

www.rudmet.ru

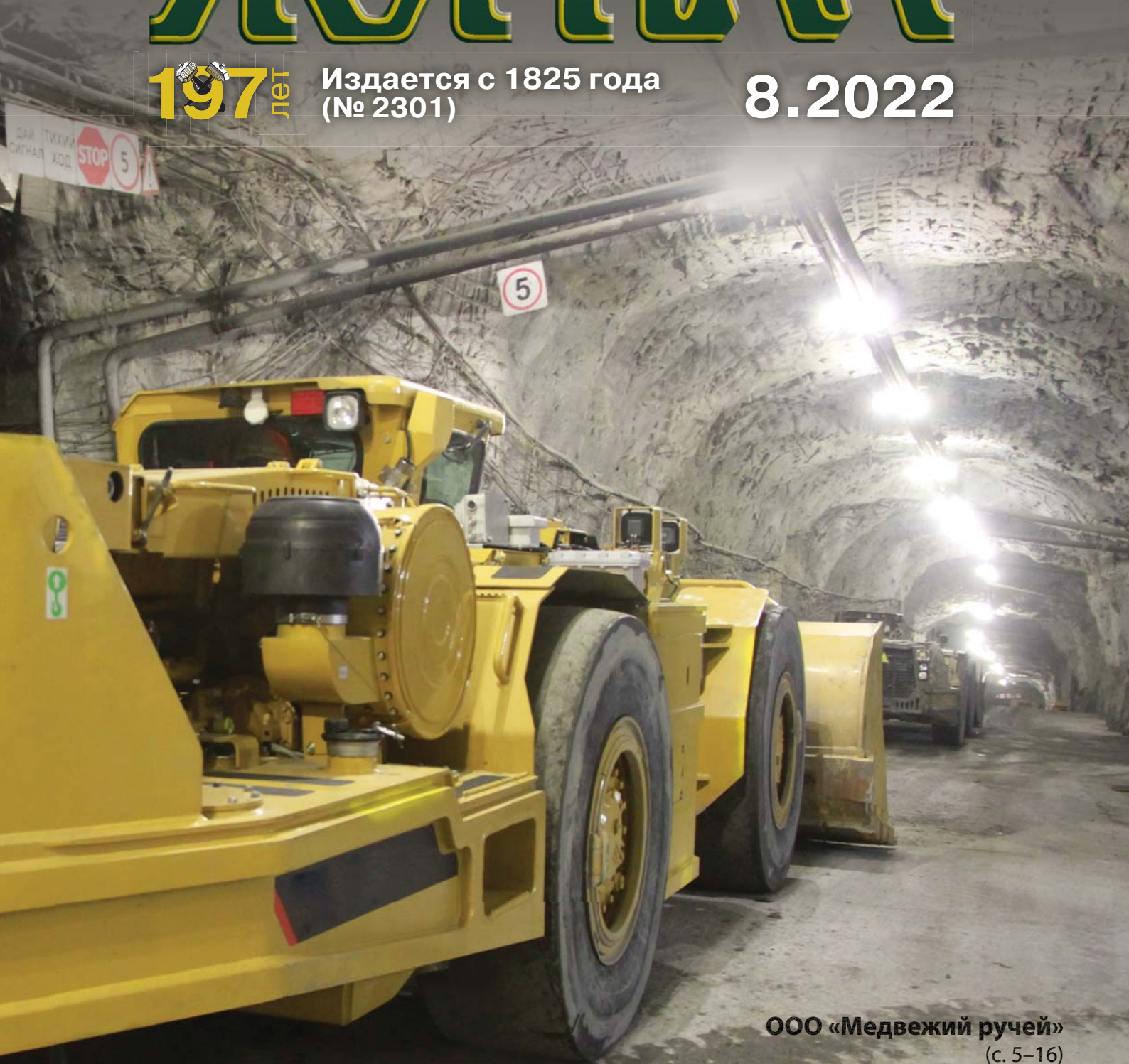
ISSN 0017-2278

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

197 лет

Издается с 1825 года
(№ 2301)

8.2022



ООО «Медвежий ручей»
(с. 5–16)

СОДЕРЖАНИЕ

ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ ООО «МЕДВЕЖИЙ РУЧЕЙ»

Уваров И. И., Лоцицкий В. А., Бочкарев В. Г., Корецкий А. С.
Применение эмульсионных взрывчатых веществ на открытых
и подземных горных работах рудника «Заполярный» **6**

Уваров И. И., Гараев И. Ф., Лоцицкий В. А., Андреев В. Н.
Самоходное горное оборудование на электрической тяге **11**

НАУКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Плаkitкин Ю. А., Плаkitкина Л. С., Дьяченко К. И.
Основные тенденции развития угольной промышленности
мира и России в условиях низкоуглеродной энергетики
Часть II. Низкоуглеродное развитие как фактор снижения
спроса на уголь и его влияние на перспективы угольной
генерации **17**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ГОРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Николаев П. В. Определение технологических параметров
безрассольного способа искусственного замораживания
горных пород одиночной колонкой. **24**

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Солодовников С. Ю., Мелешко Ю. В.
Наращивание производственного и экспортного
потенциала белорусской горной промышленности:
интенсивная и экстенсивная составляющие **29**

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Умаров Ф. Я., Насиров У. Ф., Нутфуллоев Г. С.,
Гайбназаров Ю. А.** Экспериментальное исследование
действия кумулятивного заряда с использованием
электрогидравлического эффекта с целью повышения
безопасности и эффективности взрывных работ **36**

ПЕРЕРАБОТКА И КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Коваленко Е. Г., Двойченкова Г. П.
Применение теплового кондиционирования в процессе
пенной сепарации алмазосодержащих кимберлитов **41**

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Керопян А. М., Кантович Л. И., Калакуцкий А. В.
Обеспечение непрерывного контроля поперечного
профиля карьерных рельсов **48**

Нефедов А. В., Танчук А. В., Чиченев Н. А.
Модернизация привода опрокидывателя рудных
вагонок Донского ГОКа **52**

Чибухчян С. С., Чибухчян Г. С., Арутюнян О. Л.
Исследование состояния масла двигателей карьерных
самосвалов на предприятиях Республики Армения **57**

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

**Макаров В. Н., Угольников А. В., Макаров Н. В.,
Боярских Г. А.** Повышение эффективности пылеулавливания. . . **62**
Капцов В. А., Чиркин А. В. Профилактика пневмокозиозов
и средства индивидуальной защиты **70**

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УГЛЕВОДОРОДНАЯ ДЕГАЗАЦИЯ И УСЛОВИЯ ЗАХОРОНЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В НЕДРАХ ЗЕМЛИ

Керимов В. Ю. Водородная дегазация Земли
и геологические предпосылки ее поисков и добычи **75**

Керимов В. Ю. Захоронение углекислого газа
в недрах Земли **82**

Потравный И. М., Яшалова Н. Н. Эколого-экономическая
оценка технологий захоронения выбросов парниковых газов
в подземных геологических пространствах. **90**

