

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

ISSN 2409-5516

ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№3(194), март 2024

РГАСНТИ 44.09.29



Тема номера

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
СУВЕРЕНИТЕТ И МЕТОДЫ ЕГО ДОСТИЖЕНИЯ**



«Россети» —
вместе
в будущее

МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА-
ФОРУМ

РОССИЯ



ЭНЕРГ  Я
ЖИЗНИ



МОСКВА, ВДНХ
04.11.2023—12.04.2024
RUSSIA.RU



МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН
**КОМПЛЕКСНАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ
2024**

**29 мая – 1 июня
ПАТРИОТ ЭКСПО**

ОРГАНИЗАТОР
САЛОНА



МЧС РОССИИ

ОПЕРАТОР
САЛОНА



МКВ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ
КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ


www.isse-russia.ru

Реклама 12+



РОССИЙСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РМЭФ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ

24-26 АПРЕЛЯ 2024

XXXI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
 **ЭНЕРГЕТИКА И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ПРАВИТЕЛЬСТВО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

ПАРТНЕР



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ENERGYFORUM.RU
visit@expoforum.ru
+7 (812) 240 40 40, доб. 2626

EXPOFORUM

ENERGETIKA-RESTEC.RU
visit@energetika-restec.ru
+7 (812) 320 63 63, доб. 743

РЕСТЭК®
Выставочное обслуживание

@ENERGYFORUMSPB
САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ О РМЭФ
В НАШЕМ TELEGRAM- КАНАЛЕ!



Содержание

Слово редакторов

- 7 **В. Бушуев, А. Горшкова.**
Энергобезопасность на проверку

Нефть

- 8 **А. Карпов.** Биржа как трансмиссионный механизм в условиях открытой экономики
16 **С. Образцов.** Комплексная модель прогнозирования цены нефти Brent
20 **А. Качелин.** Обеспечение технологического суверенитета и структурной модернизации в нефтегазовом комплексе России

Тепло

- 30 **С. Оснос, А. Федотов, К. Строгонов, А. Шаклеин.**
Преимущества базальтовых непрерывных волокон в композитных трубах систем теплоснабжения

Энергопереход

- 38 **А. Моисеева, М. Мутушев.**
Критерии оценки энергоэффективности развития промышленных систем

Эффективность

- 46 **И. Полетаев.** Актуальность решения проблем повышения энергоэффективности и энергосбережения в регионах Российской Федерации
54 **О. Новиков, И. Ананченко, Н. Минчев.**
Контроль эффективности и качества промышленного сжигания топлива

ВИЭ

- 66 **В. Бутузов.** Мировая и российская солнечная теплогенерация в 2022 г.



Contents

Editor's column

- 7 **V. Bushuev, A. Gorshkova.**
Energy security for verification

Oil

- 8 **A. Karpov.** SPIMEX as transmission mechanism in an open economy
16 **S. Obratsov.** Comprehensive model for forecasting Brent oil prices
20 **A. Kachelin.** Ensuring technological sovereignty and structural modernization in the oil and gas complex of Russia

Heat

- 30 **S. Osnos, A. Fedotov, K. Strogonov, A. Shaklein.**
Advantages of using basalt continuous fibers in composite pipes of heat supply systems

Energy transition

- 38 **A. Moiseeva, M. Mutushev.** Criteria for assessing the energy efficiency of industrial systems development

Energy efficiency

- 46 **I. Poletaev.** The urgency of solving the problems of improving energy efficiency and energy saving in the regions of the Russian Federation
54 **O. Novikov, I. Ananchenko, N. Minchev.**
Control of the efficiency and quality of industrial fuel combustion

Renewable energy

- 66 **V. Butuzov.** Global and Russian solar thermal generation in 2022

УЧРЕДИТЕЛЬ

Министерство энергетики Российской Федерации, 107996, ГСП-6, г. Москва, ул. Щепкина, д. 42

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ФГБУ «РЭА» Министерства энергетики Российской Федерации

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В. В. Бушуев – д. т. н., проф., г. н. с. ОИВТ РАН
Е. О. Адамов – д. т. н., науч. рук. АО «НИКИЭТ»
В. М. Батенин – член-корр. РАН, д. т. н., проф.
П. П. Безруких – д. т. н., проф. НИУ МЭИ
В. И. Богоявленский – член-корр. РАН, д. т. н., проф., г. н. с. ИПНГ РАН
А. И. Громов – к. г. н., гл. директор по энергетическому направлению Фонда «ИЭФ»
А. Н. Дмитриевский – акад. РАН, д. г.-м. н., научный руководитель ИПНГ РАН
С. А. Добролюбов – акад. РАН, д. г. н., проф., декан географического факультета МГУ

О. В. Жданев – д. т. н., ЦКТР ТЭК
В. М. Зайченко – д. т. н., проф., г. н. с. ОИВТ РАН
М. Ч. Залиханов – акад. РАН, д. г. н., проф., зав. ЦГИС КБГУ
В. М. Капустин – д. т. н., проф., зав. кафедрой РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
В. А. Крюков – акад. РАН, д. э. н., директор ИЭОПП СО РАН
А. И. Кулапин – д. х. н., ген. директор ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
В. Г. Мартынов – к. г.-м. н., д. э. н., проф., ректор РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
А. М. Мастепанов – акад. РАН, д. э. н., г. н. с. АЦЭПБ ИПНГ РАН

Н. Л. Новиков – д. т. н., проф., зам. науч. рук. АО «НТЦ ФСК ЕЭС»
В. И. Рачков – член-корр. РАН, д. т. н., проф.
П. Ю. Сорокин – первый зам. министра энергетики РФ
Д. А. Соловьев – к. ф.-м. н., научный сотрудник Института океанологии РАН
В. А. Стеников – акад. РАН, д. т. н., проф., директор ИСЭ им. Мелентьева СО РАН
Е. А. Телегина – член-корр. РАН, д. э. н., проф., декан фак-та РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
С. П. Филиппов – акад. РАН, д. т. н., директор ИНЭИ РАН
А. Б. Яновский – д. э. н., к. т. н.

Главный редактор
Анна Горшкова

Научный редактор
Виталий Бушуев

Зам. главного редактора по продвижению
Виолетта Локтева

Корректор
Роман Павловский

Фотограф
Иван Федоренко

Дизайн и верстка
Роман Павловский

Адрес редакции:
127083, г. Москва, улица 8 марта, д. 12
+79104635357
anna.gorshik@yandex.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77–75080 от 07.03.2019

Журнал «Энергетическая политика» входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК

При перепечатке ссылка на издание обязательна

Перепечатка материалов и использование их в любой форме, в том числе в электронных СМИ, возможны только с письменного разрешения редакции

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов

Редакция не имеет возможности вступать в переписку, рецензировать и возвращать не заказанные ею рукописи и иллюстрации

Тираж 1000 экземпляров
Периодичность выхода 12 раз в год
Цена свободная

Отпечатано в ООО «КОНСТАНТА», 308519, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Северный, ул. Березовая, 1/12
E-mail: info@konstanta-print.ru

Подписано в печать: 05.03.2024

16+

КЛЮЧЕВОЕ СОБЫТИЕ ОТРАСЛИ:

в центре внимания, в центре Москвы

НАЦИОНАЛЬНЫЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
ФОРУМ

www.oilandgasforum.ru

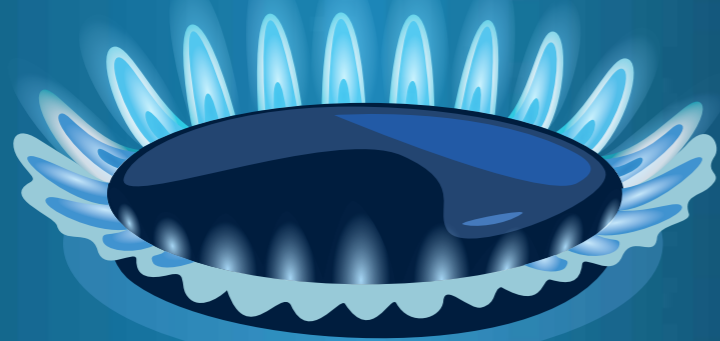
23-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
НЕФТЕГАЗ-2024



www.neftegaz-expo.ru

15–18 апреля 2024

Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



12+

Реклама



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Виталий БУШУЕВ

Научный редактор журнала

«Энергетическая политика», акад. РАЕН и РИЭ, д. т. н.



Анна ГОРШКОВА

Главный редактор журнала

«Энергетическая политика»

Энергобезопасность на проверку

Журнал «Энергетическая политика» за долгие годы своей работы опубликовал много научных и аналитических статей, посвященных энергетической безопасности. Почти все они понимали под энергетической безопасностью стабильное и надежное обеспечение страны энергетическими ресурсами. Атаки дронов на ключевые НПЗ Центрального региона России заставили нас взглянуть на эту проблему буквально. Теперь уже под энергетической безопасностью стоит понимать защиту ключевых объектов ТЭК и их сотрудников, возможности быстрого ремонта и ввода в эксплуатацию после аварий и атак, и обеспечение быстрого перенаправления потоков энергоресурсов в регионы возможного дефицита.

Только в марте 2024 г. нападению беспилотников подверглись 6 крупнейших заводов, обеспечивающих топливом центр

и юг России, с общим объемом переработки в 79,5 млн т или почти 30% от общероссийских показателей. Созданных запасов пока хватает для обеспечения внутреннего рынка и дефицита топлива в ближайшее время ждать не стоит. Другой вопрос в том, есть ли гарантия, что подобные атаки дронов не повторятся с удвоенной силой?

Универсальных способов защиты от дронов пока нет, поскольку существует множество моделей и систем управления беспилотниками. Индивидуальные системы противодействия требуют время на разработку и внедрение. Кроме того, до сих пор не определены источники финансирования создания таких систем. Пока понятно только одно – без новых налоговых льгот и тут не обойтись, равно как без привлечения сил и кадров Минобороны.

Биржа как трансмиссионный механизм в условиях открытой экономики

SPIMEX as transmission mechanism in an open economy

Антон КАРПОВ

Старший вице-президент АО «СПбМТСБ»

E-mail: press@spimex.com

Anton KARPOV

Senior vice president, SPIMEX

E-mail: press@spimex.com

Сельскохозяйственная техника –
один из основных потребителей ДТ

Источник:

Leonid_Eremeychuk / depositphotos.com



Аннотация. Статья посвящена российскому рынку нефтепродуктов и роли на нем товарной биржи как трансмиссионного механизма в области ценообразования. Рассмотрены процессы, происходящие во время топливных кризисов и действенные стабилизационные меры, которые предпринимают регуляторы и биржа совместно с участниками рынка. Также даны предложения на перспективу – формирование и стресс-тестирование особой стратегии по «антишоковым» методам на рынке.

Ключевые слова: биржа, сырьевые товары, биржевые торги нефтью и нефтепродуктами, стабилизация рынка нефтепродуктов.

Abstract. This article analyses the Russian refined products market and the role played in it by the Saint Petersburg International Mercantile Exchange as a commodity pricing transmission mechanism. The author examines processes witnessed by the Russian economy in the periods of excessive motor fuel price volatility and effective stabilization measures taken by regulators and SPIMEX together with market participants. The author also suggests longer-term prospective measures: setting and stress-testing of a roadmap that would integrate task-specific 'anti-shock' measures to be applied in the refined product market in case of need.

Keywords: stock exchange, commodities, exchange trading in oil and petroleum products, stabilization of the petroleum products market.



Задачей биржи было обеспечение прогнозируемости объёмов ресурсов, попадающих на внутренний рынок, и ограничение «серого экспорта»

Российский рынок нефтепродуктов представляет собой сложную экосистему. Она является открытой, ей свойственно самобалансирование за счёт возможности перенаправления потока ресурсов как на экспорт, так и на внутреннее потребление. Во многом направленность и объём этих потоков зависят от ценовой конъюнктуры внешних для России рынков, а также действий финансовых и энергетических регуляторов. Интегральной частью этой системы стал биржевой сегмент рынка.

С одной стороны – это территория свободного ценообразования, где цена определяется балансом спроса и пред-

ложения, а с другой – канал фактически гарантированной поставки нефтепродуктов потребителям. За счёт достаточного размера данного сегмента – до 25% внутрироссийских поставок нефтепродуктов проходят через биржу – любой товарный шок, которому подвергается отечественный рынок, достаточно быстро транслируется участниками биржевых торгов в ценовые параметры.

Трансмиссионный механизм

Недавним примером срабатывания «безусловного трансмиссионного механизма» стал кризис на топливном рынке августа-сентября 2023 г. Рост цен на нефть и нефтепродукты на европейских рынках¹, снижение курса российского рубля по от-

¹ Летом 2023 г. существенно выросли мировые цены на нефть. Цена нефти марки Brent за три месяца поднялась с 75,79 долл. за баррель до 94,09 долл. за баррель по состоянию на сентябрь 2023 г. Вслед за признанным мировым бенчмарком рост начал демонстрировать и российская смесь нефти «Юралс». Несмотря на наличие «ценового потолка», ее стоимость в течение летних месяцев также увеличилась фактически на 20 долл. Согласно данным «СПбМТСБ», получаемых в рамках регистрации внебиржевых договоров, стоимость нефти марки «Юралс» при отгрузке из портов северо-запада и юга России выросла с 57 до 67 долл. за баррель. Данные, рассчитываемые Минэкономразвития России на основании котировок агентства Argus, свидетельствуют о большем росте цены на российскую нефть – с 55 до 73 долл. за баррель. Помимо роста цен на нефть, на протяжении последних месяцев наблюдался и существенный рост цен на нефтепродукты: бензин на европейском рынке подорожал в среднем на 20%, дизельное топливо – на 25%.



Перевозка топлива автотранспортом

Источник: ChiccoDodiFC / depositphotos.com

ношению к мировым валютам², решение Минфина России о сокращении вдвое выплат по «демпфирующей компоненте» сделали более привлекательной стратегию экспорта классовых³ и внеклассовых нефтепродуктов. Это привело к их вымыванию с внутреннего рынка в экспортном направлении. Одновременно с этим на ремонт было остановлено несколько НПЗ. Перечисленные факторы обеспечили шок со стороны предложения нефтепродуктов на внутреннем рынке. Спрос же, наоборот, достаточно резко вырос за счет проведения осенних полевых работ. Таким образом, на рынке создались фактически идеальные условия для разбалансировки спроса и предложения.

Неизбежным следствием такой разбалансировки, в случае неизменности остальных параметров (предложение, налоговые условия, спрос) должен был стать рост цен до уровня, обеспечивающего баланс спроса и предложения. Что

и было отфиксировано на биржевых торгах в конце августа-сентября 2023 г. Нефтяные компании снизили предложение топлива на торгах на 10–15% относительно аналогичного периода 2022 г. А со стороны покупателей начал проявляться ажиотажный спрос. Ситуацию подогревал и тот факт, что на биржу начали выходить новые участники торгов, включая сельхозпроизводителей, которые не смогли удовлетворить свой спрос на внебиржевом рынке. В биржевых котировках, как в «зеркале рынка» отразились тенденции всей отрасли, выразившиеся в стремительном росте цен на топливо.

Предложение на СПбМТСБ на первичном рынке франко-НПЗ (ж/д, труба) сократилось по автомобильному бензину Регуляр-92 на 13,1% по сравнению с аналогичным периодом 2022 г., по дизельному топливу летнему – на 11,2% при одновременном увеличении остатка неудовлетворенного платежеспособного спроса на момент закрытия основной торговой сессии по автомобильному бензину Регуляр-92 – в 3,8 раза, по дизельному топливу летнему – в 4,5 раза.

Правительство РФ достаточно быстро и эффективно отреагировало на сложившуюся ситуацию, задействовав инструменты макропруденциального характера.

С одной стороны, «демпфирующая компонента» была восстановлена в прежнем объеме, что позволило выровнять экспортную альтернативу относительно маржинальности поставок на внутренний рынок. Также Постановлением Правительства № 1537 от 21.09.23 г. был введен временный запрет на экспорт нефтепродуктов, что обеспечило прямое увеличение предложения нефтепродуктов на внутрироссийском рынке. Эти меры достаточно быстро стабилизировали ценовую ситуацию и, в целом, кризис был преодолен.

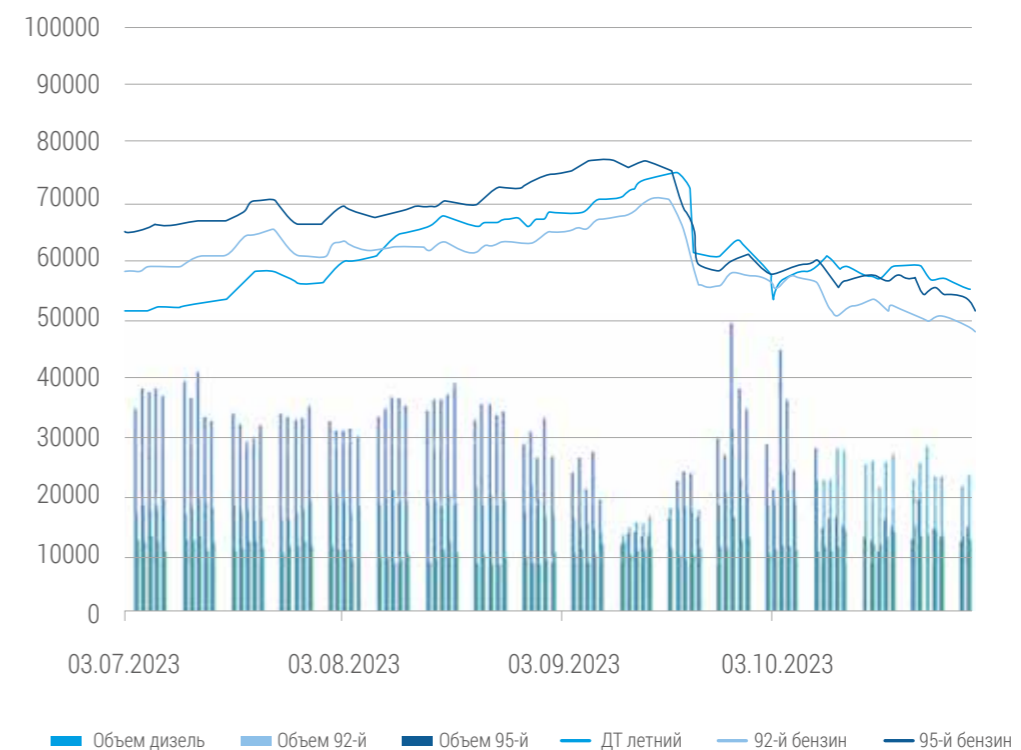
Стабилизация: основные методы

В периоды кризиса автоматически возникает вопрос, что может сделать инфраструктура для стабилизации ценовой ситуации на рынке? В первую очередь Биржа, являясь действенным трансмиссионным механизмом, должна обеспечивать четкую трансляцию решений регуляторов на рынки, пресекая возможность неисполнения решений, а также во избежание возникновения арбитража на биржевом рынке относительно его внебиржевой части. Первостепенной задачей было обеспечение прогнозируемости объемов ресурсов,

Российский рынок нефтепродуктов – сложная, открытая экосистема. Ей свойственно самобалансирование за счёт возможности перенаправления потока ресурсов на экспорт или внутренний рынок

попадающих на внутрироссийский рынок, и, соответственно, ограничение т. н. «серого экспорта». Еще до вступления в силу постановления правительства о запрете экспорта, АО «СПбМТСБ» ввела ряд действенных мер по ограничению возможностей направления купленного на Бирже товара на экспорт. Так, участники торгов были предупреждены, что в соответствии с правилами торгов биржевой товар (бензины и дизельное топливо) предназначен для потребления на территории России и введена возможность отклонения реквизитных заявок на бензин автомобильный и топливо дизельное, поданных на приза-

Рис. 1. Цены и объемы торгов топливом на европейской части России



² В июне 2023 г. среднемесячный курс российской валюты был на уровне 83 руб. за доллар, то уже в сентябре 2023 г. курс приблизился к 100 руб. за долл., что эквивалентно падению курса на 20%.

³ По данным ЦДУ ТЭК – филиала ФГБУ «РЭА» Минэнерго России с начала 2023 г. экспорт высокооктановых бензинов класса 5 составил 3,218 млн т., что выше аналогичного показателя 2022 г. на 41,5%, экспорт летнего дизельного топлива класса 5 составил 21,3 млн т, что на 5,3% выше аналогичного показателя 2022 г.

Биржа не способна переломить глобальный ценовой тренд, но в ее силах предпринять ряд мер для «остужения» ценовой волатильности и предоставления доступа максимально широкому кругу участников

водские станции при нефтеперерабатывающих заводах, а также на экспортные припортовые станции.

Несмотря на то, что биржа своими действиями не способна переломить глобальный ценовой тренд, обусловленный макроэкономическими параметрами, в ее силах предложить регуляторам и в четком с ними взаимодействии предпринять ряд шагов и мер, направленных на «остужение» ценовой волатильности рынка, а также на предоставление доступа к товару максимально широкому кругу участников. В кризисные моменты на рынке возникает ажиотаж, участники торгов начинают

агрессивную охоту за товаром, увеличивая торговую активность, и зачастую применяя недобросовестные практики. Соответственно, помимо мер по ограничению волатильности, значительная часть усилий биржи была направлена на пресечение таких практик.

Несмотря на принципиальную разницу товарного и финансового рынков, некоторые решения, апробированные на фондовом рынке, являются вполне действенными для контроля участников торгов нефтепродуктами. СПбМТСБ изменила ценовые границы для подачи заявок на бензин автомобильный и топливо дизельное: с -3% до -20% в сторону уменьшения от текущей рыночной цены и с 28 августа 2023 с $+1\%$ до $+0,5\%$ в сторону увеличения от текущей рыночной цены. Эта мера позволила ограничить повышение цены за торговый день и дать время участникам на переосмысление своей стратегии.

Также на фондовом рынке при выявлении избыточной волатильности применяется технология т. н. «дискретного аукциона». В августе 2023 г. биржей введены в действие торги в аналогичном дискретному аукциону режиме «Аукцион открытия» на всех при заводских базисах по бензину автомобильному и топливу дизельному.

Перевозка бензина по ж/д

Источник: wikipedia.org



Независимая АЗС

Источник: olenka-2008 / depositphotos.com

Расчет цены «Аукциона открытия» определяется с учетом агрегированного спроса и агрегированного предложения, при этом данная технология направлена на максимизацию объема заключаемых сделок без необоснованного движения цены при открытии торгов в случае превышения объема предложения поставщика по сравнению с объемом спроса трейдеров. Особенности однонаправленности движения товара на торгах топливом отразились в корректировке дизайна применяемого инструмента «Аукциона открытия». Биржа, согласовав с регуляторами и участниками, заложила в него следующие параметры:

- от одного участника торгов по одному биржевому инструменту допустимо выставление не более 1 заявки с объемом не более 8 лотов на условиях поставки «франко-вагон станция отправления», «франко-вагон станция отправления ОТП», не более 5 лотов на условиях «франко-труба»;
- продавцами в режиме «Аукциона открытия» не должны выступать покупатели;
- биржевой товар, приобретенный в режиме «Аукциона открытия» не может перепродаваться в режиме двустороннего встречного аукциона.

В случае неисполнения указанных параметров биржа рассматривала такие нарушения как недобросовестные торговые практики, в соответствии с кодексом профессиональной этики участников торгов АО «СПбМТСБ» и их клиентов.

Сентябрь 2023 г. ознаменовался внедрением на бирже отдельных технологических решений, в том числе снижающих количество выставляемых участниками торгов «пустых заявок» и выстраивания добросовестной очереди заявок – разрешено одновременное размещение только 1 заявки по 1 инструменту, а также введены штрафные санкции (5000 руб.) за подачу одним участником торгов по одному инструменту в течение одного торгового дня заявок, не приведших к заключению договора, в количестве от 31-й и более.

