.

4. Мочалова Л.А. Основные задачи, направления и инструменты экологизации промышленного производства в России: статья, Известия Уральского государственного горного университета, с. 128-136. Available at: <https://cyberleninka.ru>

5. Яшалова Н.Н. Переход топливно-энергетического сектора региона к условиям «Зеленой» экономики: статья, Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2013, с. 36-45. Available at: <https://cyberleninka.ru>

УДК 620.92

Крикунова К.О., Паньков С.Е.

*Научный руководитель: Суслов Д.Ю., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА

Энергия в различных ее формах играет ключевую роль на всех этапах развития общества. Мировая статистика показывает, что на протяжении десятилетий для динамики потребления первичных источников энергии характерен стабильный рост показателей (рис.1).

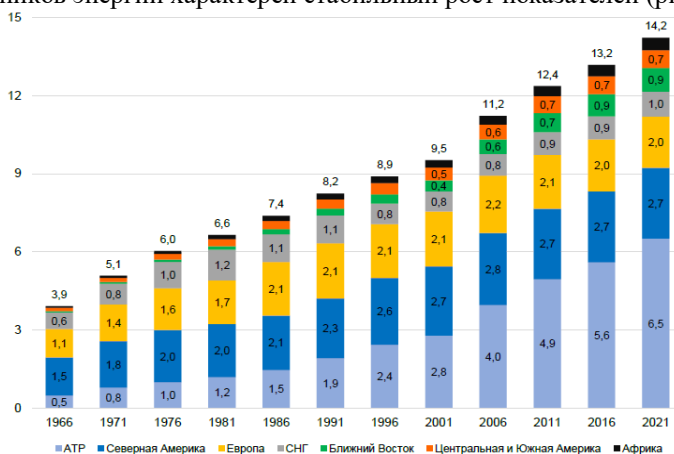


Рис. 1 Темпы роста мирового потребления первичных источников, млрд т н.э.[1]

С этим связан постоянный поиск альтернативных способов получения энергии, в том числе, за счет использования новых ее

ресурсов. Развитие технологий позволяет рассматривать в качестве одного из перспективных источников энергообеспеченности возобновляемые источники энергии – гидравлические, ветряные, солнечные, геотермальные и биологические.

В 2022 году всемирная статистика международного агентства «IRENA» зафиксировала рекордный прирост мощности возобновляемых источников энергии [2]. Он составил 9,6% по отношению к предыдущему году. Среди прочих широкое распространение приобретает биоэнергетика. Особое место в структуре этой отрасли занимает биогаз.

Общими словами, **биогаз** – это газ, получаемый при анаэробном метановом брожении **биомассы**. Под **биомассой** предполагаются отходы сельскохозяйственного и промышленного производства, бытовой деятельности. Основными составляющими биогаза являются метан CH_4 (около 50-65%), углекислый газ CO_2 (около 30-45%), водород H_2 и сероводород H_2S (приблизительно 2-3%), остальные газы (2-3%). Теплота сгорания колеблется от 21 до 27 МДж/м³, для сравнения у природного газа этот параметр равен от 33 до 38 МДж/м³.

Применение технологии производства биогаза направлено на решение энергетических, агрохимических и экологических задач. Наибольшая экономическая эффективность в таком случае достигается при использовании отходов сельскохозяйственной промышленности. В России уже несколько лет активно реализуются проекты **биогазовых станций**, позволяющие не только успешно утилизировать все растительные и животные отходы на предприятиях, но и производить ценные биоудобрения.

Биогазовая станция – это инженерный комплекс, состоящий из оборудования для подготовки сырья, производства, очистки и хранения биогаза. Биогазовые установки экологически безопасны. Возведение данных станций является целесообразным и выгодным решением в районах с развитой сельскохозяйственной промышленностью. Получение биогаза выгодно, особенно при постоянной переработке потока биосырья. Экономичность заключается в отсутствии нужды предварительного сбора отходов, в контроле подготовки и регулировании их подачи.

Производство биогаза является технологически сложным процессом. Его основу составляет переработка различных видов органического сырья методом сбраживания, осуществляемого микроорганизмами. Для эффективного производства необходимо создание комфортных условий жизнедеятельности некоторых видов бактерий без доступа кислорода. Благоприятная среда обитания

микроорганизмов создается искусственно в специальных реакторах – метантенках.

Основными **параметрами производства** биогаза являются следующие технологические параметры (рис.2):

- предобработка сырья;
- водородный показатель биомассы;
- содержание воды в биомассе;
- температура среды брожения;
- продолжительность процесса брожения в реакторе;
- содержание питательных веществ в биомассе;
- перемешивание биомассы;
- технологическое обеспечение процесса производства.



Рис. 2 Основные параметры производства биогаза

Очень важным этапом в процессе производства биогаза является оценка пригодности биомассы и ее **предобработка**. Существует множество особенностей выбора способа улучшения качества сырья в зависимости от условий его происхождения. Например, удаление неорганических примесей, таких как камни, песок или металлические включения, исключает риск засорения и дальнейшего выхода из строя оборудования.

Так же на процесс сбраживания влияют сроки хранения исходного материала перед непосредственным производством. Было установлено, что выход биогаза свежесобранного куриного помета значительно выше, чем выход того же сырья, хранившегося более 14 суток [3]. Это связано с понижением уровня кислотности длительно хранящегося сырья.

Соблюдение **кислотно-щелочного баланса** влияет на скорость сбраживания и количество получаемого биогаза. Оптимальное число рН зависит от вида исходного материала и колеблется в пределах 6-8. При неравномерном кислотообразовании величина водородного показателя поддерживается на неизменном уровне. В этом случае образование карбонатов превышает количество выделяющегося углекислого газа.

Объем биомассы приблизительно на 80-85% должен состоять из органических веществ, остальные 15-20% - минеральные вещества. При этом необходимо поддерживать **влажность** 90-94%, так как её снижение приводит к увеличению продолжительности сбраживания из-за истощения питательной среды для роста бактерий.

Температура играет важнейшую роль в процессе анаэробного брожения. В зависимости от того какие бактерии принимают участие в процессе брожения, существует 3 температурных режима: термофильный режим ($\geq 45^{\circ}\text{C}$), мезофильный режим ($15-45^{\circ}\text{C}$) и психрофильный режим ($\leq 15^{\circ}\text{C}$). Перепады температуры при разных режимах неодинаково сказываются на процессе ферментации, однако стоит отметить, что для технологически правильного протекания необходимо стараться выдерживать постоянную температуру. Чем она выше, тем чувствительнее микроорганизмы к ее изменениям.

Время пребывания субстрата в реакторе является одним из важнейших параметров производства биогаза. Оно зависит от температурного режима и состава исходного сырья. **Продолжительность** процесса брожения характеризуется количеством времени, которое необходимо для выработки биогаза. Оптимальная продолжительность процесса при различных температурных режимах составляет [4]: для психрофильного режима более 30 суток; для мезофильного около 20 суток; для термофильного около 10 суток.

Одним из наиболее важных условий метанового брожения является соотношение **углерода и азота** в сырье. Оптимальная пропорция зависит от вида сырья, но наибольший выход происходит при значении равном 10/30. При высоком показателе соотношения C/N наблюдается увеличение скорости потребления метаногенными бактериями азота.

В процессе брожения более тяжелые частицы биомассы выпадают в осадок, тогда как более легкие поднимаются вверх, образуя плотную корку, препятствующую выходу биогаза. Для стабилизации процесса субстрат подвергают интенсивному **перемешиванию**. Его следует осуществлять не менее 4-6 раз в сутки [5, 6].

Существует еще один немаловажный фактор, который относится к **технологическому обеспечению** процесса производства. Наиболее целесообразно подбирать оборудование, в котором количество подаваемого в реактор сырья будет соответствовать на данный момент разложившемуся количеству органического вещества.

Подводя итог, основными параметрами производства биогаза являются: оценка качества и предобработка сырья, водородный показатель биомассы, содержание воды в биомассе, температура среды брожения, продолжительность процесса брожения в реакторе, содержание питательных веществ в биомассе, ее перемешивание и технологическое обеспечение процесса производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. bp. Statistical Review of World Energy 2022 [Электронный ресурс] – URL: <https://www.bp.com> (дата обращения 10.05.2023).

2. irena. Несмотря на энергетический кризис достигнут рекордный показатель роста возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] – URL: <https://www.irena.org> (дата обращения 10.05.2023).

3. otherreferats.allbest. Сырье и его подготовка для биогазовых установок [Электронный ресурс] – URL: <https://otherreferats.allbest.ru> (дата обращения 11.05.2023).

4. fluid-biogas. Параметры и оптимизация процесса сбраживания [Электронный ресурс] – URL: <http://www.fluid-biogas.com> (дата обращения 12.05.2023).

5. fluid-biogas. Системы перемешивания [Электронный ресурс] – URL: <http://www.fluid-biogas.com> (дата обращения 12.05.2023).

6. Суслов Д.Ю. Интенсификация процесса получения биогаза барботажным перемешиванием субстрата // Д.Ю. Суслов / Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 95 с.

Максимович В.М.

*Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ДОМА

В современном мире, когда проблемы климатических изменений становятся все более актуальными, энергоэффективность становится одной из наиболее важных задач в проектировании и строительстве домов. Энергоэффективный дом не только способствует снижению воздействия на окружающую среду, но и позволяет существенно сэкономить на коммунальных платежах.

Первым и, пожалуй, одним из самых важных шагов в проектировании энергоэффективного дома является правильное выбор места для строительства. Оптимальными вариантами будут участки с солнечной ориентацией, которые позволят максимально использовать солнечную энергию для обогрева и освещения дома. Кроме того, необходимо учитывать окружающую инфраструктуру, близость к транспортным магистралям или общественному транспорту, а также наличие деревьев или других объектов, способных обеспечить естественную тень в жаркие летние дни.

Изоляция – ключевой аспект энергоэффективного дома. Хорошая теплоизоляция позволяет удерживать тепло в зимний период и сохранять прохладу в летний. Важно правильно выбрать материалы для утепления стен, крыши и пола. Наиболее популярными и эффективными материалами являются экологически чистые изоляционные материалы, такие как минеральная вата или пенопласт. Они в свою очередь имеют низкий коэффициент теплопроводности и позволяют значительно снизить потребление энергии на отопление и охлаждение. Многие часто ошибаются, думая, если толще - значит лучше. Это работает до определенного значения толщины изоляционного слоя. Поэтому на этапе проектирования, зная материал стен и изоляции, а также место расположения дома, рассчитывается эффективная экономически обоснованная толщина утеплителя.

Правильное расположение окон и дверей также имеет огромное значение для энергоэффективного дома. Окна следует размещать наиболее оптимальным образом, чтобы максимизировать естественное освещение и использовать солнечную энергию для обогрева. Окна и двери должны быть хорошо герметизированы с помощью специальных

уплотнителей, чтобы предотвратить утечку воздуха и проникновение холодного или горячего воздуха в помещение. Это также поможет снизить затраты на отопление и кондиционирование воздуха.

Если посмотреть через тепловизор на типичные неутеплённые многоквартирные или частные дома, то можно заметить, что основные теплопотери идут через фундамент, кровлю и окна.

Фундамент – это основа строения, и его качество влияет на теплоизоляцию всего дома. Правильно утепленный фундамент позволяет существенно снизить затраты на отопление и создать комфортные условия для проживания. Пенополистирол - один из наиболее распространенных материалов для утепления фундамента. Его преимуществом является низкая стоимость и хорошая теплоизоляция. Пенополиуретан обладает большей плотностью и лучшими теплоизоляционными свойствами, но его стоимость выше. При утеплении фундамента необходимо также учесть гидроизоляцию. Это позволит защитить фундамент от постоянного воздействия влаги, что может привести к его разрушению. Для гидроизоляции фундамента применяют гидроизоляционные пленки или мембраны. Они защищают от проникновения влаги, сохраняя теплоизоляционные свойства фундамента.

Помимо выбора теплоизоляционных и гидроизоляционных материалов, важно правильно выполнить утепление фундамента. Необходимо грамотно распределить утеплитель по всему фундаменту и обеспечить его надежное крепление без щелей.

Остекление является важнейшим компонентом, который необходимо правильно использовать при попытке добиться энергоэффективного дома. Стекло пропускает через себя очень высокий процент энергии солнечных лучей, задерживая последующее тепло. Использование естественного дневного света означает меньшую зависимость от электрического освещения. С другой стороны, стекло может быть очень плохим изолятором; как только солнце садится и перестает попадать на окно, стекло начинает довольно быстро отдавать тепловую энергию – поэтому использование двойного или тройного остекления улучшит теплоудерживающие свойства.

За последние несколько лет произошли невероятные изменения в области остекления – все шире используются стеклопакеты с тройными стеклами, между которыми, смесь низко проводящих тепло газов. Благодаря своей повышенной плотности тройное остекление может помочь снизить уровень шума и регулировать поступление солнечной энергии, одновременно повышая тепловой комфорт. Однако тройное

остекление по-прежнему примерно на 10-15% дороже, чем окна с двойным остеклением.

Установка солнечных панелей также может сократить зависимость от центрального электричества и уменьшить счета за электроэнергию. Многие европейские страны спонсируют установку солнечных панелей и предлагают льготные тарифы и возможность отдачи излишков электроэнергии в сеть. Они не подходят для всех регионов, так как не будет достигаться круглогодичная эффективность. В связи с этим, срок окупаемости значительно возрастет и может превысить срок эксплуатации.

Тепловые насосы являются одним из наиболее инновационных и перспективных решений для обеспечения отопления и горячего водоснабжения в энергоэффективных домах, используя при этом возобновляемую энергию.

Одним из наиболее распространенных типов тепловых насосов являются воздушные тепловые насосы. Они поглощают энергию из воздуха, используя компрессор, и перенаправляют ее в систему отопления и горячего водоснабжения дома. Такие насосы могут работать при температуре до минус 20°C и поэтому подходят для использования в большинстве климатических условиях. При низких температурах эффективность таких систем снижается, поэтому в холодных регионах может потребоваться дополнительная установка газового или твердотопливного котла. Для суровых регионов возможно применение геотермальных насосов, где для снятия тепла используется система труб закапанная в землю. Они используют тепло, накопленное в почве или воде, и переносят его в систему отопления и горячего водоснабжения. Геотермальные насосы более эффективны, так как температура земли или воды более постоянна и не зависит от погодных условий.

Современные технологии позволяют повысить энергоэффективность дома. Например, использование солнечных панелей (для генерации электроэнергии) или тепловых насосов (для отопления) может значительно снизить зависимость от сетевых ресурсов, а правильный выбор материала и толщины изоляции помогут сохранить накопленное тепло в доме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власова А.А., Тарасюк П.Н., Сухорослова В.В., Трубаев П.А. Опыт энергосбережения при индивидуальном жилищном строительстве в Западной Европе // Фундаментальные исследования в

естественнонаучной сфере и социально-экономическое развитие Белгородской области. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. С. 21-24.

2. Апсаямова Я.И., Тарасюк П.Н., Трубаев П.А. Определение расхода энергетических ресурсов в зданиях // Образование, наука, производство. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 1183-1187.

3. Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного, изд-во: БХВ-Петербург, 2011. – 470 с.

4. В. Файст. "Основные положения по проектированию пассивных домов", Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 144 с.

5. Энергоэффективный дом. Принципы проектирования // ИБ «Энергоэффективные технологии», 1998, № 3.

6. Аvezов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. Ташкент: ФАН, 1988.

УДК 621.18-11

Максимович В.М.

Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСОБЕННОСТИ ПОДАЧИ ВОЗДУХА В СОДОРЕГЕНЕРАЦИОННЫХ КОТЛАХ

Содорегенерационный котел является ключевым элементом в промышленных процессах, где осуществляется производство кислот и других химических веществ. Этот тип котла применяется для обработки отработанного газа, чтобы максимально эффективно использовать его тепловую энергию и сократить вредные выбросы в окружающую среду. Важным аспектом работы содорегенерационного котла является правильная организация ярусов дутья, что играет ключевую роль в его эффективности и надежности.

Одним из основных преимуществ содорегенерационного котла является его способность использовать отработанный газ для нагрева воздуха, необходимого для процесса регенерации катализатора. Для этого в котле присутствуют ярусы дутья, которые обеспечивают подачу воздуха на определенные уровни котла. Правильное организованное дутье позволяет эффективно использовать тепловую энергию отработанного газа, что приводит к экономии энергоресурсов и снижению экологического воздействия.

Во-первых, правильная организация ярусов дутья позволяет достичь оптимального распределения воздуха в котле. Равномерное

распределение воздуха обеспечивает более эффективное сжигание отработанного газа, что снижает выбросы вредных веществ в атмосферу. Кроме того, хорошо организованное дутье способствует лучшему смешиванию газов и воздуха, что повышает эффективность работы каталитического процесса и улучшает качество производимых продуктов.

Во-вторых, высококвалифицированный подход к проектированию дутья также обеспечивает максимальное использование тепловой энергии отработанного газа. Когда воздух подается на разные уровни котла, он проходит через слои катализатора, где происходит регенерация. При этом происходит передача тепла от катализатора к воздуху, что позволяет его подогреть. Если ярусы дутья грамотно организованы, то эффективность теплообмена между каталитическим слоем и воздухом будет максимальной. Это позволит использовать большое количество тепла отработанного газа, что приведет к снижению затрат на энергию и повышению эффективности котла.

Воздух, используемый для сжигания, подается в топку котла через два или три, а иногда и больше уровней. Первичный воздух формирует подушку огарка на дне топочного устройства, а верхний воздух обеспечивает дожигание продуктов пиролиза. Для сжигания шелока необходимо регулирование расхода воздуха по различным уровням. Существуют три типа воздушных схем: общая, последовательная и параллельная. Общая схема усложняет регулирование расходов воздуха, а последовательная схема более экономична, но требует общего всасывающего воздуховода. Оптимальной считается параллельная схема, в которой каждый уровень имеет свой тракт воздуха, но при этом растёт металлоёмкость и сложность конструкции.

Конструкция сопел имеет значительное влияние на возможности регулирования воздушным режимом эксплуатации, поскольку определяет условия формирования и развития струй, выходящих из сопел. Одним из важных параметров струи является глубина ее проникновения в поток дымовых газов. Она пропорциональна скорости выхода из сопла и его эквивалентному диаметру. Это объясняет фундаментальные различия в работе воздушных сопел с разным регулированием расхода воздуха.

Всего существует два способа регулирования подачи первичного воздуха. При первом способе регулирующий орган дросселирует напор, что оставляет сечение сопла неизменным и изменяет только скорость воздуха (Рис. 1 а). Второй способ позволяет изменять сечение сопла, что позволяет поддерживать заданную скорость в широком диапазоне изменения массового расхода воздуха (Рис. 1 б,в). В агрегатах

"Тампелла" используются конструкции сопел с регулируемым сечением, которые обеспечивают более глубокое проникновение воздушной струи и интенсивную турбулизацию потока. Это создает благоприятные условия для тонкого регулирования воздушного режима восстановительной зоны топки.

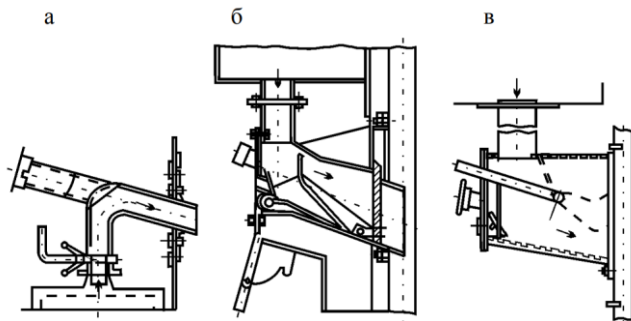


Рис. 1. Способы регулирования расхода воздуха
а-дрессельное; б,в-сопловое

В случае использования двухъярусной схемы ввода воздуха в топку, возможно выполнение верхнего дутья тангенциальным образом. Увеличение потока существенно усиливает процесс горения в окислительной зоне топки. При изменении нагрузки котла и, следовательно, расхода воздуха, достигаемая скорость воздуха в соплах регулируется путем перекрытия некоторого количества секций сопла, изменяя тем самым проходное сечение. В процессе эксплуатации котла, а именно, сопел первичного дутья, требуется периодическая очистка от огарка щелока. Если периоды между очистками длительные, то забивание сопел огарком щелока может значительно уменьшить сечение для прохода воздуха, что приводит к изменению его расхода. Очистка сопел с интервалами более одного часа приводит к увеличению выбросов восстановленной серы. Поэтому требуется более частая очистка. Однако для мощных СРК, где количество воздушных сопел достигает нескольких сотен, операции по очистке требуют большого количества ручного труда или автоматизации этого процесса.

Нагрев воздуха можно осуществить в паровых или водяных калориферах. В паровых калориферах воздух нагревается с помощью насыщенного пара при абсолютном давлении 1,3-1,7 МПа до температуры 150-180 °С. Если система работает без каскадного испарителя, то воздух нагревается в водовоздушных теплообменных аппаратах (ВВТО). В этом случае теплообмен происходит за счет использования теплоты воды, проходящей через экономайзер, что

позволяет регулировать температуру воды и предотвратить ее кипение в экономайзере. Это позволяет снизить металлоемкость экономайзера и, в то же время, нагреть воздух до стандартной температуры 150 °С.

Водовоздушные теплообменники устанавливаются между первой и второй ступенью экономайзера. Возможна также комбинированная схема подогрева воздуха, где первой ступенью является ВВТО, в котором воздух нагревается до температуры 105-110 °С, а затем дальнейший нагрев воздуха происходит в паровом калорифере.

Таким образом, правильное организованное дутье в содорегенерационном котле обеспечивает его надежную работу. Равномерное распределение воздуха и оптимальное использование тепловой энергии позволяет снизить риск перегрева или неравномерного нагрева котельного оборудования. Это увеличивает его срок службы и снижает затраты на его обслуживание и ремонт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулешов М.И., Губарев А.В. Модернизация конструкции топливосберегающего газового водонагревателя, направленная на повышение его технико-экономических и экологических показателей // Промышленная энергетика. 2016. № 6. С. 24-28

2. Жучков П.А., Евсеев О.Д. Интенсивность процесса горения сульфатного щелока в топках СРК. // машины и аппараты целлюлозобумажного производства: меж. вуз. сб. науч. тр. Л.: 1982. №10. С. 115-140

3. Потопенко А.П. Сжигание черного щелока в современных агрегатах впрыскивающего типа // производство целлюлозы и полуцеллюлозы на аппаратах непрерывного действия. Киев.: 1964. С.130-133

4. Липовков И.З. Сжигание сульфатного щелока. М.: Лесная промышленность, 1977. 223 с.

5. Губарев А.В., Васильченко Ю.В. Теплогенерирующие установки. Часть 1. Белгород, 2008. 162 с.

УДК 621.165

Максимович В.М.

*Научный руководитель: Трубаев П. А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В АМЕРИКЕ

Тепловая энергетика является одной из ключевых отраслей экономики США, обеспечивая значительную часть потребления энергии и генерируя значительную часть ВВП. Однако в современном мире, который все больше ориентируется на экологическую устойчивость и снижение выбросов парниковых газов, тепловая энергетика сталкивается с рядом серьезных проблем. В этой статье мы рассмотрим основные вызовы, стоящие перед современной теплоэнергетикой в Америке.

Значительную роль в развитии котлостроения и энергетики в целом, оказывают ужесточающие требования на выбросы в окружающую среду. Использование угля, природного газа и нефтепродуктов для производства тепла приводит к выбросу большого количества парниковых газов в атмосферу, что способствует глобальному потеплению и изменению климата. В рамках борьбы с климатическими изменениями США и другие страны мира стремятся сократить выбросы парниковых газов от тепловой энергетики и перейти на более экологичные источники энергии.

С другой стороны, с развитием технологий возобновляемой энергии появляется возможность снизить зависимость от традиционных источников энергии и уменьшить выбросы парниковых газов. Однако использование возобновляемых источников энергии имеет свои ограничения, связанные с непостоянством их генерации и необходимостью создания больших энергетических систем.

Возобновляемые источники энергии, такие как солнце, ветер и вода, считаются более экологичными и экономически выгодными по сравнению с традиционными источниками. Однако их использование ограничено из-за различных законодательных и технологических барьеров.

Ещё одна не мало важная проблема теплоэнергетической отрасли США заключается в устаревании оборудования и объектов инфраструктуры. Это влечет за собой значительные инвестиции, которые не всегда могут быть оправданы с экономической точки

зрения. Многие электростанции, котельные и тепловые сети были построены еще в прошлом веке и не соответствуют современным стандартам энергоэффективности и экологической безопасности. Это приводит к высоким затратам на обслуживание, снижению эффективности и увеличению выбросов парниковых газов.

Целью модернизации является увеличение эффективности энергетической установки. Например, путем изменения профиля лопаток и замены уплотнений турбины, можно достичь значительного повышения ее эффективности на несколько процентов, при сохранении параметров, таких как давление и температура пара. Это может быть особенно выгодно, если инвестиции в модернизацию остаются относительно небольшими. Однако, если необходимо заменять ротор, экономическая целесообразность проекта может вызывать сомнения. Определение целесообразности модернизации должно учитывать фактическое время работы установки.

В паровых котлах, установка современных горелок и автоматики снижает расход топлива, улучшает экологические показатели и оптимизирует условия эксплуатации. Правильно выбранное и установленное оборудование ведущих мировых производителей обеспечивает более плавное регулирование рабочих параметров пара.

Наибольшую выгоду можно получить, если энергетическая установка одновременно производит электрическую энергию и тепло. Модернизация в этом направлении может быть легко осуществима и обеспечивает быстрый возврат инвестиций. Однако, удаленное расположение электростанции и ограниченный спрос на тепловую энергию могут являться преградами для такой модернизации.

Важной целью является также продление срока службы оборудования, что особенно актуально в развивающихся странах, где фактический срок службы энергоблоков может значительно превышать нормативный. Модернизация тепловых электростанций требует значительных инвестиций, однако правильно спланированные и своевременные меры могут продлить срок службы оборудования и повысить его общую производительность. При разработке программы модернизации также следует учитывать внешние факторы, такие как экономическая ситуация, тенденции в потреблении энергии и стоимость энергии.

Также большой проблемой является высокая стоимость энергоресурсов. В частности, цены на природный газ, который является основным топливом для тепловых электростанций, значительно выросли за последние годы. Это делает энергию менее доступной для

потребителей и может привести к снижению конкурентоспособности американской промышленности.

Также стоит отметить проблему неравномерного распределения теплоэнергетических ресурсов. В некоторых регионах США есть избыток теплоэнергии, в то время как другие регионы страдают от дефицита. Неравномерность в распределении ресурсов создает сложности в обеспечении энергетической безопасности и экономического развития страны в целом.

Необходимо также отметить проблемы взаимосвязи с другими секторами экономики. Теплоэнергетика является неотъемлемой частью многих отраслей, таких как производство и сельское хозяйство. Недостаточное взаимодействие и сотрудничество между различными секторами создает проблемы в эффективном использовании ресурсов и развитии экологически устойчивых решений.

Таким образом, современная теплоэнергетика в США сталкивается с рядом серьезных проблем, которые требуют комплексного подхода к их решению. Необходимо инвестировать в модернизацию оборудования и объектов инфраструктуры, снижать затраты на энергоресурсы и увеличивать долю возобновляемой генерации. Только так можно обеспечить устойчивое развитие теплоэнергетической отрасли и сохранить ее конкурентоспособность в условиях меняющегося климата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гужов С.В., Гашо Е.Г., Шепель В.А. Составление прогнозного топливно-энергетического баланса котельной в условиях недостаточности данных // Энергетические системы. 2019. № 1. С. 33-39.
2. Губарев А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий. Белгород, 2013. 240 с.
3. Аддиванкина Р.Я. Топливо-энергетический баланс США. -МЭ и МО, 1963, Л I, с. 108.
4. Томашпольский Л.М. Нефть и газ. Проблемы и перспективы. М., Недра, 1975 , 310 с.
5. Селицкий А.Г. Прогнозирование нефтедобывающих возможностей зарубежных стран (на примере США). Р.С. Экономика нефтяной промышленности, № 9, 1979, с. 22-26.

Максимович В.М.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОСТОЯНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Несмотря на значительное развитие нестандартных источников энергии за последние десятилетия, большая часть электроэнергии в мире все еще производится на тепловых электростанциях (ТЭС). Растущий спрос на электричество стимулирует развитие тепловой энергетики, и инженеры по всему миру работают над улучшением надежности, экологической безопасности и эффективности ТЭС.

Тепловая энергетика остается важной отраслью в современной мировой энергетике. Выработка нефти составляет около 39% мирового потребления электроэнергии, переработка угля - примерно 27%, а газа - до 24%. Теплоэнергетика составляет 90% выработанного электричества, и в нашей стране широко применяется комбинированное производство электроэнергии, которое обеспечивает около трети всей мощности тепловых электростанций. Кроме производства электричества, тепловые электростанции также играют важную роль в системах централизованного теплообеспечения и теплоснабжения. В нашей стране они производят около 70% электроэнергии и являются основой электроэнергетики. Эта отрасль имеет важное значение для экономического развития в целом, особенно учитывая сложные природно-климатические условия нашей страны.

Теплоэлектростанции сыграли важную роль в развитии тепловой энергетики. Принцип работы таких энергоустановок состоит в том, что органическое топливо сжигается в топке, нагревая воду, проходящую по поверхностям нагрева. Под действием нагретой воды, превращающейся в пар, турбина начинает вращаться. Вращение турбины активизирует электрогенератор, который генерирует электрический ток. В качестве топлива для ТЭС используют нефть, уголь и другие не возобновляемые ресурсы. Кроме тепловых электростанций, существуют также установки, где тепловая энергия может преобразовываться в электрическую без использования электрогенератора. Это могут быть теплоэлектрические, магнетогидродинамические генераторы и другие энергоустановки. В прошлом веке отрасль тепловой энергетики росла стремительными темпами, и проводились масштабные программы модернизации,

которые включали разработку и установку нового оборудования. В настоящее время развитие тепловой энергетики осуществляется в основном с помощью внедрения инновационных технологий. Рынок технологий в этой области претерпел значительные изменения под влиянием процессов международной специализации, интеграции, развития физики и теоретических исследований в поиске новых форм альтернативной энергии. Однако, изменения осуществляются не настолько широкомасштабно. Аналитики выделяют несколько проблем, которые требуют немедленного разрешения. По мнению экспертов, основные активы в отрасли уже изношены на 60%. Это не только проблема для больших энергетических предприятий, но и для всех объектов коммунального хозяйства. Технологические процессы, широко применяемые в отрасли, значительно отстают от новейших технологий. Важно отметить, что использование устаревшего оборудования сопряжено с рисками, такими как низкая эффективность, потеря тепла, утечки и аварии.

Чтобы быть справедливым, нужно отметить, что данная ситуация распространена почти во всех инфраструктурных отраслях нашей экономики. Эксперты, как правило, определяют характеристики основных компонентов, а также косвенные факторы износа основных активов в теплоэнергетической сфере: устаревшее оборудование ТЭС, котельных и энергоустановок, в результате чего КПД при их функционировании низкий, возрастают возвраты и отказы с отрицательными последствиями. Отдельно следует отметить, что устаревшее оборудование для генерации тепла, его транспортировки и потребления играет доминирующую роль в теплоэнергетике, а также устаревшая конструкция теплопроводов и сетей приводят к постоянному увеличению аварий и утечек, а следовательно, к высоким тепловым потерям.

Наиболее важным вопросом для отрасли в настоящее время является износ тепловых сетей. Учитывая, что в нашей стране есть около 200 тысяч километров коммунальных сетей, следует отметить, что более половины этих сетей достигли амортизационного срока. По мнению некоторых специалистов, износ сетей на предприятиях составляет около 60-70%, а около 25-30% находятся в аварийном состоянии. Это вызывает острую необходимость ежегодной замены около 10-12% труб и коммуникаций, но на практике обновляется лишь около 1% теплосетей по всей стране, что создает проблему в теплоснабжении.

Следующая проблема, стоящая перед теплоэнергетикой сегодня, -это отсутствие долгосрочных стратегических проектов для развития

отрасли. Реформа ОАО "ЕЭС" в части системы планирования оказалась недостаточной, так как вопросы разработки общих планов развития инженерных систем, включая теплоснабжение, остались нерешенными. Очень важным вопросом является финансирование этих процессов, особенно строительства и реконструкции. В настоящее время этими вопросами занимается только муниципальная власть. Настала необходимость решения проблемы формирования стратегических планов для развития отрасли.

Многие представители отрасли считают необходимым создание структуры, которая занималась бы стратегическим развитием и планированием всей энергетической системы страны, включая тепловую энергетику. Несовершенство нормативно-правовой базы, нехватка финансовых ресурсов и сложности взаимодействия с предприятиями жилищно-коммунального хозяйства и другими препятствиями затрудняют решение этих проблем, которые больше нельзя откладывать.

Ситуация осложняется ранжированием проблемы, так как согласно мнению экспертов, начальное положение тепловой энергетики относительно энергии больших масштабов является неравным и это отражается в нескольких факторах. Нормативно-правовая база для электроэнергетики была создана, учитывая только интересы электроэнергетики, в то время как для теплоэнергетики нормативное регулирование организовано невыгодным образом.

Недостаточный учёт интересов теплоэнергетики появился во время реформы электроэнергетической отрасли, в связи с тем, что реформа не затронула значительных улучшений взаимоотношений с теплоэнергетикой. В процессе создания рыночной системы и планирования механизмов этой системы не были как следует учтены вопросы, такие как когенерация, которые являются жизненно важными для тепловой энергетики.

Сегодня одной из актуальных проблем, остается нерешенность вопроса сохранения тепла и энергоресурсов, необходимых для его производства. Эта проблема также порождает другие неэффективные процессы и явления, которые негативно влияют как на работу предприятий отрасли, так и на конечного потребителя. Главной и наиболее проблемной причиной является постоянный рост тарифов. Все специалисты, работающие в этой сфере, согласны с тем, что одной из основных причин роста тарифов на тепло являются потери тепла, вызванные использованием устаревшего и истирающегося оборудования. Как уже упоминалось выше, недостаточность

производства тепловой энергии и высокая степень износа также составляют проблему. Эти вопросы требуют срочного решения.

К несчастью, в нашей стране принята неправильная практика, согласно которой убытки при транспортировке компенсируются повышением тарифов на тепловую энергию. Основными шагами, чтобы предотвратить и снизить потери, должны стать создание экономического механизма, поощряющего внедрение современных конструкций, которые предотвращают утраты тепла при транспортировке тепловой энергии, а также установление системы контроля и учета потерь в этом процессе. Кроме того, необходимо создание специальных регулирующих органов для контроля и учета всех участников этой цепочки. Недостаточно проводимый поиск потерь и отсутствие стимулов для экономного использования, включая тепло и электроэнергию, вызывают вопрос о необходимости внедрения энергосберегающих технологий и инновационного оборудования на этих предприятиях.

Программы инноваций направлены на более эффективное использование энергетических ресурсов, что способствует развитию экономики, повышению качества жизни населения и укреплению внешнеэкономических позиций нашей страны на международной арене.

В практике существующая система энергосбережения находится далеко от совершенства. Это связано с низкими внутренними ценами на энергоресурсы и высокими начальными затратами на внедрение энергосберегающих технологий. Необходимо внимательно изучить эту проблему и найти компромиссное решение, которое было бы выгодным и для производителей, и для потребителей. В противном случае, понятие "энергосбережение" потеряет свой смысл.

Кадровая проблема схожа в предприятиях данной отрасли. В настоящее время наблюдается острая нехватка не только общих, но и специализированных специалистов. Кроме того, структура кадрового потенциала в энергетической отрасли неравновесна, существует дисбаланс между профессиональными энергетиками и управленцами. Чтобы решить эту проблему, необходимо пересмотреть образовательные программы, чтобы они подготавливали специалистов на всех уровнях, активно участвующих в практической деятельности и имеющих возможность трудоустройства в энергетические компании.

На сегодняшний день, уже активно применяются технологии, позволяющие сократить выбросы вредных веществ в атмосферу и их дальнейшую переработку. Теплоэнергетика развивается во всем мире, благодаря инновационным программам, направленным на более

эффективное использование энергоресурсов. Это способствует снижению цен на коммунальные услуги и развитию страны в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власова А.А., Тарасюк П.Н., Трубаев П.А. Анализ структуры выработки и потребления тепловой энергии в России // Образование, наука, производство. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 1225-1231.
2. Петкевич А.П., Тихомирова Т.И. О потенциале энергосбережения 2015-2020 г. // Энергетические, управляющие и информационные системы: Сб. докл. I межд. научно-техн. конф. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 128-132.
3. Принципы создания высокоэкономичных систем централизованного теплоснабжения / А.И. Андрущенко, Ю.Е. Николаев, Б.А. Семенов, А.Г. Гордеев // Промышленная энергетика. 2003. №5. С.8-12.
4. Конструкция и расчет котлов и котельных установок: Учебник для техникумов по специальности «Котлостроение»/ В. А. Двойнишников, Л. В. Деев, М. А. Изюмов. -М.: Машиностроение, 1988. 264 с.
5. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС: [Учеб. пособие для теплоэнерг. и энергомашиностроит. спец. вузов / Г. П. Гладышев и др.]; Под ред. А. И. Андрущенко. - М: Высш. шк., 1991. – 302 с.

УДК 66.045.1

Метелкин В.А., Кротова В.С., Рылов И.В., Паньков Н.С.

Научный руководитель: Баженова О.О., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ

Теплообменники играют ключевую роль в современных системах отопления и охлаждения, обеспечивая эффективный теплообмен. Их использование позволяет оптимизировать работу систем, снижать затраты на энергию и повышать уровень комфорта в помещениях.

Существует множество типов теплообменников, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества. Например, пластинчатые теплообменники отличаются высокой эффективностью и

компактными размерами, что делает их идеальными для использования в системах центрального отопления и охлаждения [1].

Эффективное использование теплообменников для оптимизации систем отопления и охлаждения является ключевым фактором в обеспечении эффективного теплообмена между двумя средами и снижения затрат на энергоресурсы. Существует множество различных типов теплообменников, каждый из которых обладает своими преимуществами и особенностями. Например, пластинчатые теплообменники обладают высокой эффективностью и компактностью, что делает их идеальным выбором для систем центрального отопления и охлаждения» [2].

Не менее важно следить за качеством и чистотой теплоносителя, так как загрязнение теплообменника может негативно сказаться на его эффективности и увеличить расходы на обслуживание. Эффективное использование теплообменников способствует оптимизации работы систем отопления и охлаждения, снижению затрат на энергию и улучшению качества воздуха в помещении. Правильный выбор, монтаж и обслуживание теплообменника являются ключевыми составляющими для достижения этих результатов [3].

Классификация теплообменников:

– Кожухотрубные теплообменники обычно используются в промышленных системах, так как они имеют высокую производительность и надежность. Однако они также имеют высокую стоимость и занимают много места.

– Пластинчатые теплообменники (Рис. 1) более компактные и легкие, что делает их идеальными для использования в бытовых системах отопления. Они также более эффективны и экономичны в использовании, но могут быть менее надежными, чем кожухотрубные.

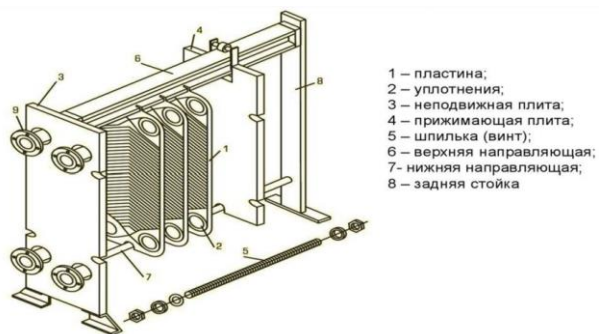


Рис.1 Пластинчатый теплообменник

– Спиральные теплообменники сочетают в себе преимущества кожухотрубных и пластинчатых теплообменников, обеспечивая высокую эффективность и компактность. Однако они также могут быть дороже и сложнее в установке, чем другие типы теплообменников [4].

Выбор теплообменника для системы отопления зависит от многих факторов, таких как мощность системы, требования к эффективности и стоимости, а также доступность пространства для установки. Важно провести анализ всех возможных вариантов и выбрать наиболее подходящий теплообменник для конкретной системы отопления [5].

Таким образом, эффективное использование теплообменников является важным фактором для оптимизации систем отопления и охлаждения. Правильный выбор, установка и обслуживание теплообменников могут снизить затраты на энергию, улучшить качество воздуха и повысить уровень комфорта в помещении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ратор, Дж. С. (2016). Теплообменники: проектирование, тепловая эффективность и воздействие на окружающую среду. Издательство CRC Press.

2. Инкроперия, Ф. П., Девитт, Д. П., Бергман, Т. Л., и Лавин, А. С. (2007). Основы тепло- и массообмена (6-е изд.). Джон Уайли и сыновья.

3. Шах, Р. К., и Лондон, А. Л. (2010). Компактные теплообменники (том 1). Издательство CRC Press

4. Кумар, А., и Ратор, Дж. (2021). Применение теплообменников в тепловых системах: обзор. Журнал технологии энергетических ресурсов, 143 (1), 050801.

5. Бай, Ц., и Янг, В. (2018). Обзор оптимизации сети теплообменников в системах отопления и охлаждения. Возобновляемые и устойчивые обзоры энергии, 90, 499 – 512.

Метелкин В.А., Кретьова В.С., Рылов И.В., Паньков Н.С.

Научный руководитель: Баженова О.О., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В КОТЕЛЬНОЙ – ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АВАРИЙ И МИНИМИЗАЦИЯ РИСКОВ

В современном мире котельные являются неотъемлемой частью инфраструктуры любого населенного пункта или промышленного предприятия. Они обеспечивают отопление, горячее водоснабжение и технологическое тепло. Безопасность работы котельной (Рис. 1) является ключевым фактором, обеспечивающим комфорт и жизнеспособность объектов, а также минимизацию рисков для окружающей среды и людей.



Рис. 1 Котельная

Оборудование котельной должно постоянно контролироваться на предмет износа и работоспособности. Важно своевременно заменять изношенные детали и проводить плановые ремонты. Это поможет предотвратить аварийные ситуации и обеспечить стабильную работу котельной [2].

Все сотрудники котельной должны проходить инструктажи по технике безопасности, знать свои обязанности и правила работы с оборудованием. Это минимизирует риски возникновения несчастных случаев и аварий, связанных с ошибками персонала.

Топливо, используемое в котельной, должно соответствовать определенным стандартам качества, чтобы обеспечивать минимальное количество выбросов вредных веществ в атмосферу. Контроль качества топлива поможет избежать проблем с загрязнением окружающей среды и обеспечить эффективное использование ресурсов» [3].

Для обеспечения безопасности работы котельной необходимо контролировать и анализировать параметры работы оборудования, такие как давление, температура, уровень воды и т.д. Это позволяет выявить возможные отклонения и предпринять меры по их устранению.

Персонал котельной должен регулярно проходить обучение и повышение квалификации для совершенствования своих профессиональных навыков и знаний. Это обеспечит более эффективное и безопасное управление работой котельной и минимизацию ошибок персонала.

Котельная является объектом повышенной пожарной опасности, поэтому необходимо соблюдать все требования противопожарной безопасности, проводить регулярные проверки и испытания систем пожаротушения и дымоходов.

Для соблюдения всех требований и норм по безопасности работы котельной, необходимо регулярное взаимодействие с государственными органами, осуществляющими контроль и надзор в данной сфере [4].

Современные котельные должны быть оборудованы системами автоматической сигнализации, которые оперативно оповещают персонал о возникновении аварийных ситуаций или изменении параметров работы оборудования.

Использование автоматизированных систем мониторинга и контроля позволит оперативно получать информацию о состоянии оборудования котельной и своевременно принимать меры по устранению возможных проблем.

Таким образом, безопасность в котельной является ключевым фактором для предотвращения аварий и минимизации рисков, связанных с эксплуатацией котельного оборудования. Для обеспечения безопасности необходимо применять комплексные меры, включающие

в себя регулярное техническое обслуживание, контроль за состоянием оборудования, обучение персонала и соблюдение правил безопасности.

Также важно учитывать факторы, которые могут привести к авариям, такие как износ оборудования, ошибки персонала, внешние воздействия и т.д. Для минимизации рисков необходимо разрабатывать и внедрять системы предупреждения аварий, проводить анализ причин аварий и разрабатывать меры по их устранению [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смит, Дж. (2019). Безопасность в котельных: предотвращение аварий и снижение рисков. Журнал промышленной безопасности и гигиены, 20 (3), 117-125.

2. Гопинат, С., и Шивакумар, П. (2020). Меры безопасности в котельных системах: обзор. Международный журнал научных исследований и инновационных технологий, 4 (1), 58-64.

3. Сингх, А. (2016). Обеспечение безопасности в котельных установках: обзор превентивных мер. Журнал энергетики и передачи, 1 (2), 23-28.

4. Дас, Р., и Кумар, А. (2017). Безопасность котельной: полный обзор предотвращения аварий и минимизации рисков. Наука о безопасности, 97, 78-86.

5. СП 89.13330.2016 «Котельные установки».

Милоградская В.Д.

Научный руководитель: Редников С.Н., д-р техн. наук, доц.
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В данной статье рассмотрели сравнительный анализ энергетики. Дали основные понятия энергетики. Выявили преимущество различных видов топлив.

Человечество развивается, с каждым годом придумывая все новые и новые технологии. Но до сих пор основной поток электроэнергии мы получаем от сжигания угля, что кажется совершенно нереальным в условиях всеобщего прогресса. Рассмотрим, какие ключевые проблемы на дают энергетике развиваться, и что можно сделать, чтобы наконец сдвинуться с мертвой точки.

Энергетика – является неотъемлемой частью мировой экономики, ведь от способа его преобразования из различных источников будет складываться его цена.

Обращаясь к проблеме развития современной энергетики, советский и российский ученый-теплофизик, академик РАН, доктор технических наук Александр Иванович Леонтьев, отмечает: “Современная наша энергетика по существу на 90% опирается на то оборудование, которое было изготовлено 40-60 лет назад. Все это, конечно устарело и надо искать какие-то пути выхода из этой ситуации.” Энергетика - крайне консервативная область, что демонстрирует диаграмма распределения долей разных типов электростанций:



Рис.1 Доля объема электрической энергии

Исходя из круговой диаграммы можно сделать вывод о том, что энергетика в целом консервативная и стабильная отрасль. Однако в современном мире остро стоит проблема нехватки ресурсов, как следствия загрязнения окружающей среды. То, на что обращают свое внимание лидирующие по энергетике страны мира - возобновляемые источники энергии. Доля ВИЭ в отношении остальных типов электростанций в промежутке с 2000 до 2023 года существенно не изменилась. Соответственно возобновляемые источники энергии не так важны, поскольку на реализацию подобных проектов уходит много времени и ресурсов, которые можно было бы потратить более рационально, сосредоточившись на чем-то более весомом, на теплоэнергетике. Первичные источники энергии - солнце, ветер, потоки воды, радиоактивные элементы, сырая нефть. Ключевой проблемой первичных источников энергии является невозможность использовать их на максимум своих возможностей. Рассмотрим проблемы на примере использования солнечной энергии.

Солнце - главный источник жизни на Земле. Солнечная энергия равна 1367 Ватт на метр расстояния от солнца. До Земли из них доходит порядка 1020 Ватт, и это только на экваторе. Коэффициент полезного действия (КПД) солнца равен 16% солнечного элемента, то есть с квадратного метра мы можем получать до 163,2 Ватта электричества. Однако нужно учесть, что на Земле есть различные климатические условия, поэтому солнце не всегда видно. Годовая инсоляция учитывает все это.

Инсоляция – степень освещения солнечными лучами.

Главная проблема солнечной энергии заключается в том, что сгенерированную энергию дорого хранить до вечера. Аккумуляторы для хранения энергии уже сейчас стоят дороже, чем солнечные батареи, при этом всем, срок службы аккумулятора составляет всего 3-6 лет. На данный момент мы можем рассматривать энергию Солнца, только как способ сэкономить на электричестве днем, чтобы в перспективе сократить количество электростанций - они все будут стоять в резерве днем, и полностью работать ночью, беря на себя всю вечернюю нагрузку. Можно сделать вывод о том, что солнечная энергетика может быть оправдан только в отдельных регионах, где нет возможности подключаться к сети.