ИСТОРИЯ ГОРНОГО ДЕЛА. КУЛЬТУРА

Кузнецов В. Б., Коршунов А. Н. Тайна золотых россыпей . . . **95**

ЮБИЛЕИ

Баряху Александру Абрамовичу – 70 лет. **101**

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Требования к оформлению статей, направляемых
в «Горный журнал» для публикации **4**
Сотрудничество Издательского дома «Руда и Металлы»
и Владимирского государственного университета. . . **3-я стр. обл.**

РЕКЛАМА

На обложке: «МАЙНЕКС-2022» –
18-й Горно-геологический форум и выставка

MONTHLY SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL

The basic edition of the Intergovernmental council of CIS countries in exploration, usage and protection of the earth bowels

With participation of “ALROSA” PJSC, “Apatit” JSC,
PJSC “MMC “NORILSK NICKEL”, “Mekhanobr-Technica” JSC
With assistance of IPKON RAN, Ural State Mining University, State enterprise Navoi mining and metallurgical works, “Gornopromyshlenniki Rossii” non-commercial partnership, State Hermitage Museum

Information coordinator in the area of mineral mining technologies – VNIIPromtekhologii (National Research and Design Institute for Industrial Technology) – Engineering Center of Rosatom State Atomic Energy Corporations’ Mining Division

Founders: “Ore & Metals” Publishing house, National University of Science and Technology “MISIS”, Autonomous Noncommercial Organization “TV News Channel “Khibiny TV”

Chairman of the managing board,
Acting Chief Editor: **Alexander Vorobiev**

Actual address: Moscow, Leninsky prospekt 6 bld. 2, office 619
Mailing address: Russia, 119049, Moscow, P.O. Box # 71
Phone/fax: +7 (499) 236-10-62, +7 (499) 236-11-86
E-mail: gornjournal@rudmet.com
Internet: www.rudmet.com

*The journal has been published since 1825
at Mining military school*

Publisher: “Ore & Metals” publishing house
Phone/fax: +7 (495) 638-45-18
E-mail: rim@rudmet.com

Leading editor: **Lyudmila Kostina**
Editor: **Vera Elistratova**
Junior editor: **Margarita Matveeva**
Advertising manager: **Natalia Kolykhalova**
Responsible for pre-printing work: **Daria Vorobyeva**

Printed in “Kancler” printing house

CONTENTS**SCIENCE AND INDUSTRY**

Plakitkin Yu. A., Plakitkina L. S., Dyachenko K. I. Major trends shaping development of coal industry in the world and in Russia under conditions of low-carbon energy economy. Part II. Low-carbon development as a factor of decline in coal demand and its implications for coal-fired power generation prospects. **17**

DESIGNING AND MINING-CONSTRUCTIONS WORK

Nikolaev P. V. Process parameters of brineless ground freezing with a single freeze pipe. **24**

ECONOMY, ORGANIZATION AND MANAGEMENT

Solodovnikov S. Yu., Meleshko Yu. V. Developing production and export potentials of Belarusian mining: The intensive and extensive components . . . **29**

DEVELOPMENT OF DEPOSITS

Umarov F. Ya., Nasirov U. F., Nutfulloev G. S., Gaibnazarov B. A. Experimental research of shaped charges with electrohydraulic effect with a view to improving blasting safety and efficiency **36**

**PROCESSING AND COMPLEX USAGE
OF MINERAL RAW MATERIALS**

Kovalenko E. G., Dvoichenkova G. P. Application of thermal conditioning in foam separation of diamond-containing kimberlites **41**

EQUIPMENT AND MATERIALS

Keropyan A. M., Kantovich L. I., Kalakutsky A. V. Continuous control of rail profile in open pit mines **48**

Nefedov A. V., Tanchuk A. V., Chichenev N. A. Modification of car tippler drive at Donskoy Ore Mining and Processing Plant **52**

Chibukhchyan S. S., Chibukhchyan G. S., Arutyunyan O. L. Examination of engine oil condition of dump trucks in open pit mines in the Republic of Armenia **57**

INDUSTRY SAFETY AND LABOUR PROTECTION

Makarov V. N., Ugolnikov A. V., Makarov N. V., Boyarskikh G. A. Dust control efficiency improvement **62**

Kaptsov V. A., Chirkin A. V. Pneumoconiosis prevention and personal protective equipment **70**

ENVIRONMENTAL PROTECTION**HYDROCARBON DEGASSING AND FAVORABLE
UNDERGROUND STORAGE OF CARBON DIOXIDE**

Kerimov V. Yu. Outgassing of hydrogen from the Earth and geological signs for prospecting and production **75**

Kerimov V. Yu. Underground storage of carbon dioxide. **82**

Potravnny I. M., Yashalova N. N. Ecologo-economic assessment of burial technologies for greenhouse gas emissions in underground geological spaces **90**

MINING HISTORY. CULTURE

Kuznetsov V. B., Korshunov A. N. Mystery of gold placers **95**

УДК 622.33

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МИРА И РОССИИ В УСЛОВИЯХ НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Часть II. НИЗКОУГЛЕРОДНОЕ РАЗВИТИЕ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ СПРОСА НА УГОЛЬ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПЕРСПЕКТИВЫ УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ*

Ю. А. ПЛАКИТКИН, руководитель Центра анализа и инноваций в энергетике, проф., д-р экон. наук, академик РАН, академик АГН

Л. С. ПЛАКИТКИНА, руководитель Центра исследования угольной промышленности мира и России, канд. техн. наук, чл.-корр. РАН, luplak@rambler.ru

К. И. ДЬЯЧЕНКО, старший научный сотрудник Центра исследования угольной промышленности мира и России, канд. техн. наук

Институт энергетических исследований РАН, Москва, Россия

Введение

Оценка темпов и пропорций развития угольной отрасли, сформированных под воздействием стран-лидеров мирового рынка, показала ее большой рост в первом десятилетии XXI в. и стабилизацию в последующие годы. Всплески и колебания в добыче угля были вызваны меняющимся спросом на него, который, в свою очередь, находился в прямой зависимости от цен на нефть. Россия в настоящее время занимает 6-е место в мире по добыче угля, а доля экспорта угля в общем объеме поставок составляет более 50 %. Российские производители угля являются крайне чувствительными к любым конъюнктурным изменениям угольного рынка. Развитие низкоуглеродной энергетики не может не сказаться на состоянии мирового рынка угля, вплоть до полного отказа от его использования многими странами. В связи с этим анализ влияния декарбонизации на развитие добычи и потребления угля является весьма важной задачей для российских углепроизводителей.

Влияние низкоуглеродного развития на потребление угля

Потребление всех видов углей в мире в 2020 г. составило около 7,5 млрд т, что на 59,1 % больше уровня 2000 г., но на 6,6 % меньше, чем в 2013 г., когда наблюдался «пик» потребления угля в мире – 8 млрд т [1–3] (рис. 1).