В дальнейшем биржей была осуществлена «донастройка» торгов, направленная на дальнейшую стабилизацию динамики цен на нефтепродукты – установлен различный размер неустойки за сверхнормативное использование цистерн: отдельно в течение первых четырех суток и повышенного размера – начиная с пятых суток.

Также были проведены мероприятия по недопущению использования в работе трейдеров «торговых роботов». Приняты

Секция «Нефтепродукты» за период с 01.06.2023 по 31.12.2023 гг.

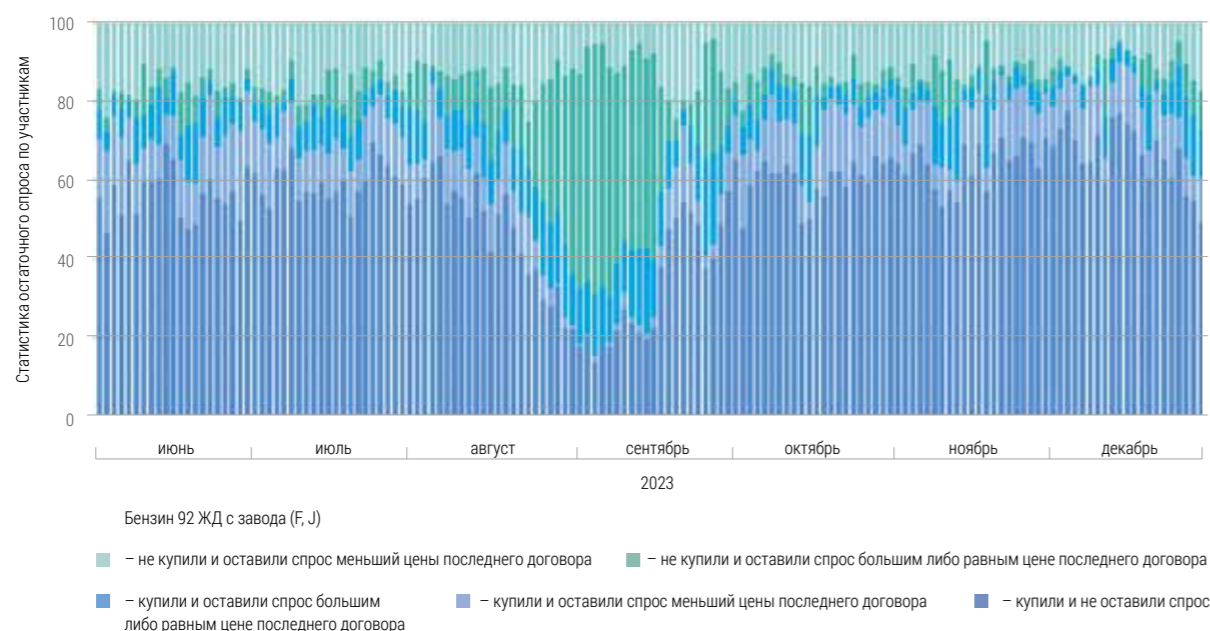


Рис. 2. Тепловая карта доступности ресурсов на торгах АО «СПБМТСБ»

критерии недобросовестных торговых практик участников торгов – трейдеров при подаче быстрых заявок (7 заявок и более за 1 сек; 3 заявки и более за 0,1 сек), а также внедрена практика ведения реестра недобросовестных трейдеров. Помимо этих мер биржа в целях выявления применения «торговых роботов», запрещенных кодексом профессиональной этики участников торгов АО «СПБМТСБ» и их клиентов, проводила выездные проверки в отношении крупных покупателей нефтепродуктов, приобретающих их для дальнейшей перепродажи.

За нарушения различного характера биржей был приостановлен допуск к торгам на сроки от 10 до 30 торговых дней в отношении отдельных недобросовестных трейдеров.

Указанные мероприятия в совокупности с решением о запрете экспорта нефтепродуктов, принятым Правительством Российской Федерации, обеспечили бесперебойное снабжение внутреннего рынка топливом, сняли необоснованную волатильность на торгах биржи, а также увеличили доступность топлива на биржевых торгах для конечных потребителей нефтепродуктов.

Стратегия баланса

События сентября 2023 г. стали одновременно и вызовом, и хорошим стресс-тестом для всей биржевой инфраструктуры российского товарного рынка. Фактически биржей был выработан опыт работы в условиях дефицита товара. Разработанный и апробированный осенью 2023 г. инструментарий прошел тестирование в «боевых» условиях и неплохо себя зарекомендовал. В течение 2024 г. он будет дорабатываться, проходить дополнительное тестирование с участием регуляторов рын-

Необходимо предусмотреть сценарное моделирование и стресс-тестирование разработанных мер. В данных мероприятиях должны принимать участие как биржа, так и ведущие участники биржевых торгов

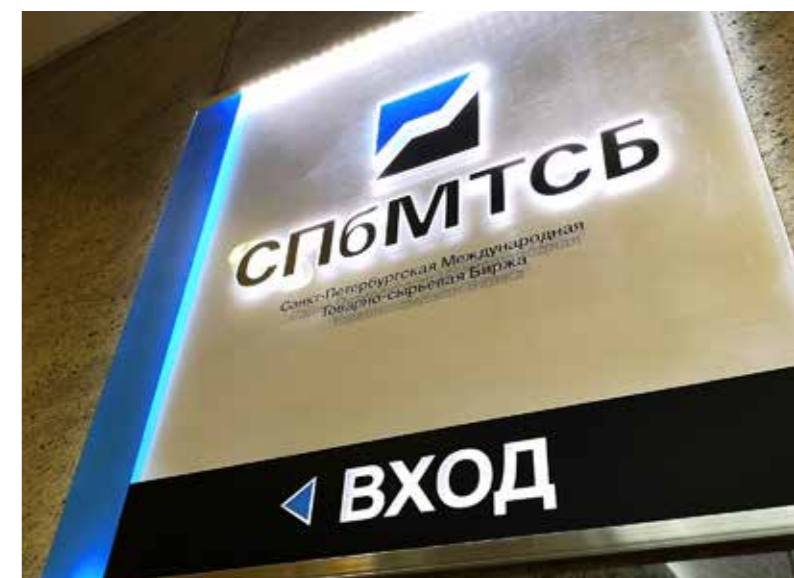
ка и участников торгов и будет применяться АО «СПБМТСБ» и в дальнейшем, в случае возникновения такой необходимости.

Тем не менее, события осени 2023 г. ставят вопрос о необходимости разработки совместной с регуляторами стратегии, направленной на обеспечение сбалансированности внутреннего топливного рынка и недопущения возникновения на нем кризисных явлений. В стратегию должны войти меры, направленные на увеличение предсказуемости колебаний предложения, выражающиеся, например, в пересмотре порядка утверждения графиков ремонтов заводов, поскольку одновременная остановка на ремонт нескольких нефтеперерабатывающих заводов повышает риски того, что спрос не будет удовлетворён в полном объёме, а также приводит к росту цен на нефтепродукты. Также в такую стратегию могут войти меры по обеспечению наполнения топливного рынка всеми производителями, а не только доминирующими. Достижению этой задачи будут способствовать поправки в 11 статью закона об организованных торгах [1], предоставляющие Правительству Российской Федерации право устанавливать обязательную норму реализации на бирже нефтепродуктов для всех производителей. Эта мера позволит распределить нагрузку по биржевой реализации на всех производителей нефтепродуктов, снизив вероятность шоков со стороны предложения.

Необходимо предусмотреть сценарное моделирование и стресс-тестирование разработанных мер. В данных мероприятиях должны принимать участие как биржа, так и ведущие участники биржевых торгов. Также желательно предусмотреть механизмы «безусловного реагирования» на возникающие вызовы. Например, ввести практику проведения стабилизационных мероприятий (по аналогии с интервенциями на рынке зерна): выводить на биржу нефтепродукты из Росрезерва во время периодов повышенного спроса, а также в период ремонтных работ на за-

водах с дальнейшим пополнением запасов в периоды низкого спроса.

С точки зрения информационного обеспечения прослеживаемости движения биржевого товара необходимо внести изменения в Постановление Правительства Российской Федерации от 31.05.2023 г. № 892 [2], направленные на обеспечение сквозной регистрации всех внебиржевых договоров поставки нефтепродуктов, включая вторичный рынок. Это обеспечит информированность регуляторов о фактическом положении дел на рынке и действенности принимаемых мер в условиях открытой экономической модели функционирования российского рынка нефтепродуктов.



Офис СПБМТСБ
Источник: sintez.nsk.ru

Такой план действий должен стать публичным и доступным для ознакомления всеми участниками топливного рынка, а также стать обязательным к исполнению регуляторами. Таким образом, будет закреплён принцип «говорим, что делаем и делаем то, что говорим», который положительно зарекомендовал себя на многих других рынках, включая финансовый.

Использованные источники

1. Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 325-ФЗ «Об организованных торгах».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 31.05.2023 г. № 892 «Об утверждении Положения о предоставлении информации о заключенных сторонами не на организованных торгах договорах, обязательства по

которым предусматривают переход права собственности на товар, допущенный к организованным торгам, а также о ведении реестра таких договоров и предоставлении информации из указанного реестра и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

Комплексная модель прогнозирования цены нефти Brent

Comprehensive model for forecasting Brent oil prices

Сергей ОБРАЗЦОВ

Ранее – начальник лаборатории математического моделирования

АО «ГНЦ РФ-ФЭИ», д. ф.-м. н.

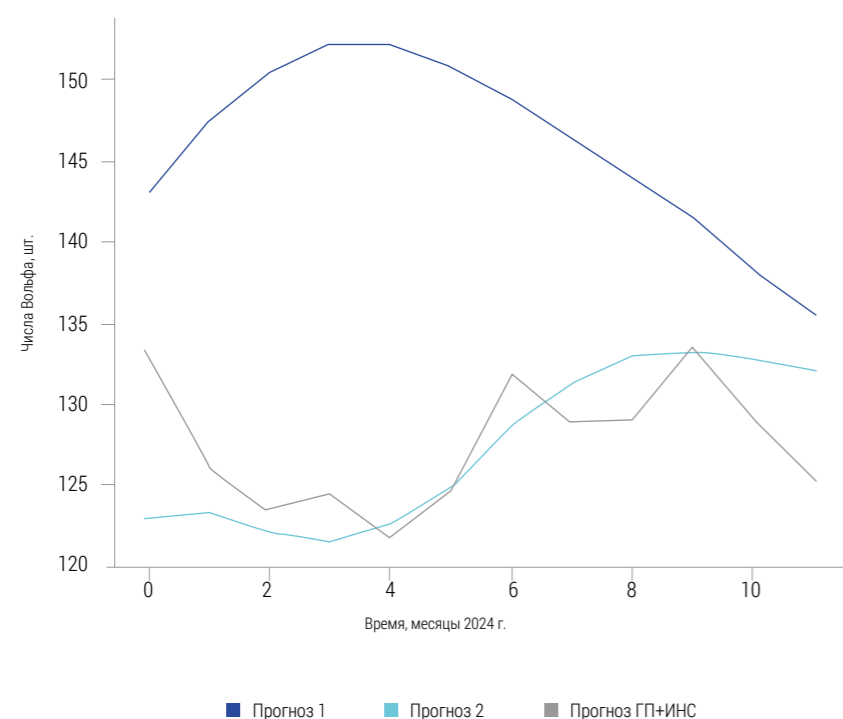
E-mail: obsm47@mail.ru

Sergey OBRAZTSOV

Previously, Head of the Laboratory of Mathematical Modeling, JSC «SSC RF-IPPE», Doctor of Ph.D.

E-mail: obsm47@mail.ru

Рис. 1. Прогнозы чисел Вольфа на 2024 г.



Аннотация. Прогнозирование цен на нефть является одним из сложных процессов в энергетической политике. Существует множество методов оценки текущей ситуации и анализа основных ценовых трендов, один из них – это создание прогнозов на основании солнечной активности с использованием нейронных сетей. Автор статьи представил прогноз цен на нефть Brent до конца 2024 г., построенный с использованием нейросетей и на основе данных солнечной активности, а также сравнил данный прогноз с другими, построенными на традиционных моделях.

Ключевые слова: цена на нефть, солнечная активность, ВВП, методы построения прогнозов, нейронные сети.

Abstract. Forecasting oil prices is one of the complex processes in energy policy. There are many methods for assessing the current situation and analyzing the main price trends, one of them is creating forecasts based on solar activity using neural networks. The author of the article presented a forecast for Brent oil prices until the end of 2024, built using neural networks and based on solar activity data, and also compared this forecast with others built on traditional models.

Keywords: oil price, solar activity, GDP, forecasting methods, neural networks.

//

Цены на нефть марки Brent достигают пика в апреле, но, начиная с мая 2024 г., прогноз медленно падает, оставаясь на уровне 80 долл. за барр.

Прогноз основного тренда стоимости нефти марки Brent, рассчитанный на основе солнечной активности [1], сбился с точностью 90%. Для учета влияния биржевой составляющей стоимости нефти разработана модель, которая включает комплекс методов анализа временных рядов. Спрогнозирована цена нефти на февраль – декабрь 2024 г.

Прогнозирование цены нефти

Для прогнозирования основного тренда изменения стоимости нефти в качестве независимых переменных использовались



Нефтяная платформа Brent
Источник: heavyliftnews.com

числа Вольфа и время, которые определяют основной тренд. Отклик представляет собой данные о цене нефти за период с 1969 по 2023 гг. Вначале был разработан прогноз чисел Вольфа, обучающая выборка включала данные наблюдений за солнечными пятнами за период с 1823 по 2023 гг.

На рис. 1 представлен прогноз, полученный ранее при помощи метода гармонических (или циклических) полиномов и нейросетевого моделирования (ГП+ИНС) [2], и два прогноза (Прогноз 1, Прогноз 2), рассчитанных двумя специальными математическими методами, используемыми исследователями физики солнца.

Для уточнения прогноза цены нефти использовались следующие методы: регрессионный анализ, гармонические полиномы, экспоненциальное сглаживание Хольта-Винтерса, искусственная нейронная сеть. Расчет коридора ошибок осуществлялся бутстреп-методом [3].

На рис. 2 представлен прогноз нефти на основе солнечной активности (прогноз СА) и коридор ошибок с 95% доверительной вероятностью. Для сравнения на рис. 2 изображен прогноз нефти Агентства прогнозирования экономики (АПЭКОН), зафиксированный 29 января 2024 г. [4]. Модель АПЭКОН учитывает биржевые критерии: корреляция рыночных индикаторов, изменение доступности и привлекательности инструмента для спекулянтов, рост электронной и алгоритмической торговли и т. п. Указание даты фиксации прогноза необходимо потому, что специалисты этого агентства периодически корректируют прогноз. Так, 29 января 2024 г. прогноз на февраль 2024 г. был равен 91,5 долл. за барр., а 16 февраля прогноз на февраль составлял уже 88,4 долл. за барр.

Из рис. 2 видно, что, начиная с мая 2024 г., прогноз цены нефти медленно па-

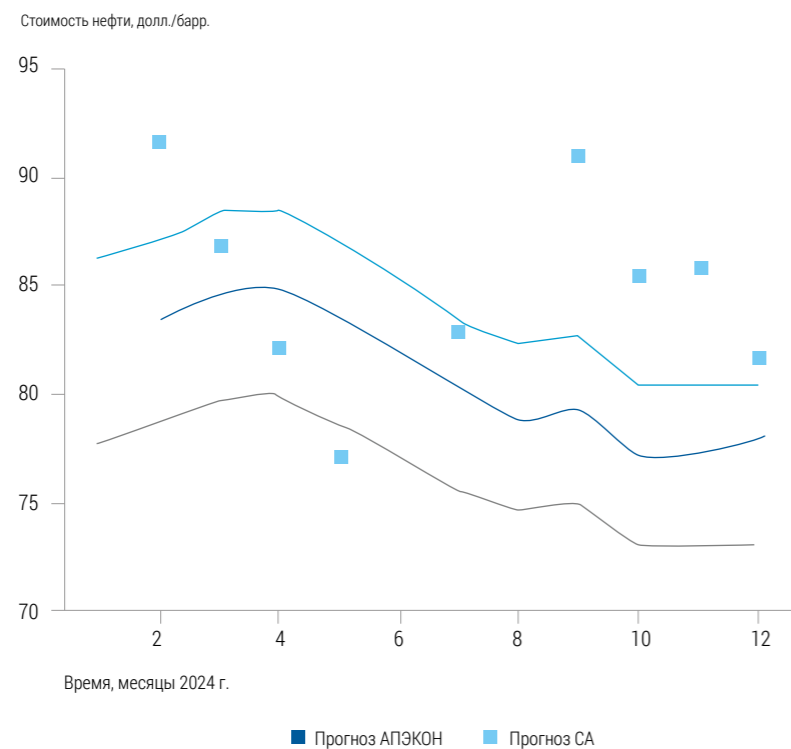
дает, оставаясь на уровне 80 долл. за барр. Резонно сопоставить рассчитанный прогноз с авторитетным мнением экспертов в области нефтяного рынка.

Экспертные оценки стоимости нефти

Стоимость нефти в значительной мере определяется спросом, регламентируемым уровнем мировой экономики, рост которой в настоящее время замедлился. Связано это с рецессией в Германии, Японии, Великобритании; напряженной обстановкой на Ближнем Востоке; военной угрозой на Тайване и т. п. С другой стороны, рост экономики в Азии и регулирование объема добычи нефти членами ОПЕК+ сохраняет спрос на достаточно высоком уровне для стран – экспортеров нефти [5]. Результат конкуренции этих противоположных тенденций в конечном итоге определит цену нефти в рамках неопределенности, порожденной трудно предсказуемой политикой США.

Прогноз стоимости нефти от ЦБ России составляет 80 долл. за барр. [6], аналитики Goldman Sachs прогнозируют среднюю цену нефти марки Brent в 2024 г. равную

Рис. 2. Прогнозы цены нефти на февраль – декабрь 2024 г. (маркеры) и границы коридора ошибок (штриховые кривые)



Торги на бирже

Источник: Lucas Jackson Reuters / ibtimes.com

81 долл. за барр. [7]. Сотрудники Минэнерго США предполагают, что цена нефти в 2024 г. составит 82,49 долл. за барр. [8].

Программные средства

Нейросетевое моделирование и бутстреп относятся к методам с интенсивным использованием компьютера, т. е. требуют большой вычислительной мощности. Сократить время расчетов до приемлемого уровня позволяют параллельные вычисления, которые реализует среда алгоритмического языка Python. Кроме того, встроенные в него математические библиотеки предоставляют широкие возможности

для применения методов прогнозирования, например, keras, statsmodels, numpy. Именно на этом языке были разработаны необходимые компьютерные программы и проведены расчеты.

Выводы

Разработана модель прогнозирования цены нефти Brent, объединяющая числа Вольфа и комплекс методов анализа временных рядов. Проведены расчеты с использованием технологии параллельных вычислений. Представлен прогноз стоимости нефти Brent на февраль – декабрь 2024 г. и коридор ошибок.

Использованные источники

- Образцов С. Нейросетевое прогнозирование цены нефти BRENT на основе чисел Вольфа // Энергетическая политика. №10, 2023. URL: <https://energypolicy.ru/nejrosetevoe-prognozirovanie-ceny-nefti-brent-na-osnove-chisel-volfa/neft/2023/12/10/>
- Мэйндоналд Д. Вычислительные алгоритмы в прикладной статистике // М.: Финансы и статистика, 1988.
- Эфрон Б. Улучшенные бутстреп-методы построения доверительных интервалов / Сб.: Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа // М.: Финансы и статистика, 1988.
- URL: <https://apecon.ru/intro>
- Дюков А. Спрос на нефть будет расти под давлением фундаментальных макроэкономических факторов // Энергетическая политика. №1, 2024. URL: <https://energypolicy.ru/spros-na-neft-budet-rasti-pod-davleniem-fundamentalnyj-makroekonomicheskix-faktorov/novosti/2024/18/27/>
- Банк России сохранил прогноз стоимости Brent на 2024-2026 гг. URL: <https://tass.ru/ekonomika/20005443>
- Goldman Sachs снизил прогноз цены на нефть Brent на 10 долл. на 2024 г. URL: <https://quote.rbc.ru/news/article/657173849a7947012ee0be37>
- Минэнерго США понизило прогноз цены Brent на 2024 г. до 82,49 долл. за барр. URL: <https://www.interfax.ru/business/939485>

Обеспечение технологического суверенитета и структурной модернизации в нефтегазовом комплексе России

Ensuring technological sovereignty and structural modernization in the oil and gas complex of Russia

Александр КАЧЕЛИН

Старший научный сотрудник, к. э. н.,
центр инновационной экономики
и промышленной политики Института
экономики РАН

E-mail: kachelin@inecon.ru

Alexander KACHELIN

Senior researcher, Ph.D., Federal State Budgetary
Institution of Economics Institute of Economics of the
Russian Academy of Sciences, Center for Innovative
Economics and Industrial Policy

E-mail: kachelin@inecon.ru

Судоверфь «Звезда»

Источник: anosudprom.ru



Аннотация. В статье рассмотрено технологическое развитие нефтегазового комплекса в условиях ограничения зарубежных технологических компетенций (технологии, оборудование, услуги, программное обеспечение). С целью нивелирования зависимости от зарубежных технологических компетенций, важное значение имеет технологическое перевооружение для нефтегазового комплекса. Отмечено, что в современных условиях для преодоления технологической зависимости от Западной Европы, США и стран Юго-Восточной Азии необходима структурная модернизация экономики, в том числе в нефтегазовом комплексе с увеличением инвестиций в НИОКР до уровня высокоразвитых стран (2–8% от ВВП) и профессиональной подготовкой кадрового потенциала.

Ключевые слова: технологический суверенитет, структурная модернизация, нефтегазовый комплекс, международное сотрудничество, санкции, геополитическая нестабильность, НИОКР.

Abstract. The article examines the technological development of the oil and gas complex in the context of restrictions on foreign technological competencies (technologies, equipment, services, software). In order to level out dependence on foreign technological competencies, technological re-equipment for the oil and gas complex is important. It is noted that in modern conditions, in order to overcome technological dependence on Western Europe, the USA and the countries of Southeast Asia, structural modernization of the economy is necessary, including in the oil and gas complex with an increase in investments in R&D to the level of highly developed countries (2–8% of GDP) and professional training of human resources.

Keywords: technological sovereignty, structural modernization, oil and gas complex, international cooperation, sanctions, geopolitical instability, R&D.

“

Достижение технологического суверенитета – это долгосрочная государственная задача, требующая консолидации усилий на всех уровнях власти

Введение

За последние 10 лет значительно изменилась мировая энергетическая архитектура в отношении нефтегазового комплекса России, в силу геополитической нестабильности и международных ограничений, сдерживающих импорт в Россию зарубежных технологических компетенций (технологии, оборудование, услуги, программное обеспечение). Введен полный

запрет на поставки технологического оборудования для нефтегазового комплекса, в том числе для совместных проектов по добыче на шельфе, введен потолок цен на экспорт углеводородных ресурсов, что ограничивает работу на международном энергетическом рынке российских нефтегазовых компаний, введены санкции для танкерного российского флота и различные финансовые и гуманитарные ограничения.

Таким образом, актуальность научной публикации обусловлена обеспечением технологического суверенитета в нефтегазовом комплексе России, который является фундаментом экономики страны и становится необходимым условием его достижения.

Прежде всего, необходимо определить понятийный аппарат, так как в нормативно-правовых актах и науке отсутствует единое и общепринятое понятие «технологический суверенитет».

В современных сложных геополитических условиях все чаще и чаще приходится слышать термин «технологический суверенитет». В обиход эта дефиниция вошла у нас на фоне западных санкций после марта 2014 г. и закрепилась в 2022 г. В теории звучит красиво, но на практике требу-

ет колоссальных финансовых, временных и трудовых затрат. Очевидно, что с наскока добиться технологического суверенитета практически нереально [1].