Говоря о термоядерной энергетике, как об альтернативе, можно сказать, что это наиболее не выгодный вариант для получения энергии. Термоядерная энергия — вовсе не такая кристально чистая. На единственной реалистичной на данный момент реакции Дейтерий + тритий поток нейтронов, который делает радиоактивными любые

элементы конструкции — в ~ 10 раз выше, чем в обычных реакторах на той же мощности, следовательно корпус реактора придется менять раз в 5-10 лет. [1,3,6]

Оба вида выработки энергии не являются экономически выгодными. В настоящее время термоядерная энергетика, то есть реакторы на быстрых нейтронах, представляют особый интерес для современной науки и являются ключевой перспективой развития российской энергетики. Такие реакторы имеют большие преимущества перед медленными (тепловыми) реакторами, что означает, что они более эффективно используют ядерное топливо, сжигают радиоактивные отходы длительного действия и обеспечивают топливо для медленных нейтронных реакторов.

Принцип работы таких реакторов кажется очень сложным, однако на деле, если разобраться, то все не так, как кажется. Стоит посмотреть на график зависимости реакции захвата нейтронов и реакции деления урана 238 и урана 235:

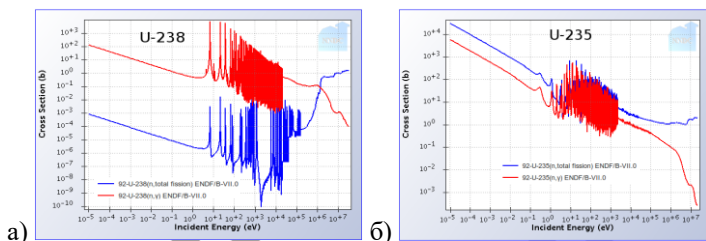


Рис.2 График сечения реакции захвата нейтрона в зависимости от энергии а) U-238 б) U-235

Как видно из графика (рис.2), в стандартных ядерных реакторов нейтроны замедляется в графический или воде, поэтому процесс захвата нейтрона с делением урана 235 растёт с понижением энергии. В то же время вероятность деления урана 238 в 10 млн раз меньше, чем урана 235, поэтому приходится переработать природный уран тоннами. [2,3] Нейтроны, которые вырабатывается в результате таких реакций, в среднем имеют энергию 1.25, этого недостаточно, чтобы запустить самоподдерживающуюся реакцию на БН. В России уже есть несколько активно развивающихся проектов реакторов на быстрых нейтронах:

Российский БОР-60 — реактор на БН из СССР. На нем в частности тестируют элементы конструкций новых реакторов на быстрых нейтронах.

Российские БН-600, БН-800 — единственный энергетический реактор на быстрых нейтронах в мире. Работает с 1980-го года, работающий на уровне 235 [4,5,6].

В заключение, хотелось бы резюмировать, что быстрые реакторы — обладают основным преимуществом, которого все ждут от термоядерных — топлива для них человечеству хватит на тысячи и десятки тысяч лет. Это самое топливо даже добывать не придется, как в случае с ВИА, она лежит на скалах, в горах и равнинах. Технические проблемы — хоть и остаются, но выглядят решаемыми, а не фактически невозможными — как в случае термоядерных реакторов. С экономической точки зрения — при массовом строительстве быстрые реакторы будут дороже, чем те, которые мы используем сейчас, однако БН дадут нам больше прибыли, а также станут долговечными в перспективе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедьянова Е.Н., Редников С.Н. Математическое моделирование процесса сушки древесных отходов. /Е.Н. Известие Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т.18. - №2). – С. 382-385
2. Akhmedyanova, E. N., Ptashkina-Girina O. S., Rednikov S. N./ Unsteady modes of moisture removal // Procedia Engineering. - 2015. - Vol. 129. - P. 708-712. ISSN 1877-7058. Ref.: p. 712 (10 name).
3. Akhmedyanova, E. N. Diagnostics of drying units with microwave emitter units / Proceedings –2020. Global Smart Industry Conference, GloSIC 2020, - 2020. - P. 157-162, 9267838
4. Бейсенов, К. С. Проблемы и перспективы развития электроэнергетики в современных условиях / К. С. Бейсенов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 20 (154). — С. 235-237
5. Лукутин Б. В., Суржикова О. А., Шандарова Е. Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. -М.: Энергоатомиздат, 2008. — 231 с.
6. Ушаков В. Я. Возобновляемая и альтернативная энергетика: ресурсосбережение и защита окружающей среды. — Томск: Изд-во «СибГrafикс», 2011. — 137 с.

УДК 620.92

Молчанова Е. С.

Научный руководитель: Беловодская И.И., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

USE OF OIL RESOURCES IN THE PRODUCTION OF THERMAL ENERGY

Oil and the products of its natural release onto the earth's surface have long been known to mankind. They were used in Babylon and Byzantium as an incendiary mixture. In ancient Egypt, Rome and between the Tigris and Euphrates rivers, they were used as astringent waterproofing materials in the construction of roads, aqueducts and other structures. Since the end of the 18th century, the product kerosene began to be used to illuminate homes and streets, and since the 19th century, with the invention of the internal combustion engine, petroleum products have become the main type of fuel for various vehicles. The oil industry today is a large national economic complex that lives and develops according to its own laws

According to experts at Kelcas Oil Corporation, oil and gas are currently undergoing tremendous changes due to advancements in technology. Technology has contributed greatly to the escalating growth in oil and gas production. New digital technologies have emerged that are revolutionizing the industry and have been adopted by industry players to reduce costs and improve profits and efficiency. Not only this, but a number of new technologies have also opened the door to new sources of oil and natural gas, reaching remote locations and even accessing the most difficult oil and gas reserves that were previously expensive to extract. The introduction of these new technologies will undoubtedly enable companies to meet the growing demand for energy around the world [1].

Oil and gas extraction is the overall process of extracting oil and natural gas from wells and converting them into final petroleum products that can be used by consumers. Oil and gas production involves systematic steps from exploration to actual production and even distribution of products to businesses and the public.

The oil and gas industry is one of the largest sectors in the world and plays a huge role in the global economy. But like any other industry, it can be very fragile and subject to volatility. Given everything that's been going on between the two major oil producers lately, there is a need to increase oil and gas production to avoid shortages and prevent prices from rising further.

The oil and gas extraction process is divided into three main stages: upstream, midstream and downstream. Each stage is regulated, and laws may vary by locality or state. There are also international agreements that must be observed and followed [2].

Upstream refers to the basic process of oil and gas production, which includes exploration, drilling and production. This is the initial part where geologists and other industry experts look for rock formations or areas where oil and gas are typically found. Once a site is selected, it will be prepared and designed for the actual production process. The process and timing of drilling a well can vary depending on the methods and equipment used in the procedure. This usually takes two to four weeks, but drilling an offshore well can take several months.

Oil and gas are typically drilled vertically, but using newer technologies offers various benefits, such as time-saving opportunities, lower operating costs and less environmental impact. New drilling methods include: horizontal drilling, multilateral drilling, extended reach drilling and complex trajectory drilling.

Oil and gas extraction typically involves the actual process of extracting conventional oil and natural gas from underground reservoirs and wells. This is also the stage where hydraulic fracturing and fracturing fluid recycling occurs [3].

As a secondary stage, midstream mainly refers to the processing, storage and transportation of oil and gas products.

This is the middle stage where oil and natural gas are separated and then transferred to gas processing plants where waste products and non-hydrocarbon gases are removed.

Proper storage of products is necessary to meet domestic and international demand, prevent shortages and supply discrepancies, and ensure the safety of all workers and people involved in the industry. Natural gases are typically stored in underground spaces such as depleted tanks, while refined petroleum products, crude oil, and refined oil are typically used as aboveground tank storage.

Transportation is an all-encompassing process for the industry. It begins when oil and gas are extracted and delivered to refineries, transferred to companies and businesses throughout the country and to other countries, and finally to the public or primary consumers.

Crude oil is transported by tankers and pipelines, and finished petroleum products are transported to market by trucks, rail cars, tanks, and other pipelines.

Downflow refers to the third stage and final process of refining and distributing petroleum products. Refining is the process of converting

petroleum and natural gas into finished petroleum products that can be used for a variety of reasons, such as fuels for transportation and electricity, asphalt and road oils, kerosene, or as raw materials for the production of plastics and synthetic materials [4].

Petroleum refining also involves several processes depending on the desired end product. This process typically includes the following steps: distillation, cracking, coking, reforming and post-processing.

As the name suggests, distribution is the final stage in which finished petroleum products are transported and distributed to industries, government agencies and the general public, consisting of industrial consumers, residential and commercial electricity and heating suppliers, among others.

Distribution is the final stage in which finished petroleum products are transported and distributed to industries, government agencies and the general public, consisting of industrial consumers, residential and commercial electricity and heating suppliers, among others [5].

Oil and gas extraction is complex and involves several processes that are further broken down into smaller steps. This industry also includes various businesses that play their roles in the upstream, midstream and downstream stages. A significant amount of oil and gas production equipment is used to ensure an efficient procedure from start to finish. Major industrial equipment includes: tankers; heat exchangers – shell-and-tube, plate, regenerative and adiabatic wheel heat exchangers; evaporators - natural/forced circulation, rising/falling film, rising and falling plate, multi-stage and thin film stirring evaporators; air coolers; towers; steel pipes; geophysical exploration equipment; drilling and production equipment; oil refining and chemical equipment; logging equipment [6].

Industrial experiments on heating equipment of primary oil refining installations have shown that the devices used do not fully solve the problem of cooling process flows with low-grade heat, as well as cooling multiphase process flows at low temperature pressure. It has been shown that for the utilization of low-grade heat, the most effective is the use of a device based on two-phase thermosiphons, which reduces the specific energy consumption during the operation of the heating equipment of the installations under consideration.

Currently, humanity is experiencing a hydrocarbon era. The oil industry is central to the world economy. In our country this dependence is especially high. If predatory exploitation of deposits continues, coupled with large losses during transportation and irrational oil refining, the future of the oil industry seems very bleak. Already today, the reduction in production rates averages 12-15% per year, which is fraught with the complete collapse of an industry that is strategically important for the country. Further extensive

development of the oil industry is no longer possible. However, the main problems remain: a high degree of depreciation of fixed assets, a lack of investment, a high degree of dependence of the Russian oil and gas sector on the state and conditions of the global energy market, and the impact of the crisis.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шейдлин А.Е. Новая энергетика. - М.: Наука, 1987. 463 с.
2. Щелкачев В.Н. Отечественная и мировая нефтедобыча. Ижевск: Институт компьютерных исследований. 2002. 132 с.
3. Муравьев В.М.; Серeda Н.Г. Основы нефтяного и газового дела. "Недра", М.: 1980. 287с.
4. Молчанов Г.В., Молчанов А.Г. Машины и оборудование для добычи нефти и газа. Учебник для вузов. – М.: Недра. 1984. 464 с.
5. Мстиславская Л.П. Основы нефтегазового производства. М:Нефть и газ. 2003. 267 с.
6. Трубаев П.А., Гришко Б.М. Тепловые насосы. Белгород: Изд-во БГТУ. 2010. 142 с.

УДК 620.97

Молчанова Е.С.

Научный руководитель: Беловодская И.И., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

RECOVERY OF EXHAUST GASES OF HEAT EXCHANGERS

In the past decade, rising energy prices and growing concerns have challenged the engineering industry to reduce waste gas emissions and improve waste gas efficiency. In an attempt to solve this problem, scientists realized that it would be beneficial to remove heat from waste gases in industrial areas. One of the key areas of research to reduce energy consumption was working with hazardous and poisonous gases, i.e., reducing harmful emissions into the atmosphere, improving production and efficiency. Industrial waste gases provide an additional source of heat, but this waste heat is a by-product of industrial processes. The main source of waste heat is high-temperature combustion of gases released into the environment, heated products of industrial processes, as well as heat transfer from hot surfaces of equipment [1]. Typically, this heat is lost and released into the environment, so these very high temperature gases can lead to more greenhouse gases.

One of the best methods of solving this problem is waste heat recovery, since high-temperature gases, instead of being discharged into the atmosphere, pass through heat exchangers. This helps reduce environmental impact by reducing emissions, which can help control global warming. Heat recovery is an energy-saving technology based on the recovery (in whole or in part) of the thermal potential used in a particular technological cycle for secondary use.

Nowadays, huge investments are being made in extremely tall stack cooling towers and fin fan coolers to recover the waste heat into the atmosphere. However, it is the waste heat recovery method that reduces these costs and reduces the environmental impact along with a number of other advantages [2]. Currently, 20 to 50% of industrial energy consumed is lost as high-temperature waste. Much of this waste heat is lost when high-temperature cooling tower exhaust gases are released and from hot surfaces of industrial equipment.

The amount of energy available for use is equally determined by its exergy. This energy factor refers to the exergy that can be used to do work within a system. In addition, most of the "waste" energy available in the system is located in it and is of a heat nature that is typically less exoergic than that stored in it. For example, in the UK in 2016, energy consumption in the manufacturing industry was 70%, of which 15.9% was from high temperature processes, 31.2% from low temperature process heat, and the rest from separation and space heating. According to these data, it has been proven that huge amounts of heat can be saved by harnessing the potential of industrial waste.

Industrial waste heat utilization methods are classified into passive or active technology. This depends on whether the heat is used directly to achieve high temperatures or is converted into another form of energy. The active use of heat emissions from machinery is divided into three types depending on its further heat removal, i.e., heat removal to produce heat (C), convert it into cold (WHTC) or into electricity (WHP) [3].

The recuperator is only a part of forced ventilation; therefore, it is a "return" equipment that performs heat exchange: transfers heat from the exhaust air to the cold supply air. Or, on the contrary, it takes away some of the heat from the incoming heat, mixing it with the comfortable cool outgoing masses. The result of its regenerative winter "activity" is a reduction in the cost of electricity spent on space heating.

A plate recuperator is a device in which heat is transferred from a hot coolant to a cold (heated) medium through metal plates. The advantages of plate heat exchange: excellent adaptability, compact structure, small size, low consumables, easy to use. It has the main advantages - a high heat transfer

coefficient and low metal consumption, which makes heat transfer more efficient. In a plate recuperator, the plates are semi-welded, welded or brazed together, which completely depends on its application. The spatial tortuous flow of liquid in the channels promotes tribalization of flows, and the counterflow between the heated and heating medium contributes to an increase in temperature pressure and, as a consequence, intensification of heat transfer with relatively low hydraulic resistance. In the process of heat exchange between liquids, gases move towards each other (in countercurrent). In places where they can flow, there is either a steel plate or a double rubber seal, which virtually eliminates the mixing of liquids [4].

Rotary recuperators have quite different technical devices and operating principles. Most often they are used for larger-scale tasks related to air recovery in larger rooms. The operating principle of a rotary air recuperator is based on the transfer of heat from outgoing flows to incoming flows from the external environment. Heat exchange depends on the interaction of the rotating plates with the incoming air. The device operates from the mains. When the heat exchanger is operating, both air flows do not mix with each other, they only influence each other.

With this action, cold air heats up and hot air cools down. Unlike plate recuperators, in rotary mechanisms partial mixing of both parts of air occurs. Direct heat transfer occurs during the rotation of the rotor, when its blades give off heat to the ascending flows. The performance of the process depends on the rotation speed, which can be adjusted.

Plate recuperators are clearly inferior to rotary models, mainly due to their lack of an electric drive. In plate devices, you can only change the direction of the plates and limit or increase the throughput. In rotary devices everything is arranged better. It is more flexible in settings, does not freeze in winter and shows better energy saving results compared to plate models. As a result, the latter are much cheaper than rotary models [5].

Waste heat recovery methods using a plate heat exchanger are a very attractive investment in an industrial area as they are a very good source of energy savings and the high temperature waste gases from the industrial process are discharged into the plate heat exchanger, resulting in a reduction in harmful emissions.

Another stage of work is the thermal calculation of the recuperative heat exchanger. Due to the fact that the effectiveness of skin-tubular and plate heat exchangers are close, then it is advisable to make a choice, by comparing their technical characteristics. Based on the calculated data and technical characteristics of each of the 4 heat exchangers (two shell-and-tube and two plate), the choice was made in favor of plate heat exchanger weighing 485 kg. In favor of choosing this heat exchanger the following qualities were also

taken into account: high heat transfer efficiency and, as a result, high efficiency; reliability and resistance to external and internal influences; ease of installation and operation, low labor costs for repairs equipment; ease of cleaning due to the collapsible design; possible changes in the characteristics of an already used heat exchanger. The described circuit is quite easy to install, which is important factor in its operation and equipment repair. I also want note that on the path of circulating water you can install a filter, deaerator, decarbonized, acid neutralization unit.

Although the lack of fundamental research in this area does not allow making the right decision in the practice of designing a contact heat exchanger and causes uncertainty in the possibility of their widely used to improve efficiency heat generating installations, they should be introduced into technological processes. Deep cooling of flue gases should receive wide distribution, which is due to energy saving and reduction of harmful emissions into the atmosphere. The main task of solving such problems is in determining the parameters that ensure reliable operation of external flue ducts and chimneys venting to the atmosphere combustion products cooled and partially dried in a heat exchanger.

And to make projects like this popular, it is necessary to have incentives in the field of energy saving.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галустов, В.С. Утилизация теплоты дымовых газов / В.С. Галустов // Энергия и менеджмент (Минск). – 2004. – №6. – С.44.
2. Кравченя Э.М., Козел Р.Н., Свирид И.П. Охрана труда и энергосбережения. – М.: ТетраСистемс, 2008. – 245 с.
3. Астановский, Д.Л. Применение теплообменных аппаратов нового поколения / Д.Л. Астановский, Л.З. Астановский, М.А. Сильман // Вестник Международной академии холода. – 2010. – №3. – С.11–17.
4. Губарева, В. В. Проектирование трубчатых рекуперативных теплообменных аппаратов: учеб. Пособие к выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки бакалавров 140100-Теплоэнергетика/ Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014 –61 с.
5. Астановский, Д.Л. Использование теплообменных аппаратов новой конструкции в теплоэнергетике / Д.Л. Астановский, Л.З. Астановский // Теплоэнергетика. – 2007. – №7. С.46–51.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГРАДИРЕН В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Контроль температуры является важным требованием в большинстве промышленных процессов. В этом отношении, градирня является ключевой частью многих электростанций. Эксплуатация градирни, как устройство отвода тепла основано на принципе, согласно которому отработанная тепловая энергия извлекается из горячей воды в атмосферу, используя относительно прохладный и сухой воздух [1].

Градирня на теплоэлектростанции возвышается как минимум на 9 метров над землей. Основание градирни окружено резервуаром для хранения воды, известным как «пруд». После того, как конденсатор выпускает горячую воду, градирня собирает ее на определенной высоте, а затем распыляет ее радиальным движением. В нижнюю часть башни поступает более прохладный окружающий воздух.

Горячий воздух градирни теперь подвергается воздействию наружного воздуха, что снижает температуру горячей воды за счет частичного испарения. Охлажденная вода собирается у основания башни и перекачивается в конденсатор для дальнейшего использования. Таким образом, небольшое количество воды можно повторно использовать [2].

Принцип работы градирни достаточно прост. Форсунки, прикрепленные к трубе горячей воды, распыляют наполнители (теплообменные поверхности) для распределения горячей воды с электростанций или промышленных предприятий. Шестиугольные полости на заливках позволяют растекающейся воде медленно двигаться вниз, предотвращая ее засорение.

Воздух снизу градирни поднимается, проходя через оросители, а затем выходит из градирни. Когда горячая вода и воздух вступают в контакт, воздух охлаждает воду, поглощая скрытое тепло воды. Воздух поглотил тепло воды, сделав ее более горячей, а испарение части воды еще больше охлаждает воду.

Общеизвестно, что испарение имеет охлаждающий эффект, то есть поверхности, с которых происходит испарение, охлаждаются. После охлаждения горячей воды испаряющаяся вода поднимается вверх с

помощью поднимающегося воздуха. Можно увидеть его над трубой с горячей водой. Уловитель дрейфа охлаждает большую часть водяного пара, предотвращая его выход из градирни.

Очень небольшое количество водяного пара может выйти наружу. Уловитель дрейфа градирни позволяет нагретому воздуху выходить наружу. Устранение сноса необходимо для минимизации потерь воды в градирне. Температура воды падает по мере того, как она спускается через заливки и в конце достигает бассейна. Холодная вода из бассейна затем возвращается в конденсаторы электростанции и другого промышленного оборудования для охлаждения. Вода перемещается внутри и снаружи градирен с помощью центробежных насосов (рис. 1).

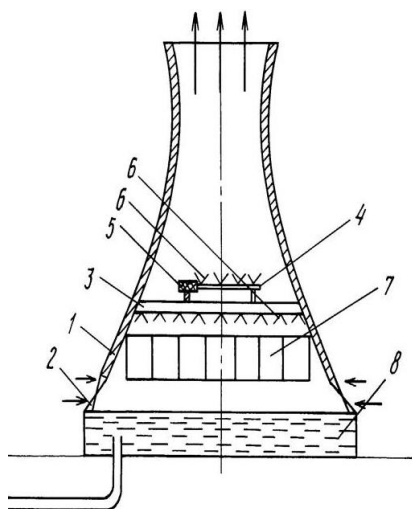


Рис. 1. Башенная градирня.

- 1 – вытяжная башня; 2 – воздухопроводные окна, зимние поворотные щиты;
3 – водораспределительный стояк; 4 – водораспределительная система;
5 – подводящие водоводы; 6 – разбрызгивающие устройства; 7 – оросительное устройство; 8 – водосборный бассейн.

Плюсы башенных градирен: экономичность (не нужна электроэнергия), простота эксплуатации, размещение близко к промышленному объекту. Минусы: большая площадь для постройки; большая стоимость; на тепловых установках большой мощности его не применяют, так как диапазон охлаждения ограничен; потери на ветер велики; отсутствие контроля температуры воды на выходе [3].

Когда окружающие условия приближаются к температуре замерзания, вода неизбежно превращается в лед. Открытые градирни

подвержены замерзанию из-за особенностей работы, отвода тепла путем испарения. В результате лед формирование становится предметом управления, а не ликвидации. Необходимо принять ряд конструктивных решений, чтобы свести к минимуму время и усилия, затрачиваемые на управление льдом.

В некоторых системах охлаждения градирни рассчитаны на работу при пониженном расходе воды, чтобы обеспечить меньшую тепловую нагрузку в зимние месяцы [4]. Многокамерная конструкция обеспечивает большую гибкость управления производительностью в холодные месяцы, сводя к минимуму вероятность образования льда на башне или внутри нее. Отведение уменьшенного потока в одну ячейку многоячеечной башни обеспечивает более благоприятную нагрузку воды на ороситель, что приводит к более эффективной работе. Низкий расход воды может привести к неравномерному распределению воды по наполнителю башни, что приведет к появлению влажных/сухих зон, которые более склонны к замерзанию.

Очень важно поддерживать минимальную температуру воды на выходе 42°F (6°C) во время зимней эксплуатации градирни. Использование частотно-регулируемых приводов обеспечивает наиболее гибкий и эффективный метод управления производительностью как для градирен с принудительной, так и с принудительной тягой, за которым следуют двухскоростные двигатели. В более холодных условиях окружающей среды следует избегать длительных периодов работы с неработающим вентилятором, чтобы свести к минимуму риск повреждения системы привода агрегата.

При выборе подходящей открытой градирни для конкретного проекта необходимо учитывать и другие факторы.

Некоторые из этих факторов включают в себя трубопроводы, компоновку агрегата, использование удаленного поддона и несколько аксессуаров, которые могут помочь в работе в зимнее время и/или борьбе с обледенением. Все трубопроводы системы и сопутствующие аксессуары, которые не дренируются, должны быть обогреты и изолированы, а также иметь возможность самотечной подачи из градирни [5]. В трубопроводах системы любой градирни, которая будет работать зимой, рекомендуется использовать полнопоточный байпас. Во время зимней эксплуатации неправильная установка агрегата может привести к рециркуляции влажного воздуха обратно в воздухозаборник агрегата, что может привести к образованию льда на воздухозаборниках башни.

Зимняя эксплуатация открытой градирни требует определенных конструктивных соображений для проекта. Эти решения должны быть

приняты еще на стадии проектирования проекта, чтобы минимизировать образование льда на будущей градирне. Учет этих и многих других факторов при проектировании системы позволит свести к минимуму затраты, которые могут быть связаны с борьбой со льдом.

Градирни могут успешно эксплуатироваться во всех климатических условиях, включая морозы. Для успеха необходимо внимание к некоторым базовым принципам и ключевым характеристикам проектирования системы [6]. Использование ЧРП в системах любого размера снижает риск замерзания. Для систем, работающих в суровом морозном климате, следует рассмотреть возможность использования конструкции с удаленным поддоном. Владельцы и проектировщики проектов в условиях холодного климата могут с уверенностью воспользоваться значительными преимуществами энергосбережения, которые дают чиллеры с водяным охлаждением и градирнями, а также экономайзеры на стороне воды, также известные как «свободное охлаждение».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шейдлин А.Е. Новая энергетика. - М.: Наука, 1987. 463 с.
2. Галустов, В.С. Утилизация теплоты дымовых газов / В.С. Галустов // Энергия и менеджмент (Минск). – 2004. – №6. – С.44.
3. Кравченя Э.М., Козел Р.Н., Свирид И.П. Охрана труда и энергосбережения. – М.: ТетраСистемс, 2008. – 245 с.
4. Астановский, Д.Л. Применение теплообменных аппаратов нового поколения / Д.Л. Астановский, Л.З. Астановский, М.А. Сильман // Вестник Международной академии холода. – 2010. – №3. – С.11–17.
5. Губарева, В. В. Проектирование трубчатых рекуперативных теплообменных аппаратов: учеб. Пособие к выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки бакалавров 140100-Теплоэнергетика/ Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014 –61 с.
6. Астановский, Д.Л. Использование теплообменных аппаратов новой конструкции в теплоэнергетике / Д.Л. Астановский, Л.З. Астановский // Теплоэнергетика. – 2007. – №7. С.46–51.

Паньков Н.С., Рылов И.В., Метелкин В.А., Кретьова В.С.

Научный руководитель: Баженова О.О., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

РЕАКТОРЫ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ – НАШЕ БУДУЩЕЕ

Развитие энергетики всегда было одной из важных задач человечества, и сегодня мы стоим на пороге новых открытий и технологий. Одной из таких технологий являются реакторы на быстрых нейтронах, которые уже сегодня начинают играть значительную роль в мировой энергетике.

Реакторы на быстрых нейтронах обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными реакторами на тепловых нейтронах. Во-первых, они более эффективны и экономичны, так как используют более высокий процент уранового топлива и позволяют использовать отработавшее топливо. Во-вторых, они могут использоваться для производства нового ядерного топлива – плутония-239, который может быть использован в качестве замены урана в реакторах на тепловых нейтронах или для создания ядерного оружия [1-2].

Реактор на быстрых нейтронах состоит из активной зоны, которая содержит топливо, замедлитель нейтронов и управляющие стержни. Быстрые нейтроны, возникающие в результате деления ядер урана-235, сталкиваются с ядрами урана-238, превращая их в плутоний-239. Этот процесс называется конверсией урана. Затем плутоний может быть использован в качестве топлива в реакторе на тепловых нейтронах или в ядерном оружии.

Для управления реактором используются стержни, содержащие материал, который поглощает нейтроны (например, бор или гадолиний). Когда стержни вводятся в активную зону, они поглощают нейтроны, что приводит к уменьшению числа делений ядер топлива и снижению мощности реактора. Когда стержни выводятся из активной зоны, число делений увеличивается, что повышает мощность реактора.

Несмотря на все преимущества, реакторы на быстрых нейтронах также имеют свои недостатки. Они более сложны в эксплуатации и требуют более высокого уровня безопасности, так как быстрые нейтроны могут вызвать аварии с большим выбросом радиации. Они также требуют использования более дорогих материалов, таких как гадолиний и европий, для управления реактором [3-4].

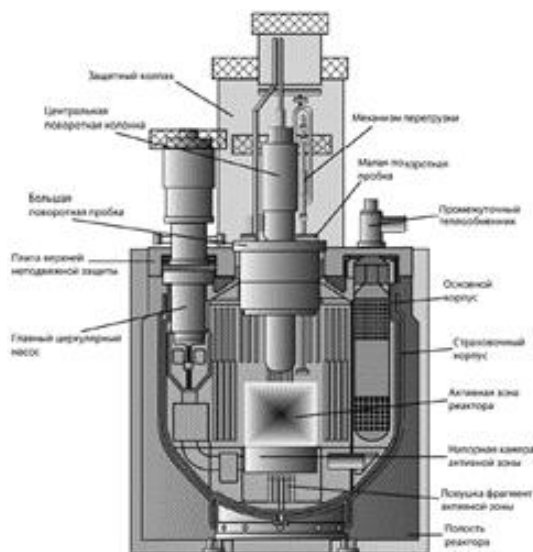


Рис.1 Устройство реактора на быстрых нейтронах

Но несмотря на эти трудности, реакторы на быстрых нейтронах могут стать ключевым элементом в развитии ядерной энергетики в будущем.

Они могут помочь решить проблему утилизации отработавшего ядерного топлива, снизить количество радиоактивных отходов и уменьшить зависимость от уранового сырья.

Также стоит отметить, что реакторы на быстрых нейтронах могут быть использованы не только для производства электроэнергии, но и для других целей, таких как производство водорода, производство тепла [5].

Реакторы на быстрых нейтронах могут использоваться даже в космических миссиях для питания электрических систем космических аппаратов. Они также могут использоваться для проведения научных исследований в условиях микрогравитации, таких как изучение поведения материалов при высоких температурах и давлениях. Кроме того, эти реакторы могут использоваться для создания новых материалов с уникальными свойствами, которые могут быть полезны в космических технологиях [6].

Итак, реакторы на быстрых нейтронах имеют огромный потенциал для развития ядерной энергетики и могут стать основой для создания более безопасной и эффективной ядерной энергетики будущего. Но для

этого необходимо преодолеть ряд технических и экономических трудностей, а также обеспечить высокий уровень безопасности и контроля за этими реакторами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anderson, D. L., & Fouad, A. A. (1984). Fundamentals of heat transfer. McGraw-Hill.
2. Bejan, A., & Kraus, A. D. (2013). Heat transfer handbook. John Wiley & Sons.
3. Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2007). Fundamentals of heat and mass transfer (6th ed.). Wiley.
4. Holman, J. P. (2002). Heat Transfer (8th ed.). McGraw-Hill Education.
5. Incropera, J., & DeWitt, D. (1990). Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 2nd Edition. New York: Wiley.
6. Бойков В.М. «Основы тепломассообмена.» Санкт-Петербург: Лань, 2010.

УДК 339.9

Парфенова В.И., Гусева Д.Д.
Научный руководитель: Макарова И.Г., ст. преп.
*Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕНЕСУЭЛЫ: БАРЬЕРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

В настоящее время развитие Венесуэлы в значительной степени зависит от добычи и поставок энергетических ресурсов. За последние десятилетия особую актуальность приобретает энергетическая безопасность государства. В истории страны были экономические и социальные потрясения, которые до сих пор ставят под угрозу энергетическую безопасность Венесуэлы в сфере социально-экономического обеспечения населения, развития народного хозяйства и заключения международных торговых сделок.

Если обратиться к аспектам природно-ресурсного и энергетического потенциала Венесуэлы, добыча энергоресурсов и разработка их месторождений в стране производится со второй половины 10-х годов XX столетия. В 1980-х годах на территории страны было открыто 9 крупных газовых и 253 нефтяных месторождения.

На сегодняшний день Венесуэла является мировым лидером по запасам нефти. По последним подсчетам, резерв нефтяных ресурсов страны составляет около 303,6 млрд барр. В Венесуэле размещено до 500 нефтегазовых месторождений, которые занимают около 50% всей территории страны. Среди них: Бонайре-Кариако, Боливар-Коастал, Маракайбский бассейн, Баринас-Апуре, Бассейн Ориноко. Более того, в Венесуэле существует 6 крупных месторождений каменного угля, который используют на национальном уровне на теплоэлектростанциях и локальных предприятиях. Одним из наиболее крупных месторождений каменного угля в Венесуэле является бассейн Нарикауаль [2; 4; 6].

Несмотря на большие запасы энергетических ресурсов, Венесуэла по сей день переживает последствия экономического кризиса, последствия которого в той или иной степени представляют собой угрозу ее энергетической безопасности. В 1990-х годах экономика Венесуэлы во многом зависела от добычи и поставок энергетических ресурсов, в особенности нефти. В стране была социальная дифференциация и велась борьба за энергоресурсы среди политических элитарных слоев населения. В период окончания XX – начала XXI-го столетия в Венесуэле проводилась политика национализации нефтедобывающих компаний с целью обеспечить социально-экономическое благополучие и энергетическую безопасность. Национализация затронула филиалы некоторых западных нефтяных компаний (США, Франции, Великобритании, Норвегии). Западные страны ввели санкции в ответ на принятые меры Венесуэлы.

Стремление Венесуэлы в 1990-х-2000-х годах обеспечить социальную политику в отношении населения в сочетании с санкционным давлением со стороны Запада отразились на развитии государства. Во-первых, отказ США от поставок технологического и промышленного оборудования в Венесуэлу снизил добычу энергетических ресурсов, а также разработку нефтегазовых месторождений. Во-вторых, падение в 2009 году цен на нефтяные ресурсы (с 100 до 40 долл. за 1 барр. нефти) привело к снижению доходов государства и, как следствие, сдерживанию развития других отраслей экономики (сельского хозяйства, тяжелой промышленности и др.), что привело к социальному напряжению ввиду дефицита важнейших товаров и роста социального расслоения.

В 2013 году угроза энергетической безопасности страны нарастала. Так, несмотря на краткосрочный рост нефтяных котировок в 2010-х годах, в 2015 году снова произошло падение цен на нефть (со 114 до 47 долл. за 1 барр. нефти). Более того, во II половине 2010-х годов США

запретили международные операции и использование доллара, а также любые операции с госдолгом [3].

Стоит отметить, что ввиду санкционного давления со стороны Запада, Венесуэла переориентировала сотрудничество в области энергетики на Россию, страны Востока (КНР, Индию, Турцию) и др. страны мира.

Если рассматривать крупнейшие проекты с участием Венесуэлы в области энергетической безопасности, можно отметить следующие:

1. PetroSur (создан 13 мая 2005 года). Целью создания проекта являлось стремление Аргентины, Бразилии и Венесуэлы объединить усилия в области добычи, разведки, переработки, транспортировки нефтересурсов, а также в сфере строительства и эксплуатации нефтеналивных танкеров.

2. PetroAndina (создан 18 июля 2005 года). Цель проекта – сотрудничество в области энергетической отрасли по вопросам инвестиционного обеспечения и взаимных поставок энергоресурсов между странами. Проект объединял 5 стран Андского сообщества (Венесуэла, Боливия, Эквадор, Перу и Колумбия). В 2006 году Перу и Колумбия приняли участие в создании зоны свободной торговли с НАФТА. Так, для Венесуэлы ключевым ориентиром сотрудничества в рамках проекта PetroAndina стала Боливия.

3. PetroCaribe (создан 29 июля 2005 года). Цель – обеспечение льготных поставок из Венесуэлы в страны Карибского бассейна, в которых нефтегазовый энергетический кластер развивается на недостаточном уровне [1].

Более того, следует отметить, что с 1945 года Венесуэла является членом ООН и её специализированных организаций (МОТ, МАГАТЭ, МБРР, МФК, МВФ и др.). С 1960 года страна входит в состав Организации стран-экспортеров нефти (ОПЕК). С 1995 года Венесуэла является членом ВТО. Более того, Боливарианская Республика Венесуэла является субъектом МЕРКОСУР и наблюдателем торгово-экономического союза КАРИКОМ [5].

Таким образом, несмотря на разрушительность последствий энергетического кризиса, Венесуэла активно принимает меры по обеспечению энергетической безопасности по следующим направлениям: обеспечение энергией население страны, взаимная поставка энергоресурсов и инвестиционное сотрудничество с другими странами мира, а также обеспечение энергоресурсами стран, в которых слабо развит энергетический сектор.

Исходя из совокупности всех вышеперечисленных фактов, необходимо заметить, что в Венесуэле важно внедрять концепцию ESG-

трансформации в сфере энергетической безопасности. Так, можно выделить следующие меры по обеспечению энергетической безопасности Венесуэлы:

1. продолжение сотрудничества с другими странами в рамках проектов PetroSur, PetroAndina и PetroCaribe, поскольку оно является стимулом для расширения доступа потребителей (в лице населения и производственного сообщества) к энергетическим ресурсам как в производственном секторе и в повседневной жизни.

2. модернизация нормативно-правовых актов в контексте «зеленой энергетики» и «еленых финансов».

3. планомерное, постепенное внедрение альтернативных источников энергии путем международного технологического сотрудничества и инвестиционных вложений в данную область энергетики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Весновская Е. И., Борзова А. Ю. Подходы Венесуэлы к обеспечению энергетической безопасности стран Латинской Америки // Вестник РУДН. Серия: Международные отношения. – 2015. – №4. – С. 103-110.

2. Митина Н.Н., Чжоу И. Нефтяная промышленность Венесуэлы // Инновации и инвестиции. – 2022. – №10. – С. 65-71.

3. Lenta.ru – Новости России и мира сегодня: сайт / Lenta.ru: Официальный сайт – Режим доступа: URL: <https://lenta.ru> (дата обращения: 02.10.2023)

4. Геология и полезные ископаемые Венесуэлы: сайт / X-mineral.ru – Режим доступа: URL: <https://www.x-mineral.ru> (дата обращения: 29.09.2023)

5. Организация Объединённых Наций: сайт / Организация Объединённых Наций: Официальный сайт – Режим доступа: URL: <https://www.un.org/ru/> (дата обращения: 02.10.2023)

6. Полезные ископаемые и ресурсы Венесуэлы: сайт / 2cad.ru – Режим доступа: URL: <https://2cad.ru> (дата обращения: 01.10.2023)

Попова А.Ю., Попов С.А.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ХОЛОДНЫЙ ПОТОЛОК

В настоящее время существует большое разнообразие систем кондиционирования, которые отличаются по своей структуре и функционалу. Подбор системы кондиционирования всегда производится в зависимости от типа помещения, которые в свою очередь подразделяются на жилые, административные и промышленные. Кроме того, особое влияние при выборе данной системы оказывают задачи кондиционирования и возможности монтажа [1-3].

Основными параметрами, по которым классифицируют климатическое оборудование являются: тип установки (настенный, кассетный, канальный, напольно-потолочный); количество внутренних блоков, подключенных к одному наружному блоку (системы Single, Multi Split, VRF); режим работы (охлаждение, охлаждения и обогрева); способы управления и конструкции компонентов [2].

Одной из инновационных разработок в данном направлении является система холодоснабжения «Холодная панель». Система поверхностного потолочного охлаждения на основе гибких капиллярных трубок была изобретена в 1982 году немецким инженером Дональдом Хербстом, в то время как первая в мире система кондиционирования с распылителем была изобретена в 1903 году. Преимуществом данной системы является отсутствие шума и сквозняков, создаваемых привычными кондиционерами. При этом воздух не осушается и имеет естественную влажность [4].

В поверхность потолка или стены встраиваются маты, состоящие из капиллярных трубок диаметров 4.3 мм с расстоянием между трубками от 10 до 30 мм. По капиллярным трубкам циркулирует прохладная вода, поддерживающая необходимую разницу температур и обеспечивающая кондиционирование помещения. Небольшое расстояние между трубками и их параллельное подключение способствует равномерному распределению температуры по поверхности охлаждения. Наглядно основные элементы системы холодных потолков представлены на рис. 1.

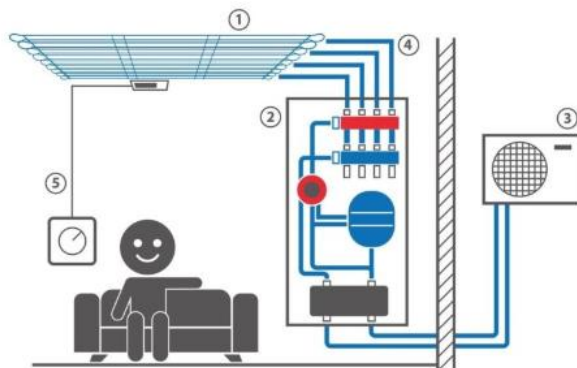


Рис. 1. Основные элементы системы холодных потолков:
 1 – капиллярные маты; 2 – гидравлический узел; 3 – наружный блок (чиллер);
 4 – полипропиленовые трубопроводы; 5 – защитная и регулирующая автоматика

Охлаждение помещений холодными потолками, происходит частично за счёт естественной конвекции (40%), частично за счёт лучистого охлаждения (60%). Естественные конвективные потоки поднимают тёплый воздух вверх, где при соприкосновении с потолком он охлаждается и повышает свой удельный вес, после чего без сквозняков, равномерно по всей поверхности опускается вниз. А лучистое охлаждение работает благодаря свойству отдавать тепло нагретыми поверхностями, в том числе человеческой кожей, в сторону более холодных поверхностей [4].

Источником холода является охлаждённая, дистиллированная вода с рабочими температурами $+16-18^{\circ}\text{C}$. Охлаждение воды производит холодильная машина чиллер. Циркуляцию воды обеспечивает циркуляционный насос [5]. Температура поверхности «холодной панели» составляет порядка $16-18^{\circ}\text{C}$, за счет чего не происходит образование конденсата, так как для большинства климатических зон это выше температуры точки росы.

К преимуществам данного рода системы можно отнести снижение затрат на электроэнергию в отличие от использования привычных кондиционеров, так как в ночной период происходит охлаждение «холодных панелей» при наиболее низкой температуре на улице, следовательно, перепад температур является незначительным и работа чиллера более эффективна. Кроме того, данная система имеет и другие преимущества: отсутствие потоков холодного воздуха, минимум занимаемого пространства в помещении, полностью скрытый монтаж всех элементов, бесшумность работы, минимальные расходы на

техническое обслуживание и долгий срок эксплуатации (50 лет у капиллярных матов) [6].

К недостаткам можно отнести удельную дороговизну капиллярных матов и чиллера при устройстве систем охлаждения в доме или квартире с небольшими площадями. Стоимость чиллера незначительно повышается в зависимости от его мощности, что в расчете на квадратный метр существенно выгоднее для больших площадей. Поэтому наиболее рационально применять данную систему для помещений с большей площадью.

Несмотря на то, что технология «холодный потолок» считается довольно новой и в настоящий момент не самой дешевой, она является одним из самых рациональных решений с точки зрения долговечности, комфорта и заботы о здоровье.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вайнштейн, В. Д. Низкотемпературные холодильные установки / В. Д. Вайнштейн, В. И. Канторович. – М.: Пищевая промышленность, 2017. – 350 с.
2. Кокорин, О. Я., Варфоломеев Ю. М. Системы и оборудование для создания микроклимата помещений / О. Я. Кокорин, Ю. М. Варфоломеев. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 272 с
3. Гашо, Е. Г. Анализ зависимости тепловой энергии, затраченной на отопление и охлаждение зданий, от различных факторов / Е. Г. Гашо, А. М. Фокин // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. – 2022. – № 2 (242). – С. 64-67.
4. Chapter 13 Hydronic heating and cooling [Электронный ресурс]. – URL: <https://handbook.ashrae.org>.
5. Трубаев, П. А. Методы автоматизации управления энергоэффективной работой насосов и насосных установок / П. А. Трубаев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 2. – С. 142-147.
6. Olesen, B. W. Hydronic Floor Cooling Systems / B. W. Olesen // ASHRAE. – 2008. – №50. – p. 16-22.

Попова А.Ю., Попов С.А.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В МИРЕ

В настоящее время в мировой энергетике особое внимание уделено альтернативным возобновляемым источникам. Основными причинами этого являются исчерпаемость энергоресурсов и негативное изменение климата, вызванное увеличением процентного содержания в атмосфере тепличных газов. Существует несколько видов возобновляемых источников энергии, среди которых важное место занимает энергия ветра [1].

В 2022 году совокупная мощность установленных ветроэнергетических установок во всем мире составила около 906 ГВт (рис.1). Большая часть общей мощности ветроэнергетики приходится на долю береговой ветроэнергетики, а именно около 842 ГВт в 2022 году. В настоящее время Китай является крупнейшим лидером на рынке ветроэнергетики. Его установленная мощность составляет более 237 ГВт [2-3].

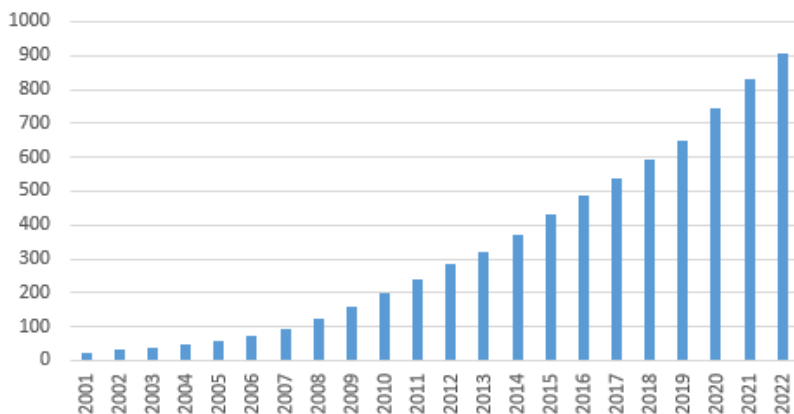


Рис. 1. Общая установленная мощность ветроэнергетики 2001-2022 гг., ГВт

Ветровой потенциал у Китая довольно неплохой благодаря большой площади суши и протяженной береговой линии. Изначально

Китай поставил перед собой большие цели по увеличению мощностей оффшорной ветроэнергетики, однако развитие шло медленнее, чем планировалось, из-за недостатка опыта местным производителям. Поэтому Китаю пришлось использовать иностранные продукты для того, чтобы достигнуть поставленных целей.

Динамику производства ветроэнергии за последние 10 лет для некоторых стран можно пронаблюдать на гистограмме, представленной на рис. 2. На ней видно, что последние несколько лет Китай является лидером по производству электроэнергии ветрогенераторами, второе место занимает США, а третье Германия [2-3].

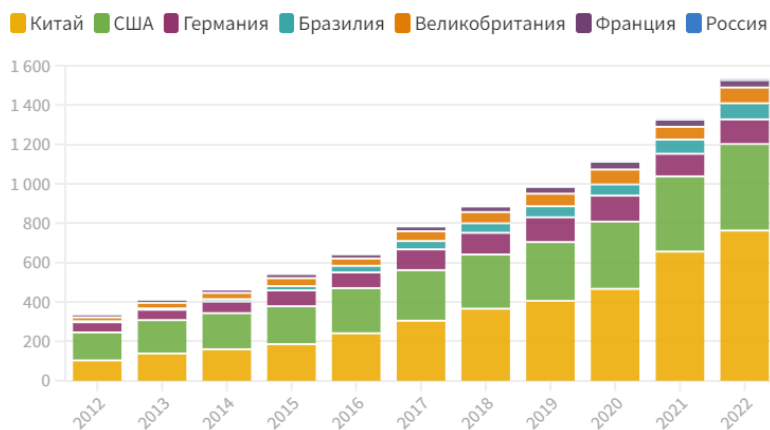


Рис. 2. Динамика производства ветроэнергии

Как видно по гистограмме, в России в настоящее время данный способ получения электроэнергии значительно уступает другим странам, несмотря на развитие ветроэнергетического комплекса в ряде регионов, например, в Крыму и Краснодарском крае. Кроме того, попытки освоения ветроэнергетического направления встречаются и в других регионах, например, в Белгородской, Ростовской и Калининградской области [4-7]. При этом, за последние 5 лет общая мощность ветровых электростанций в России начала существенно расти, что наглядно видно по гистограмме, представленной на рис. 3.

Помимо традиционных способов превращения энергии ветра в электричество разрабатывается множество инновационных подходов, нацеленных на совершенствование данного процесса. Например, несколько зарубежных компаний разрабатывают воздушные турбины,

которые будут парить на высоте шестисот метров в воздухе, преобразуя высотные ветры в электричество. Проекты варьируются от конструкций типа воздушных змеев до дирижаблей, по сути, летающих турбин, которые улавливают ветер и преобразуют его в электрическую энергию. Но из-за множества проблем с безопасностью на данный момент эта разработка еще не была протестирована на большой высоте.