На 1-м месте по потреблению угля находится Китай (доля в мировом потреблении угля – 52,9 %), на 2-м – Индия (12,9), на 3-м – США (5,8), на 4-м – Россия (3), на 5-м – Япония (2,5), на 6-м – ЮАР (2,3), на 7-м – Индонезия (2,2 %). Доли остальных стран мира, потребляющих уголь, менее значительны, %: Германия – 1,8; Корея – 1,7; Турция – 1,5; Польша – 1,4; Австралия – 1,3; Вьетнам – 1,2; Казахстан – 1.

Рассмотрено влияние низкоуглеродного развития на потребление угля в мире. Представлены планы основных стран мира по использованию угля в электроэнергетике в условиях нарастания климатических ограничений. Оценены современные тренды и структура импортных и экспортных поставок угля по странам мира, в том числе странам – конкурентам российских углеэкспортеров. Проанализированы поставки экспортного российского энергетического угля в западном и восточном направлениях.

Ключевые слова: добыча, экспорт, импорт коксующегося и энергетического угля, декарбонизация экономики, тенденции развития мирового экспорта угля, политика ESG, углеродная нейтральность, Парижское соглашение по климату, «углеродный» налог
DOI: 10.17580/gzh.2022.08.01

В 2020 г. мировое потребление угля по сравнению с уровнем 2019 г. снизилось на 4,2 %, что является самым значительным за последние 10 лет.

В краткосрочной перспективе, учитывая высокие цены на газ (цена фьючерса на газ на нидерландском хабе TTF весной 2022 г. не опускалась ниже 1000 долл. США за 1 тыс. кубометров, а иногда была и существенно выше), происходит также рост цен на уголь. Это, в свою очередь, приводит к незначительному росту потребности в угле в странах Евросоюза. Однако с августа 2022 г. страны ЕС вводят эмбарго на поставки российского угля. Поэтому к 2025 г. мировое потребление угля, по нашим прогнозам, сократится, как минимум, на 5 % по сравнению с уровнем 2020 г. При этом рост спроса на уголь в Индии не сможет компенсировать падение потребления угля в Японии, Южной Корее, Китае и странах ЕС из-за постепенного перехода энергетики этих стран с угля на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и водород.

В долгосрочной перспективе, в соответствии с планами по декарбонизации экономики, а также необходимостью выполнения Парижского соглашения по климату, потребление угля в основных странах мира будет падать. Наибольшее снижение темпов потребления угля будет характерно для стран ЕС, в которых уголь будет «ускоренно» вытесняться природным газом, ВИЭ, а в перспективе – и водородной энергетикой.

*Окончание. Начало см. Горный журнал. 2022. № 7. С. 10–16.

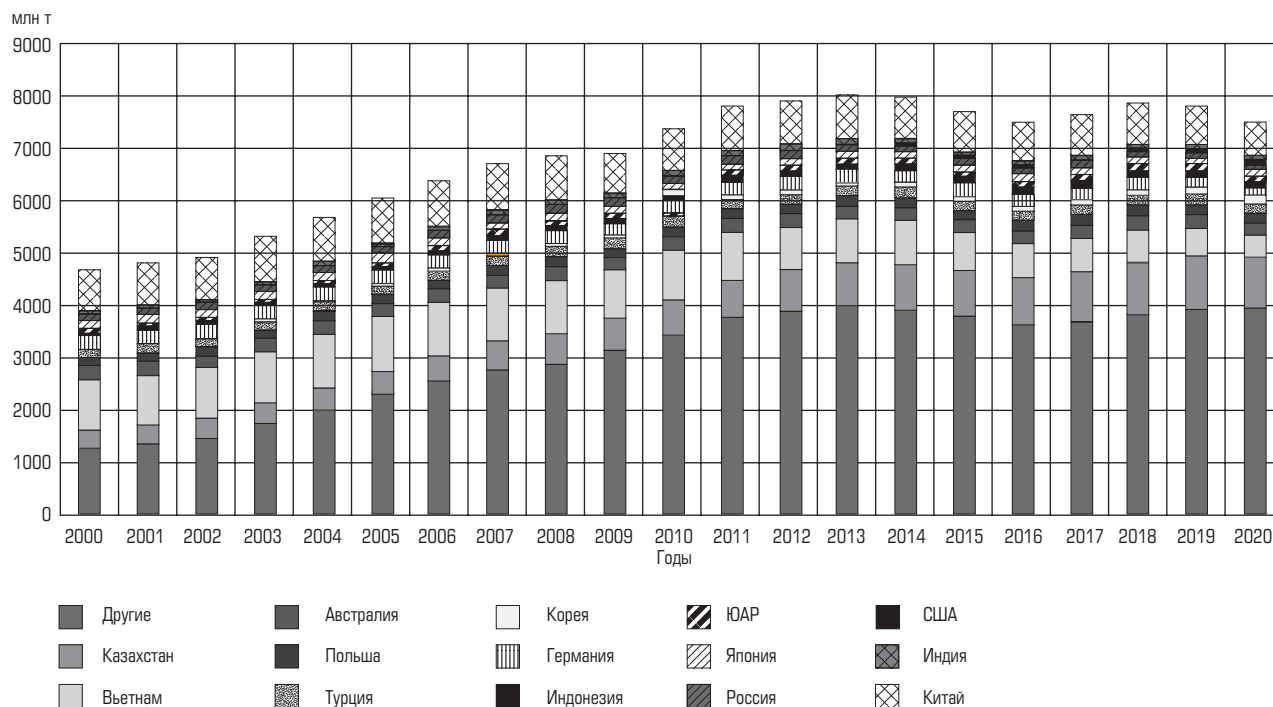


Рис. 1. Потребление угля в основных странах мира в период 2000–2020 гг. (по данным МЭА, ИНЗИ РАН)

В соответствии с решением климатической конференции в Глазго ожидается, что «уголь будут использовать только в течение следующего десятилетия или около того» [4].

Потребление энергетического угля (без бурого) в мире в 2020 г. составило около 6 млрд т (–2,7 % к уровню 2019 г.). На 1-м месте по потреблению энергетического угля – Китай (3,34 млрд т), на 2-м – Индия (833), на 3-м – США (376), на 4-м – ЮАР (173), на 5-м – Индонезия (158), на 6-м – Япония (141), на 7-м – Россия (94), на 8-м месте – Южная Корея (91 млн т).

Страны ЕС к 2020 г. сократили потребление энергетического угля на 60 % по сравнению с уровнем 2012 г. (из-за ужесточения экологических требований), а в 2019 г. в Европе были закрыты все убыточные шахты.