Технологический суверенитет можно охарактеризовать как процесс, протекающий во времени, связанный с научно-техническим прогрессом, позволяющий государству существовать как субъекту международного права. Иначе говоря, это события первостепенной важности, определяющие дальнейшее существование страны в системе координат международного права без временных ограничений.

Президент России Владимир Путин, выступая на пленарном заседании Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ-2022), подчеркнул: «Импортозамещение – это не панацея, не кардинальное решение. Если мы будем лишь повторять других, пытаться заменить путь и самими качественными копиями чужие товары, то рискуем оказаться в позиции постоянно догоняющих. А надо быть на шаг впереди, создавать собственные конкурентные технологии, товары и сервисы, которые способны стать новыми мировыми стандартами» [2].

Технологический суверенитет России: теория и пути его реализации

Сегодня в непростой геополитической обстановке в повестке дня принято решение о достижении технологического суверенитета России. Базовыми нормативно-правовыми документами в сфере достижения технологического суверенитета являются Концепция технологического развития на период до 2030 г., утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р (далее – концепция) [3] и Приоритетные направления проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2023 г. № 603 (далее – приоритетные направления) [4].

Работа будет осуществляться по следующим приоритетным направлениям: авиационная промышленность, автомобилестроение, железнодорожное машиностроение, медицинская промышленность,



Разработчик российского ПО
Источник: SeventyFour / depositphotos.com

нефтегазовое машиностроение, сельскохозяйственное машиностроение, специализированное машиностроение, станкоинструментальная промышленность, судостроение, фармацевтика, химическая промышленность, электроника и энергетика.

Кроме этого, документ определил приоритеты для проектов структурной адаптации экономики к текущей действительности. Они необходимы для создания или модернизации инфраструктуры, позволяющей переориентировать транспортно-логистические потоки в дружественные страны Юга и Востока. К таким проектам можно отнести строительство морских портов, судостроительных верфей, создание и развитие промышленных технопарков, строительство таможенных складов, а также услуги по перевозке различной продукции.

Согласно концепции, понятие «технологический суверенитет» определяется как наличие в стране (под национальным контролем) критических и сквозных технологий собственных линий разработки и условий производства продукции на их основе, обеспечивающих устойчивую возможность государства и общества достигать собственных национальных целей развития и реализовывать национальные интересы. Было дополнено, что технологический суверенитет обеспечивается в двух основных формах – исследования, разработка и внедрение критических и сквозных

технологий (по установленному перечню) и производство высокотехнологичной продукции, основанное на указанных технологиях. Технологический суверенитет обеспечивается в том числе с опорой на устойчивое международное научно-техническое сотрудничество с дружественными странами¹. Вместе с тем данное понятие и вовсе отсутствует в приоритетных направлениях².

Кроме этого, согласно концепции понятие «проекты технологического суверенитета» – это проекты полного инновационного цикла по производству высокотехнологичной продукции на основе собственных линий разработки с использованием критических и сквозных технологий, охватывающие все стадии инновационного цикла и включающие в том числе кадровые и регуляторные аспекты³.

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р «Концепция технологического развития на период до 2030 г.»

² Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2023 г. № 603 «Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации и Положения об условиях отнесения проектов к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации, о представлении сведений о проектах технологического суверенитета и проектах структурной адаптации экономики Российской Федерации и ведении реестра указанных проектов, а также о требованиях к организациям, уполномоченным представлять заключения о соответствии проектов требованиям к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации».

³ Там же.

Здание Российской академии наук
Источник: vfl.ru



Фундаментальная наука является ядром технологического суверенитета, а ее использование на благо общества определяется постоянным совершенствованием механизмов управления и координации

Однако, в приоритетных направлениях дефиниция «проект технологического суверенитета» – это уже проект, направленный на создание новых производственных мощностей и технологий, расширение, и (или) модернизацию, и (или) повышение эффективности имеющихся производственных мощностей и технологий, строительство мощностей иных этапов производственного цикла (передела) на базе существующего производственного комплекса предприятия, действующего на территории Российской Федерации с наличием конкретных требований⁴.

Таким образом, в двух принятых весной 2023 г. базовых нормативно-правовых документах в сфере достижения технологического суверенитета присутствуют понятийные различия, что, по крайней мере, вызывает недоумение.

Подобные неточности, возможно, связаны с появлением нового направления и по принципу: кто ничего не делает, тот не ошибается. Однако проблема фундаментальная и системная, по мнению автора, связанная с реформой Российской академии наук (далее – РАН).

В настоящее время в нашей стране сложилась критическая ситуация с развитием научных исследований, осуществлением технологической модернизации производства, связанной с переходом к новому технологическому укладу. Причины неблагоприятной ситуации кроются в хроническом недофинансировании развития науки (таблица 1), разрушении кооперации науки и производства, старении научных кадров, утечке мозгов. Во многом они стали следствием приватизации, которая привела к разрушению отраслевого сектора прикладной науки. В свою очередь, реформа РАН не достигла

⁴ Там же.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022**
Всего	1,13	1,02	1,03	1,03	1,07	1,1	1,1	1,11	1	1,04	1,1	1	0,94

* Расчет по данным формы федерального статистического наблюдения № 2-наука «Сведения о выполнении научных исследований и разработок» и данных статистики национальных счетов. Данные для расчета по показателю ВВП по состоянию на 07.04.2023 г.

** Без учета статистической информации по Донецкой Народной Республике (ДНР), Луганской Народной Республике (ЛНР), Запорожской и Херсонской областям.

Таблица 1. Доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП по Российской Федерации, %*

Источник: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189>
(дата обращения: 07.02.2024)

своих целей и повлекла чрезмерную бюрократизацию управления фундаментальной наукой, подчинение научных институтов контролю некомпетентных чиновников, следствием чего стало ухудшение условий работы ученых и разочарование научного сообщества, возобновление оттока профессионалов и ученых за рубеж [5].

Деятельность иностранных государств (прежде всего США, Канады, Европейского союза и Великобритании) по привлечению российских школьников, студентов, аспирантов и ученых во многом эффективна (рис. 1). Большинство уехавших из России студентов, аспирантов и ученых находят работу за рубежом и не возвращаются обратно.

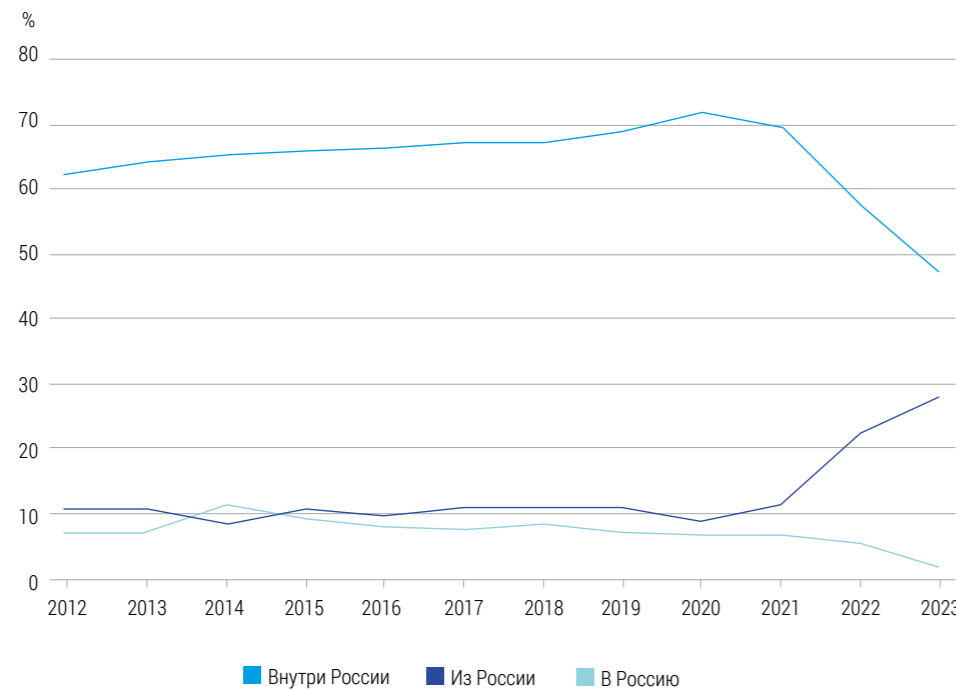
Несмотря на неэффективную реформу РАН, которая не достигла своих целей с отсутствием независимости в принятии решений, она продолжает играть ведущую роль в фундаментальной науке.

Фундаментальная наука является основой и ядром технологического суверенитета любой страны, а ее всецелое использование на благо общества определяется, прежде всего, постоянным совершенствованием механизмов управления и координации экономических институтов общества, в том числе и в научной сфере [6].

Необходимо восстановить ведущую роль РАН как флагманской научной организации нашей страны с целью стратегического планирования, координации и на-

Рис. 1. Направления миграции сотрудников университетов

Источник: <https://info.orcid.org/orcids-2022-public-data-file-now-available/>



Примечание: Open Researcher and Contributor ID (ORCID) (англ. «открытый идентификатор исследователя и участника») – незапатентованный буквенно-цифровой код, который однозначно идентифицирует научных авторов, база данных, объединяющая информацию о 20 млн ученых по всему миру. В ней собраны сведения о местах учебы и работы, научных публикациях и профессиональных достижениях. С 2012 по 2021 гг. доля научных сотрудников, которые меняли российское на зарубежное рабочее место, держалась на уровне 10%. В 2022 г. показатель вырос до 30%.

учного сопровождения инновационного цикла: фундаментальные исследования – прикладные разработки – опытное производство – массовое (серийное) производство – реализация продукции. Более того в отраслевых министерствах и ведомствах, государственных корпорациях создать научные департаменты или управления, укомплектованные кандидатами и докторами наук, определить заместителя министра/руководителя уполномоченного за научно-технологическое развитие с персональной ответственностью [7] с постоянным мониторингом и аналитическо-информационным сопровождением данного процесса.

Нефтегазовый комплекс России в период масштабных санкций: возможности и ограничения

Исторически сложилось, что нефтегазовый комплекс является основным донором федерального бюджета и хедлайнером технологического суверенитета. Однако, несмотря на это, на протяжении более 30 лет в России доля внутренних затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (далее – НИОКР) составляет не более 1% от ВВП, что не позволяет нам подняться с 51-го места в рейтинге глобального инновационного индекса⁵.

Парадоксально, но Россия, входящая в тройку мировых производителей нефти и газа, тратит на НИОКР существенно меньше, чем другие промышленно развитые страны. В результате крупномасштабных санкций со стороны высокоразвитых стран ушли с российского рынка ряд зарубежных производителей, в нашу страну запретили экспорт высокотехнологической продукции из товарной номенклатуры и ограничили взаимодействие в сфере науки и технологий, тем самым, создав запрос на развитие собственных технологий.

Необходимо отметить, что по итогам 2023 г. добыча нефти в России составила 530 млн т, что меньше на 1% по сравнению с предыдущим годом (535 млн т). Наиболее серьезное снижение произошло по добыче газа и составило 642 млрд м³, что ниже на 4,67%, чем в 2022 г.⁶ «Новая реальность»

⁵ Глобальный инновационный индекс 2023. URL: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/wipo-pub-2000-2023-exec-ru-global-innovation-index-2023.pdf>

⁶ Итоги 2023 г. от А. Новака. URL: <https://neftegaz.ru/news/dobycha/814415-itogi-2023-g-ot-a-novaka-dobycha-nefti-v>

для нефтегазового комплекса в 2023 г., демонстрирующая наиболее жесткие уроки выживания в условиях санкционной политики со стороны недружественных стран.

В марте 2014 г., после введения первых санкций в отношении нашей страны, Правительство Российской Федерации принимает распоряжение от 30 сентября 2014 г. № 1936-р «Об утверждении плана содействия импортозамещению в промышленности» [8], согласно которому приняты отраслевые планы мероприятий по импортозамещению в отраслях нефтегазового машиностроения, в нефтеперерабатывающей и нефтехимических отраслях промышленности, в сфере обеспечения катализаторами пред-



Бурение скважин «Сургутнефтегазом»
Источник: [Hare Equity / dzen.ru](http://hareequity.com)

приятий нефтепереработки и нефтехимии. В целях консолидации труда министерств и ведомств по снижению зависимости российского топливно-энергетического комплекса от импорта оборудования и технологий образованы межведомственная рабочая группа и научно-технический совет по развитию нефтегазового оборудования (далее – НТС). Экспертными группами НТС разработаны программы импортозамещения по своим технологическим направлениям и дорожные карты по реализации данных программ⁷.

⁷ rossii-upala-menee-chem-na-1-gaza-na-5-5/ (дата обращения 02.02.2024).

⁸ О ходе разработки и реализации планов импортозамещения в топливно-энергетическом комплексе. URL: <http://government.ru/info/22803/> (дата обращения 02.02.2024).

Необходимо восстановить ведущую роль РАН как флагманской научной организации нашей страны с целью стратегического планирования, координации и научного сопровождения инновационного цикла

Вместе с тем, общая динамика снижения добычи в нефтегазовом комплексе показывает нехватку отечественного технологического оборудования – систем телекоммуникаций, тяжелых буровых установок, оборудования для наклонно-направленного, горизонтального бурения и шельфовой добычи; программного обеспечения для проведения 3D-геологического моделирования, для интерпретации данных сейсморазведки, для интерпретации геофизических исследований скважин; оборудования для наклонно-направленного, горизонтального бурения и шельфовой добычи; технологий гидроразрыва пласта, геонавигационного и насосно-компрессорного оборудования; комплектующих в газотурбинных установках; катализаторов для нефтепереработки [9].

Таким образом, можно с уверенностью констатировать о провале программы по импортозамещению, которой в этом году будет 10 лет, так как до настоящего времени наблюдается крайняя зависимость от иностранного технологического оборудования при реализации проектов по добыче углеводородных ресурсов у нас в стране, в том числе при освоении месторождений шельфа Российской Арктики. По-прежнему топ-менеджмент продолжает ориентироваться на покупку готовых иностранных технологических решений из дружественных стран, используя механизм параллельного импорта. Нефтегазовый комплекс – такая же стратегически важная для нашей страны отрасль, как гражданская и военная авиация, аграрный сектор, фармацевтическая промышленность, высокотехнологический сектор (атомная и космическая промышленность), так и в целом весь оборонно-промышленный комплекс. Никому не придет в голову вво-

зять в Россию зарубежные военные самолеты (французские «Миражи», шведские «Грипены», американские «Рапторы» и т. д.) для эксплуатации и обеспечения обороноспособности страны. Однако на объектах нефтегазового комплекса оказалось возможным обеспечить иностранным оборудованием в ущерб развитию российским технологиям, поддерживая экономики США и стран Западной Европы, создавая там рабочие места.

В соответствии с приложением № 1 к приоритетным направлениям проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации пункта 5 «Нефтегазовое машиностроение», учитывая сохраняющуюся сырьевую направленность российской экономики, очевидно, что нефтегазовое оборудование и технологии комплекса будут иметь очень важное значение для функционирования отрасли на высоком технологическом уровне.

Но в перечень проектов технологического суверенитета вошли только проекты из области электроники для нефтегазового машиностроения. Например, услуги по наклонно-направленному бурению и повторному бурению, забуриванию, цементированию обсадных труб в перечень проектов не вошли. Однако оборудование, в том числе электроника для нефтегазового машиностроения, встроено в технологический процесс. Если не реализовывать то и другое комплексно, положительного эффекта не будет. Условно говоря, будет

МЛСП «Приразломная», добыча нефти в Арктике
Источник: *gazprom-neft.ru*



Цементирование скважин
Источник: *1svoimi-rukami.ru*

налажено производство пультов управления бурового станка или телеметрических систем для бурения с гидравлическим каналом связи (входят в утвержденный перечень приоритетных направлений проектов технологического суверенитета), но услуги в области добычи полезных ископаемых останутся вне приоритетов. В этом случае задача увеличения производства с опорой на соответствующие технологии и оборудование, вряд ли будет решена [10].

В области программного обеспечения и IT-оборудования российский нефтегазовый комплекс в настоящее время остается в высокой зависимости от импортных технологических решений. У нас имеются отличные конкурентоспособные разработки в области бухгалтерских и учетных систем, инженерных решений и телекоммуникаций. Однако в области мобильных операционных систем зарубежные производители продолжают лидировать. Доминируют иностранцы и в области автоматизированных систем управления (далее – АСУ) производством и в программах управления добычей. Лидерами в этом направлении являются американская Halliburton и международная SLB (бывшая. Schlumberger) [11].

На фоне геополитической нестабильности очевидно, что сохранение международной конкурентоспособности российской экономики в действующих реалиях невозможно без технологического суверенитета в критических и смежных отраслях. Нефтегазовый комплекс, как бюджетобразующая отрасль, к этому имеет непосредственное отношение, поскольку

уровень его зависимости от иностранных технологических решений конечным счетом влияет на энергетическую и экономическую безопасности страны.

Заключение

Очевидно, что решение об обеспечении технологического суверенитета было прогнозируемым ответом на санкционное давление. С учетом выше проведенного анализа понятия «технологический суверенитет» могут быть сделаны следующие главные авторские выводы: в российской науке и практике отсутствует единая общепринятая дефиниция «технологический суверенитет».

Из-за отсутствия головного субъекта управления научно-технологическим развитием представляется целесообразным восстановить ведущую роль РАН как высшую научную организацию страны с целью стратегического планирования, координации и научного сопровождения инновационного цикла с прямым подчинением президенту России.

Несмотря на понятийные разночтения в базовых нормативно-правовых документах в сфере достижения технологического суверенитета, основной проблемой его обеспечения остается дефицит научных и инженерных специалистов, так как были стабильные поставки высокотехнологического оборудования, и отечественные нефтегазовые компании не испытывали потребности формировать необходимые компетенции по созданию такого оборудования внутри страны. Сейчас наблюдается острый дефицит кадров в области создания и производства высокотехнологического оборудования и оказания сервисных услуг в нефтегазовом комплексе страны.

Таким образом, существует сильная зависимость российского нефтегазового комплекса от импортных поставок технологического оборудования, что в текущих санкционных ограничениях в значительной мере влияет на важнейшие отраслевые показатели (добыча, экспорт, переработка) [12].

Кроме этого, данную дефиницию необходимо более четко сформулировать и определить точные и однозначные критерии, механизмы и условия его достижения с ежегодным мониторингом выполнения мероприятий в данном процессе.

Наша страна всегда открыта для международного сотрудничества, в том числе

в нефтегазовом комплексе. Мировой опыт реализации нефтегазовых проектов показывает, что международная кооперация при освоении арктических месторождений способна создать значительный экономический мультипликативный эффект. Тем не менее международное взаимодействие со странами организаций ЕАЭС, БРИКС, ШОС и др. в виде технологического партнерства должно быть сбалансированным. При совместных проектах в геологоразведке, добыче и переработке углеводородов приоритет в использовании и внедрении в нефтегазовом комплексе необходимо отдавать отечественному оборудованию с целью развития российских технологий [13].

В мире сложились два основных подхода к организации международного сотрудничества в нефтегазовом комплексе. В рамках первого подхода государство проводит политику «открытых дверей», допускающую участие иностранного капитала на любых стадиях освоения энергетического потенциала. Второй подход характеризуется тем, что государство придерживается ограничительной политики в отношении своих запасов, полностью закрывая для иностранного капитала сферу геологоразведочных работ и привлекая на различных условиях иностранные инвестиции к работам по добыче. Одновременно предпринимаются экспансивные шаги через получение долей в зарубежных нефтегазодобывающих проектах.

Первый подход позволяет быстро и относительно эффективно (для государства,



Программный алгоритм на основе нейронной сети РН-КрасноярскНИПИнефть

Источник: rosneft-ru.livejournal.com

открывающего доступ иностранному капиталу) организовать освоение ресурсов при помощи иностранных компаний, берущих на себя значительную часть финансирования работ и управления рисками. Однако данный подход ограничивает возможности государства в формировании национального сервисного рынка, технологий и «ноу-хау» по разработке месторождений, производству продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Преимущество второго подхода в международном сотрудничестве – возможность формирования отечественного сервисного рынка, получения долей в зарубежных проектах. Реализация такого

подхода требует наличия значительных собственных средств у государства, необходимых для проведения части работ, а также выработки продуманной промышленной, инвестиционной и международной политики. Мировой опыт показывает, что процедура доступа иностранных компаний к разработке углеводородных месторождений может эффективно использоваться как инструмент решения широкого круга собственных технологических, экономических и социальных проблем [14].

Безусловно, что любое международное сотрудничество должно осуществляться в интересах нашей страны. Следует продолжить совместную работу ИНТИ, ЦКТР ТЭК, отраслевых министерств, нефтегазовых компаний, Росстандарта в тесном сотрудничестве с РАН по формированию единого правового поля в вопросах стандартизации нефтегазового оборудования и технологий с целью создания отечественной вендорной базы, в которой заложены рекомендуемые производители оборудования, материалов и комплектующих, аналога иностранных лицензиаров, где российские компании отсутствуют. Таким образом, создание единых отраслевых стандартов будет способствовать развитию отечественных технологий и реализации крупных проектов в нефтегазовом комплексе с учетом обеспечения промышленной и экологической безопасности.

Таким образом, ключевыми составляющими понятия технологического суверенитета являются его сквозной характер, страте-

В области программного обеспечения и IT-оборудования российский нефтегазовый комплекс в настоящее время пока остается в высокой зависимости от импортных технологичных решений

гическая направленность, органичная связь с национальной безопасностью. Его достижение возможно только при условии гармоничного взаимодействия, взаимопонимания, доверия и партнерства институтов власти, бизнеса, науки, гражданского общества [15].

Достижение технологического суверенитета – это долгосрочная государственная задача, предписывающая консолидацию усилий на всех уровнях власти и управления нефтегазовым комплексом страны, с увеличением инвестиций в НИОКР до уровня высокоразвитых стран (2–8% от ВВП) и профессиональной подготовкой кадрового потенциала.

Итак, для достижения технологического суверенитета может быть использована модель, основанная на триумвирате государства в тесном взаимодействии с РАН, промышленных предприятий и нефтегазового комплекса.