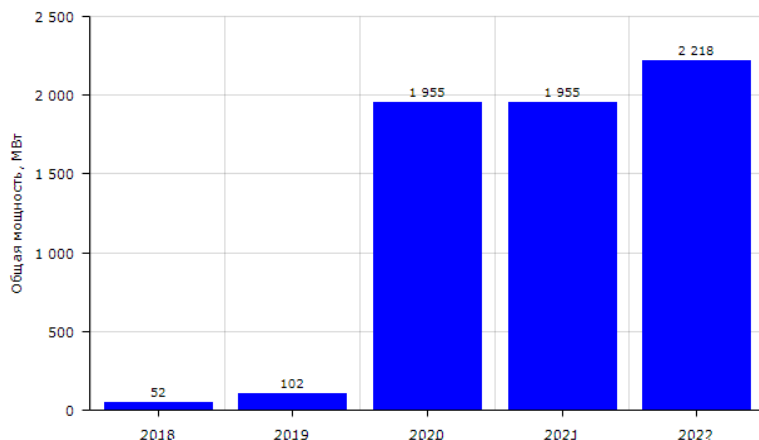


Рис. 3. Общая мощность ветровых электростанций в России, МВт

Еще одной инновационной разработкой в области ветроэнергетики является ветряная турбина без лопастей, разработанная компанией Solar Aero. По словам конструкторов, она обладает достаточно низкими затратами на обслуживание, что позволит снизить цену электроэнергии до уровня использования угля. Кроме того, несколько компаний на разных стадиях разработки работают над турбинами на магнитной подвеске. Магнитная левитация, которая годами приводила в движение поезда на экологически чистой энергии, потенциально может повысить эффективность ветряных турбин до 20 процентов, по данным Китайского исследовательского института энергетики Гуанчжоу. Эти устройства без трения могут использовать более медленный ветер, превращать большую часть энергии ветра, которую они улавливают, в электричество и подвержены меньшему износу, чем традиционные модели [8].

Таким образом, можно сделать вывод, что основными преимуществами ветроэнергетики являются экологическая безопасность, низкие операционные расходы, бесконечный ресурс и

низкая зависимость от цен на электроэнергию. Но несмотря на множество её преимуществ имеются и свои недостатки. Самый главный её недостаток — это зависимость от погодных условий, из-за чего данный способ получения электроэнергии становится не везде возможным. Кроме того, ветряные турбины оказывают негативное воздействие на экосистему в целом. Но несмотря на эти недостатки, ветроэнергетика все равно остается одним из наиболее перспективных и чистых источников возобновляемой энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белобородов, С.С. Оценка влияния ветровых и солнечных электростанций, когенерации и доли угля в топливном балансе на снижение выбросов парниковых газов / С.С. Белобородов, Е.Г. Гашо // Теплоэнергетика. – 2023. – Т. 10, № 10. – С. 45-54.
2. Мировые энергетические балансы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.iea.org> (дата обращения: 07.10.2023)
3. Производство ветряной электроэнергии с 1978 по 2022 год [Электронный ресурс]. – URL: <https://topic.ru> (дата обращения: 07.10.2023)
4. Кравченко, Е. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Е. А. Кравченко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 214 с.
5. Рычков, В.В. Оценка величины вырабатываемой электроэнергии ветряными электростанциями в Белгородской области / В. В. Рычков, К. В. Вишнякова, Е. И. Солдатенкова, П. А. Трубаев // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 132-138.
6. Гашо, Е.Г. Повышение эффективности и безопасности энергосистемы Калининградской области за счёт возобновляемых источников энергии / Е.Г. Гашо, В.А. Кондрахов // Энергетические системы. – 2019. – № 1. – С. 224-230.
7. Соснина, Е. Н. Выбор энергоустановок на ВИЭ для электроснабжения сельскохозяйственных предприятий / Е. Н. Соснина, Д. А. Филатов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С. 156-159.
8. 10 Innovations in Wind Power [Электронный ресурс]. – URL: <https://science.howstuffworks.com> (дата обращения: 08.10.2023)

УДК 621.577

Ревин Д.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЧАСТНЫХ ДОМОВ

Тепловой насос является частью домашней системы отопления и охлаждения и устанавливается снаружи вашего дома. Подобно кондиционеру он может охлаждать ваш дом, но он также способен обеспечивать тепло. В холодное время года тепловой насос забирает тепло из холодного наружного воздуха и передает его в помещение, а в теплое время года он забирает тепло из внутреннего воздуха для охлаждения вашего дома [1]. Они питаются от электричества и передают тепло с использованием хладагента, обеспечивая комфорт круглый год. Поскольку они обеспечивают как охлаждение, так и обогрев, домовладельцам, возможно, не потребуется устанавливать отдельные системы для обогрева своих домов. В более холодном климате к внутренней катушке можно добавить электрическую нагревательную ленту для дополнительных возможностей. Тепловые насосы не сжигают ископаемое топливо, как печи, что делает их более экологичными [2].

Двумя наиболее распространенными типами тепловых насосов являются воздушные и наземные.

Воздушные тепловые насосы передают тепло между внутренним и наружным воздухом и более популярны для отопления и охлаждения жилых помещений.

Наземные тепловые насосы, иногда называемые геотермальными тепловыми насосами, передают тепло между воздухом внутри вашего дома и землей снаружи. Они дороже в установке, но, как правило, более эффективны и имеют более низкие эксплуатационные расходы из-за постоянной температуры грунта в течение всего года.

Тепловые насосы передают тепло из одного места в другое с помощью различных источников воздуха или тепла. Тепловые насосы воздушного источника перемещают тепло между воздухом внутри дома и воздухом снаружи дома, в то время как тепловые насосы наземного источника (известные как геотермальные тепловые насосы) передают тепло между воздухом внутри дома и землей снаружи дома [3].

Несмотря на название, тепловые насосы не вырабатывают тепло – они перемещают его из одного места в другое. Печь создает тепло, которое распределяется по всему дому, но тепловой насос поглощает тепловую энергию из наружного воздуха (даже при низких температурах) и передает ее воздуху в помещении. В режиме охлаждения тепловой насос и кондиционер функционально идентичны, поглощая тепло из воздуха в помещении и отдавая его через наружный блок.

Где тепловые насосы работают лучше всего?

Домовладельцы, нуждающиеся в новой системе отопления или охлаждения, могут учитывать тип климата, в котором они живут, прежде чем покупать систему теплового насоса. Тепловые насосы чаще встречаются в более мягком климате, где температура обычно не опускается ниже нуля. В более холодных регионах их также можно комбинировать с печами для энергоэффективного отопления во все дни, кроме самых холодных. Когда температура снаружи падает слишком низко для эффективной работы теплового насоса, система вместо этого использует печь для выработки тепла. Такого рода системы часто называют двухтопливными – они очень энергоэффективны и экономичны [4].

Важные компоненты системы теплового насоса

Типичная система воздушного теплового насоса состоит из двух основных компонентов: наружного блока (который выглядит точно так же, как наружный блок сплит-системы кондиционирования воздуха) и внутреннего блока обработки воздуха. Как внутренний, так и наружный блок содержат различные важные подкомпоненты.

Наружный блок

Наружный блок содержит змеевик и вентилятор. Змеевик работает либо как конденсатор (в режиме охлаждения), либо как испаритель (в режиме нагрева). Вентилятор обдувает змеевик наружным воздухом для облегчения теплообмена.

Внутренний блок

Как и наружный блок, внутренний блок, обычно называемый блоком обработки воздуха, содержит змеевик и вентилятор. Змеевик действует как испаритель (в режиме охлаждения) или конденсатор (в режиме нагрева). Вентилятор отвечает за перемещение воздуха через змеевик и по воздуховодам в доме.

Хладагент

Хладагент — это вещество, которое поглощает и отводит тепло при его циркуляции по системе теплового насоса.

Компрессор

Компрессор нагнетает хладагент и перемещает его по всей системе.

Реверсивный клапан

Часть системы теплового насоса, которая изменяет направление потока хладагента, позволяя системе работать в противоположном направлении и переключаться между нагревом и охлаждением.

Расширительный клапан

Расширительный клапан действует как дозирующее устройство, регулируя поток хладагента по мере его прохождения через систему, позволяя снизить давление и температуру хладагента.

Как тепловой насос охлаждает и нагревает?

Тепловые насосы не создают тепла. Они перераспределяют тепло из воздуха или земли и используют хладагент, который циркулирует между внутренней катушкой (устройством обработки воздуха) и наружным компрессором для передачи тепла.

В режиме охлаждения тепловой насос поглощает тепло внутри вашего дома и отдает его снаружи. В режиме обогрева тепловой насос поглощает тепло из земли или наружного воздуха (даже холодного воздуха) и отдает его внутри помещения.

Как работает тепловой насос - режим охлаждения

Одна из наиболее важных вещей, которую нужно понимать о работе теплового насоса и процессе передачи тепла, заключается в том, что тепловая энергия естественным образом стремится перемещаться в области с более низкими температурами и меньшим давлением. Тепловые насосы полагаются на это физическое свойство, приводя тепло в контакт с более прохладной средой с более низким давлением, чтобы тепло могло передаваться естественным образом. Вот как работает тепловой насос (рис. 1.).

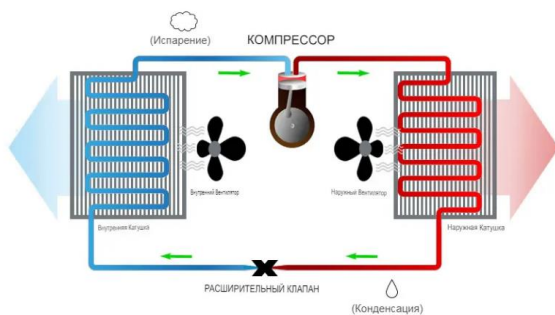


Рис. 1. Схема работы теплового насоса

Шаг 1.

Жидкий хладагент прокачивается через расширительное устройство внутреннего змеевика, которое функционирует как испаритель. Воздух изнутри дома продувается через змеевики, где тепловая энергия поглощается хладагентом. Полученный в результате холодный воздух подается по воздуховодам дома. Процесс поглощения тепловой энергии приводит к нагреву жидкого хладагента и его испарению в виде газа [5].

Шаг 2.

Газообразный хладагент теперь проходит через компрессор, который повышает давление газа. Процесс повышения давления газа вызывает его нагрев (физическое свойство сжатых газов). Горячий хладагент под давлением перемещается по системе к змеевику наружного блока.

Шаг 3.

Вентилятор в наружном блоке перемещает наружный воздух по змеевикам, которые в режиме охлаждения служат змеевиками конденсатора. Поскольку воздух за пределами дома холоднее, чем горячий хладагент из сжатого газа в змеевике, тепло передается от хладагента внешнему воздуху. Во время этого процесса хладагент конденсируется обратно в жидкое состояние по мере охлаждения. Теплый жидкий хладагент прокачивается через систему к расширительному клапану во внутренних блоках.

Шаг 4.

Расширительный клапан снижает давление теплого жидкого хладагента, что значительно охлаждает его. На этом этапе хладагент находится в прохладном жидком состоянии и готов к перекачке обратно в змеевик испарителя во внутреннем блоке, чтобы начать цикл заново.

Как работает тепловой насос - режим нагрева

Тепловой насос в режиме нагрева работает точно так же, как и в режиме охлаждения, за исключением того, что поток хладагента реверсируется с помощью реверсивного клапана. Реверсивный поток означает, что источником нагрева становится наружный воздух (даже при низких температурах наружного воздуха), а тепловая энергия выделяется внутри дома. Внешний змеевик теперь выполняет функцию испарителя, а внутренний змеевик теперь выполняет роль конденсатора.

Физика процесса та же. Тепловая энергия поглощается во внешнем блоке холодным жидким хладагентом, превращая его в холодный газ. Затем к холодному газу прикладывается давление, превращающее его в горячий газ. Горячий газ охлаждается во внутреннем блоке путем

пропускания воздуха, нагревания воздуха и конденсации газа в теплую жидкость. При поступлении теплой жидкости в наружный блок давление сбрасывается, она превращается в холодную жидкость и цикл возобновляется.

Установка теплового насоса

Установка теплового насоса может быть сложной задачей, требующей досконального понимания систем отопления, вентиляция и кондиционирование и электрических соединений. Сложный характер процесса установки подчеркивает важность привлечения специалиста для выполнения этой работы.

Подводя итоги, можно, кратко, выявить основные преимущества и недостатки тепловых насосов.

Преимущества:

- более высокая эффективность нагрева (по сравнению со стандартными электрическими нагревателями);
- как правило, дешевле в эксплуатации;
- не сжигает ископаемое топливо.

Недостатки:

- более высокая первоначальная стоимость установки;
- более высокое потребление электроэнергии;
- подвержен перебоям в подаче электроэнергии;
- менее эффективный в более холодном климате.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев, П.А. Методы автоматизации управления энергоэффективной работой насосов и насосных установок / П.А. Трубаев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – №2. – С. 142–147.

2. Гашо, Е.Г. О прогнозировании трендов изменения удельных смешанных нагрузок электропотребителей микрорайонов и городов в условиях недостаточности данных / Е.Г. Гашо, С.В. Гужов, А.А. Кролин // Энергетические системы. – 2018. – № 1. – С. 87-94.

3. Трубаев, П.А. Тепловые насосы учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 140105 - "Энергетика теплотехнологий" направления подготовки 140100 - "Теплоэнергетика" / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 142 с.

4. Абитов, А.М. Целесообразность применения тепловых насосов для отопления и горячего водоснабжения зданий / А.М. Абитов, Х.М. Сенов // Энергосбережение. – 2013. – № 3. – С.76–79.

5. Бурков, А.И. Модернизированная схема теплонасосной системы теплоснабжения жилого здания / А.И. Бурков, А.А. Гришков // Вестн. МГСУ. – 2011. – № 7. – С.436–439

УДК 536.212.3

Ревин Д.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Что такое современная теплоизоляция? Этот материал должен выполнять несколько функций, все из которых касаются создания комфортной и здоровой атмосферы в помещениях различных назначений [1].

Основными требованиями к современным теплоизоляционным материалам являются:

1. Теплопроводность. Наилучшие изоляционные материалы должны иметь наиболее низкую теплопроводность, чтобы уменьшить суммарный коэффициент теплопередачи. Таким образом, можно уменьшить толщину теплоизоляционного материала. Газ является одним из худших проводников тепла. Изолирующие свойства коммерческих доступных изоляционных материалов определяются количеством газа, удерживаемого внутри материала, и количеством газовых карманов.

Следовательно, чем выше количество ячеек (которые могут поддерживать нахождение газа внутри себя) и чем меньше их размер, тем ниже теплопроводность такого изоляционного материала. Клетки, удерживающие газ, не должны быть связаны между собой, поскольку это приводит к конвекции тепла. Суммируя перечисленное, чем лучше материал изолирует от низких температур зимой и высоких температур летом, тем меньше его толщина потребуется.

2. Паропроницаемость. Лучшие современные изоляционные материалы должны иметь наименьшую возможную проницаемость влаги. Таким образом, поглощение воды становится незначительным, конденсация влаги и коррозия сведены к минимуму. В свою очередь, высокая паропроницаемость – позволяет беспрепятственно удалять излишнюю влажность из помещений, чтобы избежать появления грибка и плесени.

3. Низкий вес современной теплоизоляции обеспечивает дешевую транспортировку, простоту в эксплуатации; исключает необходимость укреплять стены, фундамент и т. д.

4. Функции сопротивления. Изоляционный материал должен быть стойким к воде, растворителям и химикатам. Он должен быть прочным и не потерять свою изоляционную эффективность со временем. Материал должен взаимодействовать с широким спектром типов клея для его установки. Материал современной теплоизоляции должен быть простым в установке и в обращении.

Желательно, чтобы для монтажных работ можно было использовать максимально простой набор инструментов. Современная теплоизоляция должна быть экономичной, как в рамках себестоимости, так и в долгосрочной перспективе.

Теплоизоляционный материал не должен генерировать или поглощать запахи. Он не должен быть затронут грибком или плесенью и не должен привлекать паразитов. Материал должен быть стабильным по размеру.

5. Функции безопасности. Изоляционный материал должен быть оценен как негорючий и невзрывоопасный. Чем ниже показатель воспламеняемости материала, тем меньше потребуется дополнительных вложений на защиту от данного типа уязвимостей материала. В случае возгорания изоляционного материала продукты сгорания не должны образовывать токсичные соединения. Современная теплоизоляция – это безопасный материал: как для экологии, так и для здоровья человека.

Современные утеплители, разработанные с помощью новейших технологий, применяются в строительстве для изоляции внутреннего пространства дома. Материал «спасает» от зимних холодов, удерживая в помещении тепло, и от летней жары, задерживая прохладу [2].

Каждый вид новых материалов имеет свою технологию применения. В зависимости от состава, различают три группы утеплителей поверхностей.

Органические. Ими утепляют дома с умеренной влажностью и, чаще всего, только с внутренней стороны помещения. Эта группа представлена древесными, льняными, пробковыми утеплителями, и утеплителями из морской травы.

Неорганические. Подходят для утепления стен дома с улицы и изнутри. В их числе: минеральные утеплители (популярнее всего – минеральные вата и плиты), базальтовое волокно, пеностекло, стекловолокно, ячеистые бетоны, пенополистирол, пенопласт, пенополиэтилен.

Смешанные. Эти утеплители представлены составом из органических и неорганических элементов. Представители группы – материалы из горных пород: перлит, асбест, вермикулит и др.

Данную статью хотелось бы посвятить более подробному рассмотрению минеральных утеплителей.

Базальтовая, каменная, минеральная вата, роквул (негорючая теплоизоляция из натурального природного камня с добавлением шерсти производства датской компании ROCKWOOL) – под этими названиями чаще всего скрывается один и тот же материал.

Его волокна по размеру не уступают шлаковате [3], но они не доставляют дискомфорта при монтаже. Безопасность в применении – это одно из первых отличительных свойств этого утеплителя из разряда минеральных.

Коэффициент теплопроводности этого материала исчисляется от 0,077 до 0,12 Вт/(м·К) [4]. Базальтовую вату называют самой лучшей по всем параметрам. Она не содержит дополнительных вредных для здоровья примесей, может выдерживать длительное воздействие крайне высоких и низких температур (рис. 1), удобна в применении.

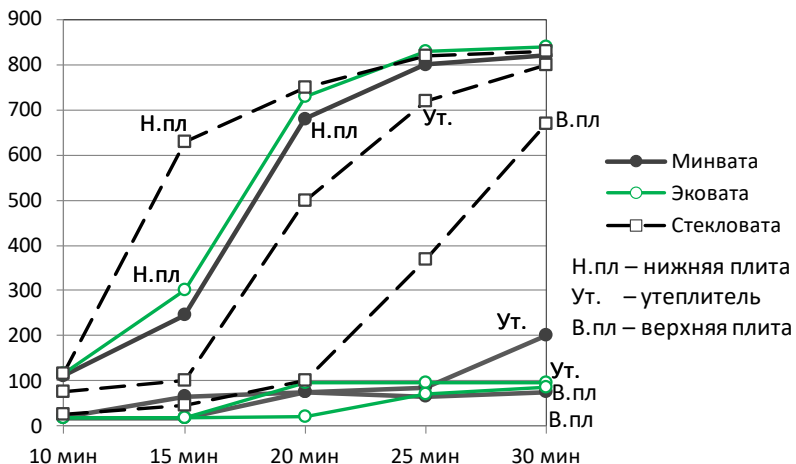


Рис. 1. Сравнительные данные испытаний материалов на огнестойкость

И обычная каменная и базальтовая вата не поддаются горению. Волокна будут только плавиться, спекаться между собой, но не допустят дальнейшего распространения огня.

Утеплять каменной ватой можно любые здания, как при постройке с нуля, так и уже достаточно долго находящиеся в эксплуатации.

Базальтовый утеплитель не нарушает микроциркуляцию воздуха, а значит, может применяться в тех строениях, где приточная вентиляция не функционирует должным образом.

Важное значение при утеплении придается качеству работ [5]. Определенные неудобства для некоторых строителей могут возникнуть с необходимостью возведения фальшстены (рис. 2). Без нее выполнить укладку утеплителя не получится. Но на самом деле технология строительства очень проста, пространства «съедается» не так уж и много.

Материал экологически чистый, хорошо подходит и для утепления деревянных домов. Намокать ему категорически запрещается, поэтому гидроизоляционный слой должен быть выполнен по всем требованиям.

Рекомендуемая толщина теплоизоляционного материала для средней полосы составляет 8-12 см, в южных регионах достаточно 5-10 см слоя.

Каменная вата хорошо поглощает звук. Это достигается за счет того, что ее волокна располагаются хаотично, а между ними в большом количестве скапливается воздух. Такая структура прекрасно гасит звуки.

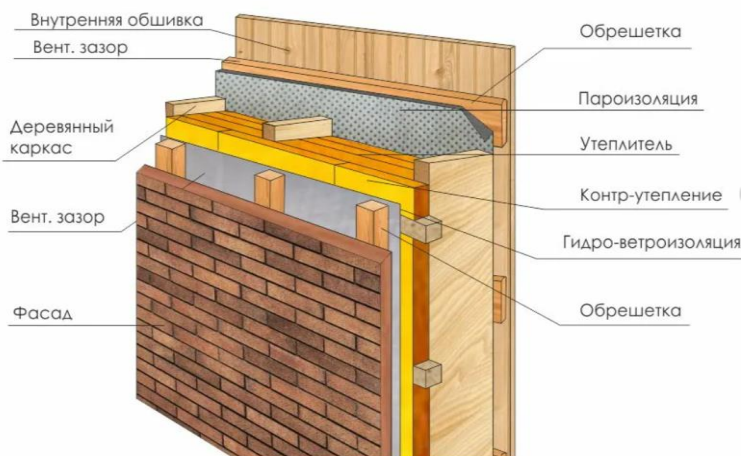


Рис.2. Схема теплоизоляции

Описываемый утеплитель химически пассивен. Даже если он будет плотно соприкасаться с металлической поверхностью, то следов коррозии на ней не появится. Гниение и заражение грибами или

плесенью каменной вате тоже не свойственно. Грызунов и других вредителей материал не привлекает.

Суммируя вышесказанное, можно заключить, что данный материал заслуженно считается одним из самых востребованных на рынке. Минеральные материалы в теплоизоляции выигрывают в сравнении с аналогичными материалами в ощутимом количестве параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гашо, Е.Г. Оценка энергетических эффектов модернизации зданий и микрорайонов в процессе реновации / Е.Г. Гашо, Н.С. Булгаков, Ю.Д. Шкуро // Энергетические системы. – 2019. – №1. – С. 196–199.

2. Тарасюк, П.Н. Повышение энергоэффективности в индивидуальном жилищном строительстве в условиях Белгородской области / П.Н. Тарасюк, П.А. Трубаев, В.В. Сухорослова // Научное обозрение. – 2013. – №9. – С. 410–415.

3. Киреева, Ю.И. Современные строительные материалы и изделия / Ю.И. Киреева. – Ростов: Изд-во Феникс, 2010. – 256 с.

4. Андреев, В.С. Современные отделочные материалы в интерьере дома / В.С. Андреев. – Ростов: Изд-во Феникс, 2006. – 288 с.

5. Тарасюк, П.Н. Анализ термического сопротивления ограждающих конструкций различного типа по результатам инструментальных измерений / П.Н. Тарасюк, Д.А. Ващенко, П.А. Трубаев, В.В. Радченко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – №2. – С. 142–147.

УДК 621.311.238

Ревин Д.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОТУРБИНЫХ УСТАНОВОК

Газопоршневая установка (ГПУ) представляет собой компактную, автономную и эффективную систему генерации, работающую на базе поршневого двигателя внутреннего сгорания, топливом для которого служит природный, в редких случаях может использоваться

сжиженный газ. Отличительной особенностью ГПУ является комбинированная выработка электрической и тепловой энергии (когенерация).

Основой ГПУ является двигатель внутреннего сгорания, использующий в качестве топлива природный газ и установленный на одном валу с генератором электрического тока (рис.1.).

Газопоршневая установка может устанавливаться внутри блок-модуля или стационарно. Для того, чтобы обеспечить необходимые условия работы и требования нормативных документов, ГПУ комплектуется необходимым вспомогательным оборудованием и системами.

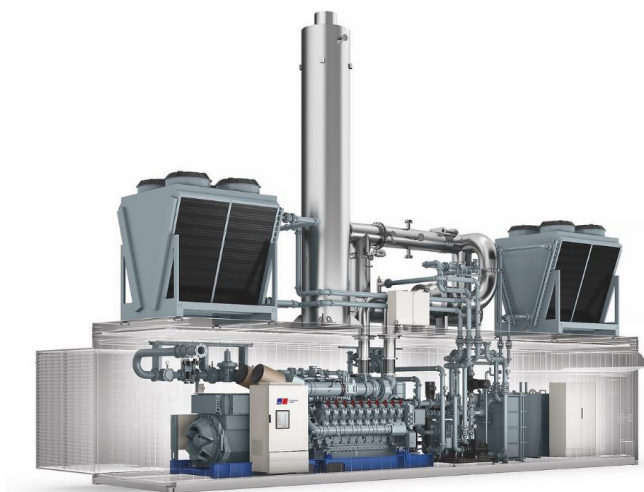


Рис. 1. Общий вид газопоршневой электрической станции

К основным системам технического обеспечения относятся:

- система топливоснабжения;
- система дымоудаления;
- система маслоснабжения;
- система вентиляции;
- система тепломеханики (в том числе система утилизации теплоты);
- система электромеханики;
- система автоматики;
- система связи;
- система охранно-пожарной сигнализации и пожаротушения.

Принцип работы ГПУ заключается в следующем: природный газ заданных параметров поступает в двигатель внутреннего сгорания. В процессе сжигания газа вырабатывается механическая энергия, которая подаётся через вал генератора и преобразуется в электрическую энергию. Полученная электрическая энергия по кабельным линиям подаётся генераторное распределительное устройство с последующим распределением по потребителям [1]. В процессе работы ГПУ выделяется большое количество тепловой энергии, которое, впоследствии, отводится для отопления посредством теплообменников или котлов-утилизаторов [2]. В случае если тепловая энергия не используется, она сбрасывается в атмосферу.

Генератор относительно работы с внешней сетью имеет несколько режимов работы: параллельно с сетью, автономный и комбинированный.

Параллельно с сетью энергосистемы

При параллельной работе с сетью работа генератора возможно лишь в том случае, если сетевой выключатель находится в постоянно замкнутом положении. При аварии в сети, просадке напряжения или частоты происходит аварийное отключение генератора.

Автономный режим работы

При автономном режиме работа генератора возможно лишь при постоянно разомкнутом выключателе или отсутствии сетей энергосистем на объекте. При этом в случае арии в сети, просадке напряжения или частоты это никак не повлияет на работу генератора, являющегося единственным источником энергоснабжения на объекте.

Комбинированный режим

При комбинированном режиме работы в качестве основного используется параллельный режим работы. В случае аварии, просадке напряжения или частоты происходит отключение сетевого выключателя, однако система управления переводит генератор в автономный режим работы. Работа генератора в автономном режиме продолжается до момента восстановления сети на сетевом выключателе и далее производится синхронизация генератора с сетью энергосистемы на выключателе. Работа продолжается в параллельном режиме. В зависимости от условий установки ГПУ и требований, предъявляемых заказчиком, газопоршневые установки могут быть выполнены в блочно-модульном или стационарном исполнении.

Блочно-модульная конструкция позволяет значительно сократить сроки ввода объекта в эксплуатацию, затраты на его реализацию и не имеет строгих ограничений по размерам [3].

К преимуществам блочно-модульной комплектации можно отнести следующие пункты:

- быстрота запуска - небольшие ГПУ мощностью до 4 МВт могут быть полностью введены в эксплуатацию в течение 15 дней;
- оптимальность затрат - такой вид сборки позволяет значительно сократить затраты на проект;
- мобильность - возможность оперативной транспортировки ГПУ;
- простота наращивания мощности - благодаря блочно-модульному исполнению не составит труда увеличить мощность ГПУ за счёт дополнительных модулей с оборудованием.

Газопоршневые установки имеют ряд преимуществ по сравнению с другими генерирующими объектами:

- максимальный электрический КПД среди своего класса (до 48%);
- возможность получения относительно бесплатных попутных продуктов (когенерация и тригенерация) [4];
- низкий уровень себестоимости производства электроэнергии;
- оптимальная стоимость установок;
- широкая линейка номинальных мощностей установок;
- длительные межсервисные интервалы и максимальная наработка до капитального ремонта среди установок своего класса [5];
- компактность, возможность блочно-модульного исполнения;
- экологичность и безопасность, отвечающие европейским нормам;
- оптимальные расходы на обслуживание и эксплуатацию;
- быстрая окупаемость проектов.

Станции на базе газопоршневого двигателя являются оптимальным решением для предприятий, которые стремятся к энергетической независимости. Использование газа в качестве основного топлива позволяет сокращать расходы на энергоснабжение, а особенности конструкции и принципа работы дают возможность генерировать сразу несколько видов энергии. При этом стоимость газопоршневой установки, которая в среднем составляет 1-2 млн, вполне подъемна для среднего предприятия. Крупные производственные комплексы и вовсе используют мощные установки, цена которых может превышать и 5 млн. Это уже multifunctional тригенерационные станции, в перечень задач которых входит также и охлаждение целевого объекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зысин, Л.В. Парогазовые и газотурбинные электростанции: учебное пособие / Л.В. Зысин. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2010. – 368 с.
2. Трубаев, П.А. Системы энергоснабжения промышленных предприятий / П.А. Трубаев, А.В. Губарев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 199 с.
3. Кулешов, М.И. Модернизация конструкции высокотемпературной части конденсационного водогрейного котла, направленная на повышение его ремонтпригодности / М.И. Кулешов, А.В. Губарев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – №2. – С. 196–199.
4. Гашо, Е.Г. Практика внедрения гибридных систем теплоэнергоснабжения в России / Е.Г. Гашо, А.И. Киселева, А.В. Темеров // Энергетические системы. – 2020. – №1. – С. 13–18.
5. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 584 с.

УДК 697.3

Ревин Д.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ КОТЕЛЬНАЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИП РАБОТЫ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Коммуникации ТЭЦ не всегда подключены к объектам и различным помещениям, тогда горячее водоснабжение и отопление осуществляются с помощью автономной блочной котельной. Поскольку сооружение обычно расположено близко к зданию, потери тепла заметно снижаются. Не требуется присутствия оператора, контролирующего работу, все происходит автоматически [1].

Блочно-модульные, котельные - это паровые или водонагревательные станции, построенные из одного или нескольких блоков (модулей). Комплектация может быть разной, все зависит от пожеланий заказчика. Хотя модульные котельные являются переносными, они по-прежнему приравниваются к объектам

капитального строительства. Застройщик, чтобы избежать штрафов, должен получить разрешение на изготовление и установку конструкции (рис. 1).



Рис. 1. Схема блочно-модульной котельной

Принцип работы модульной установки идентичен принципу работы обычной стационарной котельной - топливо сгорает в котлах и нагревает теплоноситель, который затем поступает на объект. По обратному трубопроводу теплоноситель возвращается в котельную и снова нагревается. Непрерывная циркуляция происходит с помощью насосов [2].

Выбор блочно-модульных технологий - это всегда индивидуальный проект, который разрабатывается при определенных условиях. Это зависит от того, какой мощностью будут обладать котлы, вида топлива, автоматизации и так далее. Устройство котельной может включать в себя дополнительное оборудование, например, резервуары для хранения, технический деаэратор для очистки жидкости, водогрейные котлы и многое другое (рис.2.).

Стандартное оборудование следующее:

- насосное оборудование;
- котельная - здание из негорючих строительных материалов;
- котлы - паровые, водогрейные или комбинированные котлы;
- газовые установки и дымовые трубы;
- теплообменные сооружения;

- устройства для подготовки и очистки воды;
- система автоматизации.



Рис. 2. Оборудование блочно-модульной котельной

В зависимости от устройства и конструкции котельные делятся на два типа:

1. Стационарные - производительность выше, поскольку подключенный теплогенератор может быть любой мощности. Здесь допускается подключение котлов в одну сеть. Может использоваться любое топливо. Легко монтируется под другой тип теплоносителя. Готовые автоматизированные стационарные установки привозятся на площадку и разгружаются с помощью автокрана. Монтаж осуществляется на фундамент.

2. Мобильные - транспортабельные модульные мини-котельные подходят для помещений площадью до 5000 квадратных метров. Укомплектовать такое сооружение дополнительными системами невозможно, поскольку его мощность не превышает 500 кВт. Монтаж довольно прост, и дополнительной подготовки не требуется.

По степени автоматизации блочные котельные делятся на несколько типов. Различают следующие варианты:

- автоматизированные - используются чаще всего, в этом случае вмешательство работников практически не требуется;
- механизированные - в них установлены дополнительные механизмы, позволяющие облегчить труд людей, например, конвейерные ленты, угольные дробилки;

- ручное управление - в таких котельных все модули предусмотрены для ручной работы.

В зависимости от вида используемого топлива различают следующие виды блочно-модульных котельных:

1. Газовые - они работают на природном топливе, что делает такие механизмы очень экологичными, а также экономит ресурсы. Единственным недостатком является высокая стоимость установки, но нет необходимости в оборудовании больших размеров для подачи топлива и удаления шлака. В некоторых типах газовых котельных дополнительно используется дизельное топливо - оно идет в качестве резервного [3].

2. Жидкотопливные - они функционируют благодаря таким ресурсам, как нефть, дизельное топливо, мазут или отработанное масло. Для начала работы не требуется разрешения, что отличает их от всех других типов.

3. Твердотопливные - основным преимуществом считаются низкие трудозатраты. Однако есть и недостатки - требуются дополнительные системы подачи топлива, удаления золы и шлака. В этих котлах используются такие материалы, как уголь, торф, дрова, а также спрессованные древесные отходы.

4. Электрические - характеризуются повышенным КПД - более 90%. Они очень просты в установке, но имеют довольно высокие эксплуатационные расходы.

По типу используемого теплоносителя котельные делятся на следующие категории [4]:

5. Пар. В качестве теплоносителя используется пар, обычно такие установки используют промышленные предприятия.

6. Горячая вода. Теплоносителем в таких станциях является вода, нагретая до 95-115°C. Они используются для отопления и подачи горячей воды в жилые и производственные помещения.

7. Комбинированные. В этих конструкциях используются как паровые, так и водогрейные котлы.

8. Термальное масло. В таких системах используется диатермическое масло, нагретое до 300 ° C.

Блочно-модульные котельные установки используются для обогрева и снабжения горячей водой промышленных и жилых зданий. Модульная установка может обслуживать как одно, так и несколько зданий одновременно, а иногда и небольшую территорию или населенный пункт [5].

Паровые модули используются для выработки технического пара, который необходим для обработки металлов или бетона, для

пропаривания различных емкостей, при изготовлении пластмасс и изделий. Модульную систему нельзя использовать, если требуется высокая мощность котла, но установка нескольких блоков невозможна - котел просто не вмещается в модуль.

При условии соблюдения всех правил и норм эксплуатации, а также обеспечения периодического технического обслуживания модульная котельная прослужит около 30 лет.

Основные преимущества модульных котельных:

- установка в районах с постоянной сейсмической активностью;
- быстрый монтаж;
- возможность восстановления, добавления или замены блоков;
- возможность транспортировки и установки в другом месте;
- обслуживающий персонал не требуется, проектирование автоматизировано.

Есть и недостатки:

- затраты на строительство возрастают, если станция расположена внутри помещения;
- тепловая мощность ограничена;
- требуется отдельная площадка для установки;
- внутри блочно-модульной котельной очень мало места, следовательно, остается очень мало места для обслуживания оборудования.

В рамках заключения данной статьи, хотелось бы отметить, что выгода от установки становится очевидной уже в первый год эксплуатации. Расходы, по сравнению с затратами на централизованное отопление, сокращаются до 50%. Экономичный расход газа и высокая теплоэффективность делают установку БМК экономически целесообразной для многоэтажных и частных домов, а также промышленных комплексов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев, П.А. Системы энергоснабжения промышленных предприятий / П.А. Трубаев, А.В. Губарев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 199 с.
2. Санцевич, В.И. Блочно-модульная водогрейная котельная / В.И. Санцевич. – М.: Изд-во ТетраСистемс, 2013. – 629 с.
3. Вершилович, В.А. Газовое хозяйство котельных / В.А. Вершилович. – М.: Изд-во ДЕАН, 2013. – 224 с.

4. Губарев, А.В. Конструкция и варианты модернизации конденсационного водогрейного котла / А.В. Губарев, Н.М. Лозовой // Энергетические системы. – 2018. – №1. – С. 23–30.

5. Стенд и некоторые результаты испытаний топливосберегающего конденсационного водогрейного котла / В.П. Кожевников, М.И. Кулешов, А.В. Губарев, П.А. Трубаев, А.А. Погонин, А.А. Мочалин, М.О. Фейгельман // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – №3. – С. 182–184.

УДК 621.577

Ревин Д.В.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ХЛАДАГЕНТЫ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ. ВИДЫ, СВОЙСТВА И ПРЕИМУЩЕСТВА, А ТАКЖЕ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ЭКОЛОГИЮ

Тепловые насосы необходимы для современных систем отопления и охлаждения. Охлаждающие жидкости повышают эффективность тепловых насосов за счет передачи тепла. Правильный выбор хладагента жизненно важен для сокращения выбросов парниковых газов и получения долгосрочных выгод [1].

При выборе хладагента необходимо учитывать такие факторы, как стоимость оборудования, энергопотребление, нормативные акты и безопасность. Утечки вызывают прямой нагрев и способствуют глобальному потеплению. Поэтому важно переключиться на менее вредные альтернативы, такие как хладагенты ГФУ или смеси с более низким потенциалом глобального потепления (ПГП), такие как R32 или R454B [2].

Типы хладагентов для тепловых насосов. Правильный выбор хладагента имеет решающее значение для энергоэффективности, выбросов и долговечности системы теплового насоса, поэтому стоит рассмотреть уникальные преимущества и недостатки каждого из этих вариантов.

Хладагенты на гидрофторуглеродах (ГФУ). Последние технологические достижения позволили использовать в тепловых насосах целый ряд хладагентов, таких как ГФУ. Они отличаются низкой токсичностью, невоспламеняемостью и высокой эффективностью.

Таблица хладагентов на ГФУ может рассказать нам об их молекулярной массе, температуре кипения и многом другом. Например, R-407C составляет 86,2 г/моль и кипит при -43,8°С; R-410А имеет молекулярную массу 72,6 г/моль и кипит при -61,3°С.

ГФУ также отлично подходят для систем отопления домов, поскольку они нетоксичны и не повреждают озоновый слой. Кроме того, исследования в области экологически чистых хладагентов подтверждают, что ГФУ являются отличным промежуточным решением.

Свойства и преимущества. Ниже приведены свойства и преимущества различных типов хладагентов для тепловых насосов (Табл.1).

Таблица 1. – Свойства и преимущества различных типов хладагентов

Хладагент	Свойства	Преимущества	Хладагент
R-22	Хлордифторметан	Низкая стоимость	R-22
R-32	Дифторметан	Экологичный	R-32
R-134a	Тетрафторэтан	Не вызывает разрушения озонового слоя	R-134a

Хладагент R-32 является лучшим, когда речь идет об энергоэффективности, экологичности и безопасности. Он обладает нетоксичными, негорючими свойствами и низким потенциалом глобального потепления. Кроме того, он работает при более низких давлениях и по-прежнему обеспечивает превосходную теплопроизводительность.

В заключение, правильный выбор хладагента для системы отопления означает знание его свойств и преимуществ. Это имеет решающее значение для экологической устойчивости и снижения коммунальных расходов.

Энергоэффективность и выбросы. Ниже приведено (Табл.2) сравнение энергоэффективности хладагента теплового насоса и воздействие на окружающую среду.

Таблица 2. – Сравнение энергоэффективности хладагента теплового насоса и воздействие на окружающую среду

Хладагент	ППП	Индекс энергетической эффективности при работе на охлаждение
R-22	1810	3,15
R-410A	2088	4,50
R-32	675	5,23

R-32 имеет более низкий ПГП, что означает меньшее воздействие на окружающую среду. Кроме того, его индекс энергетической эффективности при работе на охлаждение составляет 5,23, что более эффективно, чем R-22. Однако при выборе хладагента следует учитывать и другие факторы, такие как стоимость и доступность.

Для экономии энергии и сокращения выбросов важно регулярное техническое обслуживание системы. Кроме того, может помочь проектирование систем с учетом конкретных потребностей и моделей использования зданий [3].

Выбор правильного хладагента и выполнение этих дополнительных мер позволят создать экологически чистые системы, которые эффективно используют ресурсы и минимизируют воздействие на окружающую среду.

Недостатки и проблемы безопасности. У хладагентов для тепловых насосов есть некоторые недостатки и вопросы безопасности, которые следует учитывать. Вот наиболее примечательные [4]:

1. Воздействие на окружающую среду: они могут способствовать глобальному потеплению или в процессе их производства. Кроме того, они разрушают озоновый слой, что представляет опасность для живых существ.

2. Воспламеняемость. Некоторые из них воспламеняемы и могут привести к пожару или взрыву, особенно при неправильном соблюдении инструкций по установке.

3. Канцерогенность. Некоторые хладагенты для тепловых насосов могут вызывать рак при длительном воздействии.

4. Стоимость. Хладагенты старого образца стали дороже из-за нормативных требований.

Хладагенты гидрофторолефины (ГФО) — более безопасный вариант, но белым медведям не повезло. При обращении с любым типом оборудования с системой охлаждения и его установке необходимо соблюдать надлежащие процедуры безопасности.

Хладагенты ГФО. Хладагенты ГФО — это отличный тип хладагента для тепловых насосов с низким потенциалом глобального потепления. Они состоят из гидрофторолефинов и предназначены для замены ГФУ.

Для описания их свойств следует использовать таблицу с названием, химической формулой, температурой кипения и воздействием на окружающую среду.

Например, R1234yf — популярный хладагент HFO с химической формулой $\text{CH}_2=\text{CFCF}_3$ и температурой кипения -29°C .

ГФО обладают многими преимуществами по сравнению с другими типами хладагентов. Например, они могут похвастаться сверхнизким ППП, что делает их экологически безопасными. Кроме того, они энергоэффективны и могут снизить эксплуатационные расходы предприятий, использующих тепловые насосы с ГФУ. И, наконец, они безопасны в использовании, поскольку не представляют опасности для здоровья.

Для оптимального использования хладагентов ГФО следует свести утечки к минимуму, проверив систему на наличие повреждений или износа.

Свойства хладагентов ГФО. Свойства хладагентов ГФО приведены в Табл.3.

Таблица 3. – Свойства хладагентов ГФО

Хладагент	Химическая формула	Температура кипения	Воздействие на окружающую среду
R1234yf	$\text{CH}_2=\text{CFCF}_3$	-29°C	Низкий

Недостатки и проблемы безопасности. Тепловые насосы – сложности и вопросы безопасности. Тепловые насосы являются популярным способом отопления и охлаждения домов, сооружений и воды. Но существуют недостатки и риски для безопасности, связанные с различными типами используемых хладагентов:

- хлорфторуглероды (ХФУ) и гидрохлорфторуглероды (ГХФУ) разрушают озоновый слой, вызывая долговременный ущерб;
- R-410A легко воспламеняется и может вызвать взрыв;
- хладагентам на ГФУ требуется высокое давление, что увеличивает риск несчастных случаев;
- утечка может привести к загрязнению окружающей среды и опасности для здоровья.

Важно взвесить все "за" и "против" каждого типа хладагента. Неправильное обращение с хладагентами может привести к серьезным проблемам безопасности. Важно следовать рекомендациям по установке [5].

Альтернативные хладагенты. Существуют, также, различные хладагенты для тепловых насосов, кроме стандартных хладагентов. Они называются "зелеными" или "экологически чистыми" альтернативами.

Например, R-290 (пропан) не вредит озоновому слою и обладает низким потенциалом глобального потепления. Это также повышает энергоэффективность.

Перед переключением необходимо учесть некоторые моменты. Необходимо учитывать совместимость системы, соответствие нормативным требованиям и рекомендации по безопасности.

Цепочка поставок ГХФУ была нарушена, когда в Японии произошел инцидент на атомной электростанции "Фукусима". Это было одной из многих причин, по которой альтернативные хладагенты для тепловых насосов стали так необходимы.

Природные хладагенты. Природные хладагенты являются устойчивым выбором по сравнению с синтетическими хладагентами. Они обладают высокой способностью к разрушению озонового слоя и потенциалом глобального потепления.

Природные хладагенты поступают из таких источников, как воздух, вода и углеводороды. Они обладают отличными термодинамическими свойствами и энергоэффективностью при минимальном воздействии на окружающую среду.

Природные хладагенты обладают низким уровнем токсичности. Это снижает риск причинения вреда людям или окружающей среде. Однако для предотвращения несчастных случаев требуется специализированное оборудование с функциями безопасности. Правильная установка, техническое обслуживание и обращение также необходимы для их безопасного использования.

Подводя итог, можно выделить несколько основных пунктов, которые следует учитывать при выборе того или иного вида хладагента для теплового насоса: условия эксплуатации, воздействие на окружающую среду, соображения безопасности и соответствие нормативным требованиям — все это важно.

Каждый фактор имеет свое значение в зависимости от области применения. Например:

- условия эксплуатации: диапазон температур, диапазон давлений, совместимость с материалами системы;
- воздействие на окружающую среду: ПГП (потенциал глобального потепления), ПРО (потенциал разрушения озонового слоя), токсичность, воспламеняемость;
- проблемы безопасности: воспламеняемость, токсичность, возможность удушья;
- соответствие нормативным требованиям: государственные нормативы, касающиеся использования и утилизации хладагента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гашо, Е.Г. Энергетическая стратегия предприятия // Е.Г. Гашо, О. Чехранова // Энергетические системы. – 2021.– № 1. – С. 9–18.
2. Трубаев, П.А. Методы автоматизации управления энергоэффективной работой насосов и насосных установок / П.А. Трубаев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – №2. – С. 142–147.
3. Трубаев, П.А. Тепловые насосы учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 140105 - "Энергетика теплотехнологий" направления подготовки 140100 - "Теплоэнергетика" / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 142 с.
4. Трубаев, П.А. Тепловые насосы: учеб. пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 143 с.
5. Цветков, О.Б. Современные хладагенты, хладоносители и проблемы экологии / Цветков О.Б. // Холодильная техника. – 2008. – №1. – С. 30–34.

УДК 697.34

Ревина Ю.С.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

УСТАНОВКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА, КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В ГОРОДАХ РОССИИ

Министерство энергетики Российской Федерации ежегодно составляет Общероссийский рейтинг энергоэффективности субъектов Российской Федерации. Единственной возможностью для субъекта Федерации попасть в этот список является реализация целого комплекса мероприятий по повышению энергоэффективности, таких как, например, модернизация систем теплоснабжения. Основой этой модернизации является внедрение индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) с погодным и почасовым регулированием в многоквартирных домах России [1].

Это приводит к сокращению расхода топлива на теплоснабжение и снижение транспортных потерь; обеспечение комфортной температуры в домах, поскольку ИТП позволяет регулировать тепловой

поток в зависимости от погодных условий; отсутствие потерь тепла, так как вода нагревается непосредственно в самом доме.

Целью модернизации является существенная экономия теплоносителя и денежных средств потребителей тепловой энергии. В результате потребители получают услуги более высокого качества и надежности, а энергетические компании будут работать с инфраструктурой другого уровня.

Основными задачами ИТП являются:

- учет расхода тепла и теплоносителя;
- защита системы теплоснабжения от аварийного повышения параметров теплоносителя;
- отключение системы потребления тепла;
- равномерное распределение теплоносителя по системе потребления тепла;
- регулировка и контроль параметров циркулирующей жидкости [2];
- преобразование типа теплоносителя.

Потребность в замене центральных отопительных приборов на индивидуальные очень высока. Ученые отмечают, что превышение потребления тепловой энергии на нужды отопления в среднем по России составляет 19,8%, а превышение потребления тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения равно 12,1% [3].

Таким образом, в России использование автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов приобретает серьезные масштабы. Первоначально на это повлияло введение в 1996 году Федерального закона № 28 «Об энергосбережении», в 2009 году его обновленная редакция - Федеральный закон № 261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», и, следовательно, изменение в 2012 году технологических требований к централизованному теплоснабжению «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха».