Растущая популярность ESG (E – экологических, S – социальных и G – управленческих) критериев в мире может ускорить отказ от использования твердых углеводородов. Многие крупные инвестиционные фонды и банки в рамках проводимой политики ESG прописывают в своих инвестиционных декларациях запрет на инвестирование средств в проекты, связанные с добычей и использованием твердых углеводородов. В дальнейшем это приведет к росту стоимости фондирования для существующих месторождений и, возможно, будет означать прекращение разработки новых угольных месторождений.

Планы основных стран мира по использованию угля в электроэнергетике в условиях нарастания климатических ограничений

С целью недопущения дальнейшего повышения температуры окружающей среды и, по возможности, снижения ее на 1,5 °C

климатологи из британского центра Transition Zero призвали к 2030 г. закрыть 3000 угольных электростанций по всему миру.

В целом в мире из угля генерируют около 2000 ГВт электроэнергии [5]. Для того чтобы снизить температуру окружающей среды, приведенный объем генерации необходимо сократить почти вдвое. В связи с этим, по мнению Transition Zero, ежедневно, вплоть до 2030 г., необходимо закрывать по одной тепловой электростанции.

Большая часть из этого объема приходится на Китай, на территории которого сосредоточено около половины мировых угольных мощностей. КНР уже сократила долю угля в общем энергобалансе страны – с 72,4 % в 2005 г. до 56,8 в 2020 г. При этом абсолютный объем потребления угля в Китае продолжает расти: по итогам 2020 г. оно составило 3971,5 млн т (в 3,1 раза больше, чем в 2000 г.) [6]. Вероятнее всего ранее чем к 2025 г. в КНР не откажутся от угольных станций. Тем не менее в энергетике Китая активно реализуют солнечные и ветровые проекты, а проекты получения электричества из угля становятся неконкурентоспособными.

В настоящее время в мире на угольную генерацию приходится около 38 % мировой выработки электроэнергии. Однако в 1-й половине 2020 г. впервые в истории последних десятилетий прекратился рост объема получаемой электроэнергии из угля. При этом снижение произошло в основном за счет стран ЕС, где начиная со второй половины 2019 г. темпы перехода на другие энергоресурсы ускорились до 23 %. Примерно половину этого «падения» обеспечило использование ветровой и солнечной генерации, вторую половину – переключение тепловых электростанций с угля на газ, а также активное развитие водородной энергетики.

Складывающаяся ситуация с производством электроэнергии из угля в основных странах Европы и Азии, которые в настоящее время являются потребителями российского угля или потенциально могли бы ими стать, сильно подвержена экологическому давлению.

Лидерами среди стран-импортеров российского угля в 2020 г. были, млн т: Япония (38,5), Китай (23,6), Кипр (23,5), Великобритания (14,2), Южная Корея (12,2), Украина (8,8) [1].

Следует отметить, что часть тепловых станций на угле уже закрыта, а остальные намечены к закрытию. Так, в 2016 г. угольные станции были закрыты в Бельгии, в 2021 г. — в Португалии, в 2023 г. планируется их закрытие в Австрии и Ирландии, в 2025 г. — в Италии.

В Великобритании намечено в 2022 г. закрыть сразу 7 угольных электростанций, а последняя угольная станция, как ожидают, прекратит работу в 2025 г.

В связи с этим значительный рост объемов поставляемого российского угля в период до 2035 г. в Великобританию и страны ЕС является маловероятным.

Следует отметить, что Украина в мае 2020 г. ввела пошлины (в размере 65 %) на импорт угля из России для защиты своего внутреннего рынка, что привело к сокращению российских угольных поставок [7].

Анализируя планы основных азиатских стран по потреблению угля и развитию угольной генерации, можно отметить, что они в основном не спешат с закрытием угольных тепловых электростанций (ТЭС). Более того, в настоящее время в Азии объявлено о реализации более 1000 новых угольных проектов, в основном в Китае и Индии. Ввиду того, что эти две страны потребляют более 65 % всего объема используемого угля в мире, будущее угольной генерации — за этими двумя азиатскими государствами, однако даже эти страны занимают противоречивую позицию в части перспективного развития угольной генерации.

В Китае, который в последнее время является одним из основных потребителей российского угля, в отличие от стран ЕС, производство электроэнергии на угле нарастало. По состоянию на начало января 2021 г. в КНР было 1,01 тыс. ГВт установленной мощности угольной генерации. Доля угля в общей выработке составила 65 %. В настоящее время в КНР планируют ввести еще 25 ГВт угольных станций. В связи с этим, вероятно, в период до 2025 г. экспортные поставки российского угля в КНР, как и в прошлые годы, будут продолжать свой «повышательный» тренд. Однако в то же время Китай активно развивает ВИЭ и водородную энергетику. Еще в 2015 г. КНР объявила о планах снижения к 2030 г. углеродоемкости промышленности на 60–65 % к уровню 2005 г., а 20 % электроэнергии планируют получать из низкоуглеродных источников. При этом «пик» выбросов CO₂ запланирован ранее 2030 г., а достижение углеродной нейтральности — к 2060 г. В связи с этим в Китае на государственном уровне намечены серьезные стратегические планы по сокращению потребления угля и росту доли в энергобалансе неископаемых, альтернативных источников энергии. Реализация принятого в 2021 г. плана развития Китая на 14-ю пятилетку (2021–2025 гг.) сможет изменить ситуацию с использованием в стране угольной генерации [8].

Япония к 2030 г. намерена закрыть 110 из 140 своих угольных электростанций, что «ударит» по традиционным поставщикам энергетического угля в страну — Австралии, Индонезии и России [9]. В связи с этим Россия в ближайшие 10 лет может «потерять» Японию, а в дальнейшем и Китай как основных потребителей российского угля на азиатском рынке.

Еще одним крупным потребителем угля в мире и потенциальным потребителем российского топлива является Индия. Однако в последние годы поставки российского угля в Индию были незначительными и составляли менее 1 млн т (в 2020 г. — 0,8 млн т).

В 2022 г. Россия в условиях санкций и эмбарго на поставки угля хотела бы нарастить объемы своих поставок в азиатские страны и, в частности, в КНР и Индию. Поэтому РФ вынуждена экспортировать свой уголь в Китай и Индию по значительно сниженным ценам. При этом из-за более длительного транспортного плеча поставки российского угля в азиатские страны — менее рентабельны, чем в страны ЕС.

В настоящее время в Индии продолжается развитие традиционной угольной генерации при одновременном вводе новых мощностей на ВИЭ. Ввод мощностей на возобновляемых источниках энергии значительно превышает ввод на угольных энергоносителях. Так, за последние 18 лет в Индии было выведено из эксплуатации гораздо больше угольных блоков (164 угольных энергоблоков на 14,1 ГВт), чем планируется ввести в ближайшие годы (34 угольных блока на 5,1 ГВт). К 2030 г. Индия планирует ввести 450 ГВт мощностей на ВИЭ. Поэтому в стране наравне с продолжающимся развитием угледобычи и угольной генерации (на нее в настоящее время приходится около 55 % установленной мощности, или 205,9 ГВт) активно развивается нетрадиционная энергетика, доля которой от суммарной установленной мощности в стране к 2030 г. возрастет, как минимум, до 60 %. К 2070 г. Индия планирует достичь углеродной нейтральности.