Использованные источники

1. Качелин А. С. Технологическая безопасность в нефтегазовой отрасли России в условиях экономических санкций: миф и реальность / Сборник статей по итогам международной научно-практической конференции «Особенности и перспективы Социально-экономического развития Российской Федерации в условиях экономических санкций» (Москва, 24–25 мая 2023 г.) // М.: ИПРАН РАН, 2023. С. 60–70. DOI: <https://dx.doi.org/10.37437/9785912941887-23-ss2>
2. Стенограмма пленарного заседания Петербургского международного экономического форума. URL: <https://rg.ru/2022/06/17/stenogramma-o-chem-rasska-zal-vladimir-putin-na-plenarnom-zasedanii-pmef-2022.html?ysclid=I9lrron136783145146> (дата обращения: 10.01.2024).
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р «Концепция технологического развития на период до 2030 г.». URL: <http://government.ru/docs/all/147621/> (дата обращения: 10.01.2024).
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2023 г. № 603 «Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации и Положения об условиях отнесения проектов к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации, о представлении сведений о проектах технологического суверенитета и проектах структурной адаптации экономики Российской Федерации и ведении реестра указанных проектов, а также о требованиях к организациям, уполномоченным представлять заключения о соответствии проектов требованиям к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации». URL: <http://government.ru/docs/all/147043/> (дата обращения: 10.01.2024).
5. Ленчук Е. Б. Научно-технологическое развитие как фактор ускорения экономического роста в России // Научные труды ВЭО России. Т. 222.
6. Заварухин В. П., Антропова О. А. Наука в вузах России: развитие научных исследований и кадрового потенциала / направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации // М.: ИПРАН РАН, 2023. С. 50–59. DOI: <https://dx.doi.org/10.37437/9785912941887-23-ss2>
7. Качелин А. С. Формирование научно-технологического контура и институциональной модели ускорения экономического роста в Российской Федерации // Экономическая теория, анализ, практика. № 6, 2022. С. 52–70. DOI: 10.24412/2071-6435-2022-6-52-70
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2014 г. № 1936-р «Об утверждении плана содействия импортозамещению в промышленности».
9. Качелин А. С. Научно-технологическое развитие. О нефтегазовой отрасли России в условиях глобальной нестабильности // Neftegaz.RU. № 3 (135), 2023. С. 80–91.
10. Николаев И. А. Проекты технологического суверенитета: возможности и ограничения // Мир перемен. № 4, 2023. С. 26–38. DOI: 10.51905/2073-3038_2023_4_26
11. Фадеев А. М., Афанасьев М. В., Голубцова М. В. Экономический и технологический суверенитет нефтегазового комплекса: Учеб. пособие // СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – 105 с.
12. Там же.
13. Качелин А. С. Научно-технологическое развитие. О нефтегазовой отрасли России в условиях глобальной нестабильности // Neftegaz.RU. № 3 (135), 2023. С. 80–91.
14. Фадеев А. М. Будущее нефтегазовой отрасли за развитием российской системы стандартизации, импортозамещением и цифровизацией: Алексей Фадеев, институт нефтегазовых технологических инициатив // URL: <https://rosconf.ru/en/news/items/budushchee-za-tsifrovizatsiyey-neftegazovogo-kompleksa-aleksey-fadeev-institut-neftegazovykh-tekhnolo/> (дата обращения: 14.02.2024).
15. Янковская Е. С. Технологический суверенитет России: понятие, сущность, стратегия и пути ее реализации // Ученые записки Санкт-Петербургского филиала Российской таможенной академии имени В. Б. Бобкова. № 4 (84), 2022. С. 76–81.

Преимущества базальтовых непрерывных волокон в композитных трубах систем теплоснабжения

Advantages of using basalt continuous fibers in composite pipes of heat supply systems

Сергей ОСНОС

Учредитель компании «Basalt Fiber Materials Technology Development», д. т. н.
E-mail: basaltem@gmail.com

Sergey OSNOS

Founder of the company «Basalt Fiber Materials Technology Development», Doctor of Technical Sciences
E-mail: basaltem@gmail.com

Александр ФЕДОТОВ

Представитель компании «Basalt Fiber Materials Technology Development» в РФ
E-mail: a7fdt.v4@gmail.com

Alexander FEDOTOV

Representative of the company «Basalt Fiber Materials Technology Development» in the Russian Federation
E-mail: a7fdt.v4@gmail.com

Константин СТРОГОНОВ

Доцент кафедры инновационных технологий наукоёмких отраслей Национального исследовательского университета «МЭИ», к. т. н., доцент
E-mail: strogonovkv@yandex.ru

Konstantin STROGANOV

Associate Professor of the Department of Innovative Technologies of High-tech Industries of the National Research University «MEI», Ph.D., Associate Professor
E-mail: strogonovkv@yandex.ru

Александр ШАКЛЕИН

Директор, ГК «Машспецстрой»
E-mail: shakleinperm@gmail.com

Alexander SHAKLEIN

Director, Mashspetsstroy Group of Companies
E-mail: shakleinperm@gmail.com

Аннотация. Износ трубопроводов трасс централизованного теплоснабжения в странах бывшего СССР составляет 70–80%, что требует проведения неотложных работ по их реконструкции и замене. Применение композиционных труб на основе базальтовых непрерывных волокон (БНВ) в системах тепло- и водоснабжения, канализации является наиболее приоритетным в техническом и экономическом плане. Характеристики БНВ определяют длительные ресурсы эксплуатации труб – более 50 лет. Широкое применение композиционных труб в коммунальном и водном хозяйствах требует создания промышленных производств БНВ и труб диаметрами от 25 мм до 1200–1500 мм. В статье кратко освещены организационные и экономические вопросы создания заводов БНВ и композитных труб. *Ключевые слова:* базальт, композитные трубы, трубопроводы, промышленное производство композитных труб, энергоэффективность, долговечность.

Abstract. The wear of pipelines of district heating routes in the countries of the former USSR is 70–80%, which requires urgent work on their reconstruction and replacement. The use of composite pipes based on basalt continuous fibers (BNB) in heat and water supply and sewerage systems is the highest priority in technical and economic terms. The characteristics of the BNV determine the long-term operating resources of the pipes – more than 50 years. The widespread use of composite pipes in public utilities and water management requires the creation of industrial production plants and pipes with diameters from 25 mm to 1200–1500 mm. The article briefly highlights the organizational and economic issues of the creation of BNV plants and composite pipes.

Keywords: basalt, composite pipes, pipelines, industrial production of composite pipes, energy efficiency, durability.



Расход энергии в базальтоплавильных агрегатах технологических линий ТЕ ВCF 2500 составляет 10% в себестоимости производства БНВ

К настоящему времени техническое состояние стальных труб трасс централизованного теплоснабжения в РФ и странах бывшего СССР находится в крайне неудовлетворительном состоянии, их износ составляет 70–80%, при ежегодном увеличении степени износа на 1,5–2% [1, 2].

По данным Федеральной службы государственной статистики, протяженность трубопроводов, требующих замены, в РФ

растет на 4% каждый год, а систем канализации – на 9% ежегодно. При этом нормативный срок службы большого количества имеющихся тепловых сетей уже превысил расчетный период эксплуатации в 25 лет [3]. Долговечность стальных отечественных водопроводных сетей при существующих способах прокладки не превышает 12–15 лет [4].

Общая коррозия стальных труб, особенно сварочных швов, зарастание труб продуктами коррозии и карбонатными отложениями приводит теплотрассы в предаварийные и аварийные состояния. Теплотрассы нуждаются в капитальном ремонте и реконструкции с заменой стальных труб. Оценочные данные по длине трубопроводов ЖКХ и в энергетике, уровню их аварийности и потерь представлены в таблице 1.

В настоящее время для укладки трубопроводов систем водоснабжения, теплоснабжения и канализации применяют стальные и композиционные трубы.

Проведем комплексный анализ труб с учетом совокупности их характеристик, стоимости труб и их укладки в трубопроводы, долговечности эксплуатации. При этом важным показателем оценки труб,

Отрасли	Длина трубопроводов	Уровень аварийности	Потери
ЖКХ	17 млн км трубопроводов.	Около 1 млн аварий и повреждений в год.	Транспортируемой среды до 30%;
	Магистральных трубопроводов: 366 тыс. км тепловых сетей; 523 тыс. км водоводов; 163 тыс. км канализации	200 аварий на 100 км; 100 аварий на 100 км водоводов и сетей канализации	Тепла до 40%; Энергии до 15%
Энергетика	12 млн км трубопроводов сетей горячего водоснабжения, производственных и технологических трубопроводов АЭС, ГРЭС, ТЭЦ, ТС, ЦРП, котельных	Около 600 тыс. аварий и повреждений в год	Транспортируемой среды до 30%; Теплоты до 40%
Нефтегазовая и химическая	Более 5 млн км магистральных, технологических и вспомогательных трубопроводов	Около 1 млн аварий и повреждений в год	Около 1 млн т нефти
Металлургия	Более 3 млн км производственных и технологических трубопроводов	200 тыс. аварий и повреждений в год	Транспортируемой среды до 20%

Таблица 1. Потери в трубопроводных системах

Источник: ГК «Машспецстрой»

выполненных из различных материалов, будет надежность и длительность эксплуатации инженерных трубопроводов.

Сравнительный технико-экономический анализ типов труб теплотрасс

Стальные трубы подвержены коррозии и имеют ограниченный расчетный период эксплуатации – 25 лет [5]. СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий» оговаривает верхний допустимый температурный предел эксплуатации систем горячего водоснабжения +75 °С при расчетном сроке эксплуатации 25–30 лет, а СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» допускает эксплуатацию трубопроводов до +95 °С.

Слабым звеном теплотрасс из стальных труб являются сварочные швы, которые наиболее подвержены коррозии и разрушению. Стоимость стали и стальных труб за последние годы возросла в 2,5 раза.

Исследования и анализ, проведенные отечественными НИИ и зарубежными научными центрами, показывают, что в современных условиях применение стальных труб для трасс теплоснабжения теряет экономический смысл, особенно с учетом ограниченного ресурса их эксплуатации [7, 8]. Поэтому следует переходить к полимерным и композиционным трубам, которые не подвержены коррозии и имеют более длительные ресурсы эксплуатации [6].

Полимерные полиэтиленовые трубы имеют ограничения по температуре применения и давлениям, поскольку не имеют армирующей основы волокнами.

Композиционные трубы (КТ) на основе базальтовых непрерывных волокон (БНВ) имеют ряд преимуществ по сравнению со стальными и полимерными:

- более высокие прочностные характеристики;
- обеспечивают требуемые и повышенные давления, температуры теплоносителя до +180 °С;
- химически стойкие;

Таблица 2. Сравнительные характеристики композитов БНВ и легированной стали

Характеристики и показатели	Легированная сталь	Композиты БНВ
Прочность на разрыв, МПа	390	не менее 1300
Модуль упругости, ГПа	200	70–90
Плотность материала, кг/м³	7856	1800
Стойкость к знакопеременным нагрузкам	низкая	высокая
Коэффициент теплового расширения, %	14	1,5
Коррозионная и химическая стойкость	подвержена коррозии	не подвержена коррозии
Температура применения, °С	- 50 ... до + 300	- 200 ... до + 200
Коэффициент теплопроводности, Вт/м*°С	47	0,6

* Себестоимость производства КТ при собственном производстве БНВ в 1,6–1,8 раза ниже стоимости аналогичных по назначению стальных труб средних и больших диаметров.

- имеют длительные сроки эксплуатации не менее 50 лет [9, 10].

В таблице 2 представлены сравнительные характеристики композитов БНВ и легированной стали (на основе данных НИИ строительных конструкций и НИИ бетона и железобетона, сравнительных испытаний композитной арматуры БНВ и стальной арматуры) [7, 14–17].

Анализ таблицы 2 показывает, что по своим технико-экономическим характеристикам армирующие, композитные материалы и изделия на основе БНВ позволяют успешно заменить изделия из стали. Это особо актуально в связи с ростом стоимости сырья в последние годы, когда цены на сталь возросли в 2,5–3 раза.

На рис. 1 представлен пример успешного применения полимерных композитных труб вместо стальных. По сравнению с традиционными стальными:

- отсутствие коррозии и долговечность эксплуатации;
- прочность на разрыв в 2,5–3 выше легированных сталей;
- в 4 раза меньше вес;
- простота стыковки труб без проведения сварочных работ.

Коэффициент теплового расширения КТ в 9 раз ниже, чем у стальных труб [11, 12].

Это позволяет прокладывать теплотрассы из КТ по прямой и исключить компенсационные колена для парирования температурного расширения, как это делают при прокладке стальных трубопроводов.

Основой композиционных материалов являются непрерывные волокна (75–80% состава): стеклянные (СВ), углеродные (УВ) и БНВ, которые определяют их прочностные и эксплуатационные характеристики, а также во многом стоимость.

БНВ – единственные волокна, которые производят из расплавов природного сырья – базальтовых пород магматического происхождения. Изначально они имеют высокую химическую и термическую стойкость, длительные сроки эксплуатации под воздействием окружающей и агрессивных сред [13, 14].

Сравнительный анализ основных характеристик, себестоимости производства и стоимости продаж БНВ, СВ и УВ представлен в таблице 3 [15].

Себестоимость производства БНВ определяется: стоимостью щебня фракции 5–20 мм на карьере, энергопотреблением

на плавление базальта и выработку волокон, производительностью фильерных питателей. Современные технологии и оборудование третьего и четвертого поколений обеспечивают производство БНВ с достаточно высокими прочностными характеристиками, близкими к уровню углеводородных, с низкими энергозатратами (в 1,8 раза ниже стеклянных и в несколько раз ниже производства УВ) и себестоимостью промышленного производства на уровне Е-стекловолокна [16].

По совокупности технических и эксплуатационных характеристик БНВ обладают рядом преимуществ по сравнению с СВ, а по стоимости в 15–20 раз ниже УВ [13].



Рис. 1. Замена изношенных корродированных стальных труб на композитные

Низкая гигроскопичность базальтовых волокон (в 6–8 раз ниже СВ) обеспечивает исключительное применение тепло- и звукоизоляционных материалов в авиационной и судостроительной промышленности [14, 17, 18].

Армирующие материалы на основе БНВ – рубленые волокна (базальтовую фибру), армирующие дорожные и строительные сетки, арматуру применяют в строительной отрасли и дорожном строительстве [11, 19, 20].

Разработана и принята нормативная документация – ГОСТы, СНиПы, ТУ и рекомендации ведущих НИИ железобетона, НИИ дорожного строительства на применение БНВ армирующих материалов руб-

Характеристики	БНВ	Е-стекло- волокно	S-стекло- волокно	Углеродное волокно
Прочность на разрыв, МПа	3000...4900*	3000...3800	4020...4650	3500...6000
Модуль упругости, ГПа	79...90	73...76	83...86	250...450
Диаметр первичных волокон, микрон	9 ... 17	6 ... 17	6 ... 15	6 ...15
Текс (вес в грамм 1000 м ровинга)	60 ... 4800	40 ... 4800	40 ... 4800	60 ... 2400
Температура применения, °С	-200...+600	-50...+350	-50...+300	-50...+400
Себестоимость промышленного производства, в USD/кг	0,7 ... 0,9	1,1 ... 1,4	2,5–3,5	45 ... 60
Цена продаж, в USD/кг	2 ... 3	1,5 ... 2,5	3,5 ... 4,5	50 ... 90
Мировые объёмы производства тыс. т/год (данные на 2021 г.)	75 ... 80	8000 ... 9000 97% – Е-стекловолокно		130 ... 150

* Высокие прочностные характеристики БНВ (для авиационного применения) достигнуты на оборудовании четвертого поколения и базальтовом сырье высокого качества.

** Себестоимость производства БНВ на технологическом оборудовании третьего и четвертого поколения для условий промышленного производства в РФ.

Таблица 3. Сравнительный анализ основных характеристик, себестоимости производства и стоимости продаж БНВ, СВ и УВ

ленных волокон, арматуры, армирующих дорожных и строительных сеток для повышения прочности и трещиностойкости бетона и асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [21–24].

Характеристики БНВ обеспечивают химическую стойкость и длительность эксплуатации композиционной арматуры не менее 50 лет под воздействием окружающей и агрессивных сред (растворов солей, щелочей, кислот и морской воды). БНВ по совокупности технико-экономических показателей может быть принят за основу для производства композиционных труб.

К настоящему времени объемы производства БНВ и материалов БНВ в мире достигли 75–80 тыс. т в год. Основные производства БНВ созданы компанией

Basalt Fiber Materials Technology Development для заказчиков в КНР. Поэтому для обеспечения потребностей коммунального и водного хозяйства, строительной и нефтегазовой отраслей в композитных трубах (КТ) потребуется создание новых крупных производств БНВ – основа для композитных труб ровинги и ленты БНВ (до 80% состава), которые пропитываются связующими с последующей полимеризацией.

Основные положения создания заводов БНВ

РФ обладает собственными источниками базальтового сырья, энергоресурсов,

имеет наиболее предпочтительные в мире условия создания заводов БНВ, армирующих и композиционных материалов (АКМ) для обеспечения собственных нужд и развития экспорта.

В частности, существует возможность создания заводов БНВ и КТ производительностью 12 тыс. т в год, с перспективой дальнейшего увеличения объемов производства до 25 тыс. т в год и более.

Сырьевая и энергетические составляющие производства композитных труб БНВ

Базальты – это природное, магматическое сырье для производства волокон. Энергозатраты на подготовку базальтового сырья для производства БНВ выполнены в природных условиях. Стоимость дробленого базальта фракции 5–20 мм на карьере составляет 4,5–6 долл. за тонну и в себестоимости производства БНВ он составляет до 3%.

Для плавления базальтов и вытяжки БНВ применяют газозлектрические плавильные агрегаты с платинородиевыми фильерными питателями. Расход энергоносителей в базальтоплавильных агрегатах технологических линий ТЕ ВCF 2500 (четвертого поколения) составляет не более 10% в себестоимости производства БНВ.

Информация о характеристиках технологических линий ТЕ ВCF производства БНВ представлена на сайте и публикациях компании [15, 24].

План создания промышленных производств – заводов БНВ АКМ представлен в статье «Базальтовые непрерывные волокна (БНВ) характеристики и преимущества. Сырье, технологии и оборудование. Создание заводов БНВ и материалов БНВ» [25].

Для промышленного производства композиционных труб компания предлагает технологии и оборудование их непрерывной намотки. Пропитанные связующие ровинги и ленты БНВ укладывают в тело трубы, подобно ткани. Это придает трубе требуемую продольную и поперечную прочность, при минимальном расходе БНВ и связующего.

Промышленное производство БНВ является высокотехнологичным с высоким уровнем рентабельности от 70 до 90–120%, в зависимости от объемов произ-

Для промышленного производства композиционных труб компания предлагает технологии их непрерывной намотки. Пропитанные связующие ровинги и ленты БНВ укладывают в тело трубы, подобно ткани

водства. Производство с законченным циклом от БНВ до композиционных труб, обеспечивает более высокую рентабельность 150–160% и сжатые сроки возврата инвестиций. Накоплен положительный опыт создания заводов БНВ АКМ, а также широкого применения их продукции в строительной отрасли, дорожном строительстве, энергетике и промышленности [11, 12, 17, 18, 20, 24, 26, 27–29].

Рынок сбыта заводов БНВ и КТ обеспечивает потребности отраслей, представленных в таблице 1, а также производства КТ, созданных по месту потребления труб, в том числе и в других странах (т. к. транспортировка труб средних и больших диаметров на большие расстояния не является рациональной).

Рис. 2. Производство композитных труб



Производство стальных труб на заводе

Источник: Grigorenko / depositphotos.com



Анализ технико-экономических характеристик СВ, БНВ и УВ свидетельствует, что базальтовые непрерывные волокна имеют наиболее оптимальное соотношение «характеристики – стоимость»

Выводы

1. Сравнительный анализ технико-экономических характеристик СВ, БНВ и УВ свидетельствует, что базальтовые непрерывные волокна имеют наиболее предпочтительное соотношение «характеристики – стоимость» для производства композиционных труб коммунального назначения: теплотрасс, водоснабжения и канализации; труб для энергетики и нефтегазовой отрасли.
2. Производство БНВ-композиционных труб требует в 20 раз меньше энергоресурсов, чем производство

стальных. БНВ производят из расплавов природного базальтового сырья. БНВ-композиционные материалы, изделия, трубы производят по «холодным» технологиям. Это важно в современных условиях существенного повышения мировых цен на энергоносители и экологических требований по декарбонизации промышленности.

3. Применение БНВ-композиционных труб в системах тепло и водоснабжения, канализации по своим техническим и экономическим показателям является наиболее приоритетным. Характеристики БНВ определяют длительные сроки эксплуатации композиционных труб, не менее 50 лет.
4. Широкое применение композиционных БНВ-труб требует создания крупных промышленных производств БНВ и КТ.
5. Основные работы в области разработки технологий и оборудования производства БНВ и КТ уже выполнены, накоплен положительный опыт создания заводов БНВ АКМ, а также широкого применения их продукции в строительной отрасли, дорожном строительстве, энергетике и промышленности.



Труба с теплоизоляцией базальтовым волокном

Источник: 8th / depositphotos.com

Использованные источники

1. URL: <https://realty.ria.ru/20230622/seti-1879819539.html>
2. Трофимова Н. Б. Инновации и инвестиции в деятельности по управлению коммунальной инфраструктурой муниципального образования: Монография / Н. Б. Трофимова. – Москва–Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 129 с.
3. Витальев В. П. Бесканальная прокладка тепловых сетей // М.: Энергия, 1971. С. 282.
4. Stepanova T. A. Analysis of thermal-hydraulic characteristics of composite pipes compared to metallic and polymeric materials / T. A. Stepanova, K. V. Strogonov, A. V. Feduykhin, P. V. Khoreva, I. M. Bernadiner // Ecology and Industry of Russia. 2019. № 23(1). Pp. 38–41.
5. ГОСТ 10704-91. «Трубы стальные электросварные прямые».
6. ГОСТ 18599-2001. «Трубы напорные из полиэтилена».
7. ГОСТ 30732-2006. «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой».
8. Амосов Н. Т. Оценка технических показателей применения композитных и металлических трубопроводов / Н. Т. Амосов, К. В. Строгонов, А. В. Федюхин, Ф. Н. Газизов // Computational nanotechnology. 2018. № 3. С. 73–84.
9. Strogonov K. V. Energy and economic assessment of composite products production on the example of pipe products // 2021 3rd International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE), 2021. 9388044.
10. ГОСТ Р 55068–2012. «Трубы и детали трубопроводов из композитных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных стекло- и базальтоволокнами. Технические условия».
11. Степанова В. Ф., Краюшкина Е. В., Химерик Т. Ю., Негматуллаев С. Х., Оснос С. П. Армирующие материалы на основе базальтовых непрерывных волокон. Характеристики и опыт применения в строительстве и дорожном строительстве // Композитный мир. № 3 (100), 2022.
12. Негматуллаев С. Х., Оснос С. П., Степанова В. Ф. Арматура базальтопластиковая. Характеристики, производство, применение // Технологии бетонов. № 3–4, 2016.
13. Деревянко В. Н. д. т. н., проф. и др. Стойкость базальтового волокна в различных средах
14. Джигирис Д. Д., Махова М. Ф. Основы производства базальтовых волокон и изделий // Москва, Теплоэнергетик, 2002. – 416 с.
15. Оснос С. П., Рожков А. И., Федотов А. А. Почему базальтовые непрерывные волокна станут основой производства армирующих и композиционных материалов в 21 веке // Композитный мир. № 1(98), 2022. С. 22–27.
16. Базальтовое волокно и продукция на его основе // Полоцк-Стекловолокно. URL: <http://www.polotsk-psv.by/production/catalog/bazalt/>
17. Оснос С. П., Рожков И. А., Федотов А. А. Комплексное применение и создание производств материалов на основе базальтов – базальтовых волокон и чешуи для судостроения // Судостроение. № 5, 2022. С. 9–19.
18. Оснос С. П. Basalt Fiber Materials Technology Development Co., Ltd Применение материалов на основе базальтовых волокон в авиакосмической отрасли // Композитный мир. № 4, 2015. С. 59–63.
19. Негматуллаев С. Х., Оснос С. П., Степанова В. Ф. Арматура базальтопластиковая: характеристики, производство, применение // Технологии бетонов. № 3–4, 2016.
20. Краюшкина Е. В., Оснос С. П. Материалы на основе базальтовых волокон в дорожном строительстве // Дороги. Инновации в строительстве. Геосинтетические материалы. Спецвыпуск. № 34 февраль, 2014. С. 57–61.
21. ГОСТ 31938-2012. «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций».
22. ДСТУ – НБВ.2.6–185:2012. «Руководство по проектированию и изготовлению бетонных конструкций с неметаллической композитной арматурой на основе базальто- и стекловолокна».
23. СП 297.1325800.2017. «Конструкции фибробетонные с неметаллической фиброй. Правила проектирования».
24. Оснос М. С., Оснос С. П. Базальтовые непрерывные волокна – основа создания промышленных производств и широкого применения армирующих и композитных материалов // Композитный мир. № 1, 2019.
25. Оснос С. П., Рожков И. А., Федотов А. А. Базальтовые непрерывные волокна (БНВ): характеристики и преимущества. Сырье, технологии и оборудование. Создание заводов БНВ и материалов БНВ // Композитный мир. № 2(99), 2022. С. 18–27.
26. Оснос С. П., Рожков И. А. Вопросы производства и комплексного применения материалов на основе базальтовых непрерывных волокон в энергетике // Композитный мир. № 1(94), 2021. С. 54–60.
27. Оснос С. П., Федотов А. А. Комплексное применение и создание производств материалов на основе базальтовых волокон и чешуи для нефтегазовой отрасли // Neftegaz. RU. № 1, 2023. С. 26–34.
28. Osnos S., Rozhkov I. Application of basalt rock-based materials in the automotive industry. JEC Composites magazine № 147, 2022. p. 33–36.
29. Osnos S., Osnos M. BCF: developing industrial production for reinforcement materials and composites. JEC Composites magazine № 139, March – April 2021. p. 19–24.

