

Угольная промышленность Иркутской области в топливообеспечении региона: проблемы и риски в современных условиях

Coal industry of the Irkutsk region in the fuel supply of the region: problems and risks in modern conditions

Людмила ТАКАЙШВИЛИ

Старший научный сотрудник, к. т. н.,

Институт систем энергетики

им. Л. А. Мелентьева СО РАН

E-mail: luci@isem.irk.ru

Ludmila TAKAISHVILI

Senior Researcher, Ph.D.,

Melentiev Energy System Institute Siberian

Branch of the Russian Academy of Sciences

E-mail: luci@isem.irk.ru

Елена СТЕПАНОВА

Старший научный сотрудник, к. т. н., доцент,

Институт систем энергетики

им. Л. А. Мелентьева СО РАН

E-mail: step@isem.irk.ru

Elena STEPANOVA

Senior Researcher, Ph.D., Associate Professor,

Melentiev Energy System Institute Siberian Branch

of the Russian Academy of Sciences

E-mail: step@isem.irk.ru

Усолье-Сибирская ТЭЦ-11

Источник: *atomic-energy.ru*



Аннотация. В статье показано значение угольной промышленности Иркутской области, являющейся основным поставщиком угля для объектов энергетики региона. Выполнен анализ использования энергетических углей области и состояния балансовых запасов угля для энергетики. Представлены перспективы и возможности развития угольной промышленности Иркутской области для нужд энергетики. Отражены проблемы и риски развития в современных условиях.

Ключевые слова: Иркутская область, энергетика, уголь, электростанции, балансовые запасы, перспективы.

Abstract. The article reveals the current state of supplies of coal from the eastern regions to power plants in Russia. The author analyzes the trends in coal supplies by directions of use. The factors contributing to the maintenance and development of supplies of coal from the eastern regions to power plants are analyzed: the presence of balance reserves of coal, the provision of coal-fired thermal power plants with domestic equipment, and other factors. The risks and threats of reducing the supply of coal from the eastern regions to power plants, including the course towards the decarbonization of the economy and the import dependence of the coal industry, are considered.

Keywords: Irkutsk region, energy, coal, power plants, reserves, trends.



Основные объемы поставок иркутских углей на электростанции приходятся на месторождения, где добыча угля ведется уже более 100 лет

Введение

Угольная промышленность в Иркутской области является ключевой в топливообеспечении объектов энергетики, в первую очередь электростанций, в отличие от других регионов России (рис. 1). Угольные электростанции области большой мощности, использующие иркутские угли в качестве основного топлива, строились в период широкомасштабной индустриализации региона по-

сле Великой Отечественной войны. Ввод в эксплуатацию ГЭС Ангарского каскада способствовал сокращению угольной генерации в энергобалансе области. Тем не менее доля угля в потреблении топлива в области остается достаточно высокой по сравнению с другими видами топлива.

В течение длительного периода разработки месторождений угля, поставляемого на электростанции, менялись условия разработки месторождений и качественные характеристики добываемого угля. Соответственно