Что касается стоимости оборудования, то известно, что перевод зданий с центрального теплового пункта на теплоснабжение с использованием ИТП снижает общую стоимость. Это происходит, несмотря на большую общую стоимость оборудования ИТП в нескольких зданиях по сравнению с оборудованием одной станции центрального отопления. Причина в том, что нет необходимости во внутридомовых сетях горячего водоснабжения - нет необходимости платить за их перенос во время передачи водонагревателей в ИТП [4].

В текущей ситуации в отрасли теплоснабжения, в целом, препятствия для перехода на новый уровень энергоэффективности могут быть обусловлены рядом факторов:

- отсутствие заинтересованных сторон, готовых вложить деньги в модернизацию существующей централизованной системы горячего водоснабжения, поскольку механизм возврата вложенных средств законом не предусмотрен;

- отсутствие стимулов для ресурсоснабжающих организаций из-за отсутствия тарифных источников финансирования такой деятельности.

Централизованное горячее водоснабжение потребителей от центральных тепловых пунктов, принадлежащих теплоснабжающим организациям, всегда рассматривалось как неотъемлемая часть процесса теплоснабжения. Нагрев холодной водопроводной воды на центральных тепловых станциях законодательно не регулировался как товарное производство до декабря 2011. С принятием Федерального закона от 07.12.2011 № 416 «О водоснабжении и водоотведении», централизованное горячее водоснабжение в закрытых системах (от центрального теплового пункта) регулировалось этим законом, а в открытых - Федеральным законом от июля 27 декабря 2010 г. № 190 - Федеральный закон «О теплоснабжении». Это нововведение привело к появлению множества проблем во всех сферах деятельности теплоснабжающих организаций, как правило, которые также обеспечивают горячее водоснабжение:

- организационные, включая появление двух типов договоров (теплоснабжение и горячее водоснабжение) с проблемой распределения теплоснабжения между ними в соответствии с нормативным методом;

- инвестиции, связанные с одновременным подключением некоторых объектов к системам теплоснабжения и горячего водоснабжения;

- тариф, включающий сложный и непонятный для методики расчета тарифов потребителей на тепловую энергию и горячую воду, а именно перекрестное субсидирование между потребителями с различным теплопотребляющим оборудованием.

Таким образом, возникает ситуация, когда потребитель, не имеющий подключения к центральному тепловому пункту из-за наличия индивидуального водонагревателя в тепловом пункте объекта, оплачивает обслуживание оборудования горячего водоснабжения и сетей, относящихся к другим потребителям, в тарифе на горячее водоснабжение. Препятствие для дифференциации тарифов в соответствии со схемой подключения для регулятора,

устанавливающего тарифы, это фактор гражданского превышение максимального платежа. Это является стимулом для самостоятельной установки ИТП владельцами.

В то же время, в связи с повышенным износом оборудования центральных тепловых пунктов (в первую очередь систем деаэрации и водоподготовки) и сетей горячего водоснабжения, который носит системный характер в отрасли теплоснабжения, основной проблемой централизованного горячего водоснабжения является необходимость поддержания качества горячей воды. Повышенный износ сетей централизованного горячего водоснабжения в первую очередь обусловлен присутствием кислорода в горячей питьевой воде, как фактор агрессивной коррозии потока в трубопроводе. Как следствие, срок службы сетей горячего водоснабжения не превышает 7 лет при нормативном сроке в 20 лет.

Качество горячей воды устанавливается Санитарными правилами предписаниями 2.1.4.2496-09. Настоящие санитарно-эпидемиологические правила и предписания устанавливают гигиенические требования к качеству воды и организации централизованных систем горячего водоснабжения, а также правила подачи воды мониторинг качества. В соответствии с установленными санитарными правилами и нормами при эксплуатации централизованного горячего водоснабжения в системах водоснабжения температура в точках забора воды не должна быть ниже $+60^{\circ}\text{C}$, статическое давление должно быть не менее 0,05 МПа при заполненных трубопроводах и водонагревателях водопроводной водой.

Таким образом, необходимо решить проблему с горячей водой качество выходит на передний план при разработке городских инженерных систем для потребителей горячей воды.

Из-за отсутствия тарифных источников для модернизации оборудования и централизованных сетей горячего водоснабжения основным энергоэффективным решением является передача функции производства горячей воды от теплоснабжающей организации объекту капитального строительства потребителей путем установки ИТП с автономным производством горячей воды.

Каждый ИТП включает в себя модуль горячего водоснабжения с пластинчатым теплообменником, который устанавливается непосредственно в специально отведенном месте жилого дома, что позволит осуществить переход от четырехтрубной системы отопления к двухтрубной и исключить центральный отопительный пункт.

В то же время нет необходимости в обслуживании центрального теплового пункта и сетей горячего водоснабжения.

В дополнение к решению проблемы с горячей водой качество при установке ИТП потребители получают эффект снижения потерь тепловой энергии при выводе из эксплуатации центрального теплового пункта и сетей горячего водоснабжения. К неучтенным эффектам относятся сокращение периодов отключения сетей горячего водоснабжения на объектах потребителей в результате прорывов сетей горячего водоснабжения и во время их планового ремонта, прекращение ремонтных работ по горячему водоснабжению сети на территориях, прилегающих к объектам.

Всемирный банк ежегодно представляет рейтинг стран по государственным мерам по внедрению устойчивой энергетики (Нормативные показатели для устойчивого развития Энергия). Один из разделов — это рейтинг энергоэффективности. Российская Федерация находится в средней группе по результатам и занимает 46-е место из 133 стран. Прослеживается отставание Российской Федерации, препятствующее достижению целевых показателей, в том числе энергоемкости ВВП. Поэтому необходимо внедрять ключевые энергосберегающие и энергоэффективные технологии. В этом случае - индивидуальные тепловые пункты с автоматическим регулированием времени суток и погоды.

Самые высокие показатели внедрения ИТП с автоматическим контролем погоды в зданиях государственного сектора наблюдаются в городе федерального значения Санкт-Петербурге (20%), в Республике Татарстан (14%), Липецкой (12%) и Мурманской (12%) областях [5].

Среднее значение показателя по России составляет 5,4%. Доля многоквартирных домов, оснащенных ИТП с автоматическим регулированием температуры теплоносителя, в среднем по России составляет 4%. Лидерами являются следующие субъекты: Самарская область (27%), Республика Татарстан Алтай (17%), Белгородская область (17%), Ханты-Мансийск Автономный округ - Югра (13%).

Годовой ожидаемый эффект от установки ИТП с блоками учета и автоматического управления может составить до 22% потребляемой тепловой энергии. Средний срок окупаемости проектов составляет от 1 до 5 лет, поэтому можно сделать вывод, что экономическая эффективность внедрения ИТП в субъектах Российской Федерации достаточно высока

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гашо, Е.Г. Практика внедрения гибридных систем теплоэнергоснабжения в России / Е.Г. Гашо, А.И. Киселева, А.В. Темеров // Энергетические системы. – 2020. – № 1. – С. 13-18.
2. Трубаев, П.А. Методы автоматизации управления энергоэффективной работой насосов и насосных установок / П.А. Трубаев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – №2. – С.142-147.
3. Власова, А.А. Анализ структуры выработки и потребления тепловой энергии в России /А.А. Власова, П.Н. Тарасюк, П.А. Трубаев // Образование, наука, производство: Сб. тр. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – С. 1225-1231
4. Власова, А.А. Сравнение централизованного и децентрализованного теплоснабжения /А.А. Власова, П.Н. Тарасюк, П.А. Трубаев // Образование, наука, производство: Сб. тр. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – С. 1232-1236
5. Короткова, Л.И. Оценка эффективности энергосбережения в бюджетных организациях / Л.И. Короткова, Г.А. Павлова, Ю.А. Морева // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. – 2011. – № 7. – С. 75–80.

УДК 697.341

Ревина Ю.С.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОГОДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ, КАК СПОСОБ ЭКОНОМИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Внедрение элементов автоматического управления в системы регулирования отопительного оборудования практикуется уже более года. Конфигурации и схемы реализации таких устройств меняются, но в целом принципы автономного управления ставятся разработчиками во главу угла. Новое поколение термостатов называется погодозависимой автоматизацией, что также отражает характер задач инфраструктуры управления.

Назначение системы. В самых примитивных вариантах регуляторы температуры для отопительных котлов использовались для

отправки прямого сигнала на оборудование для установки определенного температурного режима. В более совершенных устройствах регулирование осуществлялось на основе заданных алгоритмов с акцентом на суточное время, сезонность и т.д. В погодозависимой автоматизации систем отопления уровень сложности регулирования повысился из-за возможности учитывать текущие параметры уличного климата [1]. То есть ключевая задача остается прежней - контролировать температурный режим условного котла, чтобы в доме поддерживался комфортный микроклимат. Но это достигается несколько иным способом, при котором команды для регулирования отдаются на основе текущих показателей погоды за пределами дома.

Особенности рабочего процесса. Основным рабочим параметром этой автоматики является диапазон температур охлаждающей жидкости, который варьируется от 40 до 105 °С. В условиях обогрева помещения этот диапазон может находиться в диапазоне от 5 до 30°С. При выборе конкретной модели устройства важно обращать внимание на этап регулирования и ошибку. Что касается первого значения, то в большинстве случаев оно не превышает 1°С, а возможные отклонения могут достигать 3°С, в зависимости от условий использования оборудования [2].

Особое внимание уделяется организации работы погодозависимой автоматики для отопления в части средств регулирования и фиксации показателей температуры. Для выполнения этих функций используются датчики, которые отслеживают температурные характеристики вне дома и в целевом помещении для обогрева. Способ передачи информации рассчитывается заранее - удаленно или по кабелю. Первый вариант больше соответствует концепции независимой автоматизации и вполне может быть реализован через канал Wi-Fi. Современные средства регулирования поставляются с модулями беспроводной передачи данных, синхронизирующимися с собственной системой управления котла (рис.1.). Если говорить о мониторинге температуры внутри дома, то чаще всего встроенные термометры используются в самом комплексе управления, но при желании может быть использована система распределения нескольких датчиков по каждой комнате [3].

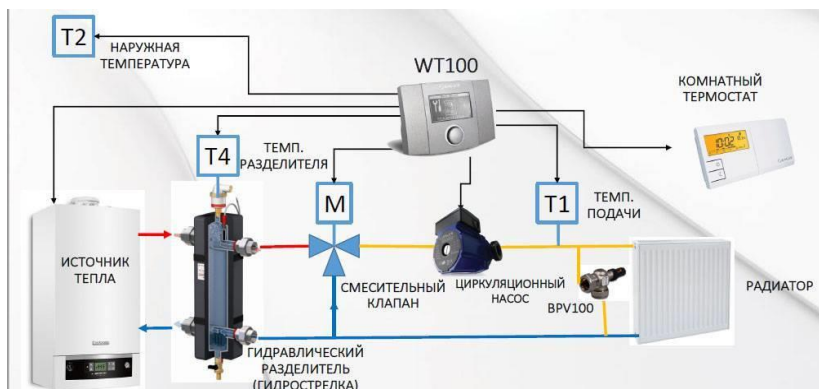


Рис. 1. Схема погодозависимого регулирования

Особенности настройки оборудования. Для того чтобы показатели производительности были правильно рассчитаны автоматикой, скорректированы с учетом погодных условий на открытом воздухе, необходимо установить правильный режим оценки теплового режима на этапе настройки контроллера. От пользователя требуется установить расчетный коэффициент взаимосвязи между начальными показаниями температуры на удаленных датчиках и требуемыми значениями микроклимата в помещении.

Например, настройка погодозависимой автоматизации может фиксировать два значения - шаг зависимости между температурой за окном и соотношением между температурой воды и тепловым режимом в доме. Простая схема настройки в данном случае может выглядеть так: при температуре -20°C снаружи в помещении должно быть 20°C .

Что касается охлаждающей жидкости, то средняя температура в данной конфигурации составит около 60°C . В то же время не исключены условные нарушения в схемах прямой настройки, когда может быть активирована функция самоадаптации оборудования. Например, если погодные условия снаружи остаются прежними, но в помещение поступает тепло из-за открытых окон. Соответственно, требуются совершенно другие мощности. Основываясь на показаниях датчиков, расположенных внутри помещений, автоматизация учтет такие нюансы, внося соответствующие коррективы в работу.

Для поддержания надлежащего функционирования всех компонентов автоматики необходимо регулярно проверять, очищать и, при необходимости, проводить ремонтные мероприятия. Это особенно верно для удаленных датчиков. Необходимо периодически разбирать их корпуса, проверяя соединения и состояние деталей конструкции.

Загрязненные и окислившиеся разъемы тщательно протирают спиртом, после чего рекомендуется проверить устройство мультиметром. В домашних условиях компоненты автоматики, зависящие от погоды, проверяются на качество электрических соединений. Примерно раз в месяц необходимо проверять состояние предохранителя, устройств защиты от перегрева и всей трассы кабеля [4].

Плюсы и минусы системы. Основными преимуществами данного метода регулирования является удобство в использовании. При условии правильной настройки рабочих алгоритмов вы можете избавиться себя от повседневных манипуляций с регулятором, продумывая оптимальные параметры нагрева. С другой стороны, полностью полагаться на погодозависимую автоматизацию также не стоит. На текущем этапе развития систем управления о полном интеллектуальном управлении, учитывающем множество факторов, не может быть и речи. Проблема, прежде всего, заключается в естественном оставании оборудования от меняющихся погодных условий. В то же время очевидно, что оборудование со многими датчиками требует затрат энергии на собственное электропитание, не говоря уже о косвенных затратах на то же обслуживание и ремонт [5]

Необходимость использования автоматизированных средств управления коммуникациями, в принципе, изначально была вызвана сложностью ручной настройки в многоквартирных, общественных и коммерческих зданиях. Сложность заключалась именно в том, что оператору приходилось вручную устанавливать рабочие параметры одной и той же системы отопления для десятков точек потребления.

В современной погодозависимой автоматизации котла такие задачи легко решаются с помощью дистанционного управления смартфоном. Практически каждый крупный производитель отопительного оборудования предлагает свои собственные приложения для управления этим оборудованием. Что касается возможности точного расчета оптимального температурного режима, то такие функции появились недавно и пока носят скорее экспериментальный характер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гашо, Е.Г. Практика внедрения гибридных систем теплоэнергоснабжения в России / Е.Г. Гашо, А.И. Киселева, А.В. Темеров // Энергетические системы. – 2020. – № 1. – С. 13-18.
2. Белоусов, А.В. Модель распределения изменяющихся климатических параметров / А.В. Белоусов, Ю.А. Кошлич, А.Г.

Гребеник // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – №1. – С.116-120.

3. Гашо, Е.Г. Оценка энергетических эффектов модернизации зданий и микрорайонов в процессе реновации / Е.Г. Гашо, Н.С. Булгаков, Ю.Д. Шкуро // Энергетические системы. – 2019. – № 1. – С. 196-199.

4. Трубаев, П.А. Автоматизированное проектирование энерготехнологического оборудования / П.А. Трубаев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2005. – 146 с.

5. Короткова, Л.И. Регулирование потребления тепловой энергии в жилом фонде / Л.И. Короткова, Н.А. Толдина // Вестник МГСУ. – 2011. – № 7. – С. 452–455.

УДК 621.3.084.2

Рошук Р.Д.

*Научный руководитель: Кижук А.С., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ЗАЕМЛЕНИЯ ОСЦИЛЛОГРАФА С ОБЪЕКТОМ ИЗМЕРЕНИЙ

В современной радиоэлектронике использование осциллографа играет решающую роль в диагностике и анализе электрических цепей. Этот незаменимый инструмент дает возможность визуализировать и измерить различные параметры сигналов, что позволяет более глубоко изучать их характеристики, а также находить неисправности в ремонтируемых устройствах.

Для большинства осциллографов, несмотря на их обширные возможности, является проблематичным производить визуализацию такого распространенного сигнала, как гармонические колебания сетевого напряжения бытовой сети. Это связано с тем, что подключение к изучаемому объекту производится при помощи двух проводников, одним из которых является «земля», т.е. заземление осциллографа. В случае вышеприведенного примера этот «земляной» щуп окажется подключенным или к фазе, или к нулю, в результате чего произойдет короткое замыкание с возможным выходом оборудования из строя. Данная проблема так же проявляется при использовании нескольких каналов осциллографа, когда все измерения возможны только относительно одной точки к которой подключен «земляной» щуп.

Для решения этой проблемы гальванической связи заземляющего контакта осциллографа с объектом измерений используют 3 подхода:

1) Гальванически развязывают питание осциллографа от сети или питают его от аккумулятора. В таком случае, например, при изучении сигналов в первичных цепях импульсных блоков питания, на корпусе прибора возможно наличие потенциально опасного высокого напряжения, что является нарушением техники безопасности. Так же это не решает проблемы использования сразу нескольких каналов;

2) Измеряют значение сигнала относительно земли осциллографа по каналу А и по каналу В. Затем с помощью функции математических операций осциллографа осуществляется вычитание сигналов двух каналов с отображением результирующей осциллограммы. При применении данного метода падает точность дискретизации и уменьшается в 2 раза количество доступных каналов;

3) Используют дифференциальный пробник. Он измеряет разность потенциалов (напряжения) между двумя сигнальными линиями. Сам пробник содержит в себе дифференциальный усилитель, который и обеспечивает преобразование напряжения между измеряемыми линиями в сигнал напряжения относительно линии «земли» для подачи на вход осциллографа. Данный подход аппаратный, и в отличие от второго, использует всего 1 канал осциллографа.

К сожалению дифференциальные пробники являются довольно дорогими устройствами, поэтому они зачастую недоступны студентам и радиолюбителям. Ввиду большой полезности данного оборудования в рамках текущей статьи ставилась задача разработать максимально бюджетный дифференциальный пробник.

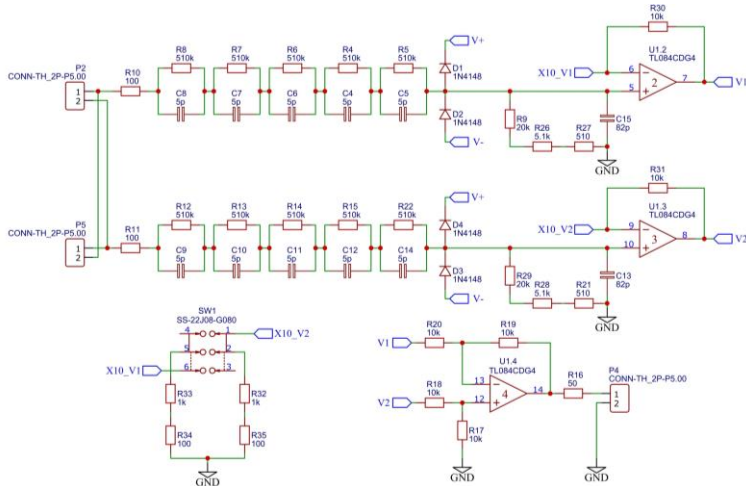


Рис.1. Схема дифференциального пробника (основная).

Так была разработана схема (Рис. 1) основным компонентом которой является дешевая микросхема TL084 в которой находятся 4 операционных усилителя обладающих высокой скоростью нарастания выходного сигнала. Измеряемый сигнал проходит через делители напряжения большого сопротивления, затем повторяется (или усиливается в 10 раз) операционными усилителями (ОУ), после чего попадает на дифференциальный усилитель реализованный на базе ОУ.

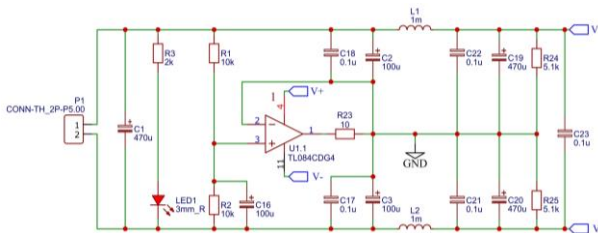


Рис.2. Схема питания дифференциального пробника.

Питание предлагаемой в рамках данной статьи схемы предполагается от батарейки 6LF22 «Крона». Ввиду все большей распространенности литий-ионных «Крон» с DC-DC преобразователями возникает необходимость фильтрации питания от высокочастотных помех, что усложняет схему питания

дифференциального пробника (Рис. 2) по отношению к случаю использования обычных гальванических элементов питания.

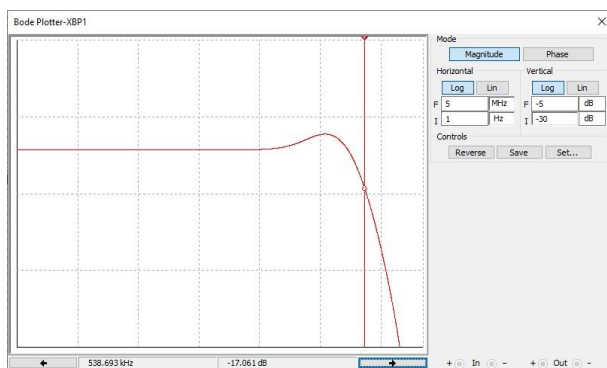


Рис. 3. ЛАЧХ дифференциального пробника.

Одной из важнейших характеристик любого дифференциального пробника является его полоса пропускания сигнала. Для ее анализа в среде Multisim была смоделирована работа вышеописанной схемы. В результате построения ЛАЧХ (Рис. 3) было определено что частота среза составляет 540кГц.

По разработанной в рамках данной статьи схеме был создан прототип дифференциального пробника (Рис. 4). Для подтверждения его работоспособности были проведены исследования сигналов различной формы. В качестве осциллографа был использован Hantek DSO2D15, который так же выступил и в роли генератора сигналов.

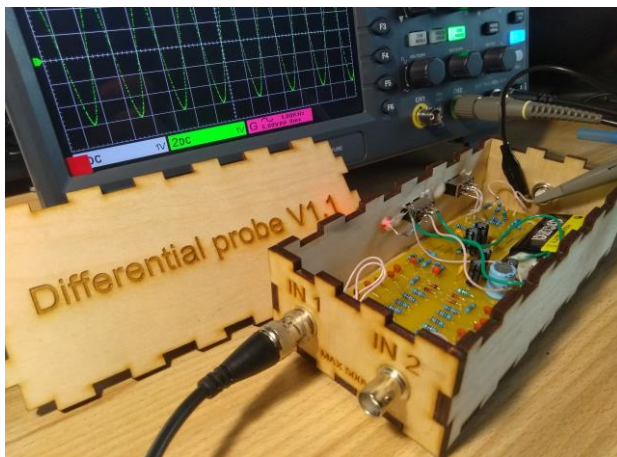


Рис.4. Внешний вид разработанного прибора.

В качестве проверочного сигнала был выбран гармонический сигнал с амплитудой 3 вольта и частотой 100 кГц (Рис. 5). Для наглядности на осциллограммах подаваемый сигнал обозначен розовым цветом, а полученный с дифференциального пробника синим.

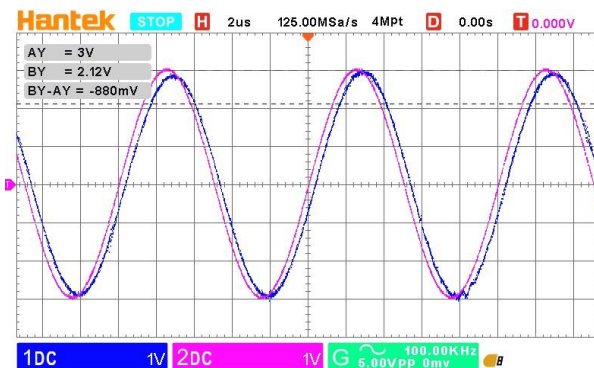


Рис.5. Осциллограмма гармонического сигнала с частотой 100кГц.

Проверка корректности полученной в результате моделирования полосы пропускания сигнала была произведена ручным поиском частоты среза, при котором происходит падение уровня выходного сигнала на 3дБ, т.е. до 70.7% от уровня поступающего на пробник сигнала (Рис. 6). Найденная опытным путем частота среза совпала с полученной в Multisim и составила 540кГц.

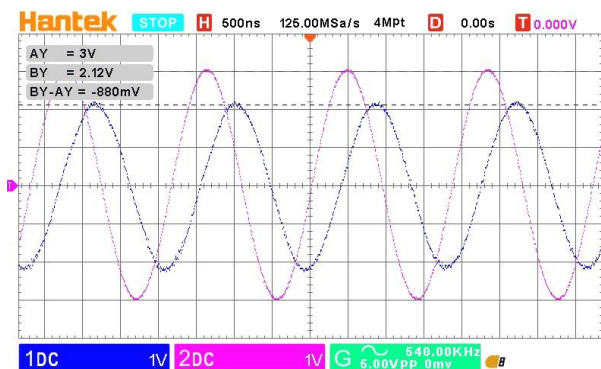


Рис.6. Осциллограмма гармонического сигнала с частотой 540кГц.

Обычно самым сложным сигналом для бюджетных осциллографов является меандр высокой частоты. Поэтому через разработанный дифференциальный пробник был так же изучен меандр с амплитудой 3 вольта и частотами до 540кГц. По осциллограмме (Рис. 7) видно, что на частоте 100кГц начинается искажение фронтов, поэтому эту частоту можно считать максимальной для сигналов сложной формы.

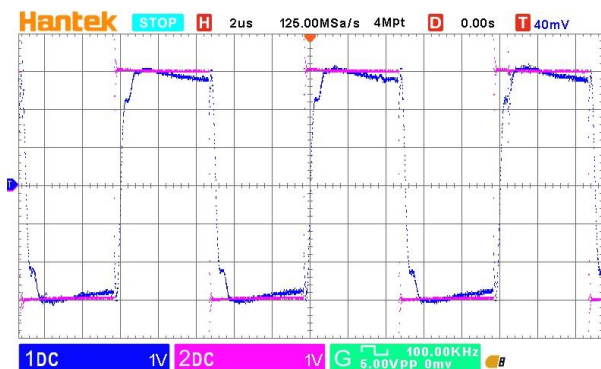


Рис.7. Осциллограмма меандра с частотой 100кГц.

Рассмотренная в рамках данной статьи схема позволяет создать дешевый дифференциальный пробник. Он уступает более дорогим аналогам по максимальной частоте и вносит небольшие помехи в измеряемый сигнал, однако его возможностей достаточно для решения большинства задач. Разработанный дифференциальный пробник в первую очередь ориентирован на радиолюбителей и студентов с

ограниченным бюджетом, которым необходимо производить измерения в относительно низкочастотных участках цепи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Бином, 2014. - 704 с - ISBN 978-5-9518-0351-1.
2. Differential amplifier - Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_amplifier (дата обращения 15.10.2023).
3. Differential Oscilloscope Probe Project [Электронный ресурс]. URL: <https://resources.altium.com/p/differential-oscilloscope-probe-project> (дата обращения 19.10.2023).
4. Активный дифференциальный пробник [Электронный ресурс]. URL: <https://vrtp.ru/index.php?showtopic=31811> (дата обращения 19.10.2023)
5. Кижук А. С. Микроконтроллеры в системах управления: учебное пособие для вузов / А. С. Кижук. - Белгород: Издательство БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. — 203 с.

УДК 533.65.013.622

Рылов И.В., Паньков Н.С., Метелкин В.А., Кротова В.С.

Научный руководитель: Баженова О.О., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

В настоящее время вопросы энергоэффективности и энергосбережения становятся все более актуальными. Одним из перспективных направлений в этой области является использование тепловых насосов для отопления, охлаждения и горячего водоснабжения зданий.

Тепловые насосы подразделяются на несколько основных видов в зависимости от используемого источника тепла:

1. Воздушные тепловые насосы используют тепло окружающего воздуха. Они отличаются простотой установки и эксплуатации, однако имеют относительно низкий коэффициент преобразования энергии (COP) по сравнению с другими видами.

2. Геотермальные тепловые насосы извлекают тепло из грунта или грунтовых вод. Они обладают высоким COP и могут использоваться для круглогодичного отопления и охлаждения зданий.

3. Водные тепловые насосы работают от природных источников, т.к. артезианская скважина или различных водоемов. Они также имеют высокий COP и обеспечивают стабильное теплоснабжение в любых погодных условиях.

4. Абсорбционные тепловые насосы работают на основе принципа поглощения тепла с использованием хладагента. Они характеризуются высокой эффективностью и возможностью использования различных источников тепла, включая промышленные выбросы и солнечные коллекторы. [1-2]

Применение тепловых насосов в зданиях влияет на ресурсосбережение и снижает выбросы парниковых газов. Использование геотермальных и водных тепловых насосов особенно актуально для регионов с холодным климатом, где необходимо обеспечить стабильное отопление в зимний период.

Водное отопление с помощью тепловых насосов обеспечивает более равномерное распределение тепла в здании, что улучшает комфорт проживания и снижает затраты на отопление. Кроме того, использование тепловых насосов позволяет отказаться от традиционных систем отопления на основе ископаемого топлива, что способствует снижению выбросов CO₂ и других вредных веществ в атмосферу.[3]

Тепловые насосы можно применять не только в системах отопления и горячего водоснабжения, но и для следующих целей:

- охлаждение производственных процессов;
- теплоснабжение промышленных объектов;
- обеспечение комфортной температуры в общественных зданиях;
- поддержание оптимальных условий хранения товаров в складских помещениях;
- обогрев теплиц и оранжерей;
- создание систем снеготаяния на крышах зданий и дорогах.

Каждый из видов тепловых насосов имеет свои особенности и преимущества, которые позволяют использовать их в различных условиях и для разных целей.

Таким образом, применение различных видов тепловых насосов оказывает значительное влияние на современное строительство, обеспечивая экологичность, энергоэффективность и комфорт проживания. Выбор типа теплового насоса зависит от климатических условий, потребностей здания и доступности источников тепла.

Однако, уже сегодня большинство развитых стран активно внедряют тепловые насосы в строительную практику, что подтверждает их перспективность и актуальность для устойчивого развития строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abdolhosseini S., et al. "Performance analysis of a novel solar assisted ground source heat pump system." *Applied Energy* 154 (2015): 684-695.
2. Alam M. M., et al. "A review on geothermal heat pump systems: Performance, applications, and recent developments." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67 (2017): 364-383.
3. Al-Qadi, Iyad, et al. "Experimental investigation on the performance of an absorption heat pump with different refrigerants." *Energy* 99 (2016): 216-224.
4. Arabi, H. M., and N. A. Rahim. "A review of geothermal energy utilization by heat pumps in buildings." *Renewable and sustainable energy reviews* 13.6 (2009): 1149-1156.
5. Bhandari, V. K., S. S. Bist, and R. C. Bansal.

УДК 662.767.2

Северинов П.В

*Научный руководитель: Трубаев П.А. д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ТОПЛИВА ИЗ СЫРЬЯ БИОМАССЫ

Большая часть тепла и электроэнергии, вырабатываемых из биомассы, вырабатывается в процессе термического сжигания. Горение - это просто акт или процесс горения. Совместное сжигание является еще одной формой сжигания и используется для описания установки, где биомасса сжигается в различных пропорциях вместе с углем или другим сырьем, таким как топливо, получаемое из шин. Установки, вырабатывающие только электроэнергию (прямое сжигание и совместное сжигание топлива), являются наименее эффективными, в то время как комбинированные теплоэнергетические установки (ТЭЦ)

используют одновременное производство тепловой и электрической энергии, тем самым повышая топливную экономичность[1].

Маломасштабные ТЭЦ, использующие сырье из биомассы, как правило, являются промышленными и производственными операциями, требующими значительного количества пара.

Технология пиролиза включает нагрев органического материала или биомассы в отсутствие кислорода. Биомасса преобразуется в твердое вещество или биоуголь, жидкое или биомасляное топливо и газ при различных температурных режимах и отсутствии кислорода. При более низких температурах, в основном производится биоуголь, который называется медленным пиролизом. При более высоких температурах био-масла образуются путем быстрого пиролиза[2].

Полученный биоуголь может быть использован в качестве почвенной добавки для повышения плодородия почвы и удержания воды, а также для улавливания углерода или производства энергии. Пиролиз различного сырья из биомассы в настоящее время находится в стадии исследования, и многие экспериментальные установки работают над коммерциализацией технологии посредством сотрудничества академических кругов и промышленности.

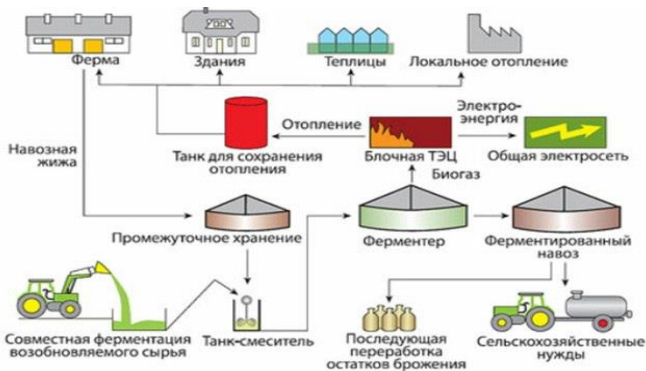


Рис.1 Схема производства биогаза

Газификация преобразует твердое топливо в горючий газ в присутствии пара, который может быть использован для выработки тепла или электричества. Эта технология более эффективна, чем прямое сжигание (на 40% и более), при использовании с усовершенствованными конструкциями турбин и системами рекуперации тепла.

Анаэробное сбраживание используется для опишите процесс расщепления микроорганизмами биомассы с выделением энергии

(биогаза) или для утилизации отходов со свалок и животноводческих ферм. Биогаз состоит из метана, углекислого газа и других остаточных газов. Газ может использоваться непосредственно в качестве топлива, или использоваться в газовых двигателях для выработки электроэнергии, или может быть преобразован в топливо более высокого качества, называемое биометаном, которое химически идентично природному газу. Большинство ресурсов биогаза – это таким образом, возобновляемая энергия, получаемая из этих источников, расположенных в сельской местности, скорее всего, будет использоваться для энергоснабжения объектов, расположенных вблизи производственных площадок, или электроэнергия может производиться и поставляться в сеть по соглашению о покупке электроэнергии[3].

Биотопливо, используемое для транспортировки, смешивается с традиционными источниками нефтяного топлива, такими как бензин и дизельное топливо. Основные культуры, которые используются для производства биотоплива, обычно классифицируются как сахар, крахмал или масличное сырье.

Исследуемое современное биотопливное сырье состоит из быстрорастущих деревьев или древесных культур с коротким севооборотом и многолетних трав, таких как подорожник, которые выращиваются специально для производства топлива[4]. Существует множество доступных технологий для производства различных видов топлива, но в данной статье будут рассмотрены наиболее жизнеспособные технологии для производства бензина и дизельного топлива из сырья биомассы.

Биохимические процессы используют химические вещества, ферменты и микроорганизмы для расщепления сырья на компоненты. Биотопливо первого поколения, такое как кукуруза и сахарный тростник, содержит легкодоступные сахара, которые можно сбраживать для получения биотоплива.

Современное сырье для производства биотоплива, такое как быстрорастущие деревья и подорожник, является волокнистым или целлюлозосодержащим и нуждается в дальнейшем расщеплении для выделения целлюлозы из других растительных волокон.

Этанол является наиболее широко используемым биотопливом и является топливной добавкой к нефтяному бензину, большая часть которого производится с помощью ферментации. Биодизельное топливо может быть произведено в процессе, известном как перэтерификация. Физические свойства биодизельного топлива могут варьироваться в зависимости от того, какое сырье используется, и это в первую очередь связано с жировым составом сырья. Существуют

стандарты, позволяющие убедиться, что клиенты запрашивают свои транспортные средства и оборудование качественным биодизельным топливом.

Термохимический процесс использует тепло и химические вещества для расщепления различных видов сырья из биомассы до синтез-газа или газовой смеси, содержащей различные количества монооксида углерода и водорода. Катализатор используется для ускорения химической реакции превращения синтез-газа в жидкое топливо. Тип используемого катализатора определяет, будет ли топливо представлять собой спирт или углеводородный продукт[5]. Дизельное топливо является наиболее распространенным видом топлива, получаемым с использованием процесса термохимической конверсии.

Технология газификации наряду с синтезом позволяет производить возобновляемое дизельное топливо из множества различных углеродсодержащих видов сырья, таких как уголь, природный газ и биомасса. Когда биомассу помещают в газификатор и частично окисляют или соединяют с кислородом, образуется синтез-газ. На следующем этапе процесса тепло извлекается из синтез-газа и проходит через фильтр для удаления примесей. Затем создается химическая реакция, в результате которой из синтез-газа образуются углеводороды или вещество на основе нефти. Затем углеводороды получают перерабатывается для производства дизельного топлива, бензина, керосина, сжиженного нефтяного газа, метана, этана (легкого и тяжелого парафина) и электроэнергии. Производимое из возобновляемых источников дизельное топливо является более чистым топливом и более совместимо с существующей инфраструктурой и транспортными средствами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Евстюничев М.А., Ильина Т.Н. Особенности сырьевой базы белгородской области для производства биогаза//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 160-173.

2. Гашо Е.Г., Киселева А.И., Темеров А.В. Практика внедрения гибридных систем теплоснабжения в России // Энергетические системы. 2020. № 1. С. 11-18.

3. Иванова И.В., Тюляков В.Е. Современные методы получения энергии из биомассы. В сборнике: Сборник статей по материалам научно-технической конференции института технологических машин и

транспорта леса по итогам научно-исследовательских работ 2018 года. отв. ред. В.А. Соколова. 2019. С. 336-345.

4. Забегаев А.И., Тихомиров И.В., Каменский Л.В., Карепанов М.В. Способ газификации топливной биомассы и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RU 2631808, 26.09.2017. Заявка № 2015156393 от 28.12.2015.

5. Соколов В.Н., Журавлева Н.Н., Рожнов А.В. Тепло из биомассы. анализ зарубежного и отечественного опыта.

В сборнике: Актуальные проблемы образования и общества. сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции. Ярославская государственная сельскохозяйственная академия. Ярославль, 2020. С. 90-98.

УДК 658.264

Северинов П.В

*Научный руководитель: Трубаев П.А. д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АСТ — БОЛЕЕ ГИБКИЙ ИНСТРУМЕНТ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Атомная станция теплоснабжения (АСТ) - атомная станция, предназначенная для производства тепловой энергии для целей отопления и горячего водоснабжения. Развитие атомного теплоснабжения закономерно для России, как страны со времен советского союза, имеющей традиции централизованного теплоснабжения. В связи с этим была разработана атомная станция теплоснабжения (АСТ) с 39 реакторными установками АСТ-500. Она обладает гарантированной безопасностью и предлагается к размещению вблизи крупных городов.

Таблица 3.- Характеристики АСТ-500

Количество блоков	2
Мощность каждого блока	500 МВт
Тепловая мощность	860 Гкал/ч
Температура воды	150°C
Давление воды	20 атм.

Первую такую АСТ предполагается построить на Сибирском химическом комбинате (г.Северск, Томская обл.). С экологической точки зрения АСТ-500 имеет такие достоинства как: высокая тепловая

экономичность; сохранение около полутора миллиардов кубометров кислорода воздуха ежегодно; отсутствие вредных для здоровья людей выбросов; минимальное водопотребление; экономия миллиона тонн условного топлива; это экологически чистый источник тепла, отсутствие влияния на биосферу. Преимущества АСТ перед традиционными ТЭС очевидны. Выбросы ТЭС, работающих на органическом топливе – это: образование смога, выпадение кислотных дождей, попадание в биосферу особо вредных канцерогенных веществ, КПД ТЭС 40%. АСТ-500 – чистый источник тепла, потребление кислорода отсутствует; водопотребление минимально, коэффициент полезного использования тепла – 95%. Попадание радиоактивности потребителю полностью исключено. Допустимые уровни активности теплоносителя и герметичность оборудования технологических контуров непрерывно контролируется автоматической системой радиационного технологического контроля. В реакторе АСТ-500 при повышении мощности, температуры или появлении пара, скорость реакции уменьшается, происходит самоглушение реактора и процесс прекращается. Поэтому быстрое неконтролируемое увеличение мощности в реакторах типа АСТ исключено. Нет 40 физических оснований для аварийных процессов. Системы безопасности выполнены в виде трёх, независимых каналов, каждый из которых выполняет свои функции при предполагаемом отказе другого канала. При рабочем давлении 20 атм. корпус реактора выдерживает давление 100 атм, т.е имеет пятикратный запас прочности.

В 1979 году в СССР было принято решение о строительстве первых двухблочных АСТ под Горьким (Нижний Новгород) и Воронежем, которое стартовало в 1982—1983 годах. В 1983 году был утвержден план дальнейшего внедрения АСТ на среднесрочную перспективу. Предполагалось, что в двух названных городах АСТ возьмут на себя значительную часть базовой тепловой нагрузки и при этом будут дополняться тепловыми мощностями на органическом топливе (главным образом, для покрытия пиковых нагрузок), а также сооружаемыми впервые тепловыми аккумуляторами большой емкости. Однако в результате резкого усиления антиядерных настроений в обществе после аварии в Чернобыле, к 1990 году реализация обоих проектов была официально прекращена. К тому времени строительные и монтажные работы были осуществлены более чем на ~50–70%. 2.2.1 Зарубежные проекты АСТ Помимо России, над идеей создания специализированных атомных котельных работали еще в нескольких странах.

Среди них наиболее серьезное внимание этой теме уделяет, пожалуй, Китай. По последним данным, Китайский институт ядерной энергетики (NPIC), входящий в состав корпорации CNNC, подписал 17 февраля 2019 года контракт на создание демонстрационного проекта по атомной станции районного теплоснабжения в городском округе Байшань (провинция Гирин). Такая станция будет способна обеспечить потребности в отоплении территории свыше 80 млн м². Вэй Суо (Wei Suo), руководитель института NPIC, заявил на торжественной церемонии, что реализация демонстрационного проекта станет важным шагом в 41 осуществлении стратегии института по трансформации из "производителя ядерной электроэнергии" в "производителя ядерной энергии", то есть, в расширении неэлектрических применений атомной энергетики. Кроме того, проект в Байшане соответствует политике центрального правительства КНР по внедрению экологически чистых систем отопления в северной части Китая.

Также идею атомного теплоснабжения поддерживает Финляндия, которая рассматривала различные способы обеспечения города Хельсинки тепловой энергией. Центр технических исследований VTT в Финляндии сообщил о запуске проекта по разработке малого модульного реактора (SMR) для централизованного теплоснабжения. Большая часть центрального отопления страны в настоящее время обеспечивается сжиганием угля, природного газа, древесного топлива и торфа, но Финляндия нацелена на постепенное прекращение использования угля в производстве энергии к 2029 [20]. В VTT отметили, что декарбонизация системы централизованного теплоснабжения является одной из наиболее значительных климатических проблем, с которыми сталкиваются многие города. Цель проекта – создание нового финского промышленного сектора, основанного на технологиях, способных производить большинство компонентов, необходимых для АЭС. Проектирование реактора для централизованного теплоснабжения потребует опыта широкого круга финских организаций. Для достижения цели требуются новые инновации и внедрение новых технологий. Центральное отопление с использованием ядерных реакторов может обеспечить значительное сокращение выбросов. «SMR обеспечивают эффективный инструмент для борьбы с изменением климата. Этот проект является важным шагом для развития атомной энергетики в целом и будущего SMR», - говорит Антти Рантакаули, руководитель проекта исследования SMR в Fortum. 42 В течение последних пяти лет центр VTT принимал участие в проектах по изучению возможностей и разворачиванию реакторов SMR. На европейском уровне центр координирует проект Европейского

лицензирования малых модульных реакторов (European Licensing of Small Modular Reactors, ELSMOR), начатый в 2019 г. Центр также возглавляет один из рабочих проектов по европейским исследованиям и инновациям (McSAFE), начатый в сентябре 2017 г. этот проект разрабатывает инструменты расчета следующего поколения для моделирования физики реакторов SMR. Общество экомодернистов и энергии для человечества (Ecomodernist Society and Energy for Humanity) в сентябре 2017 г. опубликовало отчет, в котором была дана полная оценка декарбонизации энергетического сектора в Хельсинки за счет использования современных ядерных реакторов. Модель, использованная в тематическом исследовании Хельсинки, предусматривает будущее ежегодное использование энергии для централизованного теплоснабжения при 8 ТВт·час, электроэнергии при 12 ТВт·час и 4 ТВт·час водорода для транспортного топлива. Несмотря на то, что несколько усовершенствованных реакторов SMR разрабатываются и поступят на рынок к 2030 г., они могли бы соответствовать спецификациям. В исследовании были отобраны модели, которые следует учитывать, включая реактор HTR-PM с галечным слоем, который в настоящее время строится в Китае, и Интегральный реактор на расплаве соли компании «Terrestrial Energy». За счет гораздо менее жестких ограничений по удаленности малых модульных реакторов, возможности размещения их в непосредственной близости от потребителей, создается благоприятная почва для развития данного направления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Паротурбинные установки АЭС / Под ред. М.Ф. Косяка. М.: Энергия, 1978. С. 4-9.
2. История создания атомных станций теплоснабжения в крупных городах. Сегодняшние реалии: обзор по материалам СМИ // Новости теплоснабжения. — 2011. — № 2(126). С. 18-22.
3. Бухмиров В.В., Солнышкова Ю.С., Савельева М.А. Экспериментальное исследование системы отопления с инфракрасными излучателями // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2011. № 3. С. 11-12.
4. Гашо Е.Г., Чехранова О. Энергетическая стратегия предприятия // Энергетические системы. 2021. № 1. С. 9-18.
5. Нестеров М.Н., Трубаев П.А., Михайлова М.Ю. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага

// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 3-5.

УДК 331.2

Сибгатова И.Г.

*Научный руководитель: Филина О.В., канд. экон. наук, доц.
Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия*

ОПЛАТА ТРУДА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

В современном мире конкуренция становится все более ожесточенной, руководители предприятий электроэнергетики заинтересованы в повышении производительности своих организаций. Вопрос оплаты труда является одной из важнейших областей в общей структуре экономики. В частности, сектор электроэнергетики оказывает существенное влияние в обеспечении энергетической безопасности и развития общества. В связи с этим, оплата труда работников электроэнергетики является актуальной проблемой, требующей целенаправленного и комплексного подхода.

Оплата труда зависит от большого количества факторов, включая квалификацию сотрудников, сложность выполняемой работы, региональные особенности, состояние отрасли и другое.

Создание справедливой системы оплаты труда, которая будет обеспечивать стимулы для профессионального роста и развития работников электроэнергетики является одной из главных задач оплаты труда. Такая система должна учитывать не только текущие затраты на производство электроэнергии, но и долгосрочные перспективы развития отрасли. Данная система основывается на уровне ответственности, сложности, опасности выполняемых работ и обеспечивает справедливость в оплате труда, создает условия для достижения высоких результатов в сфере электроэнергетики, что вносит важный вклад в развитие этой отрасли и общества в целом.

Уровень оплаты труда в электроэнергетике определяется рядом показателей, среди которых можно выделить следующие:

– Уровень квалификации работника. В электроэнергетике, как и в любой другой отрасли, наиболее высокооплачиваемыми являются специалисты с высоким уровнем профессиональной подготовки. Это относится к инженерам, техникам, специалистам по эксплуатации и ремонту оборудования.

– Опыт работы. Чем больше у работника опыта работы в электроэнергетике, тем выше его шансы на получение более высокой заработной платы.

– Место работы. Предприятия и организации электроэнергетики, расположенные в крупных городах или в регионах с высоким уровнем жизни, предлагают более высокие зарплаты, чем предприятия, расположенные в менее развитых регионах.

– Региональные особенности. Уровень жизни в разных регионах России существенно отличается, что отражается на уровне оплаты труда.

Основными особенностями оплаты труда в электроэнергетике являются:

1. Сложность и ответственность выполняемых работ. Работники этой отрасли занимаются эксплуатацией и обслуживанием энергетических объектов, а также разработкой и внедрением новых технологий. Они осуществляют контроль и регулирование работы сетей электроснабжения, а также решают проблемы, связанные с непрерывностью электроснабжения. Такая повышенная ответственность и сложность работ влияют на уровень оплаты труда в данной отрасли.

2. Степень автоматизации процессов. Благодаря усовершенствованным технологиям и внедрению систем автоматизации, многие рутинные операции выполняются машинами и компьютерами. Это влияет на организацию и оплату труда в отрасли, поскольку требуется меньшее количество сотрудников для выполнения некоторых задач, но появляются новые требования к квалификации работников, что может отражаться в уровне их оплаты.

3. Социальная поддержка. Так как электроэнергетика является важной отраслью, государство и общество ожидают от ее работников надежности и стабильности. В связи с этим, работники электроэнергетики могут получать дополнительные социальные льготы, компенсации, определенные выплаты, медицинское страхование и другие социальные гарантии.