Критерии оценки энергоэффективности развития промышленных систем

Criteria for assessing the energy efficiency of industrial systems development

Алиса МОИСЕЕВА

Студентка Международного института энергетической политики и управления инновациями Университета МГИМО
E-mail: alicemoiseeva017@gmail.com

Alice MOISEEVA

The student of International Institute of Energy Policy and Diplomacy of Moscow State Institute of International Relations
E-mail: alicemoiseeva017@gmail.com

Михаил МУТУШЕВ

Действительный член (академик) Российской экологической академии, д. т. н., профессор
E-mail: mmutushev@bk.ru

Mikhail MUTUSHEV

Active member (academician) of the Russian Academy of Ecology, Doctor of Technical Sciences, Professor
E-mail: mmutushev@bk.ru

Металлургический завод

Источник: www.DZUPIN.com / depositphotos.com



Аннотация. В настоящее время оценка развития и роста социально-экономических систем, а также общественного благосостояния осуществляется с помощью критерия «Валовый внутренний продукт». Ряд крупных специалистов и ученых считают, что такая оценка не обеспечивает полноты исследования и предлагают применять такой фактор, как наличие необходимого количества устойчивых энергетических ресурсов. В настоящей статье обосновывается целесообразность особого выделения такого фактора, как энергосбережение и обозначены некоторые пути решения этой проблемы.

Ключевые слова: вторичные энергоресурсы, низкопотенциальное тепло, стирлинг, энергосбережение.

Abstract. Currently, the assessment of the development and growth of socio-economic systems, as well as public welfare is carried out using the criterion «Gross domestic Product». A number of major experts and scientists believe that such an assessment does not ensure the completeness of the study and suggest using such a factor as the availability of the necessary amount of sustainable energy resources. This article substantiates the expediency of a special allocation of such a factor as energy saving and identifies some ways to solve this problem.

Keywords: secondary energy resources, low-potential heat, stirling, energy saving.



Одним из способов экономии электроэнергии на производстве является частотное регулирование производительности оборудования

Введение

В журнале «Энергетическая политика» в октябре 2023 г. была опубликована статья группы ученых НИЯУ МИФИ «Анализ энергопотребления ведущих стран накануне глобальных изменений современного мира» [1], в которой обосновывается выполнение оценки развития и роста социально-экономических систем, а также общественного благосостояния не только с помощью критерия «Валовый внутренний продукт» (ВВП), но и с применением такого критерия, как наличие необходимого количества устойчивых энергетических ресурсов.

Предложенные в статье методологические положения и функциональные модели

представляются убедительными. Однако авторы указывают, что предложенные ими подходы требуют дополнительного изучения и нуждаются в дальнейшем исследовании. В качестве ответа на данный призыв, нами в настоящей статье обосновывается целесообразность особого выделения такого фактора, как энергосбережение и предложены некоторые пути решения этой проблемы.

Одним из условий этой модернизации мировой экономики является обеспечение стран в достаточном количестве устойчивыми энергетическими ресурсами, а это достигается, в том числе, реализацией на современном техническом уровне эффективных программ энергосбережения.

Частотное регулирование

В настоящее время в промышленности существует ряд инновационных способов экономии электроэнергии на производстве. Одним из таких способов является частотное регулирование производительности инженерных механизмов (насосы, вентиляторы и т. п.). До последнего времени регулирование производительности инженерных агрегатов осуществлялось путем дросселирования потоков с установкой соответствующих дроссельных устройств на инженерных сетях. Понятно, что если объем потока уменьшен с помощью дроссельной заслонки, а насосный (или другой) агрегат продолжает работать

с прежней частотой вращения, то это приводит к бросовому расходу электроэнергии. Напрашивается вывод о необходимости частотного регулирования работы агрегата. Способ регулирования частоты вращения роторов электродвигателей изобретен в СССР еще в 1925 г. Однако простое сопряжение таких электродвигателей с инженерными механизмами не представляется возможным, так как их рабочие характеристики не предусматривают колебаний в широких пределах. То есть требуется разработка и создание новых механизмов – вентиляторов, насосов, арматуры с электроприводом и т. д., с характеристиками, допускающими регулирование в широком диапазоне.

Такие работы в промышленности ведутся, и со стороны технического обеспечения они не представляют сложности. Проблема заключается в том, что таких агрегатов в стране миллионы, и произвести их единоразовую замену не представляется возможным. Работы производятся по мере модернизации существующих предприятий или создания новых. А это означает, что работы по переходу на частотное регулирование продолжатся не одно десятилетие.

Следовательно, помимо данного направления, необходима активизация работ по разработке и реализации других путей энергосбережения, эффективных, экономичных и допускающих их быструю реализацию.

Вторичные энергоресурсы

Не отрицая актуальность проводимых в настоящее время работ в области «зеленой» энергетики, необходимо отметить, что они в основном касаются способов производства электроэнергии, но не ее рационального расходования.

Создание промышленных предприятий без выбросов (или с минимальными выбросами) отходов, разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий являются наиболее рациональным направлением использования материальных ресурсов и защиты окружающей среды [2].

Разработка ресурсо- и энергосберегающих производств предусматривает систему технологических процессов, которые обеспечат комплексное использование сырья и энергии с тем, чтобы в рамках потребности человека наиболее рационально расходовать природные ресурсы



Производство стали
Источник: jordache / depositphotos.com

и защитить окружающую среду. Здесь могут применяться такие методы, как:

- комплексная переработка сырья;
- проектирование бессточных и замкнутых систем водопотребления (оборотное водоснабжение);
- рекуперация промышленных отходов и выбросов отходящих газов и др.

Представляется, что учет перечисленных факторов в части энергопотребления и возможного энергосбережения при определении показателей развития и роста экономики, а также энергетических единиц мощности и энергопотребления, целесообразно особо выделить в методике, предложенной в работе МИФИ [1]. Ведь это не какой-то незначительный процент, которым можно пренебречь, а колоссальные объемы продукции и электроэнергии.

Для иллюстрации изложенного целесообразно рассмотреть в качестве примера отрасль черной металлургии. Во-первых, потому, что эта отрасль существует и развивается во всех ведущих странах мира. А во-вторых потому, что здесь можно особенно ярко и наглядно показать, во что выливается отсутствие эффективных решений проблемы ресурсо- и энергосбережения.

Любой из сталеплавильных процессов характеризуется выбросом в атмосферу значительного количества отходящих газов, что обуславливает большие потери тепловой энергии и наносит ущерб окружающей среде.

В металлургическом производстве принимаются меры по устранению или минимизации указанных негативных проявлений. Основным направлением сокращения потребления и потерь теплоэнергетических ресурсов (ТЭР) в черной металлургии является повышение эффективности использования вторичных энергоресурсов (ВЭР), в том числе за счет сокращения потерь низкопотенциального тепла с выбрасываемыми в атмосферу отходящими газами.

В настоящее время мартеновские печи уже почти не строятся, но значительное количество таких печей по-прежнему находятся в эксплуатации, при этом срок службы у них достаточно долгий. Кислородно-конвертерное производство стали наоборот, активно развивается, и для него, так же, как и для мартеновского производства, весьма актуальна проблема экономии ТЭР и их замещения ВЭР.

Известен ряд технических решений использования ВЭР в мартеновском и кислородно-конвертерном производстве [3, 4 и др.]. Наибольшее значение для крупных заводов черной металлургии имеют большегрузные мартеновские печи емкостью 350–900 т, работающие при подогреве дутьевого воздуха до 1100–1150 °С. Коэффициент использования тепла не превышает 15–20%, при потере с отходящими дымовыми газами 40–45% тепла сжигаемого топлива. В практической деятельности утилизация тепла отходящих газов осуществ-

Производство чугуна
Источник: wsintapanon.hotmail.com / depositphotos.com

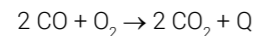


Вторичным энергоресурсом кислородно-конвертерного производства является тепло продувочных газов, образующихся при кислородной продувке ванны жидкого чугуна в результате сгорания углерода

вляется на котлах-утилизаторах. Получаемый при этом пар может использоваться в некоторых технологических процессах металлургического предприятия, например, для распыливания жидкого топлива (мазута) в форсунках мартеновских печей. Возможно также использование пара, генерируемого котлом-утилизатором, для работы паровой турбины с последующей выработкой электроэнергии. Однако коэффициент полезного действия (КПД) паровой турбины при работе на таком паре даже теоретически не достигает 30–35%, а на практике оказывается существенно ниже. Дело в том, что технические возможности котлов-утилизаторов ограничены нижним порогом высокотемпературных источников тепла, а работа на низкопотенциальных источниках тепла для них невозможна. Тем не менее, использование тепла отходящих газов для выработки пара повышает общую тепловую эффективность агрегата. Основные потери тепла с уходящими в атмосферу дымовыми газами (с температурой 220–200 °С) составляют 20–25%, считая по сжигаемому топливу. При использовании указанных ВЭР мартеновской плавки возможная экономия условного топлива по современному уровню развития техники явно недостаточна.

Вторичным энергоресурсом кислородно-конвертерного производства является тепло продувочных газов, образующихся при кислородной продувке ванны жидкого чугуна в результате сгорания его углерода и некоторых других примесей. Продувочные газы имеют температуру 1700–1800 °С и содержат порядка 80% CO (токсичный газ). 20–25% их общего теплосодержания составляет тепло физическое и 75–80% химически связанное. Для предотвращения токсического воздействия CO на природную

среду производится его сжигание. Сооружаются специальные свечи, представляющие собой вертикальную трубу высотой 30–40 м, снабженную запальным устройством и автоматизированной горелкой. При сгорании происходит реакция окисления:



где Q – теплота, ккал/моль и токсичный газ CO преобразуется в нетоксичный CO_2 . Во второй половине XX века такие устройства были широко распространены не только в металлургии, но и во многих других отраслях промышленности. Однако позднее к ним появились претензии, вызванные обострением вопроса глобального потепления, вызываемого парниковым эффектом (CO_2). Возможно дожигание продувочных газов с повышенным избытком воздуха, после чего образуются дымовые газы при температуре 1500–1800 °С. При использовании физического и химического тепла таких газов в специальных котлах, экономия топлива получается даже меньше, чем при получении пара на котлах-утилизаторах мартеновских печей.

Аналогичная ситуация существует не только в черной металлургии, но и в других отраслях, где применяются огнетехнические агрегаты: в цветной металлургии, тепловых электростанциях, нефтехимическом производстве и др.

Причина – отсутствие в настоящее время эффективных технических решений

Причина низкой энергоэффективности металлургии – отсутствие на данный момент технических решений по использованию низкопотенциального тепла отходящих газов, выпускаемых в атмосферу

по использованию низкопотенциального тепла отходящих газов, бросово выпускаемых в атмосферу.

До настоящего времени вопросам энергосбережения на основе использования низкопотенциального тепла отходящих газов огнетехнических агрегатов не уделялось должного внимания. Некоторые специалисты как-то смирились с тем, что бросовый выпуск в атмосферу 20–25% произведенной тепловой энергии – это неизбежность и с этим придется жить. Однако за последние годы стали появляться технические решения, направленные на эффективное использование низкопотенциального тепла.

В том числе предложены способы энергосбережения путем использования низкопотенциального тепла, содержащегося в отходящих газах сталеплавильного

Мартеновская печь

Источник: *orechka.ru*



Автоматизация производства

Источник: *zhuzhu / depositphotos.com*

производства, до максимального уровня, достаточного для самообеспечения электроэнергией металлургического предприятия, а также снижения экологического ущерба, наносимого выбросами газов окружающей среде.

Двигатель с внешним подводом тепла – стирлинг

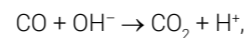
Иногда так бывает, что новое – это хорошо забытое старое [5]. В 1816 г. Роберт Стирлинг получил британский патент на двигатель (впоследствии названный его именем), способный работать от любого источника тепла (примерно в тот же период Эриксоном был изобретен аналогичный двигатель. Но в профессиональных кругах преимущественно закрепилось название «стирлинг»). Принцип работы этого двигателя заключается в чередовании нагревания и охлаждения рабочего тела, которым может быть водород, гелий, фреоны, диоксид азота, сжиженный пропан-бутан и даже простой воздух. Конструкция двигателя очень проста и использует известное свойство газов: от нагрева их объем увеличивается, а от охлаждения уменьшается. После изобретения двигателей внутреннего сгорания, во второй половине XIX века интерес к двигателям с внешним подводом тепла

ослабел, хотя они превосходят по многим параметрам известные тепловые машины. Но во второй половине XX века, с появлением новых конструкционных материалов, массовым производством современных видов рабочих тел, развитием технологий и др., двигатели с внешним подводом тепла начали составлять конкуренцию другим тепловым машинам. Как обычно, в авангарде научно-технического прогресса оказался военно-промышленный комплекс (ВПК) и в основном – морской флот. Из материалов зарубежной открытой печати известно, что в настоящее время многие корабли США, Англии, Японии и др. проходят модернизацию по замене дизельных энергетических установок (ДЭУ) на двигатели внешнего сгорания – стирлинги. Подводный флот Швеции такую замену уже осуществил полностью. Над совершенствованием и созданием современных моделей стирлингов работают General Motors, Philips, Mechanical Technology inc. и другие известные фирмы. Со временем появилось множество модификаций стирлингов. В России также ведется работа по созданию новых модификаций двигателей внешнего сгорания и достигнуты заметные успехи в повышении их надежности, эффективности, экономичности, защищенные патентами Российской Федерации [6, 7].

К одному из преимуществ стирлингов относится возможность эффективной работы на низкопотенциальных источниках тепла.

Энергосбережение

Нами внесено предложение [8] об устройстве на газоотводящих трактах огнетехнических агрегатов (после котлов-утилизаторов по ходу движения газов) электрогенерирующих установок, работающих по схеме «двигатель – генератор», на базе стирлингов. Достигая стирлинга с температурой порядка 200 °С газы взаимодействуют с поверхностями теплообмена нагревателя и охладителя двигателя, после чего с температурой 60–70 °С направляются в сторону дымовой трубы, где при движении по тракту за счет естественного теплообмена охлаждаются до 40–50 °С и с такой температурой выпускаются в атмосферу. Получается, что бросовые потери тепла минимальны, то есть достигается максимально возможный уровень энергосбережения за счет эффективного использования ВЭР. Кроме того, при такой температуре снижается токсичность СО, содержащегося в отходящих газах. Здесь происходит следующий процесс: при трении друг о друга твердых частиц (сажа и т. п.), содержащихся в газовом потоке, а также о твердые поверхности газоотводящего тракта и элементы системы, возникает трибоэлектрический эффект, обуславливающий ионную диссоциацию воды (конденсат водяного пара, выпадающий после того, как газы отработали в стирлинге и их температура понизилась ниже температуры точки росы) на гидроксильную группу OH^- и водород H^+ . Образующиеся гидроксид-ионы вступают в реакцию:



в результате которой токсичный СО преобразовывается в нетоксичный CO_2 (без дожигания). Но при такой температуре парниковый эффект CO_2 снижается. Этим обеспечивается экологический результат.

Расчеты, выполненные с учетом статистических данных [9] показывают, что полученного количества электроэнергии более, чем достаточно, чтобы обеспечить все нагрузки металлургического (или иного) предприятия. Ни в металлургии, ни в энергетике и др., никогда не строится и не функционирует лишь одна печь или лишь один энергоблок с котлоагрегатом. Их всегда несколько, что позволяет резервировать друг друга и обеспечивать бесперебойное производство электроэнергии.

Если это очень крупное предприятие (как например Магнитогорский или Череповецкий металлургические комбинаты), то вокруг него развивается социально-бытовая инфраструктура и возникают моногорода. Но если на этих комбинатах внедрена система ресурсоэнергосбережения, то при выполнении оценки развития и роста региона, а также общественного благосостояния, может происходить парадоксальная ситуация: показатели ВВП растут, уровень благосостояния населения растет, а производство и потребление электроэнергии снижается. Но если в рас-



Программы энергоэффективности в городах
Источник: roibu / depositphotos.com

четах учитывать такой фактор, как энергосбережение, то все становится на свои места и дальнейшее планирование развития региона можно производить, опираясь на данную информацию.

В статье ученых МИФИ [1] основная расчетная формула (2) представлена в виде:

$$NW(t) = \frac{N(t)}{GDP(t)} \quad (2)$$

где: $NW(t)$ – энергетический показатель; $N(t)$ – полная потребленная мощность энергоресурсов;

$GDP(t)$ – сумма годового валового продукта.

Понятно, что для разработки любых (а тем более глобальных) планов развития необходимо обладать объективной информацией о текущем и ретроспективном состоянии как по ВВП, так и по устойчивым энергоресурсам. В этой связи в настоящей статье показана целесообразность особого выделения фактора энергосбережения.

Поэтому мы вносим предложение – представленную в статье МИФИ формулу (2) изложить в следующем виде:

$$NW(t) = \frac{N(t)}{GDP(t)} \cdot \frac{1}{1-M(t)} \quad (2')$$

Индекс M (индекс учета энергосбережения) может изменяться от 0 до 1, где 0 соответствует отсутствию энергосбережения в рассматриваемом регионе. В этом случае формулы (2) и (2') совпадают.

Повышение индекса M влечет за собой повышение энергетического показателя. Иными словами, отражается повышение эффективности расходования электроэ-

нергии на единицу ВВП. Необходимо отметить, что индекс M никогда не может быть равен 1, так как 100%-е энергосбережение невозможно.

Соответственно, все последующие функциональные зависимости статьи [1] подлежат такому же уточнению (разумеется – с согласия авторов).

В заключение необходимо отметить, что грядущие глобальные изменения в современном мире, анализу энергопотребления ведущих стран которого посвящена статья [1], не могут состояться, или будут происходить чрезвычайно замедленно, без учета и эффективной реализации фактора ресурсоэнергосбережения.



Использование энергоэффективных технологий при освещении
Источник: zhangyuangeng / depositphotos.com

Использованные источники

1. Абрамов В. И., Абрамов И. В., Путилов А. В., Трушина И. Анализ энергопотребления ведущих стран накануне глобальных изменений современного мира // Энергетическая политика. № 9(188), 2023. С. 84–97.
2. Стадницкий Г. В., Родионов А. И. Экология // Высшая школа. М., 1988. С. 270.
3. Семенов Н. А. Вторичные энергоресурсы промышленности и энерготехнологическое комбинирование // Энергия. М., 1968. С. 296.
4. Григорьев В. П., Нечкин Ю. М., Егоров А. В. Никольский Л. Е. Конструкции и проектирование сталеплавильного производства // НИТУ МИСИС. М., 1995.
5. Смирнов Г. В. Двигатели внешнего сгорания // Знание. М., 1967.
6. Чантурия И. Г., Чантурия О. Г. Роторный преобразователь энергии и двигатель внешнего сгорания с его использованием // Патент RU22454546 C2, 18.03.2010 г.
7. Лукьянов Ю. Н., Чижевский А. Б., Журавлев Ю. Н., Плохов И. В., Донченко М. А., Перминов А. Л., Ильин А. В., Тихонов С. Н. Роторно-поршневой двигатель с внешним подводом тепла // Патент RU2387844, 27.04.2010 г.
8. Моисеева А. В., Мутушев М. А. Инновационное решение по снижению теплоэнергетических потерь с отходящими газами огнетехнических агрегатов // Доклад (статья) на Международной научно-практической конференции «В. И. Вернадский: инженерная наука и образование для обеспечения безопасности и устойчивого развития регионов». Тамбов, 1–2 июня 2023 г.
9. Дуброва Т. А., Архипова М. Ю. Статистические методы прогнозирования в экономике // Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. М., 2004.

До настоящего времени вопросам энергосбережения на основе использования низкопотенциального тепла отходящих газов огнетехнических агрегатов не уделялось должного внимания

Актуальность решения проблем повышения энергоэффективности и энергосбережения в регионах Российской Федерации

The urgency of solving the problems of improving energy efficiency and energy saving in the regions of the Russian Federation

Илья ПОЛЕТАЕВ

Старший научный сотрудник

АО «Институт региональных экономических исследований (ИРЭИ)», к. э. н.

E-mail: poletaev1@gmail.com

Ilya POLETAEV

Senior Researcher of IREI

(Institute for Regional Economic Research),

Candidate of Economic Sciences

E-mail: poletaev1@gmail.com

Автоматизация производства

Источник: ipopba / depositphotos.com



Аннотация. В статье рассмотрены теоретико-методологические, методические и прикладные вопросы управления процессами энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В России постепенно приходит понимание того, что, несмотря на избыточность имеющихся топливно-энергетических ресурсов, без применения энергосберегающих технологий невозможно в достаточной мере обеспечить суверенитет и конкурентоспособность российских товаров и услуг на мировых рынках. И здесь должны сыграть меры не только энергосбережения, но и энергоэффективности, позволяющие бережно обеспечивать энергоснабжение. В статье подняты важные вопросы применения программного метода управления для разработки и внедрения мер по энергоэффективности экономики и регионального развития.

Ключевые слова: государство, регион, ресурсы, экономика, энергоэффективность.

Abstract. The article deals with theoretical, methodological, methodological and applied issues of managing the processes of energy saving and energy efficiency. In Russia, there is an increasing understanding that, despite the redundancy of available fuel and energy resources, without the use of energy-saving technologies, it is impossible to sufficiently ensure the sovereignty and competitiveness of Russian goods and services in world markets, the development of the energy complex, and here should play a role not only in energy saving, but in energy efficiency, allowing to carefully ensure energy supply and provide the necessary impetus for the development of industries and regions. The article raises important issues of application of the program method of management for the development and implementation of measures for energy efficiency of the economy and regional development.

Keywords: state, region, resources, economy, energy efficiency.



Среди подходов к определению энергобезопасности ключевыми параметрами являются цена и ее способность обеспечить экономический рост

Введение

Объективный процесс развития мировой экономики неизбежно требует удовлетворения растущей потребности человечества в энергии и, как следствие, в энергетических ресурсах.

Содержание исследований и рекомендаций в данной работе основывается на том, что социально-экономическая ста-

бильность и национальная безопасность России всецело зависит от состояния и уровня развития энергетики, потенциала энергетического сектора во взаимосвязи с другими отраслями экономики страны. В условиях обострения конкуренции на мировых рынках, экономических санкций и торговых войн, проблема надежности энергоснабжения становится особенно актуальной. В России, несмотря на избыточность имеющихся топливно-энергетических ресурсов, без применения энергосберегающих технологий невозможно в достаточной мере обеспечить суверенитет и конкурентоспособность российских товаров и услуг на мировых рынках. Следует не допустить ситуации, когда цены на отечественные товары за счет стоимости используемых для их производства энергоресурсов окажутся существенно выше зарубежных цен.