Крупными «игроками» на азиатском рынке угля являются также Вьетнам, Индонезия и Пакистан.

Вьетнам объявил о сокращении мощности тепловых станций — на 8,76 ГВт к 2025 г. и на 6,34 ГВт к 2030 г. — с частичным замещением их энергетикой на возобновляемых источниках.

Индонезия, один из крупнейших производителей и экспортеров угля, в начале года заявила, что будет замещать «зеленой» мощностью угольные станции старше 20 лет.

В Пакистане в рамках климатической повестки не будут утверждать новые проекты по выработке электроэнергии на основе угля. В стране уже «свернуть» два угольных проекта мощностью 2,6 ГВт, которые планируют заместить гидрогенерацией. К 2030 г. 60 % всей энергии, вырабатываемой в стране, планируют получать за счет ВИЭ, а доля электротранспорта достигнет 30 %.

Все вышесказанное свидетельствует о том, что в странах ЕС активно отказываются от угля и угольной генерации, идет закрытие угольных ТЭС. В то же время в азиатских странах наряду с вводом новых угольных мощностей планируется весьма активное развитие нетрадиционной энергетики, осуществляется строительство ветряных и солнечных генерирующих станций. Это, несомненно, приведет к изменению баланса

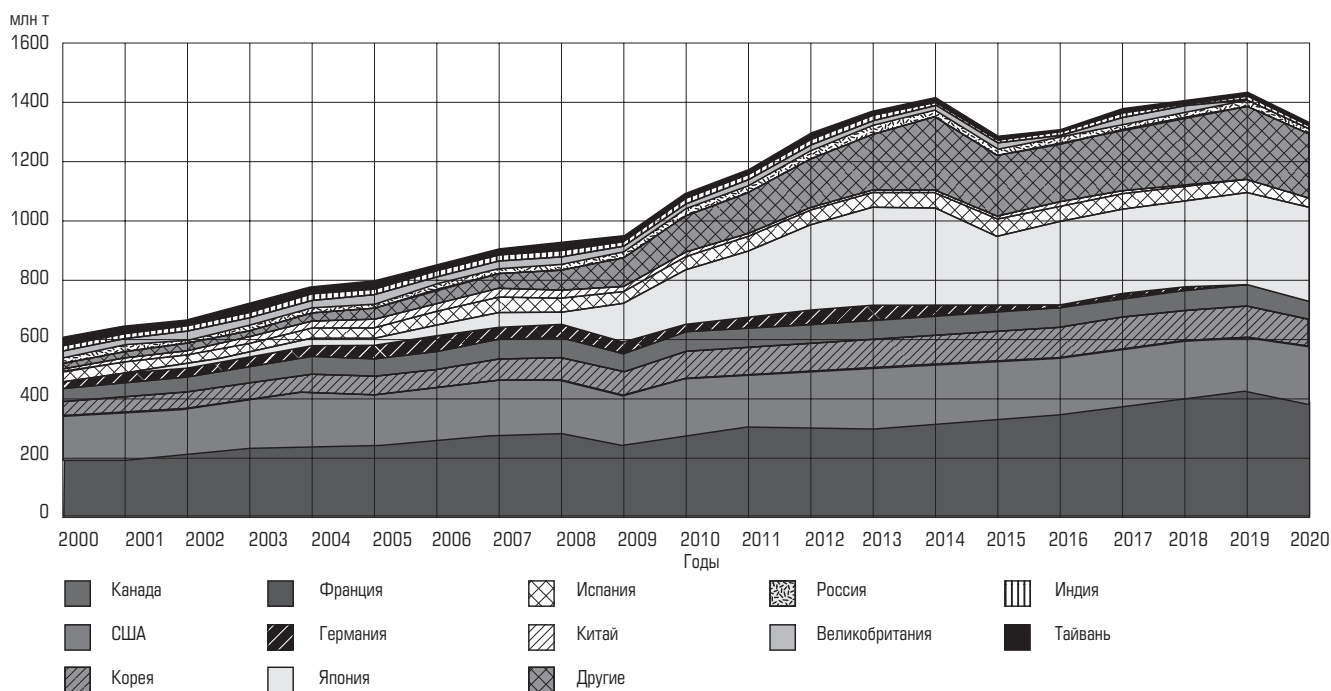


Рис. 2. Импорт угля основными странами в период с 2000 по 2020 г. (по данным МЭА, ИНЗИ РАН)

энергии в этих странах в сторону сокращения доли угольных ресурсов [10].

Современные тренды и структура импортных поставок угля по странам мира

Импорт угля в мире в 2020 г. составил 1,33 млрд т (в 2,2 раза больше, чем в 2000 г.), что соответствовало снижению на 7,3 % относительно рекордного показателя 2019 г. (рис. 2).

В настоящее время в мире сложились два крупнейших центра поставок угля – азиатский и европейский. При этом их внутренняя структура на протяжении ретроспективного периода значительно изменилась. В частности, если Китай в 2000 г. импортировал только 2,2 млн т угля и выступал вторым в мире экспортером топлива (поставки на экспорт составляли более 53 млн т), то в последующие годы сам стал крупнейшим в мире импортером угля наряду с Индией.

Возросли поставки импортного угля в 2020 г. в Японию, составившие 183 млн т (+21,6 % к уровню 2000 г.), Южную Корею – 88,6 млн т (в 2 раза больше, чем в 2000 г.), Тайвань – 63 млн т (+37,5 % к уровню 2000 г.).

Если в начале 2000-х годов доля поставок угля в страны Восточной Азии была чуть более 50 %, а в страны ЕС – примерно 30 %, то в 2020 г. первыми было импортировано 84,4 % всего угля, а доля стран ЕС составила всего 7,8 %.

По итогам 2020 г. мировыми лидерами по объему импортируемого угля являются: Китай (доля – 23,2 % от общемирового объема импортируемого угля), Индия (15,9), Япония (13,8), Южная Корея (6,7), Тайвань (4,8) и Германия (2,2 %) [1, 2].

В настоящее время на Азиатско-Тихоокеанском рынке (АТР) появились также и другие перспективные импортеры угля, такие

как Малайзия (34,5 млн т), Таиланд (около 25 млн т), Вьетнам (почти 23 млн т). Именно Индия и Малайзия явились рекордсменами по росту объемов импортируемого угля в последние годы, который стал самым доступным и относительно недорогим энергоносителем среди всех энергоресурсов.

Поставки российского угля в 2020 г. осуществлялись в следующие страны, млн т: Японию (38,5), Китай (23,6), Кипр (23,6), Великобританию (14,2), Южную Корею (12,2), Украину (8,8), Швейцарию (8), Турцию (7,9), Польшу (6,1), Германию (5,1), Финляндию (1,9), Испанию (1,1), Индию (0,8) и др. [11].