Организация порядка оплаты труда в электроэнергетике требует взаимодействия между работодателем и профсоюзными организациями. Вместе они разрабатывают коллективные договоры, в которых фиксируются размеры и условия оплаты труда. Профсоюзы играют важную роль в защите интересов работников и следят за соблюдением законодательства в сфере оплаты труда. Более высокий уровень оплаты сказывается на уровне удовлетворенности сотрудников и их общей работоспособности. Не следует обходить взаимосвязь между оплатой

труда и мотивацией сотрудников для повышения квалификации и профессионального развития. Когда компания предоставляет возможности для развития персонала и привлечения квалифицированных специалистов, компания также должна уделять внимание адекватному вознаграждению. Более высокие заработки не только мотивируют сотрудников стремиться к профессиональному росту, но и обеспечивают быструю адаптацию к инновациям и новым технологиям в сфере электроэнергетики.

В нынешних условиях постоянно меняющейся экономической ситуации, электроэнергетическая отрасль сталкивается с необходимостью оптимизации затрат и повышения эффективности производства. В связи с этим порядок оплаты труда в электроэнергетике регулярно пересматривается и приводится в соответствие с текущими потребностями и требованиями рынка.

Оплата труда в электроэнергетике – сложная и многогранная проблема, требующая учета множества факторов. Для достижения оптимальных результатов необходима тщательная аналитическая работа и разработка прогрессивных методов оплаты труда, учитывающих интересы всех сторон – работников, предприятий и общества в целом.

Из вышесказанного следует, что оплата труда в электроэнергетической отрасли имеет свои особенности, обусловленные сложностью выполняемых работ, степенью автоматизации процессов, необходимостью постоянного обучения и социальной ответственностью. Порядок оплаты труда в электроэнергетике строится на принципах социальной справедливости, оплаты по результатам труда и дополнительных выплат. Коллективные договоры и участие профсоюзов способствуют соблюдению законодательства и защите интересов работников. Гибкость и адаптивность системы оплаты труда позволяют электроэнергетике эффективно функционировать в условиях современного рынка. Понимание этих особенностей позволяет правильно оценивать и урегулировать систему оплаты труда в данной отрасли и создать условия для мотивации и развития работников электроэнергетики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакина С.И. Оплата труда: организация, учет, налогообложение / С.И. Бакина// М.: ООО "Вершина". – 2006. – 160 с.
2. Гейц, И.Г. Новые системы оплаты труда работников бюджетной сферы / И.Г. Гейц.// М.: Дело и сервис. – 2020. – 23 с.

3. Чарышкина, А. В. Особенность экономики в энергетической отрасли / А. В. Чарышкина // Молодой ученый. – 2017. – № 12. – С. 373–376.

УДК 621.31

Сибгатовая И.Г.

Научный руководитель: Шацких З.В., ст. преп.

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия*

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Производство и передача электроэнергии являются важнейшими процессами в современном мире. Они обеспечивают энергетические потребности промышленных предприятий, домашних хозяйств и государств в целом. Он включает в себя несколько этапов.

Первый этап производства электроэнергии - это процесс генерации. Он может быть осуществлен различными способами, в зависимости от используемых источников энергии. Одним из самых распространенных способов является генерация электроэнергии на основе возобновляемых источников энергии, таких как солнце, ветер, вода или геотермальные источники. В этом случае энергия преобразуется в электрический ток с помощью специальных устройств, таких как солнечные панели, ветрогенераторы или гидротурбины.

Другим способом генерации электроэнергии является использование топлива, такого как уголь, нефть или газ. В этом случае топливо сжигается в специальных энергетических установках, нагревая воду и создавая пар. Пар затем используется для привода турбин, которые преобразуют его энергию в механическую энергию, а затем в электрический ток.

Есть также другие способы генерации электроэнергии, такие как использование ядерного деления или теплового расширения, которые используются в ядерных электростанциях или геотермальных установках соответственно.

Вторым этапом производства электроэнергии является трансформация энергии. Это процесс изменения напряжения и тока электроэнергии с помощью трансформаторов. В производстве электроэнергии она обычно происходит в электростанциях, где генерируется электрический ток с высоким напряжением, а затем с помощью трансформаторов этот ток трансформируется в более низкое

напряжение для передачи по линиям электропередачи. При достижении места потребления энергии трансформаторы повторно трансформируют напряжение для подходящего использования в бытовых или промышленных целях. Трансформация энергии позволяет эффективно передавать электрическую энергию на большие расстояния и снижает потери энергии в процессе передачи.

Передача и распределение электроэнергии является третьим этапом процесса производства электроэнергии после ее генерации и преобразования. На этом этапе электроэнергия транспортируется через электрические сети от производителей к потребителям. В процессе передачи электроэнергии используются различные контрольные и защитные устройства, чтобы обеспечить безопасность и эффективность передачи. Защитные реле и предохранители устанавливаются, чтобы предотвратить повреждение электрического оборудования и снизить риск возникновения пожаров. После передачи электроэнергии она подается на подстанции распределения, где осуществляется ее распределение между различными потребителями. На данном этапе энергия преобразуется в напряжение, подходящее для использования в домашних, коммерческих и промышленных целях.

Финальный этап производства и передачи электроэнергии - это подключение к потребителям. На этом этапе электроэнергия достигает конечных потребителей, таких как домашние и промышленные потребители. Происходит распределение электроэнергии через электропроводку и сети внутри зданий и сооружений. Как только потребители подключены, они получают доступ к электрической энергии и могут использовать ее в своих повседневных нуждах, таких как освещение, обогрев, охлаждение, питание электроприборов и многие другие.

Каждый этап имеет свои особенности и требует строгой безопасности и контроля, чтобы предотвратить возникновение аварий и обеспечить надежность и эффективность предоставления электрической энергии для всех потребителей. Благодаря электроэнергии мы можем обеспечить свет, тепло и многие другие удобства, которые делают нашу жизнь комфортной и продуктивной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курбатов, С. А. Производство, передача и использование электроэнергии / С. А. Курбатов, Д. Н. Карамов // Технико-экономические проблемы развития регионов. – 2020. – С. 148-153.

2. Лебедев, В. Г. Производство и передача электроэнергии: исторические аспекты и современное состояние / В. Г. Лебедев, А. Ю. Климов, С. В. Морозова // Энергосбережение и энергетика. – 2017. – № 3. – С. 52-56.

3. Сорокин, С. А. Технологии передачи электроэнергии: современные требования и тенденции / С. А. Сорокин, Л. П. Григорьева, И. В. Зайцева // Энергетика и энергосбережение. – 2019. – № 4. – С. 30-35.

УДК 621.311

Сиразева Р.И.

Научный руководитель: Шацких З.В., ст. преп.

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия*

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И УЛУЧШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В эпоху быстрого развития технологий и роста потребления электроэнергии, энергоэффективность и улучшение производительности становятся ключевыми приоритетами для электроэнергетических предприятий. В этой статье будет рассмотрено, почему повышение качества и улучшение производительности являются необходимыми задачами для электроэнергетической отрасли, а также представлены рекомендации и стратегии для их достижения.

Одной из основных причин, по которой повышение качества и улучшение производительности необходимы для электроэнергетических предприятий, является растущие потребности рынка. С каждым годом потребление электроэнергии увеличивается, и предприятия должны быть готовы удовлетворить этот спрос. Повышение производительности помогает предприятиям эффективно использовать ресурсы и обеспечить непрерывную поставку электроэнергии своим клиентам.

Кроме того, повышение качества играет важную роль в поддержании надежности и безопасности систем электроснабжения. Некачественная работа или сбой в работе энергетической системы могут иметь серьезные последствия, включая потерю энергии, денежные потери и даже угрозу жизни людей. Повышение качества производства на электроэнергетических предприятиях позволяет

уменьшить вероятность подобных сбоев и обеспечить надежность и стабильность энергосистем.

Какими же методами и стратегиями можно достичь повышения качества и улучшения производительности? Во-первых, модернизация технологий является неотъемлемым шагом для достижения этих целей. Внедрение новых и более эффективных технологий позволяет улучшить производительность и энергоэффективность оборудования. Например, модернизация солнечных электростанций (СЭС), распределительных схем электропитания и электроустановок. Это достигается путем замены устаревшего электрооборудования на современное с увеличением КПД и степени надежности. Внедряя энергосберегающие устройства можно значительно снизить энергопотребление предприятия и повысить его эффективность.

Во-вторых, автоматизация процессов играет важную роль в улучшении качества и производительности на электроэнергетических предприятиях. Автоматизация позволяет снизить человеческую ошибку и улучшить точность и надежность работы систем. Например, автоматизированная система управления уличным освещением (АСУ УО). Преимуществом такой системы является возможность мониторинга работы уличного освещения. Система может сообщить об обрыве или неисправности в освещении, что позволяет оперативно реагировать и проводить ремонтные работы.

Помимо автоматизации, обучение и развитие персонала играет важную роль в повышении производительности и качества на электроэнергетическом предприятии. Обученные и квалифицированные сотрудники способны быстро и эффективно реагировать на изменения в процессах, а также выявлять и устранять возникающие проблемы. Постоянное обучение персонала новым техникам и методам также позволяет повысить производительность работы и культуру безопасности на предприятии.

Также, оптимизация энергопотребления является одним из ключевых аспектов при повышении качества и улучшении производительности. Идентификация и устранение энергетических потерь, а также внедрение эффективных систем управления энергией, могут значительно повысить энергоэффективность предприятий и сократить расходы на электроэнергию.

Наконец, важно обратить внимание на экологические аспекты в повышении качества и улучшении производительности на электроэнергетических предприятиях. Ограничение выбросов вредных веществ и применение возобновляемых источников энергии помогают улучшить экологическую ситуацию и снизить негативное влияние на

окружающую среду. Применение ВИЭ и централизованной электрической сети позволяет снизить потери в энергоустановках, тем самым снижая потери в распределительной сети и электроприводах, повысить качество электроэнергии, влияющее на экономичность работы электроприемников.

В заключение, повышение качества и улучшение производительности на электроэнергетических предприятиях являются неотъемлемыми задачами, которые могут быть достигнуты благодаря модернизации технологий, автоматизации процессов, оптимизации энергопотребления и учету экологических аспектов. Эти меры не только улучшат эффективность предприятий, но и обеспечат надежность и безопасность систем электроснабжения, а также сделают энергетику более экологически устойчивой

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яруллина Г. Р. Управление энергосбережением на промышленном предприятии. – Казань: Изд-во КГФЭИ, 2009. – 111 с
2. Данилов О. Л. Основы энергосбережения. – М.: Изд. дом МЭИ, 2010. – 424 с.
3. Абдуллазянов Э.Ю., Зарипова С.Н., Федотов А.И., Ахметшин А.Р. Улучшение показателей качества электроэнергии в распределительных сетях напряжением 0,4-10 кВ. Энергетика Татарстана. №1. 2012. С. 3-7.

УДК 620.9

Солдатенков М.А.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Децентрализованная энергетическая система характеризуется размещением объектов по производству энергии ближе к месту потребления энергии. Децентрализованная энергетическая система позволяет оптимально использовать возобновляемые источники энергии, а также комбинированную тепловую и электрическую

энергию, сокращает использование ископаемого топлива и повышает экологическую эффективность [1].

Децентрализованная энергетическая система - это относительно новый подход в электроэнергетике большинства стран. Традиционно энергетическая отрасль была сосредоточена на строительстве крупных центральных электростанций и передаче генерирующих нагрузок по протяженным линиям передачи и распределения электроэнергии потребителям в регионе. Децентрализованные энергетические системы стремятся приблизить источники энергии к конечному потребителю. Конечные потребители распределены по всему региону, поэтому использование источников выработки энергии аналогичным децентрализованным образом может снизить неэффективность передачи и распределения и связанные с этим экономические и экологические издержки.

Компоненты инфраструктуры

Децентрализованная система основана на распределенной генерации, хранении энергии и реагировании на спрос.

Распределенная генерация: основным компонентом децентрализованной энергетической системы является распределенная генерация. Как тепло, так и электроэнергия могут вырабатываться децентрализованным образом. Но тепло не может передаваться на большие расстояния, поэтому традиционно оно вырабатывается на месте.

Переход к децентрализованному производству электроэнергии позволяет координация производства тепловой и электрической энергии на комбинированных теплоэлектростанциях. Это повышает эффективность системы при производстве электроэнергии и тепла, поскольку тепло является побочным продуктом многих способов выработки электроэнергии.

Накопление энергии: важным ограничением в распределении электроэнергии является то, что электрическая энергия не может храниться и должна вырабатываться по мере необходимости. Добавление большего количества источников генерации в децентрализованную систему может привести к новым трудностям в регулировании предложения таким образом, чтобы оно наилучшим образом соответствовало спросу. Однако такие методы хранения, как аккумуляторы, сжатый воздух и гидроаккумуляторы с перекачкой, могут помочь поддерживать стабильность электросети, накапливая энергию, когда предложение превышает спрос, и подавая ее обратно в сеть в часы пик. Хранение особенно полезно для электростанций с периодическим использованием возобновляемых источников энергии,

которые часто работают на максимальной мощности в непиковые часы. Как и в случае с генерацией, хранение также может и должно быть децентрализованным для максимальной эффективности.

Реагирование на спрос: технологии реагирования на спрос предоставляют еще один инструмент для управления стабильностью электросети, когда децентрализованная генерация подключена к сети. Традиционно управление сетями было сосредоточено на управлении поставками [2].

Но новые технологии, включая интеллектуальную сеть и интеллектуальный учет, позволяют осуществлять мониторинг и коммуникацию в режиме реального времени между производителями и потребителями электроэнергии для оптимизации использования сети. Фактически, при распределенной генерации и хранения, многие потребители электроэнергии иногда также будут производителями энергии. Внедрение интеллектуальных сетевых технологий для облегчения управления сетями необходимо для построения настоящего децентрализованной энергетической системы.

Проектирование инфраструктуры

Объекты распределенной генерации могут быть подключены к электросети или просто обслуживать определенный участок без подачи потенциальной избыточной генерации в сеть [3].

Подключение к электросети: распределенная выработка электроэнергии может быть подключена к центральной электросети, например, в коммерческих или промышленных предприятия, которые имеют собственные мощности по производству электроэнергии, но могут продавать избыточную мощность в сеть или в мини-сеть для обслуживания регионов, расположенных далеко от центральной сети. По мере дальнейшего развития странами своей центральной электросетевой системы мини-сети могут быть модернизированы для формирования распределительной сети, подключенной к более крупной сети передачи. Объединение распределенных генерирующих ресурсов через сетевую систему повышает их надежность, особенно при использовании периодически возобновляемых ресурсов. Кроме того, тепло, вырабатываемое ТЭЦ, может быть подключено к распределительным трубопроводам для обслуживания района [4].

Автономная энергетика: Управление спросом на электроэнергию и хранение энергии, хотя и в меньших масштабах, по-прежнему являются важными компонентами автономной децентрализованной энергетической системы. Даже домашняя солнечная система для одного жилого блока работает наиболее эффективно при наличии аккумуляторных батарей и в том случае, если

пользователи сами управляют своими нагрузками, чтобы наилучшим образом соответствовать колебаниям электроснабжения.

Тепло, вырабатываемое ТЭЦ, также может обслуживать один объект, требуя меньшего количества инфраструктур для передачи тепла соседним зданиям.

Проблемы, связанные с использованием децентрализованной энергетической системы

Институциональная:

- контролируемые государством рынки электроэнергии препятствуют развитию децентрализованной энергетической системы, поскольку распределенная генерация поощряет множество участников становиться производителями электроэнергии;

- подключение сопряжено не только с экономическими трудностями, но и с юридическими и административными препятствиями для разработчиков проектов;

- необходимо разработать схемы владения и системы ценообразования для автономных и мини-сетевых услуг. Ценообразование должно учитывать не только стоимость производства электроэнергии от установки или системы, но и способность и готовность пользователей платить.

Техническая:

- при неправильном планировании крупномасштабное развертывание в распределенной генерации может привести к нестабильности профиля напряжения;

- новые технологии, такие как интеллектуальная сеть, возобновляемые источники энергии и накопители энергии, потребуют пересмотра критериев функционирования всей энергосистемы в целом;

- технология реагирования на спрос требует постоянного и надежного подключения к Интернету, что в настоящее время делает ее неподходящим вариантом для большей части Азиатско-Тихоокеанского региона.

Финансовая:

- распределенные источники генерации часто имеют более высокие капитальные затраты на кВт по сравнению с крупными центральными электростанциями, особенно из-за операционных издержек на подключение;

- высокие капитальные затраты и длительный жизненный цикл существующей инфраструктуры передачи и распределения затрудняют переход на более эффективную инфраструктуру;

- из-за проблем со стабильностью системы при добавлении подключенных к сети распределенных источников генерации

учитывается интеграция с системами передачи и распределения электроэнергии. Такая интеграция может быть дорогостоящей для операторов распределенной генерации и электросетей [5].

Подводя итог можно выделить несколько путей реализации стратегии развития децентрализованной энергетической системы:

Трансформация рынка: Увеличение числа объектов производства электроэнергии требует определенной степени иверсификации энергетического рынка. В странах с полностью или, в значительной степени, контролируемыми государством энергетическими рынками необходимо пересмотреть институты и политику, чтобы поддержать участие местных органов власти, общественных кооперативов и частного бизнеса в производстве и распределении электроэнергии.

Создание стимулов: Продвигайте распределенную генерацию путем установления дифференцированных льготных тарифов для подключенных к сети возобновляемых источников энергии, чтобы гарантировать, что коммунальные службы будут принимать избыточную мощность от распределенных генераторов и предоставлять ее в распоряжение локальной сети.

Установите стандарты: Стандартизируйте требования к межсетевому подключению, чтобы уменьшить технические и юридические трудности, связанные с подачей электроэнергии в сеть. Это сделает выход на энергетический рынок более привлекательным для частных организаций и кооперативов.

Наращивание потенциала и навыков: Сосредоточьтесь на наращивании потенциала для создания квалифицированной рабочей силы для обслуживания и эксплуатации децентрализованных систем генерации, хранения и распределения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев, П.А. Системы энергоснабжения промышленных предприятий. / П.А. Трубаев, А.В. Губарев, Б.М. Гришко – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 199 с.

2. Нестеров, М.Н. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага / М.Н. Нестеров, П.А. Трубаев, М.Ю. Михайлова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 5 – С. 208–211.

3. Гашо, Е.Г. Оценка энергетических эффектов модернизации зданий и микрорайонов в процессе реновации / Е.Г. Гашо, Н.С. Булгаков, Ю.Д. Шкуро // Энергетические системы. – 2019. – № 1. – С. 196–199.

4. Гашо, Е.Г. О прогнозировании трендов изменения удельных смешанных нагрузок электропотребителей микрорайонов и городов в условиях недостаточности данных / Е.Г. Гашо, С.В. Гужов, А.А. Кролин // Энергетические системы. – 2018. – № 1. – С. 84–94.

5. Бабичев, Р.П. Модель оптимального энергоэффективного состояния распределенной отказоустойчивой системы с учетом почасовых колебаний нагрузки / Р.П. Бабичев, А.Д. Клабуков, К.В. Родионов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 2. – С. 208-212.

УДК 697.432

Солдатенков М.А.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Основной целью водоподготовки в энергетическом секторе является опреснение воды. Поскольку соединения кальция и магния - это те, которые могут в несколько раз сократить срок службы нагревательных элементов энергетических предприятий. Системы водоподготовки и водоочистки являются важнейшим компонентом оборудования энергетических предприятий [1]. Именно качество исходной воды напрямую влияет не только на надежность и эффективность всего энергетического комплекса, но и на сроки замены труб, пораженных коррозией или отложениями оксида железа.

Энергетические объекты включают в себя: котельные, отдельные промышленные водонагревательные установки, а также трубопроводы ТЭЦ и теплоэлектростанций.

Источники водоснабжения в энергетическом секторе

В качестве источника водоснабжения для котельных, ТЭЦ и ТЭС может использовать артезианскую скважину, поверхностную воду или городское водоснабжение (если объект расположен в черте города).

При подключении системы водоснабжения энергетического предприятия к существующим коммуникациям, фильтр определяется

требованиями специальной документации. Вода из артезианской скважины или озера предварительно очищается в «отстойниках» и «грязеуловители».

Задачи фильтров для воды в энергетическом комплексе

Оборудование для очистки воды в энергетическом комплексе используется для улавливания коллоидных и крупнозернистых примесей, а также солеобразующих элементов [2]. Однако на самом деле фильтры для котельных, ТЭЦ и теплоэлектроцентралей выполняют гораздо больше функций.

Фильтрующее оборудование - защита от потери тепла

Когда в энергетике используется «сырая» вода, на нагревательных элементах образуется толстый осадочный слой солей магния и кальция. Такая «подушка» является хорошим теплоизолятором, за счет чего значительно увеличивается расход тепла [3]. Соединения железа также отличаются своей способностью накапливать тепловую энергию. Именно поэтому опреснение воды в энергетике является одним из основных этапов организации работы предприятия.

Согласно исследованиям, теплопередача при нагревании количество элементов, подверженных отложению солей, уменьшается на 20-40%.

Кроме того, значительно снижается эффективность работы оборудования, что приводит к поломкам и вызывает преждевременный ремонт.

Производительность оборудования для фильтрации воды в энергетике может достигать 900 кубометров в час. В то же время регулярная регенерация высокоэффективных систем водоподготовки неизменно связана с необходимостью очистки и утилизации сточных вод и отходов энергетической компании.

За последнее десятилетие было произведено как строительство новых, так и масштабная реконструкция существующих водоочистных сооружений (ВОС). Основным методом, используемым в настоящее время для опреснения воды на большинстве тепловых и атомных электростанций, является ионный обмен. К недостаткам данной технологии относятся: значительное количество необходимого оборудования для очистки воды, высокая потребность в кислоте и щелочи, что приводит к необходимости довольно сложной экономии реагентов, системе нейтрализации сточных вод и образованию высокоминерализованных сточных вод, сброс которых ограничен. Более того, потребление расход реагентов для регенерации, как правило, в 2-3 раза превышает стехиометрический. Соответственно, количество сбрасываемых солей увеличивается во столько же раз. В

результате все это приводит к высоким капитальным и эксплуатационным затратам [4].

Из-за непредсказуемой селективности ионообменных материалов по отношению к органическому загрязнению общее содержание органического углерода в деминерализованной воде может находиться в диапазоне от 100 до 500-800 мкг/л, что не соответствует современным требованиям. Даже использование органопоглощающих ионообменников в большинстве случаев не приводит к достижению из требуемых показателей, но увеличивает расход воды на собственные нужды и расход хлорида натрия и щелочи на регенерацию.

С целью снижения эксплуатационных затрат на водоподготовку, улучшения качества деминерализованной воды используются новые технологии очистки воды на противоточных обменных фильтрах и установках, основанных на мембранных методах.

Некоторые новые ВОС основаны на использовании обратного осмоса для деминерализации воды с использованием традиционных технологий (осветлителей) в качестве предварительной обработки. Использование обратного осмоса позволяет извлекать до 96-98% солей на одной стадии очистки, что близко к эффективности одной стадии ионного обмена.

Система ионообменной доочистки может состоять из ступени ионообмена с одним катионным и одним анионообменным фильтром и/или фильтром смешанного слоя. Поскольку в такую установку подается деминерализованная вода, ресурс фильтра огромен и достигает десятков и сотен тысяч кубометров.

Существует также проблема, несоответствия качества исходной воды по содержанию железа, которая может быть решена путем ультрафильтрации на этапе предварительной обработки.

Ультрафильтрация позволяет не только получать воду, практически свободную от механических примесей, но и совместно с коагуляцией удалять значительное количество органических веществ (до 60% от исходного количества), а также коллоидная кремниевая кислота.

Совместное использование ультрафильтрации и обратного осмоса позволяет создать систему очистки воды с низким содержанием реагентов для получения фильтрата с удельной электропроводностью 1-5 мкСм/см. В таких схемах дальнейшее доведение качества воды до нормативных значений осуществляется с помощью ионного обмена или электроионита.

Таким образом, внедрение новых технологий опреснения в теплоэнергетике и на предприятиях, где требуется высококачественная

вода [5, 6], позволит значительно снизить производственные затраты за счет многократного сокращения потребления химикатов, уменьшения сбросов химически загрязненных сточных вод, что значительно улучшит состояние окружающей среды. окружающая среда и прилегающие водные объекты для их использования в будущем. Такие установки наиболее подходят для вновь возводимых объектов.

Это особенно актуально для труднодоступных районов, где это труднодоступные для транспортировки реагенты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Губарев, А.В. Конструкция и варианты модернизации конденсационного водогрейного котла / А.В. Губарев, Н.М. Лозовой // Энергетические системы. – 2018. – № 1. – С. 23–30.

2. Кулешов, М.И. Модернизация конструкции высокотемпературной части конденсационного водогрейного котла, направленная на повышение его ремонтпригодности / М.И. Кулешов, А.В. Губарев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 2. – С. 196–199.

3. Губарев, А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий / А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 240 с.

4. Кулешов, М.И. Конденсационный водогрейный котел для автономных систем теплоснабжения жилых, общественных и промышленных объектов / М.И. Кулешов, А.В. Губарев, А.А. Погонин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 2. – С. 171–173.

5. Эпоян, С.М. Механизм влияния активированных растворов реагентов на процессы очистки воды / С.М. Эпоян, С.С. Душкин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 3. – С. 140–144.

6. Лукьянов А.В. Водоподготовка газотрубных теплогенераторов / А.В. Лукьянов // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 342–346.

Солдатенков М.А.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ КОТЛА ОТ НАКИПИ

Образование накипи от жесткой воды в котлах, теплообменниках, градирнях и трубопроводах снижает эффективность отопительного оборудования. Кислотная промывка - единственный удовлетворительный метод удаления отложений накипи. В теплообменниках, для охлаждения которых используется речная или морская вода, также могут накапливаться отложения из-за загрязнения биологическими веществами или взвешенными веществами. Эти типы отложений можно удалить с помощью специально разработанных щелочных очистителей [1].

Почему кислотная чистка?

Накипь от жесткой воды в котлах, теплообменниках, градирнях и трубопроводах снижает их эффективность.

Для паровых котлов она может привести к тому, что эксплуатация котла станет опасной.

Кислотная очистка является единственным удовлетворительным методом восстановления эффективности теплопередачи путем полного удаления отложений [2]. Накипь, которая в основном состоит из кальция и магния, действует как изолятор между металлической поверхностью котла и водой, что приводит к повышению температуры металла котла. При достаточном количестве накипи металл перегревается, образуя пузыри и, в конечном счете, разрыв напорной части [3]. Влияние на эффективность котла представлено из табл. 1.

Таблица 1 – Влияние толщины отложений на эффективность котла

Толщина отложений на котле (мм)	Израсходованное топливо (%)
0,85	7
1,0	9
1,3	11
1,6	13
2,3	15
2,8	16

Когда следует проводить кислотную очистку системы?

Обычно, в случае котлов страхового инспектор выводит котел из строя, если считается, что он находится в опасном состоянии, и не разрешает котлу работать до тех пор, пока он не будет очищен удовлетворительным образом. Однако, если требуется восстановить эффективность теплопередачи, то решение о чистке может быть принято обслуживающим персоналом [4].

Теплообменники

Они будут подвержены засорению, ограничению потока и повышенному перепаду давления в трубопроводах, а также снижению эффективности теплопередачи. Кислотную очистку следует проводить до полного перекрытия трубопроводов, в противном случае циркуляция кислотного раствора невозможна.

Градири

Накипь, скапливающаяся в градирне, может содержать бактерии *Legionella*, а поскольку чистота систем является требованием стандартов, при наличии накипи потребуются кислотная очистка. Любой теплообменник, связанный с системой охлаждения, также может потребовать кислотной очистки.

Испарительные конденсаторы

Трубы испарительного конденсатора - это просто теплообменник, который охлаждает охлаждаемые газы. Эффективность охлаждения не только снизится, но и холодильная установка будет неэффективной, если газ охлаждается неправильно. Наличие накипи также подпадает под требования стандартов.

Что входит в состав кислотной очистки?

Кислотная очистка включает циркуляцию кислоты в низких концентрациях вокруг оборудования, что требует удаления накипи. Используемая кислота зависит от типа отложений и материала изготовления очищаемого от накипи оборудования. Обычно используются соляная, сульфаминовая, лимонная, муравьиная, плавиковая и фосфорная кислоты. При необходимости с этими кислотами можно использовать специальные ингибиторы коррозии, чтобы обеспечить целостность оборудования, подвергаемого кислотной очистке.

Для этой процедуры используется специализированное оборудование, предназначенное для химической очистки, и заключается она в следующем:

Образец осадка анализируется для определения наиболее подходящей кислоты для использования

Очищаемое оборудование изолировано, чтобы гарантировать, что чистящий раствор не сможет вытекать и загрязнять другое оборудование, трубы или водотоки. Насосы подключены для рециркуляции. Оборудование заполняется кислотой до необходимой концентрации

Для предотвращения воздействия кислоты на любой открытый металл добавляется ингибитор коррозии. Уровень накипи проверяется на кислотность и при необходимости добавляется дополнительная кислота. Процедура прекращается, когда концентрация кислоты остается постоянной, что указывает на то, что удаление накипи больше не производится, или при визуальном осмотре, если это возможно.

Кислотный моющий раствор удаляется для слива и нейтрализуется одновременно. Оборудование доливается водой с небольшим количеством щелочного раствора для нейтрализации остатков кислоты.

Отложение накипи обычно можно предотвратить, и в большинстве случаев оно вызвано отсутствием режима очистки воды или плохим контролем, если таковой имеется. Такие процессы, как парообразование, градирни и испарительные конденсаторы, обычно оснащаются каким-либо внешним оборудованием для очистки воды, таким как умягчитель воды, деионизатор, обратный осмос и т.д., которые удаляют соли кальция и магния, образующие жесткость, из воды до ее поступления в оборудование. Это единственный долгосрочный удовлетворительный метод обеспечения условий без накипи, который будет успешным до тех пор, пока оборудование обслуживается и контролируется надлежащим образом.

Если не используется внешнее оборудование для очистки воды, то можно ожидать образования накипи, но ее количество будет зависеть от количества используемой воды и температуры, до которой она нагревается. Некоторыми примерами оборудования, вызывающего проблемы с накипью, могут быть калориферы, баллоны для горячей воды, теплообменники, технологические баки, перегонные кубики, машины для формования пластмасс, экструдеры, посудомоечные машины, увлажнители воздуха и оборудование с водяным охлаждением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Губарев, А.В. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий / А.В. Губарев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 240 с.

2. Губарев, А.В. Конструкция и варианты модернизации конденсационного водогрейного котла / А.В. Губарев, Н.М. Лозовой // Энергетические системы. – 2018. – № 1. – С. 23–30.

3. Кулешов, М.И. Модернизация конструкции высокотемпературной части конденсационного водогрейного котла, направленная на повышение его ремонтпригодности / М.И. Кулешов, А.В. Губарев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 2. – С. 196–199.

4. Андреева, Е.В. Установка для химической очистки котлов от накипи / Е.В. Андреева// Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2005. – № 1. – С.64–65.

УДК 662.769

Тарасенко В.А

Научный руководитель: Беловодский Е.А., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Альтернативные источники энергии – это нетрадиционные источники энергии, в которые, как правило, входит солнечная, ветровая энергия, гидроэнергия, энергия биологического топлива и др. Нетрадиционные источники энергии в основном используют для уменьшения употребления ископаемых топлив, а также в местностях, где отсутствуют полезные ископаемые для выработки электроэнергии.

Самым распространённым видом альтернативной энергии можно считать солнечную энергию. Солнечные лучи можно преобразовывать в полезную энергию для активного или пассивного использования [1].

Для активного использования энергии Солнца применяются коллекторы, поглощающие солнечные лучи и преобразующие в тепло. Теплота переходит в теплоноситель, а далее идёт на обогрев помещения, нагрев воды, выработка электричества. При пассивном использовании энергии происходит внедрение специальных технологий в зданиях особого климата. Это может быть традиционные материалы, как изоляция, мощные полы, окна, обращённые на солнечную сторону. Благодаря солнечной энергии можно обеспечить потребность электроэнергии, но стоит учитывать, что такой вид энергии можно

получить только в дневное время суток, а также необходима солнечная погода, что не всегда бывает в разных уголках нашей страны.

Второй по популярности вид альтернативной энергии является энергия ветра. Суть этого метода заключается в том, что лопасти ветрогенератора преобразуют ветровой поток в механическую энергию вращения вала, а потом благодаря электрогенератору происходит превращение в электрическую энергию [2]. Ветряные электростанции подразделяются на подвиды в основном в зависимости от их местоположения: прибрежные, наземные, плавающие и оффшорные. Прибрежные ветростанции располагаются вблизи морей или океанов, которые играют роль в прогнозировании погоды. Самыми популярными являются наземные ветровые станции, которые располагаются на возвышенностях. Оффшорные ветростанции в основном ставятся в море, так как там находится зона постоянного морского ветра. Плавающие отличаются от оффшорных тем, что они плавают на платформе. Следует сделать замечания, что ветровая энергия распространена в отдалённых участках страны, так как туда сложно подвести электричество. Ветровая энергия слабо распространена в следствие высокой стоимости на оборудование и его обслуживания, невозможности поставить в определённых местностях из-за отсутствия ветра или его избытия.

Гидроэнергетика является важной отраслью в области производства электроэнергии. Этот вид выработки электроэнергии способствует уменьшению вредоносных выбросов и помогает разнообразить источники энергии [3]. Гидроэнергетику в основном используют на крупных реках или в местностях с большим количеством водных ресурсов. Гидроэлектростанции на реках имеют разнообразные габариты и разделяются на несколько видов:

1. *Плотинные ГЭС* в особенности строятся на реках или водохранилищах, где вода остаётся плотиной. Водный поток принимает участие для прокачивания через турбины, где кинетическая и потенциальная энергия превращается в электроэнергию.

2. *Русловые ГЭС* используется для рек с малым потоком воды или канав для производства электроэнергии. Положительной стороной таких гидроэлектростанций является их небольшой размер и экономическая эффективность, чем большие плотинные ГЭС. В основном русловые гидроэлектростанции располагаются в районах ограниченного количества водных ресурсов, что приводит к небольшому воздействию на окружающую среду и способствует выработки чистой энергии.

3. *Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС)* предназначаются для увеличения и расходования электроэнергии. Гидроэлектростанции задействуют два бака на разных уровнях – верхнего и нижнего. Электроэнергия производится за счёт перехода воды из верхнего бака в нижний, а потом происходит обратный процесс. Эти переходы позволяют контролировать энергопоток и обеспечивает постоянность энергосистемы.

Такой вид способа выработки электроэнергии сконцентрирован в большем случае в районах Сибири, потому что в этой зоне находится мощные реки. С помощью диаграммы можно ознакомиться с количеством ГАЭС в различных регионах нашей страны:

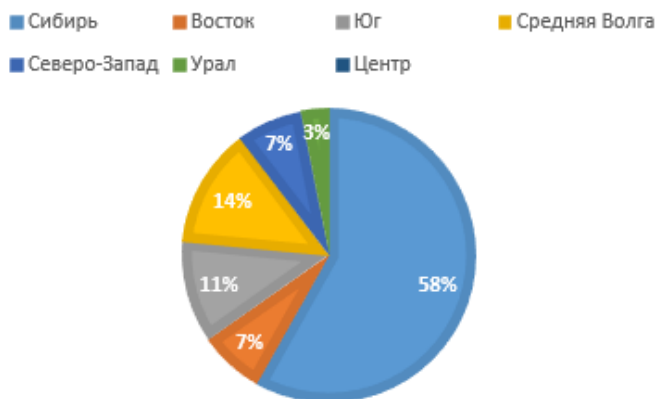


Рис.1 Процентное содержание ГАЭС в разных регионах России.

Биологическое топливо служит одним из альтернативных источников энергии. Биотопливо – это вид возобновляемого топлива, производимого из органических материалов, таких как древесина, солома, отходы сельского хозяйства и др. Оно может быть использовано в различных секторах, включая производство энергии и транспорт, с минимальным воздействием на окружающую среду, поскольку при сгорании биомассы выделяется углекислый газ, который предварительно был поглощен растениями в процессе фотосинтеза. Биологическое топливо подразделяется на несколько видов:

1. Твёрдое биологическое топливо – это распространённый вид биоэнергетического топлива. К этому виду топлива обычно относится к топливным источникам, получаемым из биомассы, такой как древесина, торф или другие органические материалы. Эти материалы подвергаются процессам биохимического разложения или пиролиза для

получения твёрдых топливных материалов. Твёрдое биологическое топливо используется в теплоснабжении, производстве электроэнергии и даже в некоторых типах автотранспорта как альтернатива традиционным ископаемым видам топлива, таким как уголь и нефть. Оно считается более экологичным, так как при сгорании в атмосферу выбрасывается меньше углекислого газа, чем при сгорании ископаемых топлив.

2. Жидкое биологическое топливо – это топливо, которое производится из биологической массы и материалов, содержащихся в жидком состоянии. Один из наиболее распространенных примеров жидкого биологического топлива - это биодизель, который производится из растительных масел, таких как соевое масло или рапсовое масло. Этот вид топлива может использоваться в дизельных двигателях и является более экологически чистой альтернативой традиционному дизельному топливу. Другой пример - это этанол, получаемый из биомассы, такой как кукуруза или сахарный тростник, и используемый в бензиновых двигателях. Жидкие биологические топлива имеют потенциал снизить зависимость от нефти и сократить выбросы парниковых газов, поскольку они могут быть произведены из возобновляемых ресурсов.

3. Газообразное биологическое топливо – это вид возобновляемого топлива, который производится из биологических материалов и находится в газообразном состоянии. Один из наиболее распространенных примеров - это биометан, который получают путем биологического разложения органических отходов, таких как навоз, пищевые остатки или растительные материалы. Биометан можно использовать в качестве альтернативного топлива для автомобилей и в производстве электроэнергии. Он считается экологически чистым, так как при сжигании выделяет меньше углекислого газа, чем традиционные ископаемые виды газа, такие как природный газ. Газообразное биологическое топливо способствует сокращению выбросов парниковых газов и содействует устойчивому использованию природных ресурсов.

В результате изучения различных источников мы пришли к выводу, что альтернативные источники энергии являются полезным заменителем традиционных источников энергии, но в следствие высокой стоимости на оборудование и обслуживание техники, они мало используются в нашей в стране в сравнение с традиционными источниками энергетики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аль-Ани, омар Абед Альнасер. Солнечная энергия и ее использование / омар Абед Альнасер Аль-Ани. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 7 (87). — С. 80-82. — URL: <https://moluch.ru/archive/87/16842/> (дата обращения: 10.10.2023).
2. Нечаев, И. С. Особенности и проблемы развития ветровой энергетики / И. С. Нечаев, Д. Е. Шонина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 15 (253). — С. 44-46. — URL: <https://moluch.ru/archive/253/57941/> (дата обращения: 11.10.2023).
3. Аль-Бермани, Али Гашним. Гидроэлектроэнергия / Али Гашним Аль-Бермани. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 5 (85). — С. 115-118. — URL: <https://moluch.ru/archive/85/16006/> (дата обращения: 12.10.2023).
4. Кравченко, Е.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Е. А. Кравченко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 214 с

УДК 654.026

*Тупсина А.А., Куликов Д.Е., Шрейдер И.В.
Научный руководитель: Туев В.И., д-р техн. наук, проф.
Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, г. Томск, Россия*

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЕСКОНТАКТНОЙ ОПЛАТЫ ПРОЕЗДА (ТРАНСПОНДЕР АВТОМОБИЛЬНЫЙ)

Транспондер автомобильный – это электронное устройство, которое устанавливается в автомобиль и используется для оплаты проезда на платных дорогах. Он подключается к заранее оплаченному счету пользователя, и каждый раз, когда автомобиль проезжает через платный участок, транспондер автоматически снимает со счета необходимую сумму. Внешне он напоминает небольшую коробку размером чуть больше спичечного коробка, корпус которой сделан из пластика. Автомобилисты крепят транспондер с внутренней стороны лобового стекла, мотоциклистам советуют вешать устройство в специальном чехле на предплечье [1].

Транспондеры помогают сократить время, которое нужно затратить на оплату проезда на платных дорогах, так как нет необходимости останавливаться у платежных кабин и тратить время на оплату наличными. Кроме того, многие компании предлагают скидки и

бонусы для пользователей, которые используют транспондеры для оплаты проезда.

Таким образом, транспондер автомобильный – это удобное и экономически выгодное устройство, которое используется для оплаты проезда на платных дорогах и помогает сократить время и упростить процесс оплаты.

Устройство состоит из 4 элементов таких как основание корпуса, крышка корпуса, печатного узла и патч антенны. Печатный узел состоит из 65 элементов и работает на частоте 5,8 ГГц на рисунке 1 представлена 3D модель корпуса устройства.

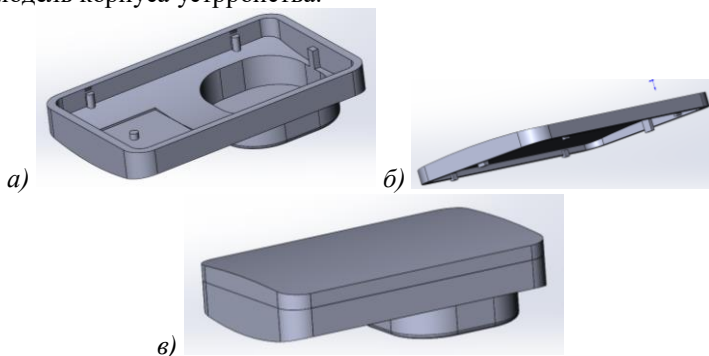


Рис.1 Корпус транспондера

а – основание корпуса, б – крышка корпуса, в – корпус в собранном виде

Структурно транспондер должен состоять из следующих частей:

- антенны, выполненной в виде печатных проводников на плате;
- микрополоскового фильтра;
- детектора огибающей;
- усилительного каскада на прецизионных операционных усилителях;
- детектора наличия несущей;
- дифференциального формирователя импульсов;
- цепи согласования антенны на PIN-диодах;
- формирователя диаграммы направленности антенны.

Антенна и формирователь диаграммы направленности принимает сигнал от RSU и передаёт отражённый сигнал от OBU вместе с ответными данными, сформированными на микроконтроллере.

Цепи согласования на пин-диодах (плата отражения) работает в 2-ух режимах: приёма и передачи. В режиме приёма она полностью пропускает принятый сигнал на несущей частоте, который в дальнейшем идёт на детектор, на плате реализован микрополосковый

фильтр. В режиме передачи сигнал, принятый от RSU отражается и при этом модулируется последовательностью цифровых сигналов, принятой от вычислительного блока транспондера.

Детектор огибающей выполняет функцию детектирования несущей и демодуляции амплитудно-модулированного сигнала, выделение огибающей сигнала. При детектировании несущей с данного блока генерируется сигнал побуждения для микроконтроллера, который проходит через схему пробуждения.

Схема пробуждения (детектор несущей) формирует сигнал для выхода микроконтроллера из-под сна, подавая сигнал с необходимой амплитудой. При пробуждении микроконтроллер подаёт сигналы по цепям, отвечающим за включение питания.

Усилитель ПЧ выполняет функцию усиления сигнала для получения сигнала приемлемого уровня на АЦП микроконтроллера.

Дифференциальный формирователь импульсов (Микроконтроллер) выполняет аналогово-цифровое преобразование сигнала, декодирование и формирование ответной последовательности.

В переводе с английского «transponder» означает «приемо-передатчик». Работа строится на обмене сигналами между самим устройством и оборудованием на ПВП. Процесс полностью автоматизирован и не требует участия водителя. Когда автомобиль подъезжает к шлагбауму, техника обменивается информацией, происходит оплата и можно ехать дальше. Обычно это занимает не более 30 секунд.

Никакие провода ему не нужны: транспондер питается от встроенной литий-ионной батареи, которая не требует подзарядки и замены, как минимум, в течение пяти лет.

На подъезде к пункту оплаты нужно снизить скорость до 20–30 км/ч и держать дистанцию около пяти метров от машины впереди – чтобы правильно считались данные транспондера [2].

Чтобы водитель мог контролировать работу транспондера, гаджет издает короткие звуковые сигналы:

- 1 раз – транспондер считан, и оплата прошла.
- 2 раза – транспондер считан, но количество средств на счету заканчивается.
- 4 раза – транзакция отклонена из-за технического сбоя, недостатка средств или по другим причинам.

Все транспондеры делятся на две основные группы: персонифицированные и не персонифицированные. Разница двух устройств в степени идентификации пользователя. В первом случае он привязывается к конкретному водителю по паспортным данным. Не

персонифицированные транспондеры – это анонимные устройства без указания информации о владельце.

Специальных навыков транспондер не требует. Для корректной работы его просто нужно правильно установить и вовремя пополнять баланс лицевого счета. В случае неисправности оборудование можно обменять у продавца.

Транспондер устанавливают с внутренней стороны лобового стекла – исключение составляют мотоциклы (для них предусмотрены специальные чехлы). В легковом автомобиле устройство размещают сразу за зеркалом заднего вида. Это место обычно выделяется заводской тонировкой с перфорацией. Особенно это актуально для стекол с многослойными защитными или атермальными покрытиями, а также нитями электрообогрева. У таких авто в остальных местах стекло не пропустит радиосигнал.

Порядок установки:

- предварительно очистите, обезжирьте и высушите поверхность стекла.
- На подготовленную поверхность установите транспондер. Для этого сначала удалите с крепления устройства защитную пленку двустороннего скотча.
- Приложите кронштейн с клеевой основой к стеклу, чуть надавите и подержите 10 секунд. После этого устройство можно использовать [1].

Платные дороги основательно вошли в жизнь российского водителя. Каждый год появляются новые трассы или вводятся платные участки на старых магистралях. Они позволяют намного быстрее преодолевать расстояния между конечными пунктами. При поездках по платным дорогам перед водителями встает вопрос оплаты. Она может проводиться разными методами, причем от выбранного способа может зависеть не только удобство, но и выгода автовладельца. Популярным средством оплаты проезда стал транспондер. Это устройство, которое позволяет быстро пересекать пункты взимания платы (ПВП), а в определенных случаях и дополнительно экономить, получая скидки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Транспондер. [Электронный ресурс]: URL: <https://unitoll.ru>
2. Транспондер для платных дорог: плюсы и минусы. [Электронный ресурс]: URL: <https://auto.ru>
3. Виды транспондеров. [Электронный ресурс]: URL: <https://vyborok.com>

ПЕРЕХОД ОТ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ РЕЛЕ К МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УСТРОЙСТВАМ С ФУНКЦИЕЙ СИНХРОННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Проблема бесперебойного функционирования электрических систем требует современных решений с расширением производства и усложнением самих электрических систем.

Традиционно эксплуатировались электромеханические реле до введения автоматизации производства. С прекращением выпуска электромеханических реле энергокомпания вынуждены были перейти на процессорное обеспечение.

Электромеханика зарекомендовала себя надёжным устройством, не требующим капитального усовершенствования. Системы технического обслуживания электромеханических реле функционально реализованы, как и технологии пролонгирования гарантийного срока эксплуатации.

Для защиты объектов энергоснабжения используется микропроцессорное оборудование, которое называется «Микропроцессорное устройство релейной защиты», сокращённо МУРЗ.

Переход от электромеханических реле к микропроцессорным устройствам с функцией синхронных векторных измерений возможен благодаря развитию новых функций регистрации процессов аварийного состояния и опережения отключения синхронных потребителей при нарушении устойчивости сети при малых габаритах устройств.

Многофункциональные электронные устройства требуют высокой плотности монтажа микроэлементов. При выходе из строя одного элемента затрудняется поиск неисправностей всей системы, а её замена экономически невыгодна. При работе с большой нагрузкой электронные компоненты чаще выходят из строя до окончания гарантийного срока службы. Производитель таких систем не заинтересован в их ремонте и восстановлении. Техническая документация засекречена в целях защиты авторского права, не выдаётся потребителям, что не позволяет ремонтировать данное устройство на объекте.

При проектировке электронных устройств технически важно рассчитывать электромагнитную совместимость элементов между собой, их взаимное влияние на работу всей системы, надёжность электролитических конденсаторов импульсных блоков питания, которые при механическом повреждении могут разрушать медные дорожки плат из-за протечки электролита.