Так как энергоёмкость ВВП является одной из ключевых характеристик экономики России, на сегодняшний день по этому показателю наша страна в силу объективных и субъективных причин находится в числе аутсайдеров (рис. 1). Анализ показывает, что в настоящее время

Энергоэффективность входит в число базовых показателей, которые необходимо включить в программы, стратегии, концепции развития как на федеральном, так и на региональном уровнях

российская экономика является одной из самых энергоёмких в мире. В то время, как в большинстве развитых и развивающихся стран энергопотребление находится в пределах не более 400 кг условного топлива на 1000 долл. валового внутреннего продукта, в России ежегодно расходуется в пределах 800–900 кг. Для примера, в государствах Евросоюза, США и Японии показатели энергопотребления ниже почти в три раза, а в Канаде, Китае и в среднем по миру в два раза относительно российского уровня.

При этом высокий уровень энергопотребления не влияет на снижение стоимости товаров. Отличительной особенностью функционирования отрасли, к сожалению, является прогнозируемое ожидание роста цен на электроэнергию [2]. При этом отмечается, что в таких условиях не может быть обеспечена деятельность

и развитие производственных систем энергетики.

Содержание исследования и его результаты

В 2021 г. совокупное потребление ТЭР в стране составило 888,7 млн т у. т., что на 59,2 млн т у. т. больше, чем в 2020 г. (рис. 2). Энергоёмкими секторами остаются:

1. «Электроэнергетика, производство тепловой энергии» (27,4%).
2. «Обрабатывающая промышленность» (20%).
3. «Население» (17,2%).
4. «Транспорт» (15,2%). Такая тенденция в целом сохранилась и в 2022 г.

В научных исследованиях справедливо доказывается, что цены на электроэнергию должны обеспечивать энергетическую безопасность [3]. Следовательно, энергия должна иметься в распоряжении в том количестве и того качества, которые требуются при данных экономических условиях, однако на практике возникают противоречия между надёжностью энергоснабжения (способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования) и завышенной стоимости энергоснабжения. Обеспечение энергоснабжения в условиях действующей концепции развития

Рис. 1. Сравнительные оценки энергоёмкости экономик ряда стран

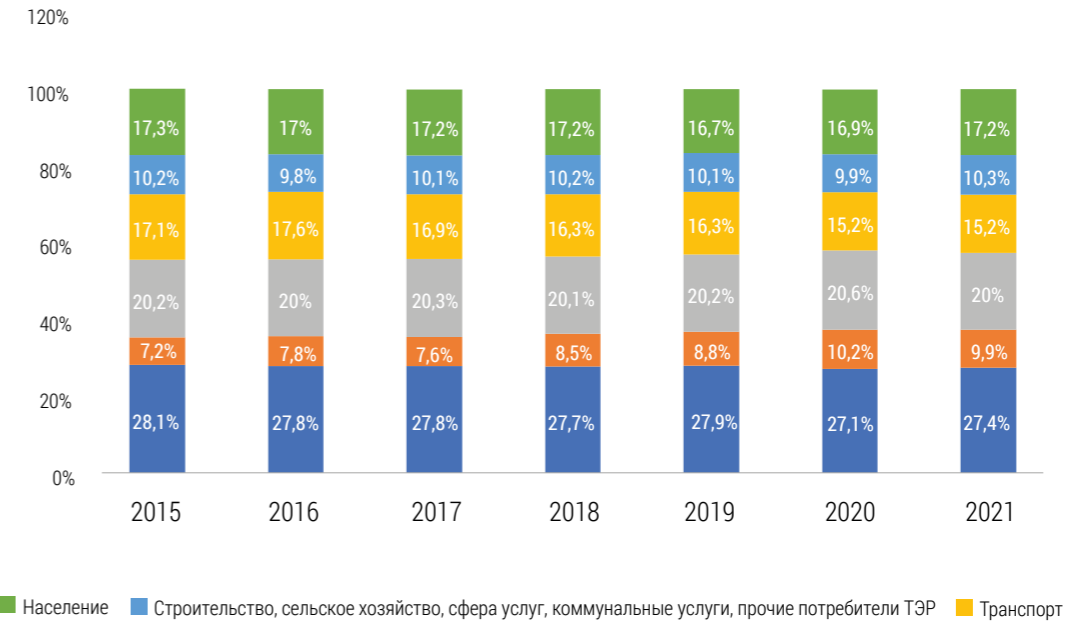
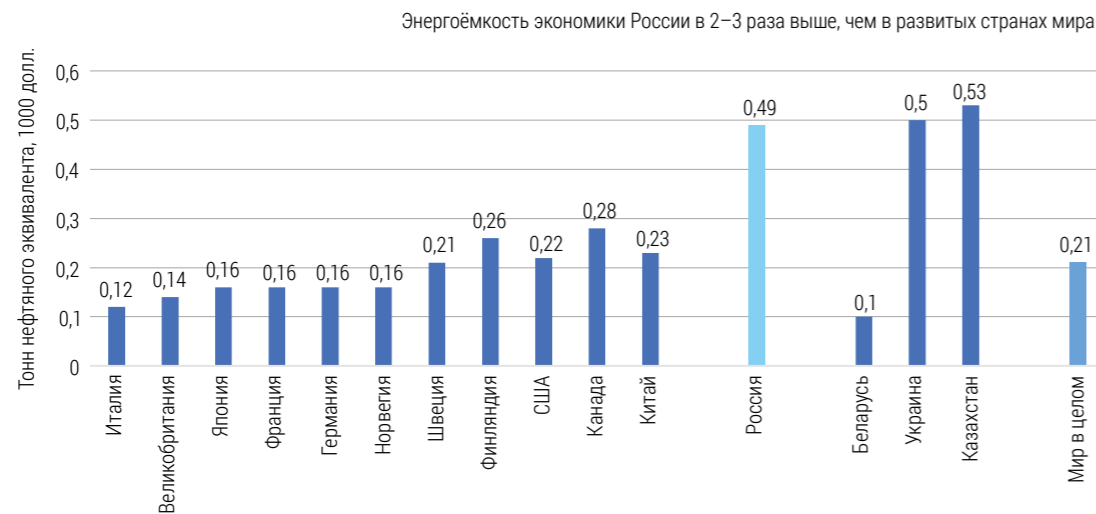


Рис. 2. Изменения потребления первичной энергии в 2015–2021 гг.

электроэнергетики в РФ, предусматривающей рост стоимости электроэнергии выше уровня инфляции, по моему мнению, есть тупиковый путь, сдерживающий экономический рост.

Формирование высоких цен на электроэнергию показывает, что ключевой причиной становится необоснованный рост издержек в энергетике, основой которых, прежде всего, является раздельное рассмотрение потребителей и производителей системы энергоснабжения (в результате проведенных в энергетической отрасли несбалансированных преобразований, дезинтеграции и приватизации). Следует отметить, что результатом реформы (а это особенно важно в условиях противостояния с Западом) является снижение эффективности работы энергетики. Так, относительные технологические потери электроэнергии в электрических сетях возросли более, чем в 1,5 раза. В 2,5 раза снизилась эффективность использования капитальных вложений. Распад энергетической отрасли и эффективность управления ею повлияли на всю экономику страны, развитие ее отраслей и регионов, поскольку преобразования были изначально проведены без учета реальных условий работы российских энергокомпаний. В результате излишней децентрализации обострился конфликт интересов и стремление достичь собственных

показателей, с позиции различных ведомственных структур и муниципальных образований. Практика свидетельствует, что в условиях неэффективности механизмов межведомственного взаимодействия для оптимизации использования ресурсов преобладают тенденции расхождения и распада объектов энергетики на отдельные, слабо связанные фрагменты. Причем, как с точки зрения единого управления, так и системного функционирования. [3]. Это особенно заметно применительно к электроэнергетике, когда спрос на электроэнергию определяется исключительно производителями без учета совокупности потребителей.

В решении проблем энергосбережения и энергоэффективности справедливо от-

В решении вопросов по внедрению энергоэффективных технологий налицо размытие системного подхода, приводящего к нескоординированному развитию систем жизнеобеспечения, в частности к электро-, тепло-, водо-, газоснабжению

метить высокую актуальность их решения на региональном уровне. Так, действующий федеральный закон № 261-ФЗ обязывает органы управления субъектов Российской Федерации, местного самоуправления разрабатывать региональные программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Такие программы должны содержать значения целевых показателей (в том числе общие, в государственном секторе, в жилищном фонде, в промышленности, энергетике и системах коммунальной инфраструктуры, в транспортном комплексе) в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Следует подчеркнуть, что программные задания финансируются как из бюджетных, так и внебюджетных средств. Аналитическая информация о реализации государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе и по субъектам РФ, ежегодно публикуется в государственном докладе [5].

Среди мероприятий, нацеленных на решение проблем энергоэффективности и энергосбережения в регионах РФ следует отметить набор инструментов, стимулирующих проведение работ в госсекторе, в том числе обязанность бюджетных организаций снижать объемы потребления энергоресурсов не менее чем на 3% ежегодно в течение 5 лет [5, 6, 7]. За бюджетной организацией сохраняются средства, а также возможность их перераспределения, в том числе и в фонд оплаты труда. Программы активно разрабатывались и для государственных компаний, бюджетных организаций и учреждений и муниципалитетов, причем это было увязано с бюджетным процессом.

Среди мероприятий по повышению энергоэффективности следует отметить такую меру, как обязанность бюджетных организаций снижать объемы потребления на 3% ежегодно в течение 5 лет



ТЭЦ в Москве зимой
Источник: bangkokbook.ru

Таким образом, большая роль в повышении энергоэффективности отводится субъектам Российской Федерации, которые уже сегодня имеют полномочия по разработке программ с целевыми показателями и системой оценки, механизмами управления. Подчеркивается необходимость создания информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Цель ее формирования – предоставление актуальной информации о требованиях законодательства и реализации эффективных проектов в этой области [8].

В научных публикациях указывается ряд признаков, позволяющих выделить из всей совокупности проблем развития регионов проблемы энергоэффективности и энергосбережения [1,2]. Как правило, такие проблемы характеризуются отсутствием государственного органа управления (конкретного ведомства), ответственного за решение в целом, а также рассредоточенностью подпроблем по различным отраслям. Обращается внимание, что принимаемые решения имеют в большинстве случаев не частное (отраслевое), а региональное и народно-хозяйственное значение. Эффект

может проявляться в различных аспектах (экономических, социальных и т. д.) и характеризует влияние мер по энергоэффективности на полноту удовлетворения народно-хозяйственных потребностей.

Как показывает проведенное автором исследование проблем повышения энергоэффективности, требуется согласованность действий всех участников энергетической системы, включая представителей правительственных и неправительственных учреждений, бизнеса, которые играют определяющую роль для изменения энергетических систем в соответствии с целями обеспечения энергосбережения и энергоэффективности.

Заключение

Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов – основное условие для экономического роста, одно из направлений проведения модернизации экономики страны на национальном и микроэкономическом уровнях. Решение проблем повышения энергоэффективности экономики даст возможность:

- повысить степень энергетической безопасности страны;

- обеспечить конкурентоспособность отечественных предприятий;
- увеличить доход от экспорта нефти и газа (по оценкам экспертов в период до 24.02.2022 г. эта величина составляла более 100 млрд долл. в год);
- обеспечить экономию финансовых средств федерального, региональных и местных бюджетов;
- снизить негативное воздействие на окружающую среду и др.

Для экономики энергоэффективность является ключевым индикатором, характеризующим устойчивость развития. Она входит в число базовых показателей, ее необходимо включать в программы, стратегии, концепции как на федеральном, так и на региональном уровнях. При этом энергоэффективность – характеристика, которая стремится к 100% и, следовательно, направлена на максимальный результат, занимая ключевое значение как один из приоритетов государственной энергетической политики, нашедший отражение в утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 09.06.2020 г. № 1523-р Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г.

Электросчетчик

Источник: grigvovan / depositphotos.com



Энергоэффективность – характеристика, которая стремится к 100%. Она направлена на максимальный результат, занимая ключевое значение как один из приоритетов государственной энергополитики

Анализ выполнения программ в регионах показал, что в обеспечении эффективности использования энергоресурсов существенную роль играют связи и взаимодействия различных структур. Даже несмотря на внесение поправок в 2016 г., в ФЗ № 35 «Об электроэнергетике», в частности в определении единой энергетической системы России с единым процессом производства (в том числе производства в режиме комбинированной электрической и тепловой энергии) и передачи электрической энергии в условиях централизованного оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, к сожа-

лению, не изменило положения и проявилось к усилению тенденции роста цен.

Среди подходов к определению энергетической безопасности ключевыми параметрами являются цена и ее способность обеспечить экономический рост. Поэтому энергоэффективность следует рассматривать с позиции функционирования системы энергоснабжения в рамках действующей концепции развития электроэнергетики в РФ и роста стоимости электроэнергии не выше уровня инфляции. А в лучшем случае долгосрочной стабилизации.

Российские ученые отмечают, что в решении вопросов по внедрению энергоэффективных технологий налицо размытие системного подхода, приводящее к нескоординированному развитию систем жизнеобеспечения, в частности электро-, тепло-, водо-, газоснабжения. Развитие электроэнергетики в рамках действующей концепции привело к завывшим объемам энергетического строительства, энергоизбыточности и неизбежному росту стоимости электроэнергии. Об этом свидетельствуют разработанные в 2018 г. программа модернизации объектов электрогенерации по схеме модифицированных механизмов и договоров предоставления мощности (предусматривающая

«Умный» офис

Источник: Imilian / depositphotos.com



Энергоэффективный дом

Источник: skachat-foto.ru

только для поддержания деятельности генерирующих компаний 3,5 трлн руб.) и программа модернизации объектов электрогенерации до 2031 г.

Значительные затраты, как показывают проведенные автором исследования, обусловлены в значительной степени образованием множества отдельных объектов (в процессе реформирования электроэнергетики), необходимостью устранить

конфликт интересов, государственных и муниципальных образований, хозяйствующих субъектов различных форм собственности. Требуются экономические, административно-организационные решения по созданию интегрированной структуры управления. Такая интеграция обуславливает и требует координации, то есть четкости и непрерывности взаимодействия.

Использованные источники

1. Бурак П. И., Касимов Л. Б. Выбор приоритетных направлений социально-экономического развития на региональном уровне // Вестник Российского нового университета. Серия «Человек и общество», май 2020.
2. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика: Учебное пособие. М.: Поли Принт Сервис, 2015. – 130 с.
3. Клейнер Г. Б. Российская экономика: системный подход // В кн. Мезозаконономика развития. М.: Наука, 2011.
4. Некрасов С. А. Концепция формирования энергоснабжения территории Российской Федерации для обеспечения возможности модернизации экономики. Часть 2 // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 26. С. 27–43.
5. Постановлением Правительства Российской Федерации от 18.12.2014 г. № 1412 «О подготовке и распространении ежегодного государственного доклада о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации».
6. Постановление Правительства РФ от 25.12.2021 г. № 2489 «О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика...», [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112300075> (дата обращения 06.08.2022).
7. Проект Постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» (подготовлен Минэкономразвития России 05.05.2023 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56857230/> (дата обращения 31.05.2023).
8. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 г., утв. распоряжением Правительства РФ от 09.06.2020 г. № 1523-р.

Контроль эффективности и качества промышленного сжигания топлива

Control of the efficiency and quality of industrial fuel combustion

Олег НОВИКОВ
Генеральный директор
АО НПФ «УРАН-СПб», к. т. н.
E-mail: onnovikov1941@mail.ru

Oleg NOVIKOV
General director, JSC NPF «URAN-SPb»,
candidate of technical sciences
E-mail: onnovikov1941@mail.ru

Игорь АНАНЧЕНКО
Ведущий научный сотрудник
АО НПФ «УРАН-СПб», к. т. н.
E-mail: anantchenko@yandex.ru

Igor ANANCHENKO
Leading researcher, candidate of technical
sciences, JSC NPF «URAN-SPb»
E-mail: anantchenko@yandex.ru

Никадим МИНЧЕВ
Заведующий лабораторией
метрологии АО НПФ «УРАН-СПб»
E-mail: minivik@mail.ru

Nikodim MINCHEV
Head of the metrology laboratory,
JSC NPF «URAN-SPb»
E-mail: minivik@mail.ru

Беловская угольная ГРЭС

Источник: rtelecom.ru



Аннотация. В статье рассмотрены различные виды показателей эффективности сжигания топлива и выделены главные – энергетические. Проанализированы нормативные и упрощенные методы, алгоритмы расчета основных показателей эффективности и качества сжигания различного топлива. Представлена информация по разработанным и используемым на практике приборам контроля эффективности, качества сжигания топлива и оптимизации управления топливосжигающими установками.

Ключевые слова: топливо, эффективность сжигания, контроль.

Abstract. The article considers various types of fuel combustion efficiency indicators and highlights the main ones – energy. Normative and simplified methods, algorithms for calculating the main indicators of efficiency and quality of combustion of various fuels are analyzed. Information is provided on the devices developed and used in practice for monitoring the efficiency, quality of fuel combustion and optimization of fuel combustion plant management.

Keywords: fuel, combustion efficiency, control.



Уменьшение коэффициента избытка воздуха является эффективным методом снижения потерь теплоты с уходящими газами и подавления оксидов азота

Специалисты по энергетике, экономике, автоматизации, приборостроению, метрологии, экологии и др., связанные со сжиганием разнообразных видов топлива в различных теплоэнергетических агрегатах (котлах, печах, сушилах и др.) пользуются терминами: «энергетическая эффективность», «энергосбережение», «качество и экономичность горения», «оптимальность использования топлива» и др. Вся эта терминология описывается общим понятием «энергоэкологическая оптимизация сжигания топлива», которая предусматривает инструментальный контроль процессов и внедрение прогрессивных технических решений [1, 2], для по-



Паровой котёл ТЭС ТГМ-966
Источник: stroiteh-msk.ru

вышения экономической эффективности использования топлива и для снижения вредного воздействия продуктов сгорания на окружающую среду.

Для оценки экономической эффективности, технического уровня и качества эксплуатации теплоэнергетических агрегатов (на примере котлоагрегатов) служит система энергетических, экономических и режимных показателей [3].

1. Энергетические показатели, связанные с технологией сжигания топлива, характеризуют степень использования тепла топлива или тепла другого источника – тепловую экономичность различных агрегатов. Энергетические показатели:



Дымоходы современной котельной

Источник: Depositphotos / depositphotos.com

коэффициенты полезного действия (КПД) брутто ($\eta_k^{бр}$) и нетто (η_k^H) любых устройств, сжигающих топливо; доля расхода тепла на собственные нужды ($q_k^{с.н.}$); коэффициент теплового потока ($\eta_{т.п.}$); удельный расход топлива на отпущенную тепловую энергию ($b_k^{отп.}$); коэффициент избытка воздуха, расходуемого на горение (α_r), и др.

2. К системе экономических показателей, которыми пользуются обычно экономисты при проектировании топливосжигающих установок, относятся: суммарные (К) и удельные капитальные вложения (к); ежегодные издержки производства (ΣS); себестоимость единицы продукции (тепловой энергии S_r); приведенные затраты (З).

3. Режимные показатели, не связанные напрямую с технологией сжигания топлива, характеризуют степень использования оборудования, условия работы топливосжигающих установок. К ним относятся показатели: коэффициенты рабочего времени (k_r), средней нагрузки ($k_{ср.}$), использования максимума нагрузки (k_m), использования установленной мощности ($k_{уст.}$); годовое число часов использования установленной мощности ($h_{год}$) и максимума тепловой нагрузки (h_{μ}).

Большая часть показателей используется при проектировании и режимно-наладочных испытаниях агрегатов для

периодических технико-экономических расчетов по известным формулам с помощью электронных калькуляторов или компьютеров. Другая часть показателей, в основном энергетических, которая интересует авторов данной статьи, используется непрерывно автоматическими устройствами для отображения результатов работы теплоэнергетического оборудования и корректирующего регулирования, с целью повышения эффективности.

Исходные величины для расчетов показателей эффективности работы в основном поступают от штатных контрольно-измерительных приборов (КИП) агрегатов и дополнительно от специальных, стационарных или переносных теплотехнических (газоаналитических) приборов в процессе эксплуатации или режимно-наладочных испытаний.

Для определения энергетической экономичности различных теплоагрегатов (например, котлов) в отечественной и зарубежной практике имеются различные стандарты [4, 5], которые устанавливают нормативные методы расчета (формулы), проведения испытаний, измерений и наилучшие доступные технологии (НДТ) сжигания топлива в технологическом оборудовании в стационарных режимах.

Важным показателем, характеризующим экономичность работы котлоагрегата, является коэффициент полезного действия брутто, который определяется прямым или обратным методом из уравнения теплового баланса по формулам:

$$\eta_k^{бр} = \frac{Q_1}{Q_p^p}; \quad Q_1 = \frac{Q_k^{бр}}{B_k}, \quad (1)$$

где Q_1 – полезно использованное тепло котлоагрегатом;

Q_p^p – располагаемое тепло, содержащееся в расходуемом топливе, с учетом физического тепла, внесенного воздухом и топливом при горении;

$Q_k^{бр}$ – выработанное тепло и B_k – расход топлива котлоагрегатом.

Прямой метод определения КПД брутто является сложным и трудоемким, так как сопряжен с использованием большого количества параметров, измеренных с высокой точностью. Он применяется для камеральных расчетов при проектировании теплоэнергетических установок и их испытаниях. Результаты расчетов этим методом можно использовать как «эталонные».

Обратный метод определения КПД брутто котлоагрегатов является предпочтительным. Он пригоден для оперативного

Нормативный (классический) метод расчета не применим для цели оперативного контроля и регулирования процессов сжигания топлива, так как требует громоздких вычислений удельных объемов

использования при эксплуатации существующего оборудования и заключается в определении величин всех потерь теплового баланса по формуле:

$$\eta_k^{бр} = q_1 = 100 - \sum_{j=2}^{j=6} q_j \quad (2)$$

где q_j – удельные потери тепла в котлоагрегате в %.

При этом сумма потерь зависит от вида сжигаемого топлива:

- для твердого топлива, равна ($q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$);
- для жидкого и газообразного топлива, равна ($q_2 + q_3 + q_5$).

Гусиноозерская угольная ГРЭС

Источник: Маллаева Елена / konkurs.interra.ru



Вид топлива	A ₁	B	A ₂	CO _{2MAX}
Природный газ	0,37	0,009	32	11,7
Сжиженный газ	0,42	0,008	32	13,7
Мазут	0,52	0,007	52	15,4
Дизельное топливо	0,5	0,007	52	15,7
Каменный уголь	0,68	0	69	18,8
Бурый уголь	0,98	0	69	19,1

Таблица 1. Эмпирические топливные параметры

В свою очередь, каждый вид потерь определяется уравнениями.

1. Потери тепла с уходящими дымовыми газами q₂ (в %) – по формулам:

По «классической» формуле [4]:

$$q_2 = \frac{Q_2}{Q_p} 100 = \frac{(I_{yx} - \alpha_{yx} I_{xb}^0)(100 - q_4)}{Q_p^0};$$

$$\alpha_{yx} = \frac{V_B}{V_B^0} = \frac{21}{21 - O_2}, \quad (3)$$

где I_{yx} – удельная энтальпия уходящих газов при коэффициенте α_{yx}, температуре θ_{yx} и полном сгорании топлива;

I_{xb}⁰ – удельная энтальпия теоретически необходимого количества холодного воздуха на входе в котел;

α_{yx} – коэффициент избытка воздуха;

V_B – фактический объем воздуха, расходуемый на горение;

V_B⁰ – теоретически необходимый объем воздуха для стехиометрического горения;

O₂ – измеренная концентрация кислорода в уходящих газах в об. %.