Если говорить в целом о рынках сбыта российского угля, то можно отметить следующее. В 2010 г. поставки угля в страны ЕС в 5 раз превышали объемы поставок в страны АТР, однако по итогам 2020 г. они практически сравнялись. Это вызвано как взрывным ростом спроса на российский и другие угли в странах АТР, так и снижением спроса на него в странах ЕС.

Повышенный спрос на российский уголь на рынке АТР поддерживается, во-первых, со стороны традиционных импортеров – Китая, Южной Кореи и Японии, которые в 2020 г. импортировали 74,3 млн т угля.

Однако в Южной Корее объем импортируемого угля в 2020 г. снизился на 8,1 % при аналогичном сокращении угольной генерации. К этому привели рост ядерной генерации (на 28 %), угольный налог (в 40 долл. США на 1 т) и переход на ВИЭ. Учитывая эти факторы, поставки российского угля в Южную Корею в перспективном периоде, по всей вероятности, будут снижаться.

Тем не менее у российских поставщиков угля появились новые, хотя и не такие крупные потребители угля: Вьетнам (где

потребление угля в последние годы растет в связи со строительством новых ТЭС), Малайзия, Таиланд и др. Однако поставки российского угля в эти страны в 2020 г. были незначительными: во Вьетнам – 758 тыс. т (в 1,5 раза больше, чем в 2019 г.), Малайзию – 341 тыс. т (+5,9 % к уровню 2019 г.), в Таиланд – 496 тыс. т (–11,5 % к уровню 2019 г.). По всей видимости, поставки российского угля в эти страны в ближайшие годы вряд ли смогут возрасти до уровня, влияющего на ситуацию с импортом угля на мировом рынке.

Современные тренды и структура угольного экспорта по странам-конкурентам российских углезкспортеров

Общий объем экспорта угля в мире в 2020 г. снизился на 10,1 % относительно рекордных показателей в 1,4 млрд т, достигнутых в 2019 г. [1, 2].

Основными странами-экспортерами угля по итогам 2020 г. являются, %: Индонезия, доля которой в мировом объеме поставляемого угля составила 32,1 %, Австралия (30,9), Россия (15,5), США (5), ЮАР (5), Канада (2,5), Колумбия (2,4), Казахстан (1,6), Польша (0,4), КНР (0,2). Суммарно на эти 10 стран в 2020 г. пришлось 95,6 % мировых экспортных поставок угля (рис. 3).

В Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г. поставлена цель – довести до 25 % долю РФ в мировом экспорте угля [12]. Однако из-за снижения спроса на уголь в Европе, падения цен на топливо в Азии и инфраструктурных проблем при поставках на Восток российским угольщикам будет непросто удержать даже нынешнюю долю в общемировом экспорте угля – 15,5 %.

В 2020 г. экспорт угля по сравнению с уровнем 2019 г. сократился из следующих стран: Индонезии – до 405 млн т (–12,4 %); Австралии – до 390 (–0,7); ЮАР – до 63,2 (–6); США – до 62,6 (–26,3); Канады – до 31,8 (–8,3); Колумбии – до 30,4 (–57,4); Казахстана – до 20,8 млн т (–8 %).

Только из России и Польши в 2020 г. по сравнению с 2019 г. объем экспорта угля незначительно вырос – на 1 и 4,1 % соответственно.

По экспорту всего угля Россия находится на 3-м месте в мире (после Индонезии и Австралии). В 2020 г. Россия экспортировала 195,4 млн т угля [11].

Экспорт угля достаточно сильно связан с ценами на топливо: когда цены на уголь устремляются вверх (вслед за ценами на нефть), растут и объемы его экспорта, и наоборот. Так, в 2019 г. экспорт угля из США, когда цены на нефть и, соответственно, на уголь стали падать, сократился на 16 %, составив 84 млн т против 104,9 млн т в 2018 г.

Текущее состояние мирового экспорта коксующегося угля

Экспорт коксующегося угля в 2020 г. в мире составил 306,4 млн т, что в 1,6 раза больше, чем в 2000 г., но на 7,2 % меньше, чем в 2019 г. [1, 2].

Доля основных стран-экспортеров угля по итогам 2020 г., %: Австралия – 57,9, США – 12,5, Канада – 9,2, Россия – 7,1, Индонезия – 1,8, Польша – 0,9, Колумбия – 0,5. По экспорту всего угля Россия занимает 4-е место в мире (после Австралии, США и Канады). В 2020 г. наша страна экспортировала 21,6 млн т коксующегося угля (прирост к уровню 2019 г. 107,5 %).

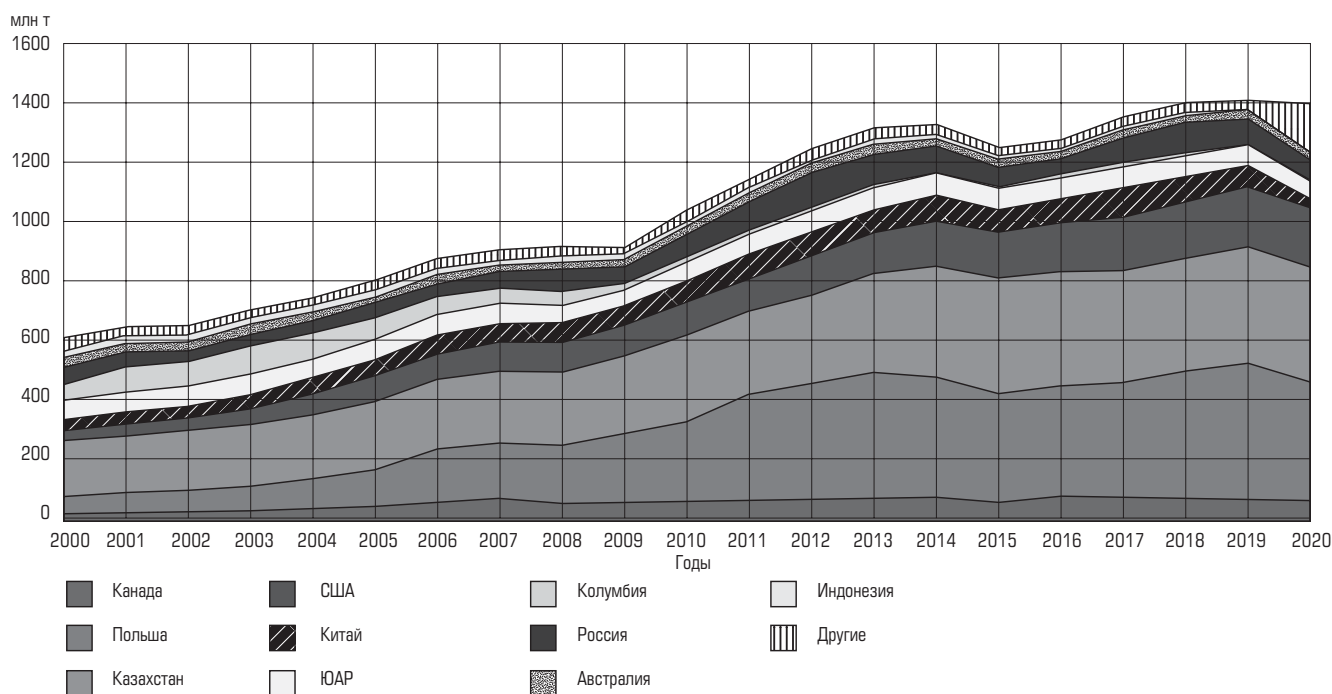


Рис. 3. Экспорт угля основными странами мира в период 2000–2020 гг. (по данным IEA, ИНЭИ РАН)