Из всего вышесказанного следует, что микропроцессорная защита – высокотехнологичная, но дорогостоящая система. Более половины функциональных сбоев РЗА обусловлены ошибками технического персонала, поэтому требуется повышение квалификационных требований к специалистам по РЗА, одновременно с аналитической работой по разнообразным сбоям. Либо устройства РЗА должны обслуживать только фирмы-производители. Тогда стоимость устройств защиты существенно повысится.

В экономических целях производители стараются укомплектовать собственные устройства оригинальными сопутствующими компонентами для того, чтобы потребитель обращался для замены и обновлению комплектации только к одному производителю. Потребитель требует совместимые устройства с адекватным функциональным обеспечением, когда детали от одного продукта можно использовать с целью ремонта другого.

Большинство электромеханических реле анализируют показатели величины тока и напряжения в сети.

Микропроцессорные устройства дают высокую точность измерения, анализируют причину отключения, фиксируют время и дату отключения, выдают векторную диаграмму, запоминают длительность протекания аварийной ситуации.

Для идентификации параметров синхронных генераторов используются синхронизированные векторные измерения напряжений и токов во время возмущений в энергосистеме. Необходимы комплексные исследования скорости реакции реального векторного регистратора на возмущения, величины погрешности, а также компонентов переходного процесса. Векторные измерения во время возмущений в энергосистеме могут быть использованы для определения синхронных, переходных и сверхпереходных параметров генератора.

Важнейшие элементы электроэнергетических систем – синхронные генераторы высокой мощности, оснащаются устройствами синхронизированных векторных измерений напряжений и токов с частотой 50 раз в секунду, фиксирующими напряжение, ток возбуждения и частотные характеристики тока статорной цепи [1].

Любое значительное возмущение системы, вызванное дисбалансом мощности, позволяет определить параметры работы синхронной машины [2]. Для определения «больших» возмущений: короткое замыкание, отключение энергоблоков и перегруженных элементов электроэнергетической системы, необходимо определять переходные и сверхпереходные сопротивления, постоянных времени обмотки возбуждения и демпферных контуров генератора.

Для современной технологии векторных измерений оптимальным инструментом моделирования и расчёта релейной защиты линий электропередач становится ЭВМ. Растущие вычислительные мощности микропроцессоров позволяют производить необходимые расчёты для выполнения всех функций релейной защиты ЛЭП [3].

Микропроцессорные устройства с функцией синхронных векторных измерений обладают большим функционалом, чем механические реле, позволяют наблюдать работу системы в динамике и анализировать проблемные участки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рафиков В.Р. Физико-математическое моделирование переходных процессов в синхронном генераторе с применением синхронизированных векторных измерений / Рафиков В.Р., Иванов И.Е., Братолобов А.А. // Вестник ИГЭУ. – 2021. – № 3. – С. 22–32.
2. Онисова О.А. совершенствование релейной защиты электроэнергетических систем с малыми распределёнными электрическими станциями : Автореф. дис. канд. техн. наук. — Иваново, 2016. — 20 с.
3. Торп Дж. С. Синхронизированные векторные измерения и их применение / Дж. С. Торп, Фадке А. Г. – Москва : Техносфера, 2021. – 320 с.

УДК 621.311

Туляков Е.И.

*Научный руководитель: Рыбина А.В. ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Наша страна является территориально богатой страной. К сожалению, существует достаточно большие территории, которые требуют внимания к проведению коммуникаций, сельскохозяйственных программ, заселения и развитию потенциала этих регионов.

Однако, реализация программ по освоению территорий Заполярья, Сибири и Дальнего Востока – трудный процесс из-за дефицита энергии в данных районах. Высокая стоимость электроэнергии и необходимость обеспечения функционирования объектов особого назначения побуждают инженеров к развитию автономных систем электроснабжения.

Более половины административных районов испытывают дефицит энергии, и перед ними во весь рост стоит проблема ресурсной обеспеченности. Решение проблем обеспечения электроэнергией путем применения контейнерных дизельных или тепловых электростанций осложняется необходимостью использования привозного топлива, что значительно увеличивает стоимость местной электроэнергии, иногда до 100 руб./кВт·ч, обычные же тарифы составляют 17–20 руб./кВт·ч. При этом актуальным вопросом становится поддержание работоспособности и готовности к использованию объектов особого назначения (связь, навигация и др.).

Решением проблемы вижу применение автономных энергокомплексов для электроснабжения технологического оборудования различных объектов народно-хозяйственного и специального назначения, удаленных от промышленных источников электроэнергии [1].

При строительстве автономного энергокомплекса, применение альтернативных источников потребует определенных затрат, особенно в том случае, если эти источники будут являться основными [2]. Тем не менее понятно, что использование энергии солнца даже в ограниченном количестве позволит сократить эксплуатационные расходы, а также повысить надежность энергоснабжения. Как один из вариантов к

рассмотрению предлагается применение альтернативного источника — установку солнечных панелей. В автономном энергокомплексе наиболее универсальным решением может быть вариант «Автономный SG2», а в энергокомплексе с использованием промышленной или локальной электросети — вариант «Сетевой MS2».

Для их реализации потребуется минимальное количество затрачиваемых средств, однако из-за того, что основным источником электроэнергии является электроагрегат или сеть, а не солнечная батарея, эксплуатационные затраты не будут минимальными [3]. В дальнейшем, по мере накопления опыта использования гибридных систем, накопления денежных средств эксплуатирующими организациями можно будет наращивать мощности солнечных батарей, а также включать в состав ГО ветрогенераторные установки (ВЭУ). При этом при разработке энергокомплексов в их конструкции должна быть учтена возможность последующей установки дополнительного ГО.

Примером автономной энергоустановки на базе дизель-генераторов могут служить энергокомплексы типа ЭНЕРГО-К18М3.3.G40-6/3 и ЭНЕРГО-К14/2М5.2.G60-2,5. Энергокомплекс ЭНЕРГО-К18М3.3.G40-6/3 был разработан для бесперебойного электроснабжения технологического оборудования, расположенного на узле линейных задвижек газопровода, в течение 12 мес. без присутствия обслуживающего персонала, дозаправки и технического обслуживания при среднегодовой нагрузке 3...6 кВт. Внешний вид энергокомплекса представлен на рис. 1.



Рис.1 Автономный энергокомплекс ЭНЕРГО-К18М3.3.G40-6/3, установленный на объекте нефтяной компании «РуссНефть»

Энергокомплекс ЭНЕРГО-К14/2М5.2.G60-2,5 разработан для размещения технологического оборудования и автономного электропитания объектов радиорелейной линии связи «Ямбург-Сабетта» в течение 12 мес. без дозаправки и технического обслуживания при среднегодовой нагрузке от 2,5 кВт. Внешний вид энергокомплекса представлен на рис. 2.



Рис.2 Автономный энергокомплекс ЭНЕРГО-К14/2М5.2.G60-2,5

В качестве примера гибридной установки типа «Автономный SG» предлагается рассмотреть гибридную установку контейнерного типа ЭНЕРГО-К6М2.2-30-SG-2, изготовленную МНПО «Энергоспецтехника» для нужд аэронавигации Дальнего Востока. Внешний вид энергокомплекса показан на рис. 3.



Рис.3 Внешний вид блок-контейнера энергокомплекса ЭНЕРГО-К6М2.2-30-SG-2

При вводе энергокомплекса в эксплуатацию из-за удаленности объекта не обеспечивается ежегодная доставка необходимого запаса топлива для работы изделия на расчетную нагрузку, в связи с этим была ограничена нагрузка до величины, которая в два раза меньше расчетной [4]. В результате энергокомплекс типа «Автономный SG2» приближен к типу «Автономный SG1». Для выведения работы энергокомплекса на расчетную нагрузку должен быть выполнен проект на установку дополнительных солнечных панелей с учетом ежегодного расхода топлива. Это позволит говорить о преимуществах использования возобновляемых источников энергии и ощутить эффект от внедрения альтернативной энергетики.

Проанализировав работу автономных энергокомплексов и возможность дальнейшего их совершенствования с учетом наших изысканий по изучению спроса на подобную продукцию, можно сделать следующие выводы:

1) автономные энергокомплексы, подобные вышеописанным, имеют устойчивый спрос в различных отраслях российской экономики. Наибольшее внимание привлекают автономные энергокомплексы, применяемые на объектах с отсутствием централизованного энергоснабжения [5]. Тем не менее увеличивается интерес к проблеме сокращения затрат на оплату электроэнергии, поставляемой энергоснабжающими организациями, за счет применения источников альтернативной энергии;

2) самое широкое распространение получили автономные гибридные энергоустановки, в состав которых входят солнечные батареи. Причинами этого является недостаток выбора ВЭУ и отсутствие актуальных кадастров ветровой активности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузык Б.Н. Альтернативная энергетика в свете проблем инновационной деятельности в России // Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / под ред. Б.З. Мильнера. М.: Инфра-М, 2009. 624 с. 7.

2. Нестеров М.Н., Трубаев П.А., Михайлова М.Ю. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 208-211.

3. Попель О.С. Роль и место возобновляемых источников энергии в экономике России // Мосты. 2010. Вып. 7.

4. Голицын М.В., Баженова О.Н., Пронина Н.В. и др. Углеродные ресурсы мира / Энергия: экономика, техника, экология. - М.: Наука, 2005. С. 30-34.

5. Шелгунов А.В. Экономическая эффективность применения автономных источников электропитания // Силовое и энергетическое оборудование. Автономные системы. 2019. Т. 2 (1). С. 50–57. DOI: 10.32464/2618-8716-2019-2- 1-50-57.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ТОПЛИВО

В результате сжигания ископаемых видов топлива, рекордные объемы углекислого газа, входящего в состав парниковых газов, выбрасываются в атмосферу и фактически тратятся в пустую. Это значит, что одной из важнейших проблем энергетики является сокращение количества выбросов парниковых газов в атмосферу [1]. Последствия выработки энергии обуславливают потребность в создании и внедрении инновационных технологий по утилизации углекислого газа.

Компания SeeO2Energy, основанная в 2018 году в Канаде, активно занимается проблемой глобальных выбросов углекислого газа CO₂. SeeO2Energy разрабатывает технологию, с помощью которой будет возможно преобразование парниковых газов в ценные виды топлива и химикатов до того, как они попадут в атмосферу (см. рис. 1).

Таким образом, целью данной компании является преобразование углекислого газа в прибыльный актив, уменьшив при этом мировую зависимость от ископаемого топлива одновременно снизив общий углеродный след. На данный момент компания активно финансируется инвесторами и готовится к испытаниям прототипа установки. Первая компания, которая использовала эту технологию - ATCO Energy. Выход на рынок планируется в 2021 году. Главная разработка компании представляет собой высокотемпературный электролизер, который использует CO₂ из потоков выбросов и преобразует его в различные виды химикатов и топлива, которые можно использовать в дальнейшем.

Технология основана на реверсивных твердооксидных топливных элементах (RSOFCs – Reversible Solid Oxide Fuel Cells). Топливные элементы предназначены для превращения химической энергии топлива в электрическую без механической фазы. Твердооксидные топливные элементами считаются перспективными за счет следующих факторов: не используется платина – материалы менее редки и более дешевы, нечувствительность катализатора к угарному газу, а при высоких температурах способность использовать его в качестве топлива, возможность работы без топливного процессора и воздухоочистителей, малые системы гибки в пуске-остановке, теплоту

уходящих газов можно использовать для теплоснабжения, как в когенерационных циклах.

Недостатками таких топливных элементов являются: низкий ресурс, высокая температура работы, низкая плотность мощности [2].

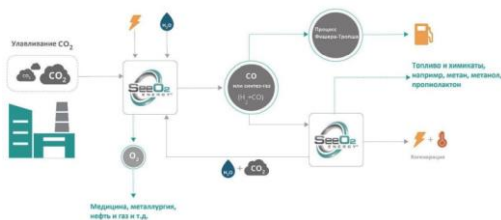


Рис.1 Общая концепция

Устройство может работать в двух режимах. В режиме твердооксидной электролизной ячейки устройство электролизует воду (H_2O) в водород (H_2) и кислород (O_2) или CO_2 в монооксид углерода (CO) и O_2 , также данный режим позволяет совместно электролизировать CO_2 и H_2O с образованием синтезгаза ($H_2 + CO$). Когда устройство работает в режиме твердооксидного топливного элемента (SOFC - Solidoxidefuelcell), тепло и электричество производятся из синтез-газа и кислорода. Принцип работы первого и второго режима изображены на рис.2 и рис.3, соответственно.

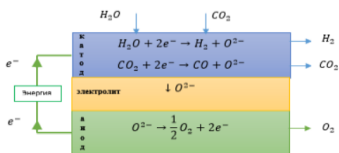


Рис. 2 Принцип работы первого режима

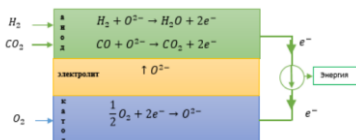


Рис. 3 Принцип работы второго режима

Образование углеводородов из синтез-газа ($CO + H_2$) является сложным каталитическим процессом, включающим большое число

последовательных и параллельных превращений [3]. Такой процесс назван синтезом Фишера-Тропша, он протекает при нормальных и повышенных давлениях в присутствии катализаторов на основе переходных металлов VIII группы (в основном Fe, Co, Ru).

Оптимальные результаты дают железные катализаторы при давлении 25-30 атм и температуре 230-240°C; рутениевые катализаторы при высоком давлении 100-1000 атм и температуре 120-130°C; кобальтовые катализаторы, которые считаются наиболее эффективными и перспективными, при давлении 1-30 атм и температуре 120-130°C. Конечными продуктами в общем случае являются алканы, алкены и кислородсодержащие соединения. При этом, как обычно при олигомеризации, образуется сложная смесь продуктов разной молекулярной массы.

Реализация мероприятий SeeO₂ Energy по очистке атмосферы благоприятно по нескольким причинам: продукты (синтез-газ, H₂ и CO) могут использоваться непосредственно для различных целей и в дальнейшем могут быть преобразованы для замены природного газа, метанола, аммиака, синтетического жидкого топлива; внедрение данной технологии запустит монетизацию процесса выбросов отходов, новые ценные активы для предприятий; RSOFC_{св} режиме топливных элементов (SOFC) может использоваться для обеспечения электричеством зданий и в качестве источника энергии для электромобилей.

Однако использование твердооксидных топливных элементов затрудняется следующими факторами: большая стоимость установок, высокие температуры приводят к медленному запуску и охлаждению устройства и деградации материалов, из чего следуют затраты на обновление материалов [4]. Диоксид углерода благодаря своим физико-химическим и термодинамическим характеристикам выгодно выступает в качестве рабочего тела, поэтому его улавливание и использование эффективно.

Во-первых, углекислый газ CO₂ (R744) представляет собой негорючий естественный дешевый хладагент, который все шире используется в холодильных установках.

Во-вторых, диоксид углерода просто получить. В-третьих, использование данного газа в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, твердое вещество) позволяет решать различные технологические задачи.

В-четвертых, обезвоженный диоксид углерода (как газообразный, так и жидкий) не корродирует металлы.

Наиболее перспективным является использование сжиженного углекислого газа CO_2 в качестве рабочего тела в тепловом контуре органического цикла Ренкина. При этом оптимальный температурный диапазон использования составляет от 80°C до минус 50°C . Это обусловлено повышенным давлением насыщенного газа CO_2 в контуре циркуляции теплового двигателя.

Таким образом, инновационная разработка канадской компании SeeO2Energy по преобразованию углекислого газа в топливо и полезных химических продуктов имеет важную роль в области промышленной и экологической безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Захаренко С.О., Махотин Д.Л. «Применение твердооксидных топливных элементов» // Сборник трудов IX Международной научно-технической конференции. - Благовещенск: Амурский государственный университет, 2019. - С. 405-407.

2. Нестеров М.Н., Трубаев П.А., Михайлова М.Ю. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 208-211.

3. Гафуров Айрат Маратович, Осипов Борис Михайлович, Гатина Резеда Зуфаровна, Гафуров Наиль Маратович Возможные пути снижения выбросов углекислого газа // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2017. №9-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnye-puti-snizheniya-vybrosov-uglekislogogaza> (дата обращения: 05.11.2020).

4. Голицын М.В., Баженова О.Н., Пронина Н.В. и др. Углеводородные ресурсы мира / Энергия: экономика, техника, экология. - М.: Наука, 2005. С. 30-34.

УДК 620.91

Туляков Е.И.

*Научный руководитель: Трубаев П.А. д-р техн. наук, доц.,
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ К 2024 ГОДУ

С каждым годом, по мере развития техники и технологий, объём потребляемой энергии увеличивается, вместе с тем, наблюдается дефицит ресурсов, необходимых для получения этой энергии. Такие источники электроэнергии как нефть, газ, уголь становятся предметом политического и экономического спора практически всех стран нашей планеты, в том числе и в России. В этой связи как никогда возрастает актуальность поиска альтернативных вариантов получения энергии. Многие государства развернули целые программы поддержки производства и сбыта энергии, полученной от альтернативных источников.

Наиболее широко исследуется вопрос об использовании ветряных и солнечных электростанций, чей потенциал просто безграничен [1]. В России, с её постоянным использованием нефти, газа и угля в качестве основных источников энергии, следует провести глубокий анализ возможности развития этих неиссякаемых природных ресурсов.

Ветроэнергетика - отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве. В России эта отрасль развита очень слабо, хотя планы на строительство ветряных электростанций были ещё в советское время, но, из-за затянувшегося периода перестройки этот вопрос был отодвинут на второй план, так как ситуация в стране непосредственно влияла на развитие отрасли [2].

В 1931 году в стране ввели в эксплуатацию самый мощный ветроагрегат и разработали программу перевода всех регионов на ветроэнергетику. В том же году под Балаклавой возвели самый на тот момент мощный в мире ветрогенератор мощностью 100 кВт. Размах его лопастей достигал 30 м, а вырабатываемой им электроэнергии хватало на энергоснабжение трамвайной линии Балаклава - Севастополь. В целом, в период с 1991 по 2000 годы были открыты 8 электростанций.

С 1950 года по 1955 год в Советском Союзе ежегодно выпускалось несколько тысяч ветроустановок мощностью до 30 кВт. Они

использовались в том числе и для освоения целины в Казахстане. Такое большое число открытых электростанций связано, прежде всего, с тем, что тогда достраивались и вводились в эксплуатацию электростанции, планы на постройку которых были заложены ещё в советское время. В свою очередь следующий период как раз отражает всю суть данной проблемы (с 2001 по 2010 были открыты всего 3 электростанции). Нашей стране необходимо было навёрстывать то отставание в развитии от крупнейших стран мира, которое образовалось в период перестройки. С этой целью начался поиск возможности быстрого прироста капитала страны. Здесь, как никогда, помогли запасы полезных ископаемых, продажа которых поспособствовала быстрому росту экономического положения страны. Россия подседа на так называемую «нефтяную иглу», забыв о развитии собственного производства.

Поэтому отсутствие новых заводов, предприятий исключило необходимость в большом количестве электроэнергии, следовательно, нецелесообразно было строить новые электростанции. Спад производства губительно отразился на электроэнергетике нашей страны. К счастью, в последние годы интерес к этой области постепенно возрастает. Этому поспособствовали многие факторы, в том числе и санкции, введённые Западом. Страны Европы ясно дали понять, что постепенно собираются отказываться от российской нефти и газа. Эту ситуацию следует рассматривать как хороший сигнал к развитию производственного и энергетического потенциала собственной страны.

В 2009 году развивать альтернативную энергетику в России велел Владимир Путин, а федеральное правительство выпустило распоряжение «Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии», определив, что к 2010 году российский сектор ВИЭ должен был составить 1,5%, в 2015 году - 2,5% и в 2024 году - 4,5% от общей генерации. Чиновники обещали господдержку российским предприятиям отрасли ВИЭ, обязав сетевые организации закупать энергию, полученную из альтернативных источников. Во многом благодаря этому за последнее десятилетие удалось создать ряд проектов, которые стали основой для развития отрасли.

В 2021 году в нашей стране введено в эксплуатацию более 1 ГВт мощностей. Суммарно за год в России заработало 368 новых ветрогенераторных установок. Таким образом, российская ветроэнергетика поставила сразу два рекорда - по объёму ввода в эксплуатацию общей суммарной мощности ВЭУ, а также по их

количеству (см.рис.1). Для сравнения - в 2020-м году суммарная мощность введённых в эксплуатацию ВЭС составила 713,8 МВт, а их количество - 223 ВЭУ.

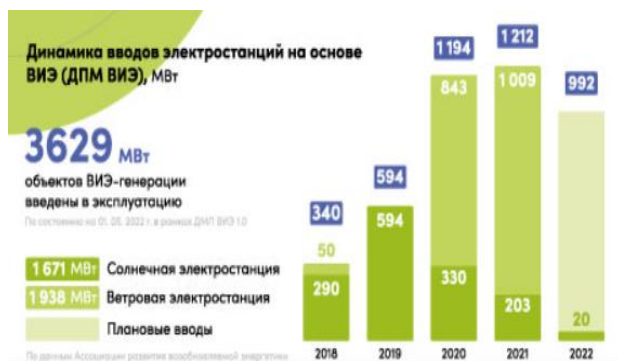


Рис.1. Динамика ввода электростанций на основе ВИЭ

Но, для масштабов нашей страны, такое количество ветряных электростанций недостаточно.

Традиционные ресурсы, такие как газ, нефть, уголь, согласно стати-стике, кончатся довольно быстро (газ через 70-90 лет, нефть через 20-40 лет) альтернативные источники, в том числе ветроэнергия, является важнейшей отраслью, к тому же на территории нашей страны есть подходящие места для установки ветряных электростанций - это побережье Северного Ледовитого океана, Камчатка, Сахалин, Приморский край, а также побережье Финского залива, Черного и Каспийского морей [3,4].

Однако существуют проблемы для развития ветроэнергетики в нашей стране:

- малонаселённость и природные условия (вечная мерзлота, низкая температура) побережья Северного Ледовитого океана, территории Камчатки, делают установку данного вида электростанцию экономически невыгодной;

- явное непонимание целесообразности траты финансовых средств на строительство альтернативных электростанций, когда ещё есть запасы угля, а значит остаётся возможность успешно эксплуатировать тепловые электростанции, проверенные стабильной работой на протяжении многих лет;

- малая информированность населения (люди не знают о пользе данного оборудования);

- отсутствие заводов, производящих ветрогенерирующие установки в промышленных масштабах. В условиях отсутствия государственного заказа для отечественной энергетики производство ведется мелкими партиями, и себестоимость изделий является слишком высокой.

К счастью, в России уже начинают действовать меры господдержки строительства генерирующих объектов на основе ВИЭ [5]. Минэнерго России ожидает, что до 2035 года в РФ будет введено 6,7 ГВт мощностей на базе ВИЭ, куда помимо ветроэнергетики входит также и солнечная энергетика.

Из всего вышесказанного следует сделать следующий вывод: нашей стране стоит увеличить финансирование и научно-исследовательскую работу по данному направлению. Потому что запасы нефти, газа и угля не безграничны и в необозримом будущем их количество упадет до катастрофически малых объемов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Друбецкий, Я. Н. Особенности организации инноваций в сфере нефтедобычи / Я. Н. Друбецкий // Экономика природопользования. – 2005. – № 5. – С. 64–68.
2. Нестеров М.Н., Трубаев П.А., Михайлова М.Ю. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 208-211.
3. Некрасов, В. И. О комплексе мер по увеличению производства высококачественной продукции нефтепереработки / В. И. Некрасов // Промышленная политика в Российской Федерации. – 2007. – № 10. – С. 20–34.
4. Голицын М.В., Баженова О.Н., Пронина Н.В. и др. Угледородные ресурсы мира / Энергия: экономика, техника, экология. - М.: Наука, 2005. С. 30-34.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ В ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Технологическое развитие газового сектора, как постоянного и надежного поставщика энергоресурсов связано с решением технологических, стратегических, экономических задач, требующих знаний, непрерывного повышения активности и эффективности технологических инновации. Общее потребление энергии в мире продолжает непрерывно расти, несмотря на изменение пропорций в возобновляемой и традиционной энергетике. Комплексным результатом этого роста является то, что абсолютный объем энергии, поставляемой на мировой рынок в виде нефти и газа, вырос, однако доля мировой энергии, поступающей из возобновляемых источников, увеличилась.

За прошедшие несколько десятков лет мировая газовая промышленность в развитых странах считалась одной из наиболее технологически развитых отраслей [1]. Внедрение новых и развитых технологий сделало отрасль одним из технологических лидеров мировой экономики. Природный газ, являясь одним из самых чистых и распространенных видов ископаемого топлива в мире, все чаще используется для производства энергии, что приводит к постоянно возрастающему спросу на этот тип источника энергии [2]. Вполне понятно, что потребление природного газа продолжит увеличиваться.

В частности, Международное энергетическое агентство (МЭА) считает, что начинается «золотая эра» природного газа, газовый сектор все в большей степени заменит другие источники энергии и его доля в мировой энергетический сектор вырастет к 2036 году на 30% и дальше-больше. Стремительный прогресс технологий во всех областях, экономическая ситуация в стране и новые внешние условия диктуют необходимость обеспечения эффективности инноваций в газовой отрасли.

Перейдем к наиболее популярным и развивающимся технологиям, связанным с газовым сектором. К ним, в первую очередь, относят гидроразрыв пласта песком. Он предполагает использование жидкости SO₂, что приводит к образованию и расширению трещин, через которые нефть и природный газ имеют возможность протекать наиболее

свободно, чем в обычных условиях. После этого SO_2 испаряется, оставляя в теле только песок без других остатков процесса гидроразрыва, которые необходимо удалить. Данная технология позволяет значительно увеличить добычу природного газа. Кроме того, она не наносит ущерба окружающей среде, так как защищает ресурсы подземных вод и не создает отходов под землей.

Другая инновация – Колтюбинг. Это один из наиболее динамично развивающихся области производства оборудования для газовых и нефтяных месторождений в мире. Простым языком, колтюбинговый метод эксплуатации скважин – это использование гибких спиральных труб для бурения и эксплуатации скважин. Данный метод сокращает количество отходов, значительно снижает стоимость бурения, а также вероятность аварийных ситуаций и разливов нефти, а также уменьшает время на завершение работ в четыре раза по сравнению с традиционными методами. Колтюбинговые трубы используются в сочетании со сложными буровыми работами с целью повышения эффективности бурения, достижения более высоких показателей извлечения углеводородов, а также для снижения воздействия на окружающую среду. Агрегат в рабочем положении опирается на четыре гидравлических домкрата. Для обслуживания оборудования агрегат имеет удобные лестницы и трапы, позволяющие безопасно перемещаться и работать на нем. Данный метод имеет основной недостаток: ограниченная проходимость, обусловленная прежде всего малым диаметром колес шасси, что при должном конструкторском решении может исправиться.

Еще одной новой инновационной технологией в газовом секторе является измерение во время бурения (MWD). Данная система предназначена для измерения параметров бурения, передачи информации на поверхность и дальнейшего анализа этих данных. Информация этих систем обрабатывается с помощью современной технологии MWD, что дает возможность работникам на местах проще контролировать процесс бурения – это значительно снижает вероятность ошибок и несчастных случаев. Измерение во время бурения также полезно геологическим службам, ведь они предоставляют информацию о свойствах пробуруваемой породы. Бурение тонких скважин может значительно повысить эффективность буровых работ, снизить воздействие на окружающую среду. Это, безусловно, экономически эффективный метод бурения разведочных скважин на новых площадях, глубоких скважин на существующих месторождениях, а также для добычи природного газа из неразработанных месторождений.

Большую роль в добыче «голубого топлива» играет глубоководное бурение скважин. Данный способ бурения обеспечивает безопасную и эффективную разработку месторождений в водах на глубине более трех километров. Сейчас основными направлениями будущего развития данных технологий являются разработка устройств динамического позиционирования и создание сложных навигационных систем, совершенствование морских буровых установок [3].

На данный момент инвестиции российского газового сектора в инновационные разработки и современные технологии можно разделить на следующие направления:

- 1) геология, поиск и разведка;
- 2) транспортировка и подземное хранение газа;
- 3) переработка углеводородов
- 4) добыча на месторождениях;
- 5) экология.

Особое внимание в области геологии, поисков и разведочных работ уделяется созданию технологий, обеспечивающих должное повышение хода геологоразведочных работ и строительство разведочных скважин. Кроме того, заостряется внимание на разработке новых и улучшение ныне уже созданных методов оценки ресурсов и запасов углеводородов [4].

Говоря о новых технологиях, необходимо упомянуть совершенно новые и не вошедшие в широкое применение технологии и концепции. К таким технологиям в газовой отрасли относят:

1). Информационные комплексы (GeoMate) — это профессиональное программное обеспечение, суть которого помогать геологической службе выявлять возможно богатые газом секторы, детализировать пласты и использовать имеющиеся показатели для построения математических моделей;

2). Метод динамического рассеивания света (DLS) — это технология, применяемая для безопасной и качественной добычи природного газа.

3). Искусственные нейронные сети — это новейшая технология газовой отрасли. Применение нейронных сетей позволяет экономить десятки миллионов рублей, затрачиваемых на анализы образцов горных пород (шлифов или кернов);

4). Ультразвуковое воздействие на конденсат — это новая технология, позволяющая очистить призабойную зону и увеличить межремонтный период.

Присутствует острая необходимость в разработках оборудования и технологиях, направленных на повышение эффективности

переработки сернистых газов, получение легкодоступных на рынке продуктов на основе газовой серы. Кроме того, требуются свежие технологии и инновации в производстве синтетических жидких топлив, созданных из природного газа, а также новые реагенты высокой эффективности для использования при переработке углеводородов в товарные продукты [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Захаренко С.О., Махотин Д.Л. «Применение твердооксидных топливных элементов» // Сборник трудов IX Международной научно-технической конференции. - Благовещенск: Амурский государственный университет, 2019. - С. 405-407.

2. Нестеров М.Н., Трубаев П.А., Михайлова М.Ю. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 208-211.

3. Гафуров Айрат Маратович, Осипов Борис Михайлович, Гатина Резеда Зуфаровна, Гафуров Наиль Маратович Возможные пути снижения выбросов углекислого газа // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2017. №9-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnye-puti-snizheniya-vybrosov-uglekislogogaza> (дата обращения: 05.11.2020).

4. Голицын М.В., Баженова О.Н., Пронина Н.В. и др. Углеводородные ресурсы мира / Энергия: экономика, техника, экология. - М.: Наука, 2005. С. 30-34.

5. Бондаренко А.Н., Тихомирова Т.И. Реализация программы энергосбережения в Белгородской области // Энергетические, управляющие и информационные системы: Сб. докл. I межд. научно-техн. конф. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 45-50.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

С приближением исчерпания ископаемых источников энергии необходимость поиска разумных альтернатив резко возрастает. В то же время потребление энергии с каждым годом увеличивается, усиливая эту тенденцию. Различные предприятия использующие углеродное сырье в процессе производства являются базой для проведения энергосберегающих мероприятий. Помимо повышения уровня использования топлива и эффективности работы непосредственно производства, существует еще один путь способный привести к снижению издержек и повышению рентабельности товаров таких производств, а именно использования топлива из техногенных отходов. В зависимости от вида используемого сырья и технологии переработки, конечные издержки при производстве основного продукта могут снизиться вплоть до 10-15%. Рассмотрим некоторые потенциальные источники такой энергии.

Отходы углеобогащения. В процессе работы углеобогащительных предприятий образуется большое количество отходов с высоким содержанием углерода, представляющее собой смесь угольной пыли и различных мелкодисперсных частиц. Ввиду повышенной влажности и низкой теплотворной способности, без предварительной обработки данное сырье невозможно использовать в качестве топлива в большинстве тепло технологических агрегатах. Существует два основных пути для повышения энергетического качества данной смеси [1] — использование технологии окускования для создания брикетов или гранул и создание водоугольного топлива (ВУТ). Первая технология позволяет использовать переработанные техногенные отходы угольной промышленности в качестве твердого источника топлива, однако сжигание подобного сырья имеет недостатки в виде высокого уровня выбросов и большого процента недожога. Водоугольная технология лишена этих недостатков, однако процесс переработки (представлен на рис. 1.) является более трудоемким и затратным. Однако переработка в топливо часто конкурирует с другими видами использования вторичного сырья [2].

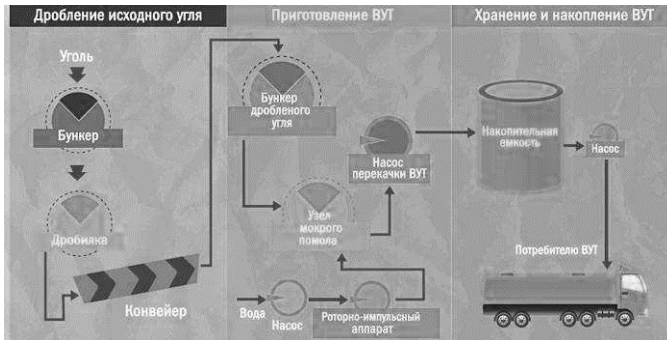


Рис. 1. Схема производства ВУТ.

Отходы лесной промышленности. В процессе лесозаготовки и деревообработки также образуется большое количество отходов. Древесная пыль и опилки в настоящее время нашли довольно широкое применение в различных отраслях, показывая большой уровень переработки древесных отходов. С энергетической точки зрения данный вид отходов также представляет интерес. Как и в случае с угольными отходами существует два основных направления — переработка в жидкое и твердое топливо. Переработка в твердое топливо также основана на процессе сушки и прессования исходного сырья, в результате получают пеллеты (рис.2), широко используемые в бытовых твердотопливных котлах. Однако технологии получения жидкого топлива из древесных отходов более обширны. Их вариантами является получения биотоплива, а также гидролизного спирта. В целом, переработка древесных отходов является наиболее развитой и распространенной, относительно других видов промышленных отходов.



Рис. 2. Топливные гранулы (пеллеты).

Сельскохозяйственные отходы. К углеродсодержащим сельскохозяйственным отходам относят солому, лузгу подсолнечника, проса, риса и др. [3]. Технологическая база для переработки древесных отходов и сельскохозяйственных одинакова, потому исходное сырье также может быть подвержено гранулированию, либо использоваться в качестве исходного сырья для последующей газификации. Однако использование твердых видов топлива, изготовленных из такого вида сырья, имеет ряд недостатков, зависящих от вида растений, используемых для переработки. Наиболее характерными и распространенными недостатками являются: повышенная зольность, большая концентрации оксида азота в отходящих газах, повышенное шлакообразование. Большее распространение, для сельскохозяйственных отходов, получила биогазовая технология. В основе работы биогазовой установки лежит процесс брожения и разложения органических отходов, который проходит под воздействием температуры и специальных бактерий – гидролизных, метанообразующих, кислотообразующих. Получаемый биогаз представляет собой смесь сразу нескольких газов: углекислого газа (около 33%), метана (примерно 63 %), сероводорода (около 2%), аммиака (около 1%) [4]. При этом процентное содержание газов может меняться в зависимости от используемого сырья.

Коксовая пыль. Образующаяся в процессе производства кокса пыль имеет довольно высокую калорийность и может быть эффективно переработана в твердое топливо путем брикетирования или гранулирования [5].

Несмотря на большое количество техногенных отходов, которые генерируют промышленные предприятия, их переработка в твердое топливо имеет довольно локальное распространение. Основными причинами непопулярности данных технологий являются: более выгодная, с коммерческой точки зрения, переработка в другие продукты, не связанные с топливом, высокая стоимость топлива для конечного потребителя, отсутствие потребителей данных энергоносителей, худшие характеристики относительно традиционных видов топлива. Всё это сдерживает развитие и распространение технологий по переработке отходов. Однако при наличии потребителей данного топлива в непосредственной близости от места его изготовления и достаточного объема исходного сырья, данные энергоресурсы могут конкурировать с традиционным топливом на определенных рынках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ольховский, Г. Г. Газификация твердых топлив в мировой энергетике (обзор) / Г. Г. Ольховский // Теплоэнергетика. – 2015. – № 7. – С. 3-11.

2. Буравчук, Н. И. Мелкозернистый бетон на основе вторичных продуктов сжигания угля / Н. И. Буравчук, А. М. Кондюрин, О. В. Гурьянова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 4. С. – 11-14.

3. Практика и перспективы использования твердых углеродсодержащих отходов в качестве топлива для теплоэнергетических агрегатов / В. И. Багрянцев, С. А. Казимиров, А. И. Куценко [и др.] // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2013. – № 3(5). – С. 33-37.

4. Леонов, Е. С. Исследование влияние состава биогаза на свойства факела / Е. С. Леонов, П. А. Трубаев // Энергетические системы. – 2020. – № 1. – С. 183-189.

5. Шувалов, Ю. В. Брикетирование нетрадиционных видов топлива / Ю. В. Шувалов, Ю. А. Нифонтов, А. Н. Никулин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – № 9. – С. 161-166.

УДК 662

Уваров Д.А.

Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

В связи с ограниченными запасами и высокой стоимостью природного газа для многих стран, вопрос поиска более дешёвых альтернатив всё более актуален. В структуре потребления ряда крупных промышленных стран (ЮАР, Индия, Китай) до сих пор преобладает каменный уголь. Это связано, в первую очередь, с отсутствием собственных месторождений природного газа в необходимых количествах. Стремление к поиску альтернативного источника энергии для данных регионов обусловлено тем, что каменный уголь практически по всем параметрам уступает природному газу в области эффективности применения и экологической безопасности. Россия

также обладает большими запасами угля, а доля в общем энергетическом балансе составляет около 13% и в ближайшие годы может вырасти до 15%. В связи с этим разработка технологий по интенсификации использования каменного угля является более чем востребованным [1].

Существует множество способов повышения эффективности использования энергии каменного угля, среди них: модернизированная подготовка угля на производстве перед сжиганием (улучшение дробилок, уменьшение потерь при измельчении, более энергоэффективные установки для измельчения), улучшение конструкции топок и горелок, совместное сжигание угля и другого вида топлив, разработка нового вида топлива на основе угля [2]. Последнее в настоящее время, представлено двумя направлениями: производство на основе угля газообразного топлива в виде синтез-газа и водоугольного топлива.

Технология газификации угля базируется на использовании газогенератора для переработки твердого угля в газообразное топливо, получая на выходе, так называемый синтез-газ. В процессе газификации основная часть вредных веществ, связанная в угольном сырье, отбирается и может быть использована в химической промышленности для переработки в другие продукты [3]. Очищенный газ при сжигании выделяет на порядок меньше вредных веществ, что позволяет отнести такое топливо к экологически чистым, в отличие от сырья, из которого его изготавливают. Обычно такие установки расположены непосредственно на предприятии и включены в цикл ПГУ, схема такой установки представлена на рис. 1.

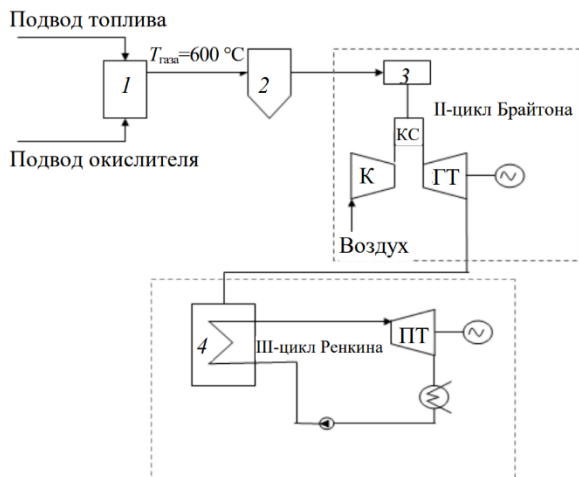


Рис. 1. Принципиальная схема ПГУ с внутрицикловой газификацией:
 1 – камера газификации; 2 – циклон; 3 – модуль очистки генераторного газа; 4 – котел-утилизатор продуктов сгорания после газовой турбины; КС – камера сгорания; К – компрессор; ГТ – газовая турбина; ПТ – паровая турбина

Водоугольное топливо представляет собой смесь мелкодисперсного угля, воды и пластификатора, схема по пригтовлению такой смеси представлена на рис. 2. Водоугольное топливо принадлежит концепции "Clean Coal", и обладает различными экологическими, технологическими и экономическими преимуществами на всех этапах производства и использования [4]. Одно из преимуществ заключается в ее низком проценте отходов при сжигании относительно обычного угля (табл.1) - полнота сгорания достигает не менее 95%, что упрощает решение сложной задачи по улавливанию летучей золы.

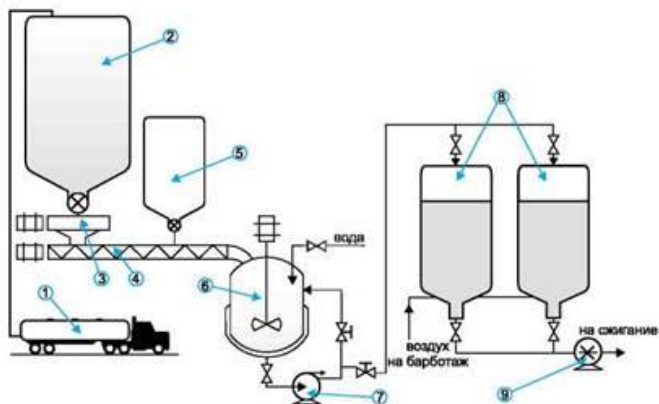


Рис. 2. Схема участка приготовления ВУТ:

1 – цементовоз; 2 – силос для угольной пыли; 3 – грохот; 4 – шнековый питатель; 5 – силос для известняка; 6 – смеситель; 7- роторно-пульсационный аппарат; 8 – бак-аккумулятор ВУТ; 9 – винтовой насос.

Кроме того, ее стоимость значительно ниже стоимости мазута, в два-четыре раза, и не превышает 15-20% от цены исходного угля, позволяя использовать уголь разных марок, температура горения достигает 900-1000 °С [5]. ВУТ также может быть применена аналогично жидкому топливу с полной механизацией и автоматизацией процесса приёма, подачи и сжигания.

Таблица 1 - Выбросы при сжигании угольного топлива

Выбросы	При сжигании угля,	При сжигании ВУТ,
	т/т	т/т
SO ₂	0,062	0,036
NO ₂	175·10 ⁻⁶	93·10 ⁻⁶
Твердые частицы	18,95	3,89

Наиболее эффективными потребителями такого топлива могут быть предприятия по производству строительных материалов. Так, некоторые исследования отмечают, что при использовании ВУТ в качестве основного топлива в паровых котлах для получения пара для пропарки бетона на стадии его сушки наблюдается существенное сокращение срока высыхания бетона и снижение количества вредных выбросов в атмосферу. Реализация комплекса программ по внедрению этих технологий позволит снизить издержки угольной энергетики, а новейшие методы разработки труднодоступных месторождений угля,

позволят наиболее полно использовать запасы данного энергоресурса на территории нашей страны, что является важным фактором обеспечения энергетической безопасности. Также ввиду широко распространения угольной энергетики в некоторых странах, данные технологии представляют большой интерес в качестве экспортного товара, поставляемого на мировой рынок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусаков, Е. Е. Современные угольные теплоэлектростанции: обзор / Е. Е. Гусаков, Т. И. Тихомирова // Энергетические системы: Материалы VI Международной научно-технической конференции, Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. –2022. – С. 6-17
2. Буравчук Н. И., Кондюрин А. М., Гурьянова О. В. Мелкозернистый бетон на основе вторичных продуктов сжигания угля // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 11-14.
3. Рыжков А. Ф., Филиппов П. С., Богатова Т. Ф. Анализ работы парогазовых установок с внутрицикловой газификацией угля: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Уральского Университета, 2019. 168 с.
4. Кузнецов, А. С. Технологические и экономические аспекты модернизации малой и средней теплоэнергетики на основе применения водоугольного топлива / А. С. Кузнецов, И. И. Дуденко, В. К. Кулибаба // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. – 2012. – № 3(11). – С. 37-39.
5. Жураев, Ж. А. у. Модернизация кольцевой печи для обжига строительного кирпича / Ж. А. у. Жураев, Н. А. Абдуманнопов, Н. К. Муйдинова // Научное знание современности. – 2018. – № 12(24).

УДК 66.045.1

Уваров Д.А.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ СИСТЕМОЙ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Большинство промышленных предприятий генерируют большое количество тепловых отходов: отходящие газы от котлов и печей, теплота шлаков, теплота готовой продукции и т.д. Большая часть этой

энергии не совершает никакой работы и поглощается атмосферой [1]. В связи с возросшей актуальностью энергосберегающих мероприятий и технологий, в данный момент времени происходит разработка и внедрение технологий, направленных на полезное использование теплоты отходящих газов и других тепловых выбросов. В зависимости от характера производства температурным потенциалом обладают различные среды более или менее пригодные к утилизации. Наиболее пригодной средой содержащей достаточное количество тепловой энергии является дымовые газы котлов, работающих на природном газе и другом экологически чистом виде топлива, поскольку содержание вредных примесей, усложняющих процесс аккумуляции ниже, чем в других видах топлива (уголь, мазут и т.д) [2]. Котлы обладающие довольно высокой температурой отходящих газов и при этом имея небольшую концентрацию загрязняющих веществ, чаще всего комплектуются различными экономайзерами и подогревателями, тем самым повышая эффективность работы самой установки [3]. Однако если температура отходящих газов относительно небольшая (50-120°C) ввиду технологического процесса, наиболее предпочтительным будет утилизация такой энергии на собственные нужды предприятия и близлежащих сооружений.

В настоящее время утилизация теплоты системами отопления и вентиляции является достаточно распространенной практикой, для этого производят забор отходящих газов перед дымовой трубой, направляя поток в теплообменник. Средой для аккумуляции утилизированного теплоты может выступать как воздух, так жидкость системы отопления. Однако в зависимости от сезона и климатических условий может потребоваться дополнительный подогрев, поскольку утилизированной энергии может быть недостаточно для поддержания необходимой температуры внутри помещения, согласно санитарным нормам.

Также важно учесть, что большинство традиционных поверхностных теплообменников (экономайзеры, воздухоподогреватели) применяемых в котлах, не обеспечивают глубокого охлаждения дымовых газов, а также показывают низкую эффективность при работе с низкопотенциальными источниками энергии.

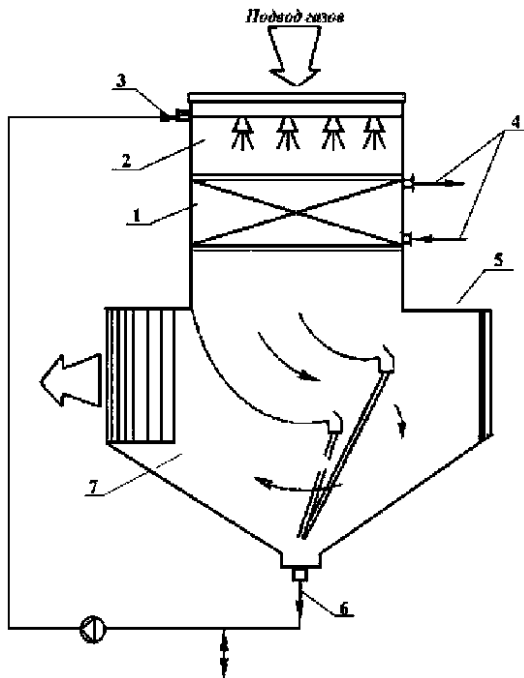


Рис. 1. Контактный теплообменник с активной насадкой (КТАН):
 1 — активная насадка (трубчатый рекуператор); 2 — камера орошения;
 3 — подвод орошающей воды; 4 — подвод и отвод нагреваемой воды;
 5 — корпус; 6 — отвод орошающей воды; 7- сепаратор влаги.

Препятствием также выступает слишком низкая температурная разница, из-за чего эффективный отбор теплоты усложняется, что делает установку подобных систем нецелесообразным с экономической точки зрения. Проблемой, в том числе, является подбор теплообменной аппаратуры для работы в агрессивной среде и повышенной загрязненности.

В качестве эффективного решения подобных задач могут выступать [4-5]:

- скрубберно-солевые аппараты для утилизации теплоты потока отходящих газов;
- различные контактные теплообменники с подходящими насадками для газообразных выбросов (пример такой установки представлен на рис. 1.);
- теплообменники с промежуточным теплоносителем;

- тепловые насосы для утилизации теплоты различных сред, в том числе подходящие для выработки холода;
- рекуперативные теплообменники, подходящие для работы с агрессивными средами для утилизации теплоты дымовых газов и паровоздушных смесей;
- регенеративные вращающиеся теплообменники;
- многоступенчатые установки с аппаратами мгновенного вскипания для утилизации теплоты загрязненных горячих стоков;
- абсорбционные холодильные установки;
- установки типа «труба в трубе».