По упрощенной формуле М. Б. Равича [6]:

$$q_2 = 0,01Z(t_{yx} - t_{vx});$$

$$Z = \frac{[C' + (h-1)B'K]100}{t_{max}};$$

$$h = \frac{CO_{2max}}{CO_2 + CO + CH_4} \quad (4)$$

где t_{yx} – температура уходящих дымовых газов;

t_{vx} – температура воздуха, поступающего в топку;

t_{max} – жаропроизводительность топлива из таблиц;

Кочегар в котельной

Источник: tritonstroy.ru



Барабинская угольная ТЭЦ

Источник: sibgenco.online

h – коэффициент разбавления дымовых газов воздухом;

CO_{2max} – наибольшая концентрация диоксида углерода в дымовых газах при полном сжигании топлива из таблиц;

CO₂ + CO + CH₄ – сумма углеродсодержащих газов;

B' – усредненная характеристика топлива и C';

K – поправочные коэффициенты, зависящие от температуры дымовых газов из таблиц.

По упрощенной формуле Siegert (Зигерта) в стандарте DIN [7]:

$$q_2 = (T_{дг} - T_{вг}) \left[\frac{A_1}{CO_2} + B \right];$$

или

$$q_2 = (T_{дг} - T_{вг}) \left[\frac{A_1}{(21 - O_2)} + B \right];$$

$$\alpha = \frac{CO_{2max}}{CO_2} = \frac{21}{21 - O_2} \quad (5)$$

где T_{дг}, T_{вг} – измеренная температура дымовых газов и воздуха, подаваемого на горение (в °C);

CO₂ – измеренная или рассчитанная концентрация диоксида углерода в дымовых газах (в об. %);

O₂ – измеренная концентрация кислорода в сухих дымовых газах (в об. %);

CO_{2max} – наибольшая концентрация диоксида углерода в дымовых газах при полном сжигании топлива из таблицы 1 (в об. %);

α – коэффициент избытка воздуха;

B и A₁ – эмпирические коэффициенты, зависящие от вида сжигаемого топлива из таблицы 1.

2. Потери тепла от химической неполноты сгорания топлива q₃ (в %):

По «классической» формуле:

$$q_3 = \frac{Q_3}{Q_p} 100; \quad Q_3 = V_{с.г} (30,18CO + 85,55CH_4 + 25,79H_2 + 141,1C_nH_m), \quad (6)$$

где V_{с.г} – объем сухих дымовых газов при 0 °C и 0,1 МПа в месте отбора на анализ;

Для оперативного контроля процессов сжигания топлива рационально использовать упрощенные, но достаточно точные методы расчета по Равичу, Зигерту и др. Невязка составляет 0,2–1,5%

CO, CH₄, H₂, C_nH_m – содержание продуктов неполного сгорания топлива в дымовых газах.

По упрощенной формуле М. Б. Равича:

$$q_3 = \frac{Q_3 \cdot 100}{V_1 \cdot Q_p} = \frac{(30,2CO + 25,8H_2 + 85,5CH_4) \cdot h \cdot 100}{P}, \quad (7)$$

где P – максимальное теплосодержание сухих продуктов сгорания данного вида топлива (практически постоянная – обобщенная константа) из таблиц.

По упрощенной формуле Зигерта:

$$q_3 = \frac{A_2 \cdot CO}{(CO_2 + CO)};$$



Vitomax 200 LW 6 MBT котел на ТЭЦ
Источник: stroiteh-msk.ru

$$CO_2 = CO_{2max} \left(1 - \frac{O_2}{21} \right), \quad (8)$$

где CO – измеренная концентрация оксида углерода в дымовых газах (в об. %);

CO₂ – измеренная или рассчитанная концентрация диоксида углерода в дымовых газах (в об. %);

A₂ – эмпирический коэффициент, зависящий от вида сжигаемого топлива из таблицы 1.

3. Потери тепла от механической неполноты сгорания топлива q₄ определяются наличием недогоревшего топлива в шлаке или золе (Q₄), выпадающей в газоходе и бункере (в %):

$$q_4 = \frac{Q_4}{Q_p} \cdot 100. \quad (9)$$

4. Потери тепла на излучение и конвекцию в окружающую среду q₅ (в %) включают теплоту, отдаваемую обмуровкой и другими частями котла окружающему воздуху. Они вычисляются нормативным методом по измеренным температуре поверхности котла и окружающего воздуха с использованием принятых коэффициентов теплоотдачи. Либо упрощенно, согласно нормативным табличным данным для номинальной нагрузки (q_{5ном}) и с учетом фактической нагрузки котла (D_ф), отличающейся от номинальной (D_{ном}), по формуле (в %):

$$q_5 = q_{5ном} \frac{D_{ном}}{D_{ф}}. \quad (10)$$

5. Потери тепла в шлаке или золе при слоевом и камерном сжигании твердого топлива q₆ определяются температурой шлака, удельной теплоемкостью и рассчитываются по формуле (в %):

$$q_6 = \frac{Q_6}{Q_p} \cdot 100. \quad (11)$$

Анализ приведенных формул для расчета КПД брутто любого топливосжигающего агрегата по методу обратного баланса позволяет сделать выводы:

1. Нормативный (классический) метод расчета не применим для цели оперативного контроля и регулирования процессов сжигания топлива, так как требует громоздких вычислений удельных объемов, энтальпий продуктов сгорания и др., а также измерений калорийности топлива, химического состава дымовых газов и их расходов. Его можно использовать как проверочный для оценки точности других методов.

2. Для оперативного контроля и регулирования процессов сжигания топлива рационально использовать упрощенные, но достаточно точные (невязка составляет 0,2–1,5%) методы расчета по Равичу, Зигерту и др. При этом для вычислений требуется меньшее количество исходных данных и их легко получить: из таблиц; от штатных КИП агрегатов; от специальных стационарных или переносных газоаналитических приборов. Кроме этого, данные формулы проще «поместить» в микропроцессоры измерительных приборов и вычисления по ним не потребуют большого быстродействия и объема памяти.

Другим важным параметром, существенно влияющим на показатели экономичности и качества работы котлоагрегата, является количество воздуха, поступающее в топку для горения, вернее, соотношение «топливо – воздух», которое определяется коэффициентом избытка воздуха (α).

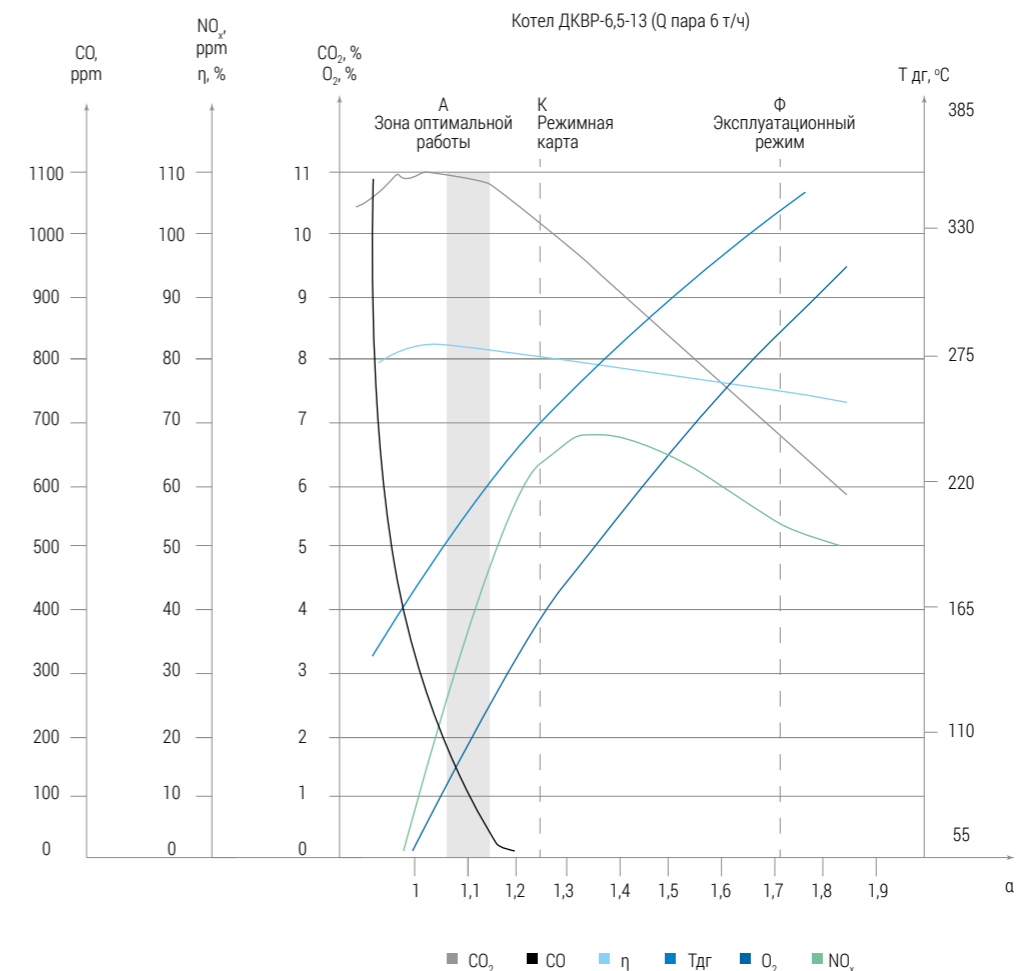
В топливосжигающих агрегатах должно быть точно сбалансировано соотношение «топливо – воздух». Недостаток воздуха вызывает неполное сгорание топлива, появление «недожога» (преимущественно CO), уменьшение температуры дымовых газов и снижение КПД. Избыток воздуха приводит к появлению лишнего кислорода (O₂) в дымовых газах, повышению их температуры и также к снижению КПД. В обоих случаях сжигание топлива сопровождается повышенным выбросом в атмосферу высокотоксичных газов CO и NO_x, т. е. ухудшается экологическая обстановка.

Из приведенных кривых видно, что с уменьшением коэффициента α (альфа) избытка воздуха снижаются содержание кислорода (O₂), температура дымовых газов и потребление электроэнергии вентилятором и дымососом и, как следствие, повышается КПД котла.

Котельные агрегаты, из-за отсутствия газового контроля отходящих дымовых газов и наличия значительных присосов в топке и газоходах, а также в результате применения наладчиками режимных карт (К), работают при необоснованно больших избытках воздуха (Ф). Поэтому уменьшение коэффициента избытка воздуха является эффективным методом снижения потерь теплоты с уходящими газами q₂ и подавления оксидов азота (NO_x). Это достигается только регулированием, при этом не удорожается технологическое оборудование и не меняется конструкция горелочных устройств.

Появление CO определяет границу допустимого воздействия в сторону умень-

Рис. 1. Характеристики котла при регулировании воздуха



шения избытка воздуха. Эта граница является гибкой и зависит:

- от характеристик горелочных устройств;
- от нагрузки котла;
- состава топлива (теплоты его сгорания);
- климатических условий;
- температуры топлива и воздуха;
- технического состояния оборудования и др.

Для создания АСУ-ТП и обмена информацией с другими приборами их следует соединить интерфейсом с управляющим контроллером котла [8]. Разнообразные переносные газоанализаторы, способные рассчитывать параметры горения, с которыми работают наладчики во время режимных испытаний агрегатов (повторяются через 3 года), не решают существующей проблемы. Так как эти приборы, содержащие датчики газов с жидкими электро-



Газовая котельная в поселке Авсюнино

Источник: ozmo.ru

Область экономически выгодного (оптимального) режима сжигания топлива (зона А), соответствующая малым значениям кислорода (0,5–1,5%) и содержанию оксида углерода на уровне 100–300 ppm, выделена на рис. 1 штриховкой. Она может быть обеспечена только автоматической коррекцией работы горелочных устройств.

Для реализации этих принципов существующие и вновь проектируемые котельные агрегаты требуют оснащения надежным оборудованием, таким как:

- стационарные анализаторы дымовых газов;
- быстродействующие микропроцессорные регуляторы;
- интеллектуальные вычислительно-регистрирующие приборы.

литам, которые быстро расходуются, по надежности рассчитаны на кратковременную работу и не могут быть адаптированы в системы автоматического регулирования.

Для этой цели подходят газоаналитические приборы и автоматические системы энергосбережения, разработанные, изготовляемые и внедряемые в течение 25 лет НПФ «УРАН-СПб», которая решает проблемы экономного сжигания топлива в теплоэнергетике [9, 10].

Для контроля экономичности, качества сжигания топлива и для управления этим процессом специально разработано в 2011 г. и серийно выпускается с 2016 г. семейство стационарных комбинированных автоматических анализаторов дымо-

Наименование параметра	Ед. измер.	Величина
Диапазон температур окружающего воздуха	°С	–20...+60
Атмосферное давление	кПа	+84...+106,7
Относительная влажность воздуха, при +25 °С	%	до 95
Производственная вибрация (10–55Гц)	мм	до 0,15
Внешнее магнитное поле напряженностью	А/м	до 400
Внешнее электрическое поле напряженностью	кВ/м	до 10

Таблица 2. Параметры окружающей среды

Наименование параметра	Ед. измер.	Величина
Температура дымовых газов	°С	0...+1500
Влажность газового потока (при +25 °С)	%	от 0 до +95
Избыточное давление/разрежение	кПа	–5...+5
Скорость потока дымовых газов	м/с	0...20
Содержание пыли	г/м³	до 50

Таблица 3. Параметры анализируемой газовой среды

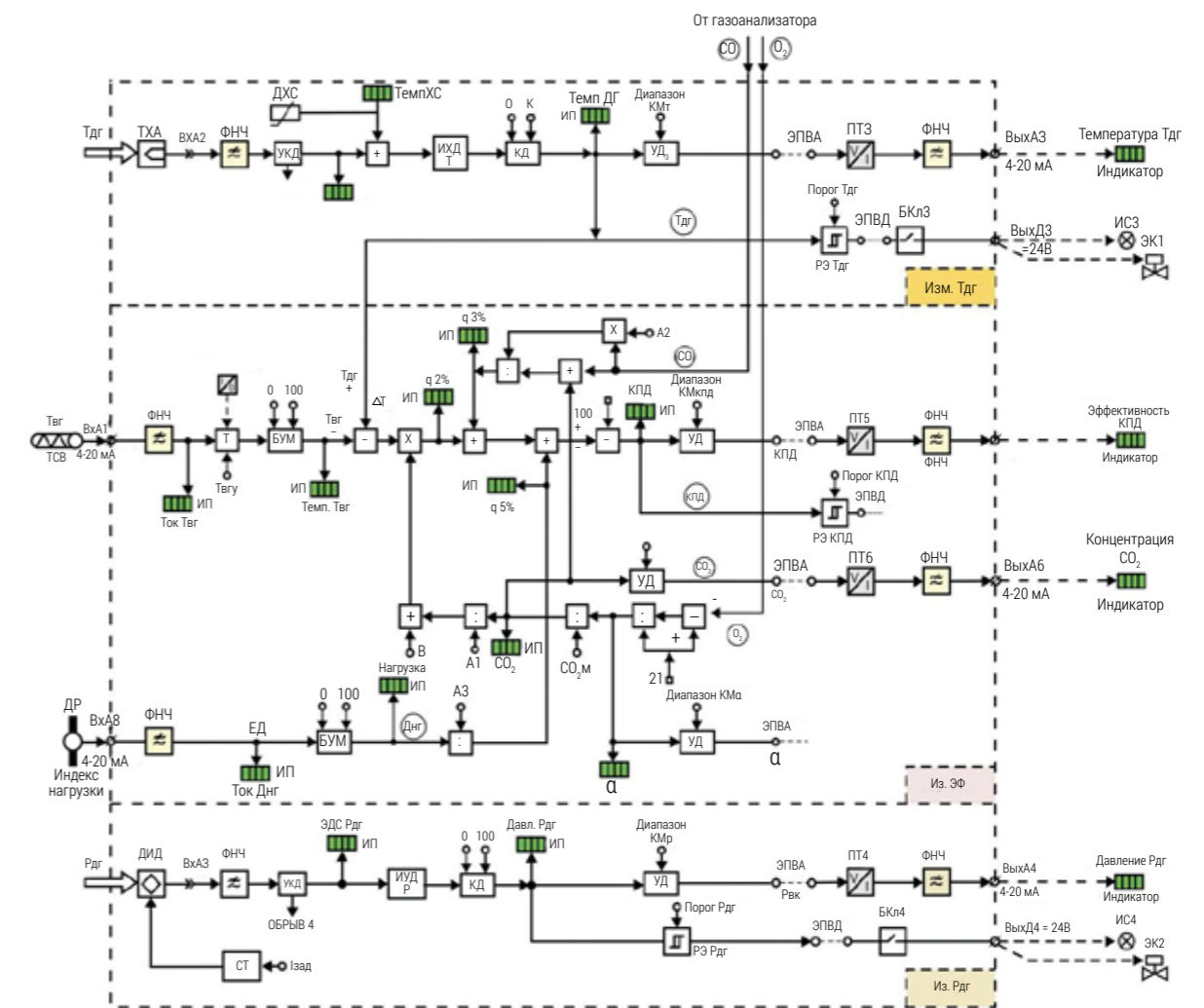


Рис. 2. Функциональная схема вычислителя эффективности горения

вых газов непрерывного действия, внесенное в государственный реестр средств измерений № 87382-22 [11].

В список входят такие модели приборов, как:

- многокомпонентный анализатор дымовых газов – КАДГ.
- интеллектуальный анализатор качества горения топлива – ИАКГ.
- корректор-анализатор качества горения топлива – КАКГ.
- отдельный вычислитель эффективности «Факел-К» с ЖК монитором.

Комбинированные анализаторы дымовых газов предназначены для:

- измерения концентрации кислорода, оксида углерода и оксидов азота в отходящих газах топливосжигающих установок;
- измерения температуры дымовых газов и воздуха на горение;
- измерения избыточного давления/ разрежения дымовых газов или (в моделях КАКГ) давление воздуха на горение;
- а также определения расчетным методом (в моделях ИАКГ, КАКГ) содержания диоксида углерода (CO₂) и эффективности горения топлива (КПД), определения расчетным методом

по ПИД-закону (в модели КАКГ) величины скорректированного давления воздуха или коэффициента коррекции с целью оптимизации процессов горения.

Анализаторы имеют встроенное программное обеспечение (ПО), разработанное специально для решения задач измерения содержания определяемых компонентов, температуры и давления анализируемой среды, а также вычисления параметров, характеризующих эффективность топливосжигающих установок. Функциональная схема вычислительного устройства для моделей ИАКГ, КАКГ приведена на рис. 2.

Все приборы унифицированы и выполнены на единой конструктивной платформе, изготавливаются в четырех модификациях (Н), (П), (Т), (Ех) с разной длиной погружной части и применяются в различных условиях окружающей (таблица 2) и анализируемой (таблица 3) сред, соответственно, нормальной, запыленной, высокотемпературной и взрывоопасной. Способ отбора пробы газа диффузионный или принудительный с использованием встроенного эжектора или воздушного компрессора.

Анализаторы выполнены в виде измерительных и вычислительно-индицирующих блоков, соединенных или разобщен-



Современная котельная

Источник: Trapezondal / depositphotos.com

ных между собой, которые монтируются непосредственно на стенке дымохода у точки отбора пробы и перед оператором.

В анализаторах использованы надежные и долговечные датчики по измерительным каналам:

- концентрации кислорода, оксида углерода и оксидов азота – электрохимические на твердых электролитах;
- температуры – термоэлектрические и терморезистивные;
- избыточного давления/ разрежения – пьезорезистивные.

Предлагаемые НПФ «УРАН-СПБ» газоаналитические приборы, системы коррекции соотношения «топливо – воздух» и комплексные системы автоматизации

котлоагрегатов с функцией энергосбережения позволяют:

- реализовать общую концепцию энергосберегающей работы котлоагрегатов в непрерывном режиме;
- экономить до 6–10% топлива в течение года;
- сократить на 30–40% выбросы оксидов азота в атмосферу;
- уменьшить на 20–55% потребление электроэнергии вентиляторами и дымососами;
- повысить надежность работы теплотехнического и механического оборудования за счет диагностики и контроля работы газовоздушных трактов, датчиков, исполнительных механизмов и др.

Промышленная котельная

Источник: stroiteh-msk.ru



Использованные источники

1. Новиков О. Н., Артамонов Д. Г., Шкаровский А. Л., Кочергин М. А., Окатьев А. Н. Энергоэкологическая оптимизация сжигания топлива в котлах и печах регулированием соотношения «топливо – воздух» // «Промышленная энергетика». № 5, 2000. С. 57–60.
2. Воликов А. Н., Новиков О. Н., Окатьев А. Н. Повышение эффективности сжигания топлива в котлоагрегатах // «Энергоназор-информ». № 1(43), 2010. С. 54–57.
3. Либрман Н. Б. Справочник по проектированию котельных установок систем централизованного теплоснабжения. Общие вопросы проектирования и основное оборудование // М. «ЭКОЛИТ», 2011.
4. ОСТ 108.030.132-80 «Котлы паровые стационарные. Методы испытаний».
5. ГОСТ Р 54202–2010 «Ресурсосбережение. Газообразные топлива. Наилучшие доступные технологии сжигания».
6. Равич М. Б. Эффективность использования топлива. «Наука», 1977.
7. Flue gas analyser GA-40 «MADUR electronics» 1996.
8. Воликов А. Н., Маслов Ю. В., Новиков О. Н. Энергоэкологическая реабилитация – экономичный путь повышения энергоэффективности предприятия // Журнал «Инженерные системы». № 2, 2011.
9. Бюджетная модернизация всегда в цене // Журнал «Промышленно-строительное обозрение». № 4, 2014.
10. Шкаровский А. Л., Новиков О. Н., Новикова А. В., Полушкин В. Н. Разработка нового семейства интеллектуальных систем управления качеством сжигания топлива // Журнал «Современные наукоемкие технологии». № 12, 2016.
11. Анализаторы дымовых газов, комбинированные модели КАДГ, ИАКГ, КАКГ. «Сертификат № 87382–22 об утверждении типа средств измерений», 2022.

Мировая и российская солнечная теплогенерация в 2022 г.

Global and Russian solar thermal generation in 2022

Виталий БУТУЗОВ

Профессор, д. т. н., Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина

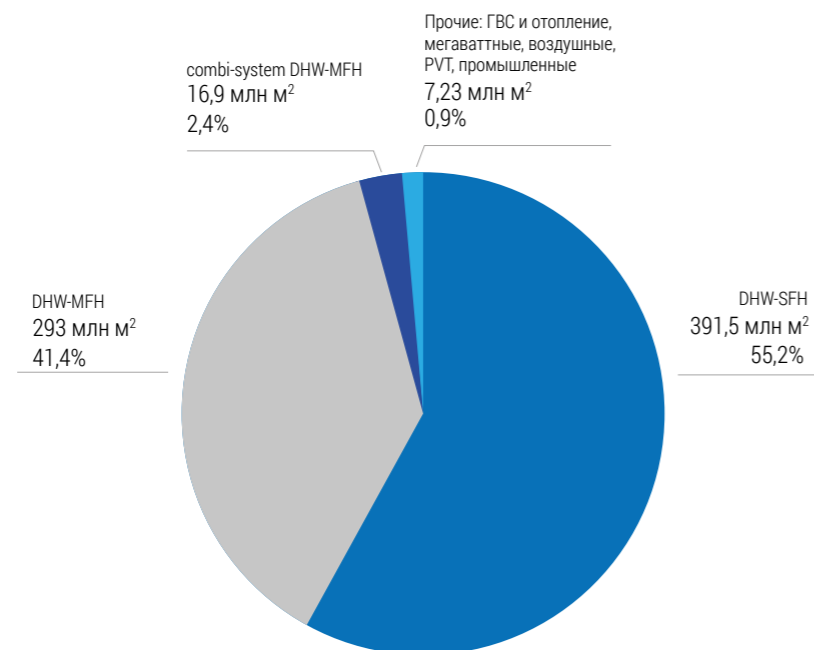
E-mail: ets@nextmail.ru

Vitaly BUTUZOV

Professor, Doctor of Technical Sciences, Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilina

E-mail: ets@nextmail.ru

Рис. 1. Диаграмма распределения основных групп ГУ мира по назначению, 708,63 млн м²



Аннотация. В статье отмечена достоверность статистики института AEE Intec (Австрия) по солнечной теплогенерации мира. Общая площадь солнечной теплогенерации составила 774 млн м² (100%) суммарной мощностью 542 ГВт и с годовой выработкой тепловой энергии 442 ГВт·ч. Приведено распределение солнечной теплогенерации мира по назначению. По данным на начало 2022 г. горячее водоснабжение (ГВС) многоквартирных домов (DHW-SFH) составило 391,5 млн м² (50,6%); ГВС многоквартирных домов (DHW-MFH) – 293 млн м² (37,9%), по конструкциям солнечных коллекторов: в мире преобладали жидкостные вакуумные (ETC) – 492 млн м² (80%), а плоские (FTC) составляли – 222 млн м² (20%). Представлены уточнённые данные AEE Intec 2022 г. по гелиоустановкам России по отчетам налоговых и таможенных органов: всего 85594 м², в том числе с преобладанием ГВС многоквартирных домов (МКД) – 62700 м². Представлена информация о российском производстве солнечных коллекторов и монтаже гелиоустановок в 2016–2022 гг.