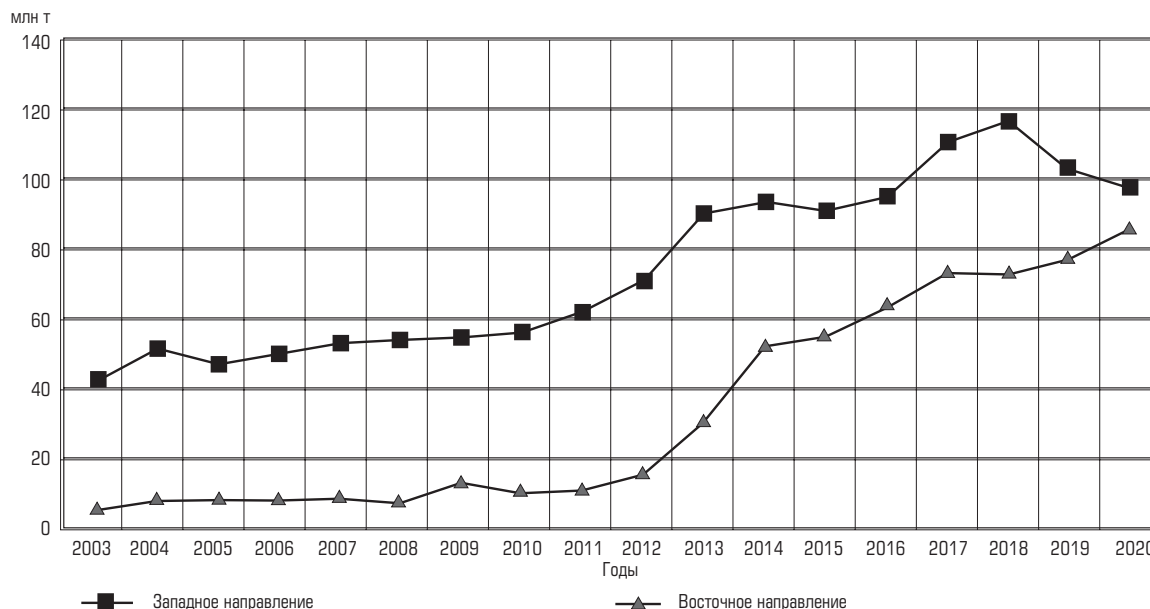


Рис. 4. Поставки российского энергетического угля в западном и восточном направлениях в период 2003–2020 гг. (по данным ЦДУ ТЭК, ИНЭИ РАН)

Мировой экспорт энергетического угля, потенциал российского экспорта, причины его возможного снижения

Мировой экспорт энергетического угля в 2020 г. составил 956 млн т. Основные страны-экспортеры энергетических углей по итогам 2020 г.: Индонезия (доля в общемировом объеме экспортируемого энергетического угля 41,8 %), Австралия (22,2), Россия (18,2), ЮАР (6,6), Колумбия (3), США (2,6) и Казахстан (2,1 %).

Россия в 2000-е годы превратилась в крупнейшего мирового экспортера энергетического угля, поднявшись с 5-го на 3-е место в мире. Так, в период 2000–2020 гг. российские экспортные поставки энергетического угля возросли в 5 раз (с 35,4 до 195,4 млн т). Это было достигнуто за счет привлечения существенных инвестиций в обновление действующих и строительство новых угольных предприятий, расширения и строительства портовых мощностей, развития углеобогащения и железнодорожной инфраструктуры.

Продолжающаяся всеобщая газификация страны привела к тому, что внутреннее потребление угля начиная с 2000-х годов стало снижаться. Рост цен на уголь на мировом рынке способствовал увеличению доли экспортных поставок российского топлива. Так, если в 2000 г. доля российского экспорта энергетического угля в общем объеме его мировых поставок составляла 6,7 %, то в 2008 г. она возросла до 12,7 %, а в 2020 г. – до 18,2 %. Экспорт российского энергетического угля в 2020 г., по данным ЦДУ ТЭК, составил 173,8 млн т [11]. Помимо поставок угля в страны АТР, Россия экспортировала топливо и в страны ЕС, восполняя потребности последних в энергетическом угле. В 2020 г. российский энергетический уголь направляли более чем в 60 стран мира. Преобладающим направлением поставок энергетического угля осталось западное (страны ЕС, Украина и Белоруссия). Однако начиная с 2018 г. поставки энергетического угля в западном направлении начали снижаться в основном

за счет переориентации стран ЕС на газ и ВИЭ. В то же время экспорт российского угля в восточном направлении (Китай, Япония, Южная Корея и др.) существенно вырос (рис. 4).

Рост экспортной выручки привел к увеличению доходов угольных компаний и, соответственно, к расширению инвестиций в основной капитал. Однако наращивая экспорт угля, российские углепроизводители сталкиваются с рисками, обусловленными:

- нестабильностью мировых цен на первичные энергоресурсы, их зависимостью не только от экономических, но и от политических факторов;
- обострением конкуренции между источниками энергии на мировом рынке;
- переходом на безуглеродную экономику и введением «углеродного» налога, приводящих к падению доли производства электроэнергии, вырабатываемой на угле;
- выполнением обязательств, предусмотренных Парижским соглашением по климату [13];
- переходом мировой экономики на энергосберегающие технологии и постепенным вытеснением угля из энергобаланса с заменой его нетрадиционными источниками энергии, что характерно для большинства развитых стран мира;
- развитием водородной энергетики, особенно в странах, являющихся потребителями российского угля.

Заключение

Мировая угольная промышленность, несмотря на свою растущую востребованность в последние десятилетия, весьма сильно подвержена влиянию различных экономических и политических угроз и рисков. Так, цены на уголь коррелируют с ценами на нефть, а объемы и направления экспорта могут меняться в зависимости от различных политических решений. Ко всему прочему,

в настоящее время возник риск полного закрытия угольных предприятий во всех странах мира, вызванный процессами декарбонизации мировой экономики.