Введение дополнительной системы воздушного отопления на базе утилизации теплоты уходящих газов котельной установки позволяет поддерживать требуемые параметры микроклимата производственного помещения в холодный период года, особенно при низких отрицательных температурах (ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$). При более высоких температурах наружного воздуха в холодный период года использование дополнительного воздушного отопления позволяет сократить количество теплоты, используемого для водяного отопления, до 15-20%. Это не только снижает расход топлива в котельной установке, но и уменьшает количество вредных выбросов в окружающую среду.

Учитывая, что уровень использования теплоты отходящих газов печей и котлов в среднем составляет 10%, применение подобных технологий способно значительно повысить энергоэффективность отдельных предприятий. В случае утилизации теплоты на котельных, КПД котла увеличивается до 5-8%. Таким образом, утилизация тепловой энергии уходящих газов решает сложную задачу экономии природных ресурсов и защиты окружающей среды от загрязнений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Киосов, А. Д. Глубокая утилизация тепла уходящих газов котлов и его аккумулирование / А. Д. Киосов, Г. Д. Авруцкий // Теплоэнергетика. – 2011. – № 11. – С. 60-63.

2. Десяткин, Д. П. Утилизация тепла уходящих газов / Д. П. Десяткин, Р. Р. Гайфутдинов // Аллея науки. – 2018. – Т. 8, № 5(21). – С. 259-264.

3. Алехина, О. А. Утилизация тепла уходящих газов на примере воздухоподогревателей / О. А. Алехина, А. В. Бараков, К. Г. Хрипунов // Физико-технические проблемы энергетики, экологии и энергоресурсосбережения: труды 22-й научно-технической

конференции, Воронеж, 30 октября 2020 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2020. – С. 3-10.

4. Носатов В.В. Утилизация теплоты низкотемпературных запыленных отходящих газов / В.В. Носатов, Г.А. Гребенкин. – Белгород: Изд-во БГТУ, 1993. - С 14.

5. Сериков, С. В. Утилизация тепла уходящих газов котельной установки в системе воздушного отопления / С. В. Сериков, Т. Н. Ильина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 4. – С. 53-55.

УДК 620.92

Уваров Д.А.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ ВЕТРОВОЙ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НАЦИОНАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

В современном мире энергетические системы играют первостепенную роль в жизни общества и мировой экономики, в связи с этим задача изучения и развития перспективных направлений, направленных на развитие энергетической сферы, является крайне актуальной. Всякая система энергоснабжения характеризуется динамичностью и непрерывностью развития. Одновременно с развитием экономики происходит и расширение существующих систем энергоснабжения, от выбора концепции развития энергетики зависят все остальные сферы человеческой деятельности [1]. В последние годы возобновляемые источники энергии, такие как ветер и солнце, становятся все более популярными в мире. Они предлагают множество преимуществ, таких как экологичность, низкая стоимость и доступность, что делает их привлекательными для многих стран. Однако интеграция этих источников энергии в национальную энергетическую систему сталкивается с рядом проблем.

Неравномерность выработки энергии

Ветровая и солнечная энергия являются непостоянными и неравномерными источниками энергии. Ветровые станции могут быть остановлены при отсутствии ветра, а солнечные панели производят меньше энергии в пасмурные дни или ночью. Это создает проблемы для энергосистем, так как они должны постоянно адаптироваться к

изменениям в выработке энергии и обеспечивать стабильность ее подачи потребителям. Опыт внедрения ВИЭ с нестабильной генерацией с долей от общей выработки в 5-10% показывает отсутствие нарушений в работе системы. Наибольшие трудности наблюдаются в случаях увеличения доли ВИЭ и наличии большого количества разнотипных объектов генерации [2]. Наиболее эффективным решением проблем непостоянной генерации является использования накопителей энергии, они могут иметь различное устройство в зависимости от необходимой емкости, скорости накопления и отдачи энергии, вида ВИЭ и т.д. [3].

Недостаточная интеграция с традиционными источниками энергии

Несмотря на все преимущества, ветровые и солнечные электростанции еще не полностью интегрированы в национальные энергосистемы. Часто они работают изолированно от других источников энергии, что создает трудности при регулировании выработки и потребления энергии. Чтобы решить эту проблему, необходимо развивать технологии, позволяющие более эффективно взаимодействовать между различными видами генерации энергии. Для интеграции больших объемов возобновляемых источников энергии (ВИЭ) необходима полная трансформация системы энергоснабжения (СЭ). Вместо простого добавления новых объектов генерации к существующей системе, требуется полное переформатирование СЭ. Традиционные тепловые электростанции (ТЭС) во многих случаях становятся запасным резервом для различных ВИЭ. На последнем этапе находятся страны, где доля переменной генерации ВИЭ составляет от 25% до 50% от общей годовой генерации, при этом временно может достигать 100% и более от суточного потребления [4]. Здесь вызовы имеют высокотехнологичный и менее очевидный характер. На этой стадии требуется еще большая гибкость системы, способность к самовосстановлению после резких и значительных колебаний в генерации.

Высокие затраты на установку и эксплуатацию

Стоимость установки и эксплуатации ветровых и солнечных электростанций намного выше традиционных установок. Это может привести к повышению тарифов на электроэнергию для потребителей, особенно если инвестиции в возобновляемые источники энергии не поддерживаются государством. Кроме того, снижение затрат на производство возобновляемой энергии может потребовать инвестиций в инфраструктуру и обучение персонала. Масштабирование производства оборудования, большее распространение в мире и совершенствование технологий постепенно снижают экономические

издержки, однако до конкуренции с традиционными источниками энергии еще далеко. Кроме того, с развитием данного направления возникают проблемы утилизации оборудования, отработавшие свой ресурс лопасти ветрогенераторов и солнечные панели сложны в переработке, которая является обязательной ввиду опасности для окружающей среды простого захоронения в недрах земли. Важно отметить, что в настоящее время стала возможна эксплуатация различных установок в частном порядке. Установка солнечных панелей для бытовых нужд стала распространенной практикой во многих странах, при этом часто используется схема подключения позволяющая отдавать излишки производства в общую энергетическую сеть, что еще больше усиливает экономию для частных лиц. Мелкий и средний бизнес также заинтересован в собственных источниках энергии. Многие сельскохозяйственные предприятия используют ВИЭ для покрытия собственных нужд [5]. Использование ВИЭ в частном порядке позволяет не только снизить издержки для потребителей, но и стимулирует развитие отрасли в целом.

Зависимость от импорта технологий

В настоящее время многие страны зависят от импорта технологий для развития ветровой и солнечной энергии. Это создает зависимость от иностранных поставщиков и ограничивает возможности для развития отечественного производства. Современные ветровые и солнечные установки являются сложными и высокотехнологичными в изготовлении. Также важно отметить, что для производства используется большое количество малораспространённых элементов, добыча которых происходит в ограниченном количестве стран, что ограничивает их доступность при массовом применении. Для решения этой проблемы необходимо стимулировать развитие национальных технологий и инноваций в этой области.

Защита окружающей среды

Внедрение ветровой и солнечной энергетики может вызвать опасения по поводу негативного воздействия на окружающую среду. Например, ветровые установки могут мешать миграции птиц и вызывать шумовое загрязнение. Солнечные панели могут занимать большие площади земли, что может привести к потере биоразнообразия и изменению климата, а также к повышению экономических издержек в регионах с дорогой землей. Для преодоления этих проблем необходимо проводить тщательные исследования и разрабатывать меры по снижению негативного воздействия возобновляемых источников энергии на окружающую среду.

Интеграция ветровой и солнечной энергетики в национальные энергосистемы требует решения ряда проблем. Необходимо развивать технологии для более эффективного взаимодействия между различными источниками энергии, снижать затраты на производство возобновляемой энергии, стимулировать развитие отечественных технологий и инноваций, а также разрабатывать меры по защите окружающей среды от негативного воздействия возобновляемых источников энергии. Наиболее эффективным путем является постепенное внедрение с поиском лучших решений для конкретного региона. Несмотря на доступность энергоресурсов в России, развитие нетрадиционных ВИЭ является важной частью в глобальном процессе развития энергетической отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гашо, Е. Г. Повышение эффективности и безопасности энергосистемы Калининградской области за счёт возобновляемых источников энергии / Е. Г. Гашо, В. А. Кондрахов // Энергетические системы. – 2019. – № 1. – С. 224-230.

2. Жук, М. А. Возможности внедрения возобновляемых источников энергии в действующие энергосистемы / М. А. Жук, М. А. Мухина // Инновации в технологиях и образовании: Сборник статей участников XII Международной научно-практической конференции, Белово, 21–22 марта 2019 года. Том Часть 1. – Белово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2019. – С. 284-289.

3. Сокольникова, Т. В. Определение оптимальных параметров накопителя для интеграции возобновляемых источников энергии в изолированных энергосистемах с активными потребителями / Т. В. Сокольникова, К. В. Суслов, П. Ломбарди // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 10(105). – С. 206-211.

4. Сокут, Л. Д. Перспективы развития систем электроснабжения за счет подключения ветровых и солнечных электростанций с накопителями энергии в общую энергосистему / Л. Д. Сокут, А. С. Муровская // Строительство и техногенная безопасность. – 2017. – № 7(59). – С. 113-121.

5. Соснина, Е. Н. Выбор энергоустановок на ВИЭ для электроснабжения сельскохозяйственных предприятий / Е. Н. Соснина, Д. А. Филатов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С. 156-159.

КРИТЕРИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Релейная защита и автоматика (РЗА) являются обязательной составляющей эксплуатируемых систем электроснабжения и играют важную роль в обеспечении надежной, а также безопасной работы объектов электроэнергетического сектора нашей страны.

Требования к эффективности функционирования устройств РЗА весьма конкретны и определены в нормативных документах. Их четкое выполнение наряду с диагностикой неразрушающими методами позволяет надежно и эффективно эксплуатировать электрооборудование [1, 2]. Действительно, реализация этих мероприятий способствует обеспечению выполнения данных требований, основной принцип которой заключается в первую очередь в анализе содержания некоторых общепринятых задач. Это такие задачи, в которых определяются следующие два основных фактора:

1) степень удовлетворения требований к уровню надежности РЗА;

2) целесообразность осуществления мероприятий по увеличению показателей последней.

Кроме того, нельзя игнорировать ключевые положения, оказывающие влияние на выбор критерия оценки мероприятий по обеспечению эффективности функционирования устройств РЗА:

– обязательность предъявления количественных требований к получаемым показателям;

– прямая корреляция между показателями надежности, включая технические свойства оборудования, и эффективностью функционирования рассматриваемых устройств;

– осуществление мероприятий в электроэнергетике является материально затратным [3].

Все вышеперечисленное обуславливает необходимость апеллирования к соответствующим технико-экономическим понятиям. В этом контексте актуализируется важность использования такого термина как экономическая эффективность РЗА, которая позволяет

определять оптимальные параметры системы и снижать затраты на ее эксплуатацию.

В сфере электроэнергетики и электротехники на сегодняшний день присутствует огромный выбор критериев экономической оценки технической составляющей функционирующих и внедряемых в эксплуатацию устройств, и систем электрического оборудования. В частности, существует множество критериев оценки экономической эффективности, использование которых можно встретить, к примеру, в публикациях Елисейевой А. А. и Назарычева А. Н. [4, 5]. Однако, как показал анализ литературы, внимание исследователей лишь в редких случаях направлено на изучение критерия экономической целесообразности. В связи с этим, далее предпринята попытка представления общих сведений о критерии целесообразности (K_3) осуществления того или иного типа мероприятия в системах РЗиА.

Данный критерий целесообразности в первую очередь возможно оценить путем сравнения показателей ценового значения выигрыша в полезном эффекте использования обозначенного электрооборудования от повышения его надежности ΔR и затрат на осуществление мер по ее увеличению R_3 . Тогда K_3 выразим формулой:

$$K_3 = \frac{\Delta R}{R_3} \quad (1)$$

В более обобщенном смысле критерий, представленный формулой (1), является некоторым выигрышем в полезном эффекте в процессе применения в электроэнергетике устройств РЗиА при осуществлении одного конкретного мероприятия, которое приходится на единицу затрат при реализации последнего. Так, то или иное действие, направленное на увеличение надежности следует считать целесообразным только в том случае, если ценовой показатель превышает в своем значении все соответствующие затраты, то есть:

$$K_3 > 1 \quad (2)$$

В экономике техники, в том числе в сфере экономической оценки электрооборудования, возможно также использовать другой важный критерий, который в случае определения целесообразности мер по повышению надежности систем РЗиА, определяется как разность между ΔR и R_3 . В данном случае ΔR находится из соотношения:

$$\Delta R = R - R_0, \quad (3)$$

где R и R_0 – соответственно ценовое значение рассматриваемого полезного эффекта, при реализации (R) и отсутствия реализации (R_0) необходимого мероприятия [6].

Таким образом, грамотное использование рассмотренного в статье критерия целесообразности при осуществлении мероприятий в области РЗиА позволяет оценить их влияние на надежность и экономичность систем электроснабжения, а также способствует выбору наиболее оптимальных с экономической точки зрения решений для каждого конкретного случая, возникающего в процессе разработки и усовершенствования, монтажа и демонтажа, ремонта и диагностики, эксплуатации и контроля состояния устройств релейной защиты и автоматики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мальцева, И. С. Особенности использования высокочастотных каналов связи в системах релейной защиты и автоматики / И. С. Мальцева, А. Н. Гавриленко // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: материалы междунар. науч. конф. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 г. Том 1. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 343–346.

2. Гатауллин, А. М. Комплексный метод оценки характера повреждений, их локализации и прогнозирования разрушения изоляторов высоковольтного электрооборудования по характеристикам частичных разрядов / А. М. Гатауллин, Д. Ф. Губаев // Проблемы региональной энергетики. – 2022. – № 1(53). – С. 152–160.

3. Гуревич, В. И. Проблемы оценки надежности релейной защиты / И. В. Гуревич // Электричество. – 2011. – № 2. – С. 28–31.

4. Елисева, А. А., Щикунов Н. Н. Анализ внедрения автоматизированной системы оценки состояния электрооборудования / А. А. Елисева, Н. Н. Щикунов // Интернаука. – 2021. – № 15. – С. 61–63.

5. Назарычев, А. Н. Основные принципы и критерии управления техническим состоянием электрооборудования / А. Н. Назарычев // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2006. – № 2. – С. 67–71.

6. Макаренко, С. И. Техничко-экономический анализ целесообразности внедрения новых технологических решений / С. И. Макаренко // Системы управления, связи и безопасности. – 2016. – № 1. – С. 278–287.

*Хисамеева Д.Р.**Научный руководитель: Мухаметова Л. Р., доц.
Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия***ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РОССИИ**

На сегодняшний день, несмотря на развитие в электроэнергетике, все еще большое количество потребителей электрической энергии находится в удаленных от центра питания районах. К таким районам можно отнести северо-восточные территории России, например, Сибирь, Дальний Восток и Крайний Север.

Рассмотрим данные о потребителях, не подключенных к централизованному электроснабжению (Табл.).

Таблица – Потребители, не подключенные к централизованному электроснабжению

Количество жителей, проживающих в населенных пунктах, чел.	Количество населенных пунктов, ед.	Общее количество жителей, чел.
До 50	13500	172600
51-500	11100	2400000
501-3000	5700	5900000
3001-10000	580	2600000

Согласно таблице можно сделать вывод, что 8% жителей России не имеют централизованной системы электроснабжения. На данных территориях стоимость электроэнергии очень высокая, а качество, наоборот, очень низкое.

В последние несколько лет территория северо-восточной части России все больше осваивается. Поэтому электроснабжение данных территорий является актуальной темой в настоящее время.

Существует 3 основных способа снабжения электрической энергией потребителей, проживающих в данных районах:

1. Строительство новых линий электропередачи (ЛЭП) для подключения потребителей к центрам питания. Так как потребители сильно удалены от центров питания, то требуется построение достаточно длинной ЛЭП. Учитывая тот факт, что плотность населения на данных территориях низкая, и в связи с этим потребляется

небольшое количество мощности, то данный способ является неоправданным с экономической точки зрения [1].

2. Использование дизельных электрических станций. Это основной способ для снабжения электроэнергией потребителей в данных районах. В России находятся в использовании около 5000 дизельных электростанций, выработка их энергии составляет 1,8 млрд кВт·ч. Энергия в дизельной электрической станции вырабатывается за счет сжигания топлива. Так как транспортная логистическая система в отдаленных районах достаточно сложная, то транспортировка топлива проблематична и стоимость, соответственно, высокая. Также к недостаткам использования дизельной электрической станции можно отнести быстрый износ приборов из-за невысокого КПД. Это обусловлено тем, что мощность данной электростанции определяется с запасом на 30%, однако такая мощность используется не всегда, что приводит к работе генераторов на ненормальную нагрузку и скорому износу электроприборов [1, 2].

3. Использование возобновляемых источников энергии, к которым относятся солнечная энергия, энергия ветра, океана, гидроэнергия, геотермальная энергия, а также биоэнергия. Проблему обеспечения электроэнергией удаленных районов можно решить использованием возобновляемых источников энергии. Применение возобновляемых источников энергии имеет огромное количество преимуществ, самые существенные среди них: уменьшение парникового эффекта, отсутствие влияния на климат. Это также позволит улучшить экологию данной территории и поспособствует развитию экономики региона. Северо-восточная часть России имеет достаточный потенциал для развития возобновляемых источников энергии. Там находится 80%, 60%, 70% геотермального, ветрового потенциала, а также биотоплива, соответственно. Правительство озадачено развитием северо-восточной части России, и поэтому была разработана государственная программа для устранения проблемы электроснабжения удаленных территорий. Планируется увеличить ввод мощностей ВИЭ для потребителей в Сибири, не имеющих доступа к централизованному электроснабжению, до 330-360 МВт в течение 7 лет [2, 3].

Таким образом, можно сделать вывод, что для снабжения электрической энергией потребителей, находящихся в удаленных от центра питания районов, в стране необходимо развивать область возобновляемых источников энергии. Данный способ даст толчок в развитии районов, возникнут новые рабочие места. Этого всего можно достичь при условии, что государство поспособствует развитию ВИЭ и финансово поддержит развитие данной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волчков Юрий Дмитриевич, Босердт Василий Юрьевич электроснабжение удаленных от центров питания потребителей // Агротехника и энергообеспечение. 2018. №1 (18). URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 30.09.2023).
2. Соколов Александр Даниилович, Музычук Светлана Юрьевна, Абдулина Елена Равильевна Ключевые проблемы перевода ДЭС на альтернативные виды топлива // Вестник ИрГТУ. 2019. №2 (145). URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 30.09.2023).
3. Мухаметова Л.Р., Ахметова И.Г., Стриелковски В. Инновации в области хранения энергии // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2019. №4. URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 30.09.2023).

УДК 532.542

Шатило И.А.

Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.
*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

К ВОПРОСУ ОБ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ СТОЧНЫХ ВОД

Энергосберегающие технологии в последние десятилетия являются одними из наиболее важных аспектов развития науки и промышленности в мире. Глубокая высокоуровневая интеграция энергосберегающих технологий на промышленных объектах позволяет экономить значительную часть энергетических ресурсов. С каждым годом в России количество предприятий с внедренными технологиями по энергосбережению растёт, однако существует еще одна группа потребителей менее вовлеченная, на данный момент, в процессы сбережения энергетических ресурсов и при этом с большое долей потерь — население и сфера ЖКХ [1]. Глобальная централизация теплоснабжения и низкие тарифы для населения привели к колоссальному объему потерь тепловой энергии со сточными водами. В данной ситуации пропаганда населению осмысленного и умеренного потребления тепловой энергии, практически не дает результата. Наиболее эффективным же решением, в данной ситуации, является утилизация теплоты сточных вод [2]. В зависимости от точки забора сточных вод для утилизации теплоты, существует несколько направлений реализации данной технологии.

Внутриквартирная утилизация. Благодаря практически нулевым потерям при транспортировке, сточные воды имеют наибольший температурный потенциал, что позволяет использовать довольно простые и компактные решения в виде теплообменников [3], установленных в системе водоснабжения и водоотведения жилого помещения. Пример такого решения представлен на рис. 1. Утилизированная теплота, в данном случае, идёт на подогрев воды перед смесителем. Данное решение является довольно доступным, ввиду низкой стоимости таких теплообменников. К недостаткам можно отнести необходимость наладки системы для эффективного отбора теплоты и ограничения в конструкции теплообменников ввиду гидравлических требований сети и загрязнённости самих стоков.



Рис. 1. Теплообменник-утилизатор, устанавливаемый на сифон.

Общедомовая система утилизации. Установка теплообменников утилизаторов на общедомовых стояках и выпусках позволяет использовать высокий температурный потенциал сточных вод, который достигает около 30 °С по выходу из дома. Утилизированная теплота может быть направлена на подогрев водопроводной воды в системе горячего водоснабжения, что приводит к значительной экономии энергии - от 30% при прямом рекуперативном подогреве, и до 70% при использовании тепловых насосов. Сдерживающим фактором является высокая стоимость и отсутствие необходимой материальной базы, для уже эксплуатируемых зданий. Пример реализации представлен на рис. 2.



Рис. 2. Внутридомовой теплообменник.

Утилизация на КНС. Несмотря на относительно невысокий температурный потенциал на данном участке (около 20°C) [4], насосные станции являются хорошей базой для внедрения технологий по утилизации теплоты сточных вод, поскольку обладают необходимым техническим потенциалом. Трудности в реализации подобных проектов заключаются в отсутствии финансирования и разрозненности структур по обслуживанию данных объектов.

Утилизация на магистральных напорной канализации. В первую очередь данное решение перспективно благодаря расположению в пределах досягаемости возможных потребителей утилизированной теплоты и скоростям потока, которые позволяют повысить эффективность отбора тепла. Предполагается использование схемы с промежуточным теплоносителем устанавливаемые непосредственно на магистральный трубопровод. На данный момент, технология не представлена в практической реализации, ввиду дороговизны, низкой эффективности и труд затратности при монтаже в условия городской среды.

Утилизация на очистных сооружениях. Данный способ обладает наименьшим температурным потенциалом, но наибольшим тепловым ввиду того, что сточные воды поступают и концентрируются на очистных сооружениях, расположенных на удалении от городской среды. Именно благодаря наибольшему тепловому потенциалу в разное время предпринималось большое количество попыток по внедрению технологии утилизации теплоты. Однако, ввиду удаленности таких сооружений от потенциальных потребителей утилизированной теплоты, использование данной технологии, кроме как на собственные нужды, является нецелесообразным [5]. Кроме того, для эффективного отбора тепла предполагается использовать довольно дорогостоящие

теплонасосные установки, вариант исполнения которых представлен на рис. 3.



Рис. 3. Теплонасосная система теплоснабжения здания очистных сооружений.

Рассмотрев основные предложения по утилизации теплоты сточных вод, можно сделать вывод, что наиболее эффективными являются проектные решения, использующие теплоту сточных вод с высоким температурным потенциалом и при этом расположенные на участках имеющим техническую базу для реализации, а также потребителей утилизирующей теплоты. В данный момент технологии энергосбережения, в основном, направлены на промышленные предприятия, однако с ростом дефицита энергоресурсов и тарифов для населения, данное направление будет все более востребованным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власова А.А. Анализ структуры выработки и потребления тепловой энергии в России / А.А. Власова, П.Н. Тарасюк, П. А. Трубаев // Образование, наука, производство. Белгород: Изд-во БГТУ, – 2015. – С. 1225-1231.

2. Куцев, Л. А. Основные проблемы и современное состояние систем коммунальной теплоэнергетики / Л. А. Куцев, Г. Л. Дронова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 24-26.

3. Патент на полезную модель № 134549 U1 Российская Федерация, МПК E03C 1/12. Устройство утилизации теплоты сточных вод жилого дома : № 2013104222/13 : заявл. 01.02.2013 : опубл. 20.11.2013 / Г. П. Васильев, И. М. Абуев, В. Ф. Горнов [и др.]; заявитель Открытое акционерное общество "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ".

4. Д. Г. Закиров, А. А. Рыбин. Использование

низкопотенциальной теплоты.// Использование низкопотенциальной теплоты. Кн. 2: монография: в 2 кн. Кн. 2. - Москва: Русайнс, 2015. - 157 с.

5. Утилизация теплоты сточных вод многоквартирных жилых домов / Г. П. Васильев, А. Н. Дмитриев, И. М. Абуев, И. А. Юрченко // Энергия: экономика, техника, экология. – 2013. – № 8. – С. 44-48.

УДК 620.9

Шатило И.А.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В современном мире энергетика играет ключевую роль в развитии экономики и обеспечении комфорта жизни населения. В то же время, растущий спрос на энергоресурсы и их ограниченность ставят перед энергетикой новые вызовы и задачи. Одним из ответов на эти вызовы является концепция интеллектуальной энергетики.

Интеллектуальная энергетика – это подход к управлению энергетическими ресурсами, основанный на использовании современных информационных и коммуникационных технологий. Она предполагает интеграцию различных источников энергии, автоматизацию процессов производства, передачи и потребления энергии, а также активное участие потребителей в управлении энергопотреблением [1].

Развитие данной концепции в России имеет широкий спектр задач, которые взаимосвязаны и включают научно-технологические, бизнес-задачи, экономические и социальные аспекты. Эти задачи определяют стратегии развития компаний и регионов, повышают экономическую эффективность не только энергетического комплекса, но и других отраслей, а также способствуют созданию новых рабочих мест.

Одновременно, развитие концепции интеллектуальной энергетики может стать основой для организации эффективного взаимодействия между наукой и бизнесом в области электроэнергетики, а также развития инновационной инфраструктуры не только в этой отрасли, но и в других, учитывая ее потенциально межотраслевой характер. Кроме того, она имеет потенциал стать технологической платформой для обсуждения, разработки и решения ключевых концептуальных, научно-

методологических и технологических вопросов развития энергетической отрасли [2].

Основные принципы интеллектуальной энергетики:

1. Интеграция различных видов энергии: солнечная, ветровая, гидроэнергия, биомасса, геотермальная и другие.

2. Эффективное использование энергии: оптимизация потребления, повышение энергоэффективности, снижение потерь.

3. Децентрализация энергетики: развитие распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии.

4. Автоматизация и цифровизация процессов: использование современных технологий для управления энергосистемами.

5. Участие потребителей в управлении энергией: предоставление им возможности влиять на производство и потребление энергии.

Внедрение концепции интеллектуальной энергетики предполагает объединение сетей, потребителей и производителей электроэнергии в одну структуру, которая обеспечивает контроль всех рабочих процессов в режиме реального времени [3]. Эта «интеллектуальная сеть» позволяет регулировать мощность поставки электричества, учитывая объемы и количество потребляемой энергии. Однако, для эффективной работы системы необходимо иметь двустороннюю связь с потребителем, что достигается с помощью использования интеллектуальных счетчиков. Таким образом, технический аспект внедрения такой системы заключается в объединении и контроле сетей, потребителей и производителей электроэнергии, а также в регулировании поставок электричества на основе данных о потреблении, полученных от интеллектуальных счетчиков.

Помимо этого, применение интеллектуальных технологий в энергетике позволяет решать множество задач, таких как:

- повышение надежности энергосистемы: прогнозирование и предотвращение аварий, оптимизация распределения нагрузки;

- снижение затрат на эксплуатацию и обслуживание энергосистем, путем оптимизации процессов;

- устранение «узких мест» в энергосистеме и обеспечение гибкости в потреблении и производстве энергии;

- развитие рынка «умных» энергетических услуг и продуктов;

- создание условий для активного участия потребителей в управлении энергетикой.

Большинство промышленно развитых стран так или иначе двигаются по пути построения «умных» энергетических систем, основываясь на внутренних и внешних энергетических тенденциях актуальных в данном регионе. Так, в последние годы в США активно

развивается концепция «Smart Grid» (интеллектуальная сеть) [4]. Она предполагает интеграцию возобновляемых источников энергии, оптимизацию распределения нагрузки, активное участие потребителей и т.д.(рис.1.) В Германии реализуется проект «Energiewende» (энергетический переход), в первую очередь направленный на увеличение доли возобновляемых источников энергии и повышение энергоэффективности, в том числе с использованием инструментов интеллектуальной энергетики. В Китае, в свою очередь, активно развиваются ветроэнергетика и солнечная энергетика, внедряются «умные» системы учета и распределения энергии. В условиях высокой энергоёмкости экономики китайский промышленный сектор крайне заинтересован в любом увеличении энергоэффективности и не делает ставку на одно конкретное направление.

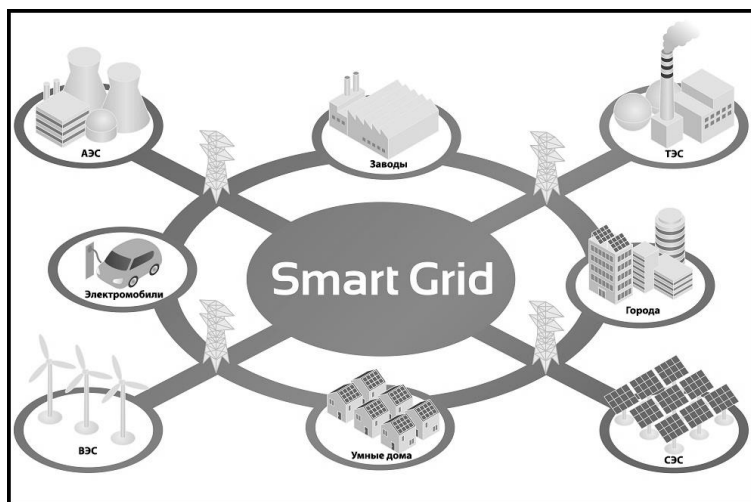


Рис. 1. Принципиальная схема системы «Smart Grid».

Основным препятствием для широкого развития интеллектуальной сетевой генерации с применением альтернативных источников энергии служит их более низкая экономическая эффективность по сравнению с традиционными источниками, а также нередко — невозможность их использования без комбинации с традиционными источниками для обеспечения устойчивого энергоснабжения, независимо от природных процессов [5].

Интеллектуальная энергетика является одним из ключевых направлений развития мировой энергетики в XXI веке. Она позволяет

эффективно использовать различные виды энергии, оптимизировать процессы производства, передачи и потребления, а также активно вовлекать потребителей в управление энергосистемой. Внедрение интеллектуальных технологий и подходов в энергетику позволит снизить зависимость от ископаемых видов топлива, повысить надежность энергосистем и обеспечить устойчивое развитие энергетики в будущем. В условиях развивающегося промышленного сектора, развитие энергетических систем способствуют интенсификации процессов развития промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нестеров, М.Н. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага / М.Н. Нестеров, П.А. Трубаев, М.Ю. Михайлова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 5. – С. 208-211.

2. Гашо, Е.Г. Практика внедрения гибридных систем теплоэнергоснабжения в России / Е.Г. Гашо, А.И. Киселева, А.В. Темеров // Энергетические системы. – 2020. – № 1. – С. 13-18.

3. Сальников, Н. А. Перспективы внедрения Smart Grid в России / Н. А. Сальников, И. А. Кормако, А. О. Каманов // Синергия Наук. – 2021. – № 60. – С. 256-264.

4. Кобец, Б. Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SMART GRID: монография / Б. Б. Кобец, И. О. Волкова – Москва: ИАЦ Энергия, 2010. – 207 с.

5. Гаврилова, А. А. Повышение энергоэффективности в России: внедрение интеллектуальной сети электроснабжения Smart Grid / А. А. Гаврилова, С. Ю. Кузнецова // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2018. – Т. 8, № 3. – С. 118-121.

ВЛИЯНИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

На сегодняшний день тепловая энергетика России является ведущей отраслью. В нашей стране 40% электроэнергии получают на тепловых электростанциях и теплоэлектроцентралях, не только обеспечивающих производство электроэнергии, но и участвующих в системах централизованного теплоснабжения. Тепловые электростанции, как правило, находятся близко к жилым районам. Это может негативно влиять на качество атмосферного воздуха и, как следствие, на здоровье людей, подвергающегося этому влиянию [4].

Топливом на теплоэлектростанциях в Российской Федерации в основном являются уголь, мазут, природный газ, и не так часто - нефть, бензин, дизельное топливо, торф, горючие сланцы, дрова [1].

В государственных докладах Министерства природных ресурсов и экологии в Российской Федерации, отмечается, что объектами топливно-энергетического комплекса ежегодно выбрасывается порядка 3 млн тонн загрязняющих примесей, из них более 50% выбросов сосредоточены в Восточной части России в Сибирском и Дальневосточном федеральном округе. Кроме тепловых электростанций на территории России функционирует значительное количество частных отопительных котельных и автономных источников теплоснабжения (АИТ), использующих в качестве основного топлива уголь. Так, в 2018 году в России их было зарегистрировано более 74,8 тысячи единиц. Для частных отопительных котельных характерна низкая высота дымовых труб составляющая 6-8 м и, следовательно, загрязнение приземных слоев атмосферы происходит на уровне вдыхаемого человеком воздуха [1].

Большинство АИТ, которые работают на твердом топливе, сосредоточены в Красноярском и Забайкальском крае, а также в Кемеровской, Иркутской и Новосибирской области. Основным преимуществом твердотопливных котельных является их высокая степень автономности - важная составляющая технологического процесса для бесперебойного отопления и горячего водоснабжения

частных жилых домов и промышленных объектов в условиях сурового зимнего климата Сибири и Дальнего Востока [4].

Сжигание угля сопровождается значимым влиянием на качество атмосферного воздуха, что обусловлено высоким содержанием в угле 90% минеральных негорючих веществ. Кроме того, по данным научных исследований установлено, что объекты теплоэнергетики, работающие преимущественно на твердом топливе, выбрасывают в атмосферу такие твердые несгоревшие частицы, как зола, сажа, пыль, взвешенные частицы, содержащие соединения металлов, а также различные газы диоксид и оксид углерода, углеводороды, соединения серы, оксиды азота и другие. Соединения металлов, таких как свинец, ртуть, хром, цинк, медь, марганец и других, поступающих в приземные слои атмосферы, пагубно влияют на здоровье человека, а именно на органы дыхания, центральную нервную систему, печень и почки [2].

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в своих докладах отмечает, что каждая восьмая смерть в мире вызвана загрязнением воздуха. Наибольшую угрозу представляют мелкие твердые частицы (PM_{2,5}), которые глубоко проникают в дыхательные пути, попадают в кровоток и оказывают негативное воздействие на сердце, сосуды головного мозга и дыхательную систему. Особо опасным по составу видом мелкодисперсных частиц является черный углерод или сажа. Ученые пришли к выводу, что увеличение концентрации этих частиц в воздухе на 0,1 мкг/м³ приводит к росту легочных заболеваний на 12%. Таким образом, неудовлетворительное качество воздуха может оказывать негативное влияние на работу мозга и нервную систему и в два раза повышает риск возникновения депрессии и тревожности. Кроме того, мельчайшие частицы токсичных веществ попадают в дыхательные пути, повреждают стенки артерий и вызывают хроническое воспаление [2].

Воздухоохранные мероприятия на отечественных предприятиях, как правило, включают в себя комплекс технологических, архитектурно-планировочных и санитарно-технических мероприятий. Руководство предприятий выбирает среди них наиболее экономически целесообразные.

К технологическим мероприятиям относят:

соблюдение технологических норм расхода электроэнергии и пара на единицу продукции;

очистка сырья от вредных примесей, использование малосернистого мазута с содержанием серы 2% и менее, а также перевод котельной с угля на мазут или природный газ;

создание малоотходных технологических процессов;

использование вторичных энергоресурсов, установка экономайзеров, утилизация тепла вытяжного воздуха в системах вентиляции для подогрева приточного воздуха;

замена сухих способов переработки пылящих материалов влажными;

применение пневмотранспорта для транспортировки пылящих материалов в деревообрабатывающих цехах, в силикатной промышленности и т.д [4].

К архитектурно-планировочным мероприятиям относят:

выбор участка под строительство с учетом розы ветров, рельефа местности, размещения существующих промзвон или промзоны.

посадка в санитарно-защитных зонах лесополос шириной 50 м с газонным разрывом 20 м [4].

Среди санитарно-технических мероприятий выделяют:

организация местной аспирационной сети и общеобменной вентиляции цеха в соответствии с расчетами выбросов по каждому вредному веществу и необходимой степени очистки;

объединение мелких источников в единый источник одной аспирационной сетью;

установка газоочистного оборудования, снижающего концентрации вредных веществ в выбросах на основе процессов абсорбции, адсорбции, каталитического сжигания, окисления [4].

Для того, чтобы снизить уровень загрязнения атмосферного воздуха в целом по РФ с 2018 г. проводится эксперимент по квотированию выбросов, который планируется завершить к 2030 г. Первоначально предполагалось, что в эксперименте будет участвовать 12 городов: Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита. Позже был принят закон, который позволил правительству включить в эксперимент городские поселения и городские округа с высоким и очень высоким загрязнением атмосферного воздуха, где одним из основных видов топлива на теплоэнергетических объектах является уголь [3].

В перечень, в частности, вошли Махачкала, Барнаул, Ачинск в Красноярском крае, Астрахань, Иркутск, Кемерово, Ростов-на-Дону, Южно-Сахалинск. Для предприятий-загрязнителей Росприроднадзор определяет допустимые квоты на выбросы, а региональные власти устанавливают данные квоты для предприятий ЖКХ, автотранспорта и всех остальных источников выбросов. Предприятия-загрязнители обязаны будут соблюдать установленные квоты. В случае, если предприятие не может соблюсти их, то должно будет провести

"компенсационные мероприятия", перечень которых будет утверждаться регионом. Например, провести озеленение территорий, рекультивацию свалок [3].

Основная цель таких государственных проектов, в частности эксперимента по квотированию вредных выбросов в атмосферу, - снизить к концу 2024 года уровень валовых выбросов загрязняющих веществ на 20% по сравнению с 2017 годом и вдвое сократить выбросы опасных загрязняющих веществ к 2030 году относительно 2020 года от промышленных предприятий, в том числе и от объектов теплоэнергетики и АИТ, а также от объектов коммунальной и транспортной инфраструктуры [3]. В заключение необходимо отметить, что экологические проблемы, безусловно, несут огромный урон, как окружающей среде, так и здоровью человечества, которое является конечным потребителем энергоресурсов. Учитывая высокую значимость отраслей энергетики для мировой экономики, поддержка и проведение воздухоохраных мероприятий остается одной из важнейших задач для руководства предприятий и властей нашей страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году» URL: <https://www.mnr.gov.ru/>
2. ВОЗ: 7 миллионов смертей ежегодно связаны с загрязнением воздуха URL: <https://www.who.int/ru>
3. Госдума приняла закон об ужесточении квотирования выбросов предприятиями URL: <https://www.interfax.ru>
4. Петров А.С., Самаркина А.Н. Исследование влияния объектов теплоэнергетики на окружающую среду // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. - 2019. - № 6-2 (87). - С. 152-154.
5. Белоусов А.В., Кошлич Ю.А., Гребеник А.Г. Модель распределения изменяющихся климатических параметров // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 116-120.
6. Трубаев П.А., Веревкин О.В., Гришко Б.М., Тарасюк П.Н., Щекин И.И., Суслов Д.Ю., Рамазанов Р.С. Исследование выхода свалочного газа с тела полигона ТБО // Энергетические системы. 2017. № 1. С. 436-443.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС РОССИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Глобализация и цифровая трансформация оказывает непосредственное влияние на все сферы нашей жизни, включая промышленные отрасли и теплоэнергетический комплекс. Происходит постоянное внедрение и улучшение приборов применяющих в работе, использование искусственного интеллекта с помощью, которого развивают технологический процесс в целом. Этот новый уровень по внедрению безусловно нуждается в квалифицированных специалистах по работе с инновационными приборами [1]. Пандемия COVID-19, показала, как важно повысить уровень развития тепловых комплексов, которые несут на себе основные функции поддержки жизнедеятельности человека.

Сегодня главной задачей теплоэнергетического комплекса (ТЭК) является увеличение спроса на услуги. С помощью роста продукции ТЭК внутри России, можно осуществлять поддержку ее внедрения и на международный уровень. Конкуренция с другими странами позволит повысить статус развития данной промышленности внутри страны производителя, ускорить переход к эффективной и гибкой энергетике.

Для положительной тенденции и энергетической безопасности ТЭК в России, необходимо повысить уровень наблюдаемости, качество управления и гибкости в производстве, обеспечить беспрепятственную и безопасную продажу товаров и услуг, как внутреннего рынка страны, так и внешнего.

Такое управление качеством внутри ТЭК возможно лишь с помощью полного обеспечения автоматизации и цифровизации систем, что подробно представлено в таблице 1 [3].

Таблица 1 - Управление качеством внутри ТЭК [3]

№ п/п	Качественное повышение уровня наблюдаемости объектов и систем и	Качественное повышение уровня управляемости объектов и систем, новые	Качественное повышение уровня гибкости/ адаптивности	Платфор- мизация продаж и услуг
----------	--------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

	оперативности получения информации	возможности оптимизации деятельности	объектов и систем	
1	Удаленная работа при сборе информации	Автоматизированные технологии без контакта	Промышленный интернет вещей	Цифровые торговые платформы
2	Цифровые двойники объектов и систем	Системы управления активами	Интернет энергии	Смарт контракты
3	Модели 3D и 4D	Системы управления стоимостью жизненного цикла	Управление спросом	Интернет энергии
4	Беспилотные транспортные средства	Интеллектуальные системы оперативного управления сетевой (трубопроводной, транспортной) инфраструктурой)	Агрегаторы спроса	н/п
5	Быстрая обработка больших данных	Стратегическое управление развитием отраслей и систем	Интеллектуальные системы оперативного управления сетевой (трубопроводной, транспортной) инфраструктурой	н/п
6	Информационно аналитические системы	н/п	Интеллектуальные системы стратегического управления развитием отраслей и систем	н/п

Улучшения в процессе связаны со следующими решениями (табл.1):

развитие торговых платформ с целью увеличения продаж;

улучшение экологической обстановки за счет снижения негативного на нее воздействия;

обеспечение надежности энергоснабжения за счет повышения контроля и управления;

применения цифровых технологий и интеллектуальных информационно-аналитических систем в стратегическом планировании ТЭК [1, 2].

Проблемы, замедляющие развитие ТЭК заключаются в следующем:

– недоработки в нормативно-технологической базе;

– ограничения политики импортозамещения;

– сбор и передача данных в технологической и нормативной области;

– низкий уровень кибербезопасности;

– недостаток квалифицированных специалистов;

– отсутствие единой системы управления, координации и мониторинга ТЭК;

– низкий уровень финансирования и недостаток инвесторов [3].

Совершенствование цифровой трансформации существенно осложняют такие факторы, как регулирование отрасли, дефицит компетенций в цифровой сфере, высокий уровень импортозависимости, слабое развитие инфраструктуры и другие.

Сегодня развитие цифровой трансформации в России является приоритетной задачей для государства и экономики отраслей ТЭК. Власти нашей страны активно принимают участие в развитии энергетического комплекса, активно применяя различные инструменты и механизмы цифровых технологий, тем самым достигая поставленные цели и задачи в отрасли ТЭК [4]. Таким образом, цифровая трансформация развития энергетического комплекса направлена на его модернизацию и повышение его конкурентоспособности на рынке. Для быстрого роста цифровизации ТЭК, необходимо создать программу по востребованности молодых специалистов, готовых создавать и разрабатывать модели инновационного оборудования. Необходимо привлекать студентов, обучающихся в университетах к развитию в энергетической отрасли, к примеру, с помощью грантов и вознаграждений для мотивации к обучению и в данной специализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Головина Е.Ю., Самаркина Е.В., Буйнова Н.Е., Евлоева М.В. Цифровизация и цифровая трансформация теплоэнергетики как фактор повышения эффективности тепловой инфраструктуры // Теплоэнергетика, 2022. - № 6. - С. 3-16.
2. Лебедев В.М., Приходько С.В., Гаак В.К. Региональные проблемы теплоэнергетики: учебное пособие // под редакцией В.М. Лебедева - СПб.: Лань, 2019. - 136 с.
3. Павлова А. В., Головина Е. Ю. Цифровизация и цифровая трансформация теплоэнергетического комплекса // SAEC. 2023. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-i-tsifrovaya-transformatsiya>
4. Рябова Т.В., Жаворонок А.В. Проблемы и перспективы развития тепловой энергетики в России. URL: ant.ru/sprav/tarifi_na_elektroenergiyu_na_2015_god/tarifi_na_elektroenergii
5. Нестеров М.Н., Трубаев П.А., Михайлова М.Ю. Интеллектуальные энергокомпании: сейчас время для следующего шага // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 208-211.
6. Гашо Е.Г., Киселева А.И., Темеров А.В. Практика внедрения гибридных систем теплоэнергоснабжения в России // Энергетические системы. 2020. № 1. С. 13-18.

УДК 620.9

Шибает С.С.

*Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВЛИЯНИЕ МИРОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ НА РАЗВИТИЕ НОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Процессы всемирной глобализации и активное мировое экономическое развитие связано с постоянно растущим потреблением топливно-энергетических ресурсов. Мировая индустриализация разных стран мира, безусловно, характеризуется, интенсивным потреблением энергетических ресурсов, обеспечивающих работу большого количества промышленных предприятий, паровых машин, а также ростом и развитием строительства и эксплуатации железных дорог,

электрификацией промышленности и сельского хозяйства, механизацией труда. Все это сегодня является энергоемкими отраслями промышленности [6].

При принятии данных решений о формировании и развитии отдельных территориальных образований, а также в ходе строительства промышленных предприятий, доступность энергетических ресурсов для достаточного и надежного энергообеспечения новых экономических субъектов – всегда являлась основополагающим фактором. Территории с достаточным энергообеспечением в нашей стране развивались быстрее, становясь экономическими и промышленными центрами, что создавало фундамент для будущего экономического, технологического, инфраструктурного, административного и научного развития. Те территориальные образования, которые не могли быть обеспечены топливно-энергетическим потенциалом, наоборот, сильно отставали от темпов и уровня развития более крупных территориальных образований, что в целом приводило к отставанию промышленности от большинства стран мира, и снижению масштабов роста ВВП [3].

Со временем, мировой топливно-энергетический комплекс претерпел значительные преобразования, в процессе которых появились такие новые отдельные отрасли, как электроэнергетика, нефтяная, газовая, угольная промышленности. Энергосистемы большинства стран мира трансформировались в важнейшие инфраструктурные и системообразующие отрасли экономики, от эффективности которых, напрямую сегодня зависит качество и стоимость продукции выпускаемой экономиками стран мира. В современных условиях топливно-энергетические комплексы определяют вектор стратегического отраслевого и территориального развития стран мира [4].

Таким образом, экономическое развитие любого территориального образования напрямую связано с ростом потребления энергоресурсов. Именно поэтому необходимо непрерывно обеспечивать энергией оборудование растущих производств, а так же обеспечивать теплом и светом растущее население. Основными топливно-энергетическими ресурсами, потребляемыми в мире, являются нефть, природный газ, уголь, атомная энергия, использование которых, в свою очередь преобразуется в электрическую энергию и тепловую энергию.

На современном этапе развития, электрическая энергия добывается на основе гидроэлектростанций и электростанций, работающих на основе возобновляемых источников энергии, которые прежде всего основываются на преобразовании энергии из ветра и

солнца [5]. Рост выработки электроэнергии на основе технологий возобновляемых источников энергии (ВИЭ) связан с развитием технологий ВИЭ, которое началось после 2000-х гг.

Постоянный рост стоимости первичных энергетических ресурсов на мировых рынках, исчерпание запасов топливно-энергетических ресурсов, высокая интенсивность роста спроса на энергопотребление, повышенная нагрузка на экологию, привело к тому, что в большинстве стран мира начала приниматься концепция «энергетического перехода» или «энергетического поворота», которая получила начало в Германии. Суть концепции энергетического перехода заключается в постепенном переходе от использования ископаемого углеводородного топлива на потребление возобновляемых источников энергии. К 2050 г. Германия планирует обеспечивать порядка 80% собственного спроса на энергопотребление, используя ВИЭ. Со временем опыт этой страны также начали перенимать и другие мировые державы [1].

На рисунке 1 представлена диаграмма структуры мирового энергетического баланса в период 1900-2020 гг, из которой следует, что за период исследуемых 120 лет, структура мирового энергобаланса постоянно подвергалась изменениям под воздействием технологических и экономических факторов.