Ключевые слова: солнечная теплогенерация, солнечные коллекторы, институт AEE INTEC, гелиоустановки, жидкостные и воздушные солнечные коллекторы.

Abstract. The article notes the reliability of statistics from the AEE Intec Institute (Austria) on solar heat generation in the world. The total area of solar thermal generation was 774 million m² (100%) with a total capacity of 542 GW and an annual thermal energy production of 442 GWh. The distribution of solar heat generation in the world by purpose is given. According to data at the beginning of 2022, hot water supply (DHW) of single-family houses (DHW-SFH) amounted to 391.5 million m² (50.6%); DHW of apartment buildings (DHW-MFH) – 293 million m² (37.9%), by solar collector designs: liquid vacuum (ETV) prevailed in the world – 492 million m² (80%); and flat (FTS) amounted to 222 million m² (20%). Updated data for AEE Intec 2022 are presented. for solar installations in Russia according to reports from tax and customs authorities: a total of 85,594 m², including those with a predominance of hot water supply in apartment buildings (MKD) – 62,700 m². Information is presented on Russian production of solar collectors and installation of solar power plants in 2016–2022.

Keywords: solar heat generation, solar collectors, AEE INTEC Institute, solar power plants, liquid and air solar collectors.

Введение

Достоверная информация по гелиоустановкам мира в целом и отдельных стран публикуется по заданию Мирового энергетического агентства (МЭА) в отчетах института AEE INTEC (Австрия) с 2005 г. На 01.01.2023 г. институт оценил суммарную установленную мощность солнечной теплогенерации всех стран мира в 542 ГВт при площади 774 млн м² (100%) с выработкой тепловой энергии 442 ГВт·ч/год. В России общая площадь гелиоустановок по этому отчету составляла 27265 м² [1].

Анализ российских данных показал, что их следует дополнить статистикой поставки солнечных коллекторов и комплектных гелиоустановок для односемейных домов [2]. В РФ имеется определенный опыт сооружения солнечной теплогенерации [3]. В отличие от других стран в России отсутствует господдержка развития этого направления теплоэнергетики. Ежегодно

вводится в эксплуатацию всего 2000 м² гелиоустановок. Производством солнечных коллекторов занимаются две организации. Одна из них ООО «Новый Полюс» выполняет также разработку проектов и монтаж гелиоустановок.

Обзор мировой статистики

На рис. 1 представлена диаграмма распределения основных групп с общей площадью 708,67 млн м² гелиоустановок мира по назначению. Наиболее массовыми являются установки горячего водоснабжения многоквартирных домов (Domestic hot water heating in single-family houses: DHW-SFH) – 391,5 млн м² (55,2%) и многоквартирных домов (Domestic hot water heating in multi-family houses: DHW-MFH) – 293 млн м² (41,4%). Гелиоустановки, отопление и ГВС (Combi system: DHW-MFH) – 16,9 млн м². Для других видов солнечных установок общей площадью 7,23 млн м² их распреде-

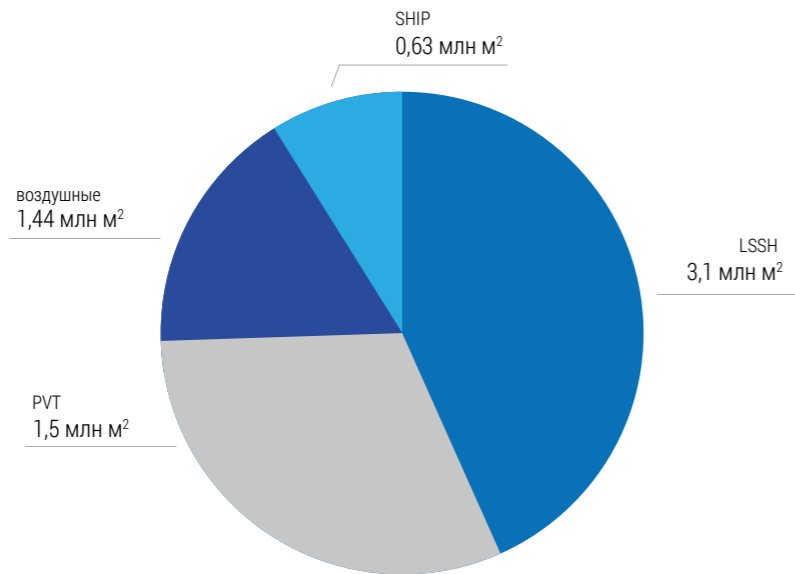


Рис. 2. Диаграмма распределения по назначению малочисленных групп ГУ, всего 7,23 млн м²

ление представлено на рис. 2: мегаваттные (Large Scale heat – LSSH), воздушные, термофотоэлектрические (PVT), промышленные (Solar heat for industrial processes – SHIP). Площадь мегаваттных гелиоустановок составляла 3,1 млн м² (2181 МВт), а самая мощная была построена в городе Силькеборг в Дании (157 тыс. м²; 110 МВт). Воздушные гелиоустановки имели площадь 1,44 млн м² (985 МВт), а их наибольшее число работало в Канаде (0,474 млн м², 334 МВт), установки с PVT-коллекторами имели площадь 1,5 млн м² (751 МВт тепловых, 254 МВт электрических). Самая мощная промышленная гелиоустановка создана в Австралии (Pontagusta) – 36 МВт (51,5 тыс. м²), тогда как суммарная площадь достигает 0,63 млн м² (300 МВт).

По теплоносителям в мире преобладали жидкостные гелиоустановки – 613,4 млн м² (86%), а по конструкциям солнечных коллекторов – вакуумные (ETC) – 492,2 млн м² (80%).

По данным AEE Intec, в России в 2021 г. общая площадь гелиоустановок составляла 27265 м² (100%) (рис. 3). По назначению преобладали установки ГВС МКД – 21472 м² (78,8%), а по применяемым коллекторам – жидкостные плоские – 23190 м² (85%). Вакуумные солнечные коллекторы имели площадь всего 3872 м² (14,2%).

Современная солнечная теплогенерация России

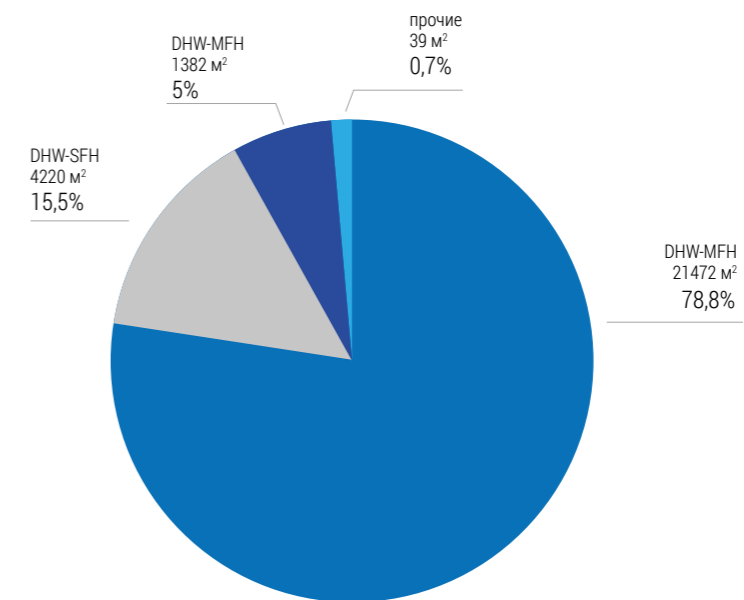
Вышеприведенные данные института AEE Intec получены экспертным путем, в том числе с участием автора, и не учитывают значительное число гелиоустановок, сооружаемых владельцами многоквартирных домов. В книге [2] было показано, что по отчетам налоговых и таможенных органов РФ максимальное число солнечных коллекторов было поставлено зарубежными производителями в 2010–2015 гг. с общей площадью 58480 м² (www.litvinchuk.ru), в том числе отдельных коллекторов – 30220 м², а в составе комплектных гелиоустановок с баками – 28200 м². Ежегодные поставки в 2016–2022 гг. зарубежных и отечественных производителей солнечных коллекторов не превышали 1000 шт. С учетом изложенного, на рис. 4 предложена диаграмма распределения гелиоустановок РФ по назначению в 2022 г. Существенным отличием от статистики AEE Intec явилось преобладание гелиоустановок горячего водоснабжения многоквартирных домов – 62700 м² (73,1%), а доля ГВС МКД сократилась до 25% (21472 м²).

Состояние и перспективы развития в РФ солнечной теплогенерации опреде-

В России общая площадь гелиоустановок составляет 27265 м². По назначению преобладают установки ГВС – 21472 м² (78,8%), а по применяемым коллекторам – жидкостные плоские – 23190 м² (85%)

ляются политическими и экономическими факторами. В 2022 г. в стране отсутствовали закон об использовании ВИЭ и концепция развития возобновляемой энергетики. Правительством РФ утверждена программа развития солнечной, ветровой и малой гидравлической сетевой электрогенерации с установленной мощностью 12 ГВт до 2035 г. (план ДПМ – ВИЭ-2). По другим направлениям электрогенерации (ГеоЭС, БиоЭС) концептуальные решения в 2022 г. отсутствовали. По теплогенерации на основе ВИЭ отсутствует даже государственная программа. Три её основных направления: биотеплогенерация, сол-

Рис. 3. Диаграмма распределения ГУ РФ по назначению по данным AEE Intec



нечное и геотермальное теплоснабжение развиваются в основном на региональном уровне. Существующие ГОСТы на конструкции солнечных коллекторов и рекомендации по проектированию гелиоустановок устарели и требуют доработки. Научные исследования по солнечной теплогенерации выполняют д. т. н. О. С. Попель (ОИВТ РАН) и д. т. н. В. А. Бутузов (КубГАУ), д. т. н. С. Е. Щеклеин (солнечные опреснители, УРФУ). За последние пять лет в российских журналах были опубликованы всего 30 статей по гелиоустановкам.

Производство солнечных коллекторов и сооружение гелиоустановок в России имеют многолетний опыт [3]. По ряду причин в XXI веке темпы развития солнечной теплогенерациикратно сократились и не превышают 1000 м² коллекторов в год. В 2022 г. заказчикам была доступна продукция только двух предприятий: АО «ВПК НПО «Машиностроение» и ООО «Новый полюс» (далее «Новый полюс»). Оба производителя имеют общую конструкторскую школу и базовую конструкцию с листотрубными абсорберами. НПО «Машиностроение» предлагало потребителям солнечные коллекторы с медными и алюминиевыми абсорберами, гелиотехническим стеклом и рамным

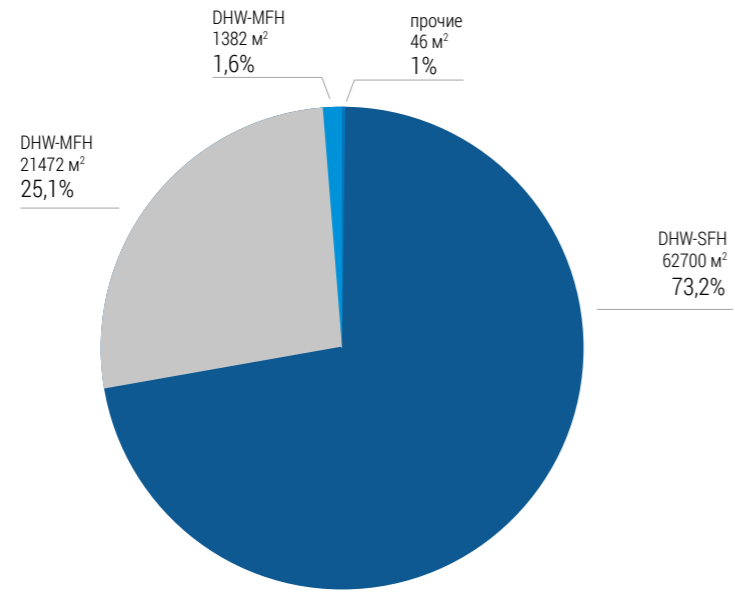


Рис. 4. Диаграмма распределения ГУ РФ по назначению в 2022 г. с учетом зарубежных поставок СК, всего 85600 м²



Рис. 5. Гелиоустановка с СК АО «ВПК НПО «Машиностроение» в пос. Архипо-Осиповка Краснодарского края

корпусом из алюминиевых профилей (www.sololnpo.ru). Данные коллекторы не были испытаны и сертифицированы должным образом. На рис. 5 представлена гелиоустановка ГВС базы отдыха «Машиностроение» в пос. Архипо-Осиповка Краснодарского края площадью 240 м² с аварийным расхолаживанием солнечного коллектора [4].

«Новый полюс» в 2022 г. являлся единственной организацией страны, которая изготавливала солнечные коллекторы, выполняла проектные и монтажные работы, обслуживала гелиоустановки (www.newpolus.ru). Заказчикам предлагались жидкостные (плоские и вакуумные), воздушные и комбинированные (PVT) коллекторы. Плоские коллекторы имели размеры 2070*1070*103 мм и 1073*1070*103 мм, медные листотрубные абсорберы. Их существенным отличием от солнечных коллекторов НПО «Машиностроение» являлось соединение труб и листов пайкой. Коллекторы выполнялись с прозрачным покрытием как гелиотехническим стеклом, так и поликарбонатом. Вакуумные коллекторы производились на основе китайских комплектующих и имели число труб от 10 до 30 с единичной площадью коллекторов до 2,6 м². Коллекторы «Нового полюса» не испытаны и не сертифицированы должным образом. По данным производителя, в 2021–2022 гг. было произведено 800 солнечных коллекторов общей площадью 1660 м² (100%). На рис. 6 представлена диаграмма их распределения по конструкциям. В большинстве своем это плоские СК – 1260 м² (78,7%).

В таблице 1 приведены основные технические характеристики шести гелиоустановок, построенные ООО «Новый полюс» в 2020–2023 гг. общей площадью 1456 м². Большинство из них сезонные, для горячего водоснабжения. Одна установка обеспечивает также подогрев бассейнов, а одна в г. Альметьевске производит догрев теплоносителя кондиционера. Две гелиоустановки обеспечивают круглогодичную работу ГВС с поддержкой отопления. При сооружении данных установок использовались солнечные коллекторы собственного производства. Опорные конструкции коллекторов разработаны в нескольких вариантах: на горизонтальной поверхности, в том числе для установки на вечномерзлых грунтах, а также для наклонных скатов кровель. Автоматика обеспечивает

в том числе аварийное расхолаживание коллектора. На рис. 7 представлена гелиоустановка детского сада этого производителя в г. Севастополе с коллектором с общей площадью 300 м².

Компания Vist Energy (г. Ростов-на-Дону) специализируется на поставках в РФ плоских солнечных коллекторов китайской фирмы Linuo Ritter International Co. Ltd с единичной площадью СК 2 м² и 3 м². Имеется сертификат соответствия Solar Reymark Tuvreinland № 011–7SZ964F от 10.11.2020 г. и сертификат соответствия РФ № 0529358. Абсорбер листотрубный (алюминий/медь), трубная медная панель выполнена по регистровой схеме. Стекло



Производство солнечных панелей
Источник: ГК «Хевел»

гелиотехническое, корпус и тыльная сторона выполнены из алюминиевых сплавов. В 2021–2022 гг. в Краснодарский и Хабаровский края было поставлено 340 м² солнечных коллекторов, в том числе для четырех гелиоустановок с числом коллекторов более 10 шт. – 164 м². На рис. 8 гелиоустановки отеля «Усадьба Парфенова» в пос. Каменноостском в Республике Адыгея. Гелиоустановка на кровле основного здания отеля состоит из 24 коллекторов Vist Energy общей площадью 72 м², а гелиоустановка – на кровле СПА-комплекса «ВПК НПО «Машиностроение» общей площадью 48 м². Гелиоустановки обеспечивают ГВС и подогрев плавательного бассейна.

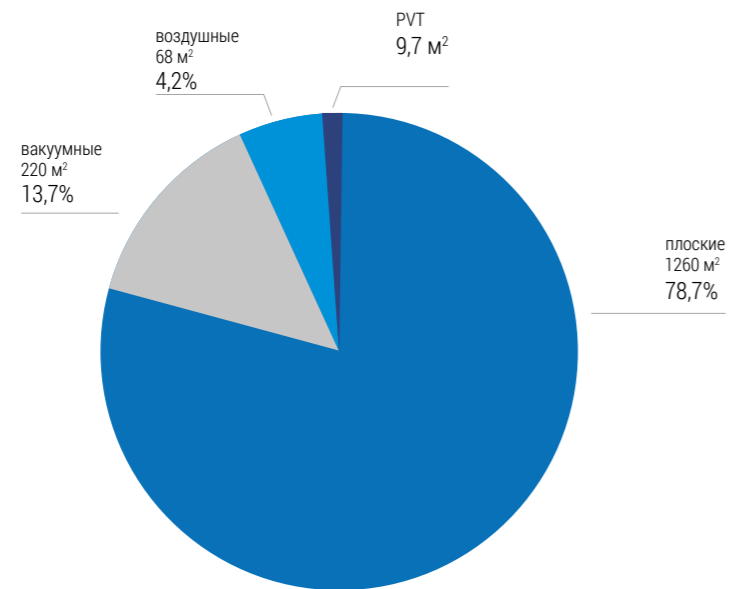


Рис. 6. Диаграмма распределения СК ООО «Новый полюс»



Рис. 7. Гелиоустановка с СК ООО «Новый полюс» ДОУ №126 в Севастополе



Рис. 8. Гелиоустановка с СК АО «ВПК НПО «Машиностроение» и ООО «Vist Energy» отеля «Усадьба Парфенова» в Адыгее

№ п/п	Наименование объекта	Год сооружения	Тип солнечного коллектора	Число солнечных коллекторов	Площадь солнечных коллекторов	Расчетная тепловая мощность кВт	Режим работы	Назначение	Автоматика	Примечание
1	Отель «Лазурный берег» в г. Анапа	2018-2020	плоские ЯSolar	402	804	643	сезонный	ГВС+бассейн	-	5 корпусов
2	Заправочный комплекс аэропорта Домодедово, г. Москва	2019	вакуумные ЯSolar VU-20	24	40	32	круглогодичный	ГВС	-	экономия дизельного топлива, конструкция опор СК с утяжелителями
3	Ледовая арена «Буши До» в г. Альметьевске Татарстан	2020	плоские ЯSolar	96	192	154	сезонный	ГВС+кондиционирование	частотное регулирование насосов, подогрев воздуха	
4	Детский сад № 126 в г. Севастополь	2020	плоские ЯSolar	150	300	240	сезонный	ГВС	насосы с частотным регулированием, аварийное расхолаживание	конструкция опор СК с утяжелителями
5	МКД в Эко-комплексе «Царево-Village», г. Казань	2021	плоские ЯSolar	40	80	64	круглогодичный	ГВС+дежурное отопление	частотное регулирование, аварийное расхолаживание, дежурное отопление	дежурное отопление в зимний период; на кровле установлено 38 ФЭП, 15 кВт в подвале геотермальные ТНУ 120 кВт
6	МКД в г. Альметьевске, Татарстан	2023	плоские ЯSolar	20	40	32	сезонный	ГВС		работает совместно с ФЭП
				1264	1456	1165				

Таблица 1. Гелиоустановки ООО «Новый полюс»



Село Архипо-Осиповка на побережье Черного моря обладает оптимальными условиями для солнечных коллекторов

Источник:
imagesmi.com

Выводы

1. Солнечная теплогенерация мира с установленной мощностью 542,3 ГВт (774 млн м², 100%) и годовой выработкой – 442 ГВт·ч по данным австрийского института AEE Intec занимала в 2022 г. второе место после биотеплогенерации. По назначению лидировали гелиоустановки ГВС односемейных домов (DHW-SFH – 391,5 млн м²; 39,2%) и также установки для многоквартирных домов (DHW-MFH – 293 млн м²; 38,1%). Наибольшее распространение получили жидкостные вакуумные коллекторы (ETC) общей площадью – 492 млн м² (80%).

2. По данным автора уточнена статистика института AEE Intec по российским

гелиоустановкам с общей площадью в 2022 г. 85745 м² (100%).

По назначению лидировали установки односемейных домов – 62700 м² (73,1%), а по применяемым конструкциям – плоские солнечные коллекторы.

3. Основным производителем плоских, вакуумных, воздушных, комбинированных солнечных коллекторов в 2022 г. в России являлось ООО «Новый полюс» (Москва). За последние два года оно изготовило 800 СК общей площадью 1660 м², в том числе плоских 1260 м² (78,7%), вакуумных – 220 м² (13,7%). Преобладали поставки для ГУ с числом СК более 10 шт., всего 920 м². Из 15 гелиоустановок, построенных за последние годы, преобладали сезонные установки для ГВС при максимальной площади до 300 м².

Использованные источники

1. W. Weiss and M. Spörk – Dür, solar Heat Worldwide: Global Market Development and Trends in 2022. 2023 Edition. URL: <http://www.aee-intec.at/dateien.1724.pdf>
2. Бутузов В. А., Бутузов В. В. Использование солнечной энергии для производства тепловой энергии: Справочно-методическое издание / Под редакцией П. П. Безруких // М.: «Интехэнерго – Издат»; «Теплоэнергетик», 2015. – 304 с.
3. Бутузов В. А. Солнечное теплоснабжение. Опыт столетнего развития // Промышленная энергетика. 2020. № 4. С. 52–63.
4. Бутузов В. А., Бутузов В. В., Брянцева Е. В., Гнатюк И. С. Солнечное теплоснабжение в России // Гелиотехника. 2019. № 6. С. 511–519.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ПОЛИТИКА

ISSN 2409-5516

РГАСНТИ 44.09.29

БОЛЬШЕ ИНТЕРЕСНЫХ НОВОСТЕЙ И АНАЛИТИКИ В НАШЕМ ТЕЛЕГРАМ-КАНАЛЕ



Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77–75080 от 07.03.2019. Журнал «Энергетическая политика» входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК

16+

РЕКЛАМА



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА



НАШИ ПАРТНЕРЫ

Оформить подписку на журнал «Энергетическая политика» на 2024 год можно через филиалы агентства «Урал-пресс», либо в ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. По вопросам подписки звонить по телефону +7-910-463-53-57. Стоимость подписки на полугодие (6 номеров) составит 13 200 рублей.

В каждом номере – аналитические обзоры, авторские колонки, материалы научного и научно-прикладного характера. Будь в курсе основных направлений развития ТЭК!

energypolicy.ru



СТРЕМИМСЯ
К БОЛЬШЕМУ!

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЗАРУБЕЖНЕФТЬ





ISSN 2409-5516

Источник фото на обложке:
Dyshlyuk / depositphotos.com