Большинство европейских стран отказываются от угля в энергетике, активно развивая ветровые и водородные источники энергии. Страны Азии также начали активно внедрять солнечную и ветровую энергетику, отставая по темпам их развития где-то на 4–5 лет. В переходной период, пока еще солнечные и ветровые электростанции не выйдут на полную свою мощность, еще будет развиваться угольная энергетика, однако темпы добычи,

потребления и экспорта топлива будут постепенно снижаться, а после 2030 г. они значительно ускорятся.

В России угольная отрасль является весьма важной частью экономики. Она обеспечивает порядка 200–300 тыс. рабочих мест, вносит значимый вклад в ВВП страны, а угольные предприятия являются градообразующими во многих регионах.

Находясь в сильной зависимости от мирового экспортного рынка энергоресурсов, для российских угольщиков необходимо адекватно оценивать возможности своего дальнейшего развития в условиях перехода к низкоуглеродной энергетике.

Библиографический список

1. Coal Information 2020: Overview. – Paris : OECD Publishing, 2021. – 28 p.
2. Annual Coal Report 2020. – Washington : U.S. Department of Energy, 2021. – 86 p.
3. Key World Energy Statistics 2020 : Statistics report / OECD/IEA, 2021. – 81 p.
4. Деготькова И., Ткачев И. О чем 200 стран договорились по итогам климатического саммита в Глазго. 2021. URL: <https://www.rbc.ru/economics/15/11/2021/618e742f9a794783e59910b8> (дата обращения: 29.04.2022).
5. Renewables Information 2021 ed. : Database documentation / IEA, 2021. – 84 p.
6. BP Statistical Review of World Energy. 2021. 70th ed. / BP, 2021. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения: 15.06.2022).
7. Украина защищается от российского угля. 2020. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4292519> (дата обращения: 15.06.2022).
8. Исаков Д. 14-я «пятилетка» Китая: обзор новой замкнутой модели экономики. 2021. URL: <https://megatrends.su/blog/china-s-economic-plan/> (дата обращения: 15.06.2022).

9. Зайнуллин Е. Российский уголь теряет Японию // Газета «Коммерсантъ». 2020. № 116. С. 3.
10. Плаkitкин Ю. А., Плаkitкина Л. С. Пять базовых закономерностей глобальной энергетики, «Зеленая сделка» как сдерживающие факторы развития горнодобывающих отраслей ТЭК // Горная промышленность. 2021. № 4. С. 94–100.
11. Статистические и аналитические информационные материалы по основным показателям производственной деятельности организаций угольной отрасли России, ЦДУ ТЭК, с 2000 г. по 2020 г.
12. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года : утв. Распоряжением Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565068231> (дата обращения: 15.06.2022).
13. Плаkitкин Ю. А., Плаkitкина Л. С. Парижское соглашение как фактор ускорения «Энергетического перехода»: меры по адаптации угольной отрасли к новым вызовам // Уголь. 2021. № 10. С. 19–23. **DOI**

«GORNYI ZHURNAL», 2022, № 8, pp. 17–23
DOI: 10.17580/gzh.2022.08.01

Major trends shaping development of coal industry in the world and in Russia under conditions of low-carbon energy economy
Part II. Low-carbon development as a factor of decline in coal demand and its implications for coal-fired power generation prospects

Information about authors

Yu. A. Plakitkin¹, Head of the Center for Analysis and Innovation in Energy, Professor, Doctor of Economic Sciences, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Academician of the Academy of Mining Sciences

L. S. Plakitkina¹, Head of the Research Center for Coal Industry in the World and in Russia, Candidate of Engineering Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, luplak@rambler.ru

K. I. Dyachenko¹, Senior Researcher of the Center for Coal Industry in the World and in Russia, Candidate of Engineering Science

¹Energy Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract

Russia ranks sixth in the world in coal production, and the share of coal exports in total supplies is more than 50%.

Global coal consumption in 2020 amounted to 7.5 billion tons, which is 4.2% less than in 2019.

In the short term, given high gas prices, coal demand in EU countries may increase slightly in the coming years, but by 2025, according to forecasts, it will decrease by 5% compared to 2020 levels.

In the long term, in accordance with the planned decarbonization of the economy, as well as the need to implement the Paris climate agreement, coal consumption in the world will fall. The greatest drop in the rate of coal consumption will be typical for the EU countries, in which coal will be “accelerated” to be replaced by natural gas, renewable energy sources and hydrogen. Asian countries have also begun to actively introduce solar and wind power plants, lagging behind in terms of their development by 4–5 years.

During the transition period, until they reach their full capacity, coal energy will still develop, however, the rates of production, consumption and export of coal will gradually decrease, and after 2030 they will significantly accelerate.

The Russian coal industry is a critical sector of economy. The industry provides 200–300 thousand jobs, contributes greatly to GDP of the country, and is an urban element in many regions.

Being heavily dependent on the global energy export market, Russian coal miners need to adequately assess the possibilities of their further development in the context of the transition to low-carbon energy.

Keywords: production, export, coking and power-generating coal import, economy decarbonization, global coal export trends, ESG policy, carbon neutrality, Paris Climate Agreement, carbon tax.

References

1. Coal Information 2020: Overview. Paris : OECD Publishing, 2021. 28 p.
2. Annual Coal Report 2020. Washington : U.S. Department of Energy, 2021. 86 p.
3. Key World Energy Statistics 2020 : Statistics report. OECD/IEA, 2021. 81 p.
4. Degotkova I., Tkachev I. Where have 200 countries come at the Glasgow Climate Summit? 2021. Available at: <https://www.rbc.ru/economics/15/11/2021/618e742f9a794783e59910b8> (accessed: 29.04.2022).
5. Renewables Information 2021 ed. : Database documentation. IEA, 2021. 84 p.
6. BP Statistical Review of World Energy. 2021. 70th ed. BP, 2021. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (accessed: 15.06.2022).
7. Ukraine defends from the Russian coal. 2020. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/4292519> (accessed: 15.06.2022).
8. Isakov D. China's 14th five-year plan : Review of a new closed economy model. 2021. Available at: <https://megatrends.su/blog/china-s-economic-plan/> (accessed: 15.06.2022).
9. Zaynullin E. Russian coal loses Japan. *Kommersant*. 2020. No. 116. p. 3.
10. Plakitkin Yu. A., Plakitkina L. S. Five fundamental trends of global energy sector, European green deal as deterrents to development of mining and energy sector. *Gornaya promyshlennost*. 2021. No. 4. pp. 94–100.
11. Statistical and analytic informational materials about the main indicators of manufacturing activity of Russian coal industry organizations, Central Dispatching Department of Fuel Energy Complex, from 2000 to 2020.
12. Energy Strategy of Russia up to 2035. Approved by the Government of the Russian Federation, Order No. 1523-r as of June 9, 2020. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/565068231> (accessed: 15.06.2022).
13. Plakitkin Yu. A., Plakitkina L. S. Paris agreement on climate change as a driver to accelerate energy transition: measures to adapt the coal sector to new challenges. *Ugol*. 2021. No. 10. pp. 19–23.