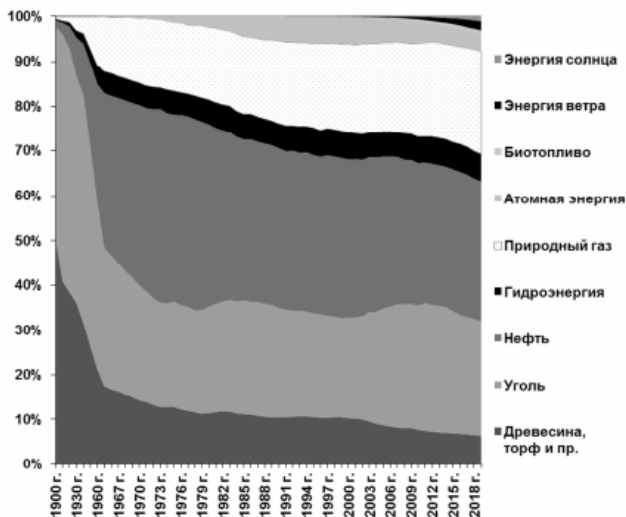


Рис. 1. Структура мирового энергетического баланса в период 1900 - 2020 годов [1]

Технологический фактор оказывает влияние в части развития технологий добычи и переработки тех или иных энергетических ресурсов. Примером таких переходов может служить развитие технологий добычи угля, ведь его транспортировка на большие расстояния железнодорожным транспортом, безусловно, расширила его применение.

В качестве влияния экономических факторов можно привести примеры роста цен на нефть, либо снижение цен на ВИЭ, что позволяет заместить использование одного энергоносителя другим. Как следует из диаграммы на рисунке 1, в 2020 г. более 3,8 % потребленной энергии были произведены на основе ВИЭ, ведь еще в 2006 г. этот показатель составлял менее 0,5 % [1].

Таким образом, действие политики энергетического перехода в ближайшем будущем также окажет влияние на структуру мирового энергетического баланса и изменит концепцию энергопотребления в большинстве стран мира.

Россия начала развивать возобновляемую энергетику относительно недавно: еще несколько лет назад в стране не было крупных промышленных солнечных и ветровых электростанций. Строительство крупных промышленных объектов возобновляемой энергии в нашей стране стало возможным после начала госпрограммы поддержки зеленой генерации. С ее появлением в России возвели 69 солнечных электростанций, 22 ветряные электростанции и три малые ГЭС, а к 2024 году появится еще несколько объектов с большей общей мощностью. Такие данные привел заместитель председателя правительства РФ Александр Новак, уточнив, что к 2030 году производство зеленой электроэнергии увеличится пятикратно [7].

Россия обладает колоссальной возможностью для замещения ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии. В перспективе наша страна может стать одним из лидеров по развитию климатически дружелюбной энергетики. В данный момент зеленая энергия производится более чем на 200 крупных объектах, среди которых солнечные, ветряные, геотермальные электростанции, а также биогазовые станции и малые ГЭС [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Statistical Review of World Energy 2021 // Statistics report British Petroleum. 2021. - 72 P. URL: <https://www.bp.com/>
2. «Зеленая» энергетика уходит в регионы. URL: <https://projects.fedpress.ru>

3. Дзюба А.П., Соловьева И.А. Управление спросом на энергоресурсы в глобальном экономическом пространстве. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. 261 с.

4. Политика повышения энергоэффективности: передовой опыт // Отчет Организации объединенных наций. Нью-Йорк и Женева. 2015. 102 с.

5. Сибикин Ю. Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2019. 227 с.

6. Энергоэффективность, ресурсосбережение и природопользование в городском хозяйстве и строительстве: экономика и управление // Матер. III Междунар. науч.-тех. конф., 20-25 мая 2020 г., Волгоград, 2020. 792 с.

7. Энергосбережение в зеркале промышленной политики // Информационный обзор Аналитического центра при Правительстве РФ. 2012. 37 с. URL: <https://ac.gov.ruf>

8. Трубаев П.А. Методы автоматизации управления энергоэффективной работой насосов и насосных установок // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 142-147

9. Трубаев П.А., Буланин А.В., Ширрине К.Ж., Кошлич Ю.А. Особенности исполнения программного компонента по управлению энергетическими ресурсами Белгородской области // Энергетические системы. 2017. № 1. С. 350-356.

УДК 658.5

Шишков С.П.

Научный руководитель: Рыбина А.В., ст. преп.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР. ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА

В статье рассмотрены основные методы автоматизации конструкторских работ при составлении проектов различного оборудования, то есть использование информационных технологий в профессиональной инженерной деятельности.

Автоматизированное проектирование подразумевает выполнение проекта с использованием программного обеспечения на компьютере, где пользователь вносит исходные данные и в результате получает

пакет сформированных документов рабочего проекта. Участие пользователя в проектировании заключается в первую очередь в том, что на промежуточных этапах программа на основании исходных данных сообщает полученные результаты и запрашивается направление дальнейшей работы, например в виде выбора одного предложенного варианта из нескольких или составление аналитики на основе результатов [1]. Автоматическим называется проектирование, все стадии которого выполняются без участия человека. Эффективность систем автоматизированного проектирования (САПР) зависит от качества реализованных процедур проектных решений и математического обеспечения системы. Автоматизация проектирования требует в первую очередь создания математических моделей установок, применения оптимизационных расчетов, формализации методов оценки и выбора проектных решений, в том числе и на основе экспертных систем.

САПР включает следующие составные части [2]:

- математическое обеспечение;
- программное обеспечение;
- информационное обеспечение;
- лингвистическое обеспечение;
- методическое обеспечение;
- техническое обеспечение;
- организационное обеспечение.

Для большинства задач используются различные виды современных САПР [3]:

- CAD (computer-aided design) – программы, созданные для проектирования чертежей, конструкторской и технологической документации, 3D моделей (Рис. 1);

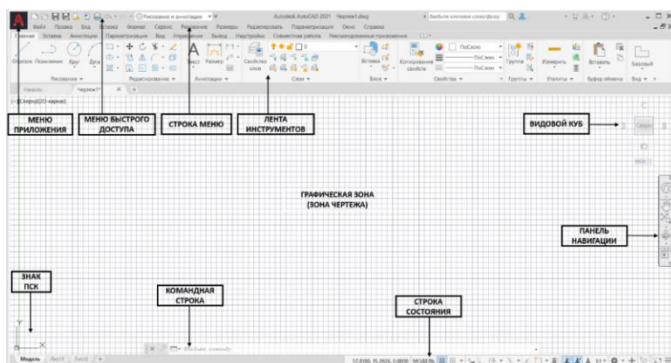


Рис. 1 Окно программы AutoCAD

– CAE (computer aided engineering) – программы, для инженерных расчетов, симуляции физических процессов (Рис. 2);

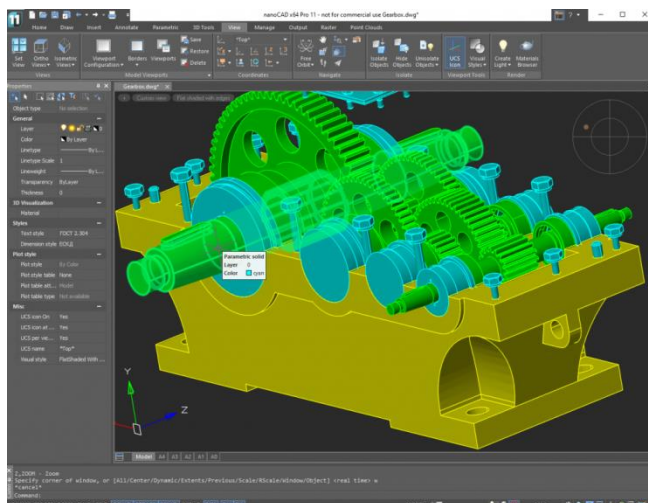


Рис. 2 Окно программы NanoCAD с симуляцией работы изделия

– CAM (computer aided manufacturing) – программы, предназначенные для подготовки процесса производства, например на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) [4].



Рис. 3 Эскиз станка с ЧПУ

К преимуществам использования САПР можно отнести следующие возможности:

- Гораздо более быстрое выполнение чертежей;
- Повышение точности проектирования;
- Повышение качества, при использовании меньших усилий;
- Возможность многократного использования чертежа и его редактирования;
- САПР обладает большим разнообразием чертежных средств;
- Более быстрый и удобный расчет и анализ при проектировании;
- Средства анализа и имитации в САПР, позволяют выявить некоторые проблемы в изделии до создания прототипа.

Несмотря на перечисленные преимущества, в использовании САПР имеются следующие проблемы:

- Слабая согласованность между производителями программного обеспечения, в плане использования совместимых между собой форматов и протоколов, может привести к усложненной работе между организациями использующих разное ПО.
- Большое разнообразие ПО, может подразумевать разный принцип работы, что означает необходимость переобучаться, в случае перехода на другое ПО [5].

Рассмотрев преимущества и недостатки использования САПР, можно прийти к выводу, что процесс проектирования было значительно упрощен, несмотря на сложности совместимости между разными ПО.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев, П.А. Автоматизированное проектирование энерготехнологического оборудования / П.А. Трубаев, А.И. Рыбина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – 154 с.

2. Каган, П.Б. Информационное моделирование зданий и традиционное проектирование с применением сапр / Каган П.Б., Гудков П.К. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 9. – С. 164 – 168.

3. Фролов, В.В. САПР расчета размерных цепей инженерных конструкций / Фролов В.В., Приходько О.Ю., Слипченко С.Е., Матюшенко Н.В. // Энергетические системы. – 2019. – № 1. – С. 183-189.

4. Аверченков, В.И. Использование методов эвристического поиска для структурной оптимизации технологических процессов обработки заготовок / Аверченков В.И., Леонов Ю.А. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им.

В.Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 168-172.

5. Котлярский, Э.В. Блок учета характеристик исходных материалов при автоматизированном проектировании асфальтобетонных смесей / Котлярский Э.В., Кочнев В.И., Давлятова Д.Ю. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 6. – С. 33-38.

УДК 620.97

Шишков С.П.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

На сегодняшний день половина всей энергии, которая вырабатывается в мире, производится за счет добычи и использования ископаемых видов топлива (нефть, природный газ и уголь), но запасы данных ресурсов не безграничны. Кроме того их использование подразумевает следующие мероприятия: выбросы в атмосферу вредных веществ (табл. 1); сброс минерализованных и нагретых вод; потребление в значительных количествах кислорода и воды; изъятие больших площадей земли для захоронения отходов (шлака, золы).

Таблица 1 – Суммарные уровни годового потребления ископаемых топлив и выбросов ЭВВ в окружающую среду

Уровни потребления ископаемых топлив и выбросов ЭВВ	Годы				
	1970	1980	1990	2000	2010
Нефть, млн т н.э./год	2250	2980	3150	3560	4000
Природный газ, млн т н.э./год	900	1300	1800	2200	2860
Уголь, млн т н.э./год	1530	1800	2230	2340	3560
Суммарное потребление топлив, млн т н.э./год	4680	6080	7180	8100	10420
Суммарный выброс CO ₂ , млн т/год	17090	21760	24090	28490	37090
Суммарный выброс NO _x , млн т/год	95	120	140	170	220
Суммарный выброс SO ₂ , млн т/год	100	115	150	160	220
Суммарный выброс ТЧ, млн т/год	11	14	17	20	30
Суммарный выброс БП, тыс. т/год	0,5	0,8	1,2	1,7	2,5
Суммарный выброс ВВ приведенный к NO ₂ , млн т	200	250	310	380	500

Данные мероприятия способствуют возникновению так называемого парникового эффекта, подразумевающего повышение планетарной температуры, а также являются причиной закисления почвы и воды, что провоцирует другие необратимые процессы. Кроме того, органическое топливо – это, как было сказано в начале, невозполнимые источники энергии по причине того, что темпы их потребления в настоящее время значительно превышают скорость образования.

Перечисленные проблемы можно решить путем использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и водорода как энергоносителя. Например, в отличие от тех же батарей, которые не позволяют хранить большое количество электроэнергии в течение длительных промежутков времени, водород можно производить из избыточной возобновляемой энергии и хранить в больших количествах [1]. В основу теории водородной энергетики входят три основные составляющие:

- получение водорода из воды с помощью использования возобновляемых источников энергии, в качестве таких источников может использоваться солнечная и термоядерная энергия;

- разработка эффективных и безопасных материалов, содержащих водород и способных достаточно долгое время хранить его и выделять его при необходимости в энергосистему;

- формирование систем для транспортировки, хранения и применения водорода в промышленности, на транспорте, в быту.

Наглядным преимуществом водорода является то, что он содержит практически в три раза больше энергии, чем ископаемое топливо, из этого следует, что его требуется гораздо меньше, для выполнения задач. Наглядный пример с электростанцией, работающей на сжигании топлива с выработкой КПД от 33 до 35%, водородные топливные элементы выполняют ту же функцию, но уже с КПД до 65%. В случае солнечных элементов КПД составляет — 20%, а ветряных — 40% [2].

Основной задачей водородной энергетики является замена углеводородного сырья, но проблема заключается в том, что в данный момент не проработаны технологии, которые могли соответствовать всем требованиям, заложенным в этой всеобщей задаче. Известные на способы получения водорода очень далеки от совершенства, для развития это области в данном этапе нужны масштабные инвестиции, Отдельно стоит отметить, что по сравнению с газом, бензином или пропаном водород имеет гораздо более серьезную огнеопасность при смешивании с воздухом (табл. 2). Это значит, что малейшие

трещины в топливном резервуаре, могут привести к чрезвычайно опасным последствиям, а конкретно к взрыву. Кроме того водород имеет свойство быстро рассеиваться в атмосфере, из-за того что его пары гораздо легче, чем пары бензина. Также по этой причине в заданном объеме его помещается значительно меньше, чем других видов топлива. Это особенно сказывается в транспортном секторе, где потребуются более вместительные топливные баки, чтобы вмещать требуемое количество водорода, необходимого для преодоления расстояния, которое покрывает полный бензина гораздо меньшего размера бензобак. Это значит, что сильно ограничиться дальность хода у транспорта или значительно увеличатся его габариты. Для решения этой проблемы сейчас модернизируют способы перевода водорода в жидкое или газообразное состояние, с достижением наименьшей плотности [3] и методы адаптации источников в энергосистемы [5,6].

Таблица 2 – Сравнение физических свойств водорода с представителями углеводородного топлива [4].

Сравнение физических свойств водорода с представителями углеводородного топлива				
		Водород	Бензин	Метан
Хим. состав	H:C	100:0	15:85	25:75
Плотность (жид.)	кг/л	0,071	0,75	0,42
Плотность (газ)	кг/м ³	0,089	5,09	0,717
Энергия воспламенения (миним.)	мДж	0,02	0,29	0,28
Пределы воспламенения (объёмн. доля)	%	4-75	1-8	5-15
Скорость ламинарного пламени (стехиом.)	см/сек	270	34	45
Теплота сгорания	ккал/кг	28800	10800	11900
Температура самовоспламенения (1 атм.)	градус	500-590	230	550-650
Коэффициент диффузии в воздухе	см ² /сек	0,66	0,05	0,186
Токсичность (ПДК)	мг/м ³	-	100	-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голубева, К.Р Современное состояние водородной энергетики и перспективы ее развития / Голубева К.Р., Разумова Д.А., Орлова М.С. // В сборнике: Образование. Наука. Производство. Материалы X Международного молодежного форума с международным участием. – 2018. – С. 1996-1999.

2. Линник, Ю.Н. Водородная энергетика и перспективы ее развития / Линник Ю.Н., Фаляхова Е.Д. // Вестник университета. 2023. № 4. С. 33-39.

3. Зонов, В.Д. Технологии освоения водородной энергетике / Зонов В.Д., Гончаров А.А. // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. сборник докладов X международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых : в 4 т. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Губкинский филиал. – 2017. – С. 231-236.

4. Коробцев, С.В. Безопасность водородной энергетике / Коробцев С.В., Фатеев В.Н. // Энергия: экономика, техника, экология. – 2013. – № 2. – С. 9-16.

5. Соснина, Е. Н. Вопросы сопряжения параметров источников малой распределенной энергетике / Е. Н. Соснина, А. И. Чивенков // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2012. – № 2. – С. 158-163.

6. Гашо, Е.Г. Практика внедрения гибридных систем теплоэнергоснабжения в России / Е.Г. Гашо, А.И. Киселева, А.В. Темеров // Энергетические системы. – 2020. – № 1. – С. 13-18.

УДК 621.6

Шшиков С.П.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА. ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА

В статье рассмотрены основные способы транспортировки газа. Он активно используется в наше время, подведен ко многим жилым домам и промышленным предприятиям. По этой причине в целях недопущения возникновения неудобств и финансовых потерь требуется бесперебойная и равномерная подача топлива, что и должно обеспечиваться структурой его доставки до потребителя [1]. Правильно организованная транспортировка позволяет устранить территориальную ограниченность газовых месторождений, обеспечивая массовую доступность голубого топлива и налаживания торговли им. Именно поэтому грамотная транспортировка газа является актуальной темой на данный момент. Существует 4 основных способа транспортировки: газопроводный, автомобильный, морской и железнодорожный.

Ключевым преимуществом перемещения топлива при помощи газопровода (Рис. 1) является дешевизна. Кроме того у данного способа есть следующие преимущества:

- высокая скорость доставки топлива;
- практически бесперебойное функционирование;
- минимальные потери топлива;
- имеется возможность обеспечения полной автоматизации.

Кроме перечисленных преимуществ, имеются также и проблемы в данном способе транспортировки. Возникают определенные технические трудности при подаче газа по трубопроводам отдаленным и малозаселенным участкам потребления. Имеется множество случаев, где потребитель газа расположен отдалено от коммуникаций, а проведение нового трубопровода невыгодно и может быть осложнено условиями местности [2]. К другим недостаткам транспортировки газа по трубопроводу можно отнести:

- потеря энергии газа, по причине трения о внутренние стенки газопровода;
- повреждение газопровода может привести к серьезным убыткам из-за приостановки подачи;
- доставка газа обеспечивается только в заранее выбранные пункты потребления;

Несмотря на вышеперечисленные проблемы, данный способ все равно остается наиболее актуальным на сегодняшний день.

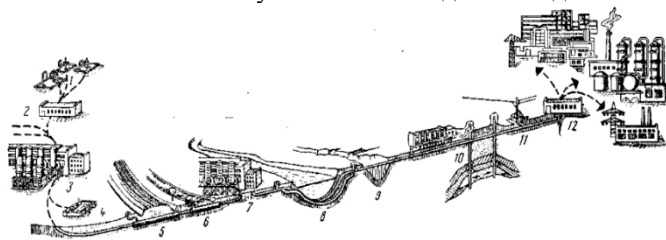


Рис. 1 Схема магистрального газопровода, включающее: 1 – промысел; 2 – газосборный пункт; 3 – станция с очистными устройствами; 4 – отвод; 5 и 6 – переходы через шоссе и ж/д; 7 – компрессорная станция; 8 и 9 – переходы через овраги и реки; 10 – газохранилище; 11 – станция катодной защиты; 12 – конечная газораспределительная станция

Ключевым преимуществом перемещения газа при помощи автомобильного транспорта (Рис. 2) является отличная мобильность и возможность доставить газа практически в любую точку [3]. Помимо этого, к плюсам данного вида транспорта можно также отнести:

- большую маневренность;

- высокую проходимость;
- оперативность;

Например, в случае снабжения отдаленных участков потребления газа, которые отдалены от магистральных трубопроводов, используется именно автомобильный транспорт, как наиболее простое средство доставки. К проблемам данной системы относятся:

- значительные затраты на эксплуатацию;
- крайне небольшая грузоподъемность автоцистерн, если сравнивать с другими способами транспортировки топлива;
- необходимость планирования маршрутов транспортировки, с учетом проходимости местности.

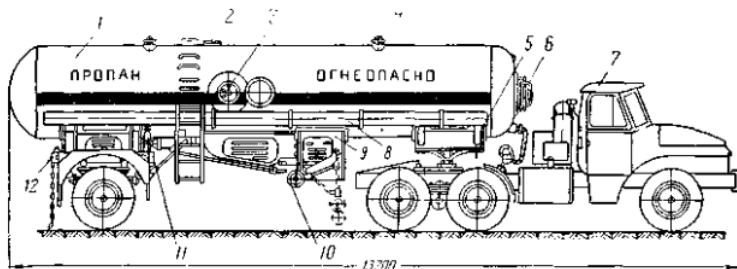


Рис. 2 Автоцистерна-полуприцеп АЦ-15-377с для перевозки сжиженных газов:
 1 – резервуар; 2 – люк; 3 – приборы; 4 – клапан; 5 – опора; 6 – люк лаз;
 7 – автотягач; 8 – труба для шлангов; 9 – электронасос; 10 – опорные цапги;
 11 – ППО; 12 – установка заземления

Также используется перемещение топлива при помощи морских и речных судов (Рис. 3), к тому газ транспортируют в сжиженном состоянии. К преимуществам перевозки газа данным способом относятся:

- сжиженный природный газ гораздо менее опасен и более простой в хранении;
- малые затраты на транспортировку относительно количества перевезенного газа;
- неограниченная пропускная способность;
- за один раз можно доставить требуемое количество газа, главное чтобы хватило газозовозов;
- возможности доставки топлива на территории отделенные океаном.

К недостаткам транспортировки топлива при помощи флота можно отнести:

- малая скорость перемещения;

- необходимость обязательного наличия большого объема перевозки топлива, в противном случае будет не выгодно;
- в обратную сторону суда идут пустыми [4].

При необходимости доставки крупного объема топлива на дальние расстояния, например через океан, применяют морской способ перевоза газа, данный метод составляет хорошую конкуренцию перемещению по газопроводам, ведь через океан проложить газопровод и далее обслуживать будет проблематично.

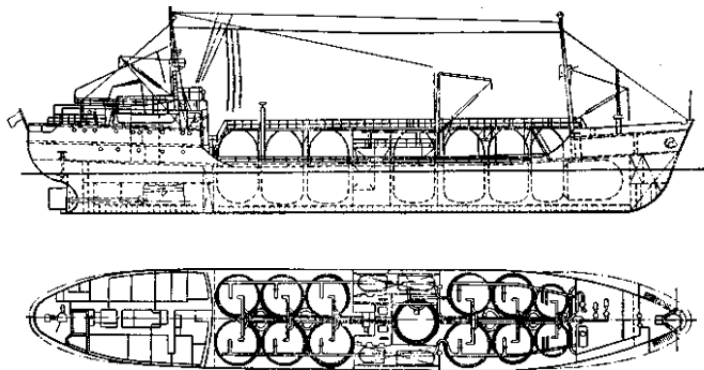


Рис. 3 Газовоз с вертикальными резервуарами

Также активно используется железная дорога для доставки газа. К преимуществам железнодорожного вида транспортировки (Рис. 4) можно отнести:

- универсальность, путем возможности доставки нескольких видов грузов;
- возможность доставки в любое время года и вне зависимости от погодных условий;
- можно перевозить большие объемы топлива;

К недостаткам данного вида транспорта относятся:

- зависимость от маршрутов железной дороги;
- крупные затраты на эксплуатацию;
- имеются ощутимые потери топлива при транспортировке, а также во время погрузочных работ;
- необходимость наличия пунктов зачистки вагонов-цистерн и специальных сливноналивных пунктов, а также автоматических газонаполнительных компрессорных станций.

Данный метод транспортировки позволяет перевозить больший объем газа, чем при перевозке автотранспортом, но значительно

меньший, морском перемещении или трубопроводном перемещении [5].

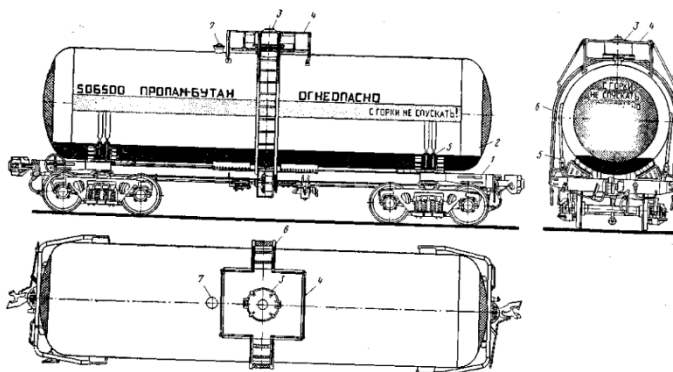


Рис. 4 Железнодорожная цистерна для перевозки сжиженных газов:
1 – платформа; 2 – резервуар; 3 – клапан; 4 – площадка обслуживания;
5 – стяжные болты; 6 – стремянка; 7 – патрубок для манометра

Рассмотрев основные способы транспортировки газа, можно прийти к выводу, что не существует универсального способа доставки голубого топлива к потребителю. Каждый способ подходит под определенные условия и лучшим вариантом будет их комбинирование в зависимости от условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубаев, П.А. Системы энергоснабжения промышленных предприятий / П.А. Трубаев, А.В. Губарев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 199 с.

2. Ширрима, К.Ж. Анализ проблем в реализации систем регионального энергетического менеджмента / К.Ж. Ширрима, П.А. Трубаев // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 383-386.

3. Чертов, В.Г. Повышение производительности мобильных пневмотранспортных установок в строительстве, производстве, ремонте, эксплуатации / В.Г. Чертов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2009. – № 3. – С. 107 – 112.

4. Луговец А.А. Морской флот в транспортной системе России / Луговец А.А. – Москва: ДеКА, 2003. – 335 с.

5. Бунчук В. А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа / Бунчук В. А. – Москва: «Недра», 1977. – 366 с.

Шишков С.П.

*Научный руководитель: Трубаев П.А., д-р техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В статье рассмотрены основные проблемы, влияющие на развитие альтернативной энергетики.

С конца 20 века до настоящего времени многие страны все больше и больше задумываются об исчерпаемости имеющихся в данный момент ресурсов, а также о влиянии их использования на окружающую среду. Для решения данного вопроса создаются программы мероприятий, которые должны привести к более экономичным затратам уже имеющихся ресурсов, уменьшению выбросов вредных веществ от их использования, а также поиск альтернативных источников энергии. Задача по внедрению и развитию данного направления поставлена в международных соглашениях и наша страна не исключение. Однако к задачам по внедрению альтернативной энергетики, к новейшим технологиям и идеям приходится также учитывать все сложности, с которыми придется столкнуться при их реализации, так как на территории РФ есть свои особенности и нюансы по внедрению и развитию альтернативной энергетики, кроме того даже новые технологии имеют свои недостатки.

Основная проблема в развитии альтернативной энергетики в России в настоящее время заключается в том, что Россия имеет крупный запас своих традиционных энергоресурсов (нефть, газ, уголь, древесину и т.д.). Данные изложенные ниже иллюстрируют общие запасы России по сравнению с другими странами полезных ископаемых на 2022 год (табл.).

На основании данных таблицы можно сделать вывод о том, что запасы ископаемых ресурсов России для производства электроэнергии, мало того что могут обеспечить бесперебойные условия для снабжения своих жителей и экономику страны в целом, но и по некоторым аспектам занимают позиции среди лидеров. Это наглядно показывает, что России нет крайней необходимости переходить на альтернативные источники в кратчайшие сроки с экономической точки зрения, что некоторым образом сказывается на скорости развития данного направления [1].

Таблица 1 – Результаты исследования

Страна	Нефть		Газ		Уголь	
	Запасы, млрд т	Обесп., лет	Запасы, трлн м3	Обесп., лет	Запасы, млрд т	Обесп., лет
Россия	6,7	22	48,1	87	202	808
США	3,8	10	4,7	8,7	445	436
Китай	4,0	25	-	-	296	239
ОАЭ	16,2	135	5,8	145	160	159
Саудовская Аравия	43,1	96	5,4	120	-	-
Венесуэлла	10,3	59	4,1	136	1,4	20

Еще одним проблемным фактором на пути развития альтернативной энергетики является нехватка высококвалифицированного персонала в данном направлении и отсутствие объектов инфраструктуры, позволяющей быстро реализовать необходимые проекты. Кроме того сказывается зависимость от внешних условий, ведь та же энергия ветра требует наличие его самого, что вынуждает устанавливать ветрогенераторы в местах, где гарантируются частые порывы ветра, что далеко не всегда возможно. Еще стоит упомянуть, что данные ветряные станции занимают довольно большую площадь и издают инфразвук [2]. С солнечными панелями похожая ситуация, у них так же низкая плотность энергии, что требует установки огромного количества данных панелей и характерна непредсказуемость и непостоянность. Лучше дела обстоят с водой, в ее случае гораздо большая плотность энергии и предсказуемость, ведь течение реки гораздо легче предсказать. Однако все также остается проблема в зависимости от месторасположения, ведь найти место подходящее под постройку плотины найти не просто, кроме того изменение потока рек и создание водоемов сказывается на местной флоре и живности. Имеется также вариант с использованием биотоплива, его плюс в возможности получения из возобновляемых ресурсов. Это спирт из пшеницы и кукурузы, газ от жизнедеятельности некоторых бактерий и тому подобное. Для производства такого топлива нет необходимости выкачивать сырьё из недр планеты. Его можно просто вырастить. Но опять есть нюансы. Чтобы полностью перейти на биотопливо, нужно засеять раз в десять больше площади посевов, что приведет к ещё большим изменениям планеты.

Если говорить о стоимости киловатта энергии, то определенно стоимость от возобновляемых источников энергии будет выше, чем от традиционных. Причем разница в показателях будет существенно отличаться в цене. Из этого следует, что инвестиции в данную отрасль

в большинстве своем невыгодны. На основании этого можно прийти к выводу, что для реализации проектов на ранней стадии необходима государственная поддержка. На сегодняшний день существует специальная правительственная программа по стимулированию локализации оборудования возобновляемых источников энергии, благодаря которой объемы производства возросли с 140 МВт (по показаниям 2012 года) до 900 МВт в наше время [3].

Очень важной проблемой является то, что необходимо конкретно понимать какие виды возобновляемой энергетики и где их можно использовать на территории РФ. В южной части будет преобладать солнечная энергетика, а в северной может преобладать ветровая. Россия - государство с довольно непростыми природно-климатическими условиями на ее территории, при этом из-за обширности ее территорий эти условия могут разительно отличаться. И не стоит ссылаться на такие факторы как, развитие солнечной энергетики в России, высокий научно-технологический потенциал, которым обладает Россия, и достаточный уровень солнечного излучения на большей части территории и т.д. Мы не такая солнечная страна, как Испания. И даже не США. Россия — огромная страна, со своими особенностями размещения населения, где 2/3 территории страны приходится на зону вечной мерзлоты (с суровыми климатическими условиями

Таким образом на сегодняшний день проекты по возобновляемой электроэнергетике (ветровая, солнечная, биотопливо, малая гидроэнергетика, приливные станции и т.д.) могут найти свое применение лишь в отдельных регионах нашей страны. Где будут задействованы новые технологии и инновации. Данные проекты безусловно требуют серьезного подхода и базируются на опыте иностранных государств, но не стоит делать то, что является модным и экономически выгодным за рубежом. Для нашей территории по-прежнему будет преобладать традиционная энергетика и ископаемые виды топлива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соснина, Е.Н. Выбор энергоустановок на ВИЭ для электроснабжения сельскохозяйственных предприятий / Е.Н. Соснина, Д.А. Филатов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 4. – С. 156-159.
2. Рычков, В.В. Оценка величины вырабатываемой электроэнергии ветряными электростанциями в Белгородской области / В.В. Рычков,

К.В. Вишнякова, Е.И. Солдатенкова, П.А. Трубаев // Энергетические системы. 2016. № 1. С. 132-138.

3. Бухонова, С.М. Инновационные подходы к формированию региональной инвестиционной стратегии в сфере альтернативной энергетики / С.М. Бухонова, Ю.В. Киреева // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. № 8. – С. 189-194.

УДК 338.22

Юнусова Л.И.

*Научный руководитель: Филина О.В., канд. экон. наук, доц.
Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, Россия*

РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Рынок электроэнергии представляет собой систему, в которой происходит купля-продажа электроэнергетических ресурсов. Рынок электроэнергии является важным звеном в функционировании энергетического сектора, обеспечивающее электроснабжение множества отраслей экономики, а также семей и предприятий.

Основной принцип работы рынка электроэнергии заключается в свободной конкуренции между различными участниками рынка, такими как генерирующие компании, розничные поставщики электроэнергии, товарные биржи и потребители. Главной целью рынка является обеспечение стабильного и эффективного функционирования всей системы энергосбыта. Основной особенностью рынка электроэнергии является ценообразование. Цена на электроэнергию формируется на основе спроса и предложения, а также определяется рядом факторов, включая сезонность, изменения тарифов, рыночные условия и конъюнктуру

Перечислим преимущества рынка электроэнергии:

-Конкуренция на рынке электроэнергии стимулирует инновации и повышение качества продукции. Благодаря наличию нескольких поставщиков энергии, каждый из них стремится предложить более производительные и экологически чистые технологии, что приводит к общему прогрессу в сфере энергетики. Это, в свою очередь, ведет к улучшению качества жизни и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

- Наличие свободного выбора поставщика электроэнергии дает возможность потребителям снизить свои расходы и выбрать наиболее

выгодные тарифы и условия сотрудничества. Рыночная конкуренция заставляет поставщиков предлагать более привлекательные цены и бонусы, что позволяет пользователям сократить свои энергозатраты и снизить счета за электричество.

- Рынок электроэнергии способствует созданию новых рабочих мест и стимулирует экономический рост. Он предоставляет платформу для развития различных видов бизнеса, включая возобновляемую энергию, технологии энергосбережения. Развитие электроэнергетической отрасли позволяет привлечь инвестиции и создать новые рабочие места, что положительно сказывается на экономике страны.

- Открытый рынок электроэнергии способствует устойчивому развитию и диверсификации в области производства и использования энергии. Поставщики электроэнергии могут использовать разнообразные источники энергии, такие как солнечная, ветровая или гидроэнергия, что позволяет уменьшить зависимость от традиционных источников и снизить углеродный след.

К недостаткам рынка электроэнергии следует соотнести:

- Неравномерное распределение мощности и потребления. В разных регионах спрос на электроэнергию может существенно отличаться, что приводит к перегрузкам и недоиспользованию мощности в разных частях страны. Это может влиять на стабильность работы системы и приводить к нестабильности поставок электричества.

- Недостаточность инфраструктуры. Компании, занимающиеся производством и распределением электроэнергии, часто сталкиваются с ограничениями в сетевой инфраструктуре, что затрудняет эффективную транспортировку и распределение электроэнергии там, где она действительно нужна. Это может вызывать простои и задержки в поставках, а также повышать стоимость услуг для потребителей.

- Высокие цены на электроэнергию. Рыночный механизм определения цен позволяет компаниям выставлять цены, которые могут оказаться слишком высокими для многих потребителей. Это ставит под угрозу доступность электроэнергии для малоимущих и может негативно сказываться на их жизненном уровне. Более того, высокая цена на электроэнергию может оттолкнуть инвесторов и затормозить развитие инфраструктуры, что в долгосрочной перспективе может стать серьезной угрозой стабильности энергоснабжения.

- Регулятивные проблемы также являются значительным недостатком рынка электроэнергии. Непонятные и сложные правила и нормы могут приводить к несправедливым условиям для участников рынка, а также к неопределенности в долгосрочном планировании.

Недостаточная прозрачность и открытость в принятии решений регуляторами могут подорвать доверие к рынку и привести к его дестабилизации.

Ведущими компонентами структуры рынка электроэнергии являются производство, передача и распределение электроэнергии. Процесс производства электроэнергии осуществляется на генерирующих объектах, которые могут быть как традиционными (тепловые, гидроэлектростанции, атомные электростанции), так и возобновляемыми источниками энергии (ветровые и солнечные фермы). Электроэнергия, произведенная энергетическими компаниями, затем поступает на стадию передачи.

Передача электроэнергии осуществляется через систему электрических сетей, включающих в себя высоковольтные и низковольтные линии передачи. Основную роль в этом процессе играют магистральные электросети и подстанции, которые позволяют эффективно транспортировать электроэнергию к потребителям на значительные расстояния, сохраняя ее качество.

Финальной стадией в структуре рынка электроэнергии является распределение электроэнергии по конечным потребителям. На этом этапе электроэнергия подводится к домашним хозяйствам, коммерческим объектам и промышленным предприятиям. Важную роль в данном процессе играют энергосбытовые компании, ответственные за предоставление услуг по передаче и поставке электроэнергии конечным потребителям.

Для эффективного функционирования рынка электроэнергии требуется регулирование и контроль. Государственные регулирующие органы устанавливают правила и нормативы для деятельности производителей, сетевых компаний и распределителей. Они также контролируют цены на электроэнергию и разрешают или регулируют создание новых энергетических объединений и компаний.

Одним из важных вопросов, с которыми сталкиваются участники рынка электроэнергии, является развитие и внедрение инновационных технологий. Растущий спрос на энергию, включая возобновляемые источники энергии, требует активного внедрения современных решений, направленных на повышение энергоэффективности и улучшение экологической устойчивости производства и потребления электроэнергии.

Характеристики рынка электроэнергии включают постоянно меняющуюся структуру спроса и предложения, рост интереса к устойчивой энергетике, вызовы связанные с энергоэффективностью, конкуренцию между участниками рынка, а также влияние

регулирования и политических решений. Понимание этих характеристик помогает участникам рынка разрабатывать стратегии и принимать решения, способствующие эффективному и устойчивому развитию этого важного сектора экономики.

Значительной характеристикой рынка электроэнергии является его общенациональный или региональный масштаб. В рамках такого рынка действуют различные участники, включая производителей электроэнергии, потребителей, посредников и рыночные регуляторы. Каждый из этих участников выполняет свою функцию, способствуя эффективной работе рынка и обеспечению стабильного энергоснабжения.

Другой важной характеристикой рынка является растущее внимание к устойчивой энергетике. С ростом климатических изменений и необходимости сокращения нарушения окружающей среды и экологии, все больше стран и компаний переходят на возобновляемые источники энергии, что создает дополнительные возможности для развития рынка и привлечения инвестиций.

Анализ современного рынка электроэнергии является сложным процессом, требующим учета множества факторов. Понимание его структуры, правового окружения, текущего состояния, трендов развития и прогнозирования помогает создать эффективные стратегии для развития и устойчивого функционирования энергетической системы в будущем.

Тренды развития рынка электроэнергии также являются основной целью анализа. С развитием технологий и ростом осведомленности о проблемах климатических изменений, все больше стран склоняются к увеличению использования возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия. Это ведет к изменениям в структуре и конкуренции на рынке, поскольку возобновляемые источники энергии имеют отличные характеристики от источников, работающих на традиционных топливах.

Оценка текущего состояния рынка электроэнергии также требует анализа его регулирования и правового окружения. Различные страны вводят разные нормативные акты, законы и политические факторы, которые оказывают влияние на функционирование рынка. Например, несколько стран, включая Германию и Швецию, активно развивают возобновляемые источники энергии и устанавливают стимулирующие механизмы для их использования.

Прогнозирование будущих изменений на рынке электроэнергии также является немаловажным вопросом развития рынка электроэнергии. Аналитики используют различные методы, такие как

сценарные анализы, моделирование и эконометрические методы, для прогнозирования долгосрочных тенденций и возможных последствий политических решений на рынке. Это позволяет предпринимать соответствующие шаги для адаптации к будущим изменениям.

Значимым вопросом рынка электроэнергетики – это его регуляция. Государственные органы или специальные агентства отвечают за создание и поддержание надлежащего финансового, правового и технического рамочного регулирования, которое включает в себя установление механизмов контроля цен, норм и качества электроэнергии, а также разработку правил и нормативов для деятельности участников рынка.

Рынок электроэнергетики также включает в себя механизмы торговли электроэнергетическими ресурсами. Это может быть как долгосрочная сделка на поставку электроэнергии на определенный срок, так и краткосрочные торги, проводимые в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения спроса и обеспечивать стабильность энергосистемы.

Следовательно, можно сделать вывод, рынок электроэнергетики является динамичным и перспективным сектором экономики, который требует высокой компетенции участников и должным образом организованной системы регулирования. Рынок электроэнергетики имеет свои преимущества и недостатки. Он обеспечивает конкуренцию и стимулирует инновации, позволяет потребителям выбирать услуги по более выгодным ценам. Однако, риск нестабильности цен, неравномерное распределение ресурсов и негативное влияние на окружающую среду являются серьезными проблемами, требующими постоянного внимания и регулирования. Развитие энергетического рынка способствует обеспечению энергозависимых отраслей, включая промышленность, транспорт и бытовой сектор, что является важным фактором для стабильного развития страны в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мильчакова, О. В. Вход на оптовый рынок электроэнергетики и мощности: антимонопольный аспект / О.В. Мильчакова // М.: Синергия. – 2010. - 916 с.
2. Осика, Л. К. Операторы коммерческого учета на рынках электроэнергетики. Технология и организация деятельности / Л.К. Осика// М.: НЦ ЭНАС. – 2007. – 698 с.

3. Осика, Л. К. Промышленные потребители на рынке электроэнергетики. Принципы организации деловых отношений / Л.К. Осика // М.: Энас, – 2010. – 145 с

УДК 621.31

Фальков Г.А., Попов С.А., Попова А.Ю.

*Научный руководитель: Горлов А.С., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В РУДНИЧНОЙ СЕТИ: ИСТОЧНИКИ И ПОСЛЕДСТВИЯ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Принято считать, что главными источниками проблем снижения показателей качества электроэнергии является использование различных электротехнических устройств.

Ниже рассмотрим наиболее распространенные виды такого рода воздействий, чтобы определить допустимые показатели изменения электроэнергии [1].

В первую очередь необходимо обратить внимание на использующие в условиях работы промышленных предприятий трансформаторы.

Различные значения гармоник напряжения способствуют увеличению потерь гистерезиса в трансформаторе, а также потерь, которые связаны с вихревыми токами и потерями в обмотке. Это является одной из основных причин уменьшения срока эксплуатации элементов изоляции.

При увеличении потерь в обмотках трансформаторов (особенно при рассмотрении такой ситуации с преобразовательным трансформатором) важно учитывать тот факт, что наличие фильтра не влияет на гармонику тока трансформатора. Помимо этого, могут быть отмечены временные перегревы бака трансформатора. Влияние гармоник на трансформатор заключается в циркуляции утроенного тока нулевой последовательности, если обмотки соединены в треугольник. Следствием этого могут стать серьезные перегрузки в электрической сети.

Также стоит обратить внимание на использование элементов источников вторичного электропитания, поскольку при принятии мер стабилизации входного напряжения происходит увеличение тока и

скорости разряда конденсаторов, что в свою очередь способствует повышению уровня тепловых потерь на этих электроприборах. Проведенные исследования доказывают, что даже минимальное снижение входного напряжения может стать причиной значительных тепловых потерь из-за увеличения показателей потребляемого тока. В случае с электродвигателями проблемой является рост гармоник, что приводит к перегреву обмоток, сильным вибрациям и быстрому выходу из строя изоляции. Если речь идёт о компенсирующих конденсаторах, то в данном случае наличие гармоник в электрической сети вызывает значительные потери, увеличение токов, ускоренное старение изоляции, что является фактором износа конденсаторов быстрее стандартных показателей. На промышленных предприятиях часто батареи конденсаторов, которая работает при несинусоидальных режимах, выходит из строя по причине разрывов или вспучивания.

В некоторых случаях наличие высших гармоник формирует условия для резонансных явлений, то есть возникновения параллельного резонанса между линией электроснабжения и компенсирующими конденсаторами.

Увеличение максимальной нормы амплитуды влияет на диэлектрик при наличии гармоник напряжения в кабельных линиях, что в свою очередь может повредить кабель, и потребуются оперативное устранение дефекта.

И это лишь несколько возможных негативных последствий, связанных с гармониками токами и гармоникой напряжения в электрической сети. Учитывая всё это, можно сделать вывод, что для решения проблем необходима компенсация гармоник тока и напряжения в электросети для обеспечения лучшей электромагнитной обстановки, надёжности и безопасности эксплуатации оборудования.

Применение электроэнергии низкого качества может привести к следующим негативным последствиям [3]:

- сбой в работе системы электроснабжения, отключения электроэнергии, перегорание предохранителей и т.д.;
- сбой в работе электрического или электронного оборудования перегрев отдельных элементов электрооборудования, быстрый выход из строя и старение изоляции;
- нарушения в эксплуатации технических средств электронной или радиотехнической связи;
- повреждения микропроцессоров и полупроводников в электрооборудовании;
- повышенная электрическая нагрузка, что предполагает использование электрических установок с высокими требованиями;

- ограничения и штрафы со стороны поставщиков электроэнергии по причине негативного воздействия высоких нагрузок на электросеть;
- отказ от использования дополнительного электрооборудования, а также новых объектов в электросети из-за высоких нагрузок;
- снижение производительности труда на предприятиях, поскольку будет нарушена безопасность работы персонала;
- высокие общие потери мощности в системе энергоснабжения.

На территории Российской Федерации все промышленные предприятия должны соблюдать требования законодательного акта «О техническом регулировании», где указаны нормы и общие правила для защиты имущества, обеспечения безопасности и здоровья граждан, а также приводятся возможные риски из-за нарушения эксплуатации электрооборудования по различным причинам.

Перечень методов по улучшению электромагнитной совместимости (ЭМС) в рудничной сети [2]:

1. Принятие мер по реконструкции сетей электроснабжение, а также проведение общей модернизации электрических установок, используемых на промышленных предприятиях (этот метод отличается простотой реализации, быстрыми и надёжными результатами).

2. Необходимо сбалансировать графики электрических нагрузок при использовании технических средств на промышленном предприятии (то есть сначала требуется прогнозировать суточные электрические нагрузки, чтобы пиковые значения были равномерно распределены в течение всего периода работы данного объекта).

3. Ещё одним эффективным методом повышения качества электрической энергии на промышленных предприятиях является установка компенсирующих устройств, задачей которых считается нейтрализация индуктивной или ёмкостной компонентов переменного тока. Компенсирующие устройства устанавливаются в точках общего присоединения к электрической сети.

4. Также необходимо принять меры по устранению несимметрии фазных напряжений, чтобы не допустить увеличения общей нагрузки на электрическую сеть; с этой целью применяют два метода симметрирования (внутренние – нагрузки равномерно распределяются по фазам, и внешнее – за счет использования специальных устройств суммарные токи в фазах формируют цепь прямой последовательности).

5. Решить текущие проблемы можно, за счет расположения наиболее мощных технических средств вблизи источников питания, на

минимальной длине кабелей питания до главной понизительной подстанции.

6. Принять меры по нейтрализации высших гармоник тока и напряжения с помощью конкретных фильтров компенсирующих устройств; этот метод также является весьма эффективным на промышленных предприятиях.

Таким образом можно сделать следующие выводы [4]:

– понятия качества электрической энергии и ЭМС взаимосвязаны. Под качеством электроэнергии следует понимать конкретный показатель по соответствию или несоответствию заявленным требованиям, совокупности параметров электрической энергии, которые необходимы для нормальной работы промышленных предприятий или отдельных объектов, обеспечения населения электрической энергией в нужном объеме для удовлетворения основных потребностей.

– Наиболее распространёнными видами источников ухудшения ЭМС является трансформатор и электропривод постоянного тока независимого возбуждения с 12-пульсным тиристорным преобразователем.

– Для поддержания благоприятной электромагнитной обстановки все предприятия РФ должны соблюдать требования законодательного акта «О техническом регулировании».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коверникова Л.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г. Качество электроэнергии в ЕЭС России. Текущие проблемы и необходимые решения // Электроэнергия. Передача и распределение. 2016. №2(35). – С.40-51.

2. Коржов Д.Н. Обеспечение электромагнитной совместимости в системах электроснабжения промышленных предприятий с электроустановками индукционного нагрева: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02 / Коржов Дмитрий Николаевич. – Белгород, 2015. – 137 с.

3. Оценка дополнительных потерь мощности от снижения качества электрической энергии в элементах системы электроснабжения / С.Ю. Долингер, А.Г. Лютаревич, В.Н. Горюнов и др. // Омский научный вестник. 2013. № 2. – С. 178–183.

4. Тульский В.Н. Управление качеством электроэнергии и надежностью электроснабжения / И.И. Карташев, Д.С. Подольский, В.Н. Тульский // Энергоэксперт. 2012. № 3. – С. 82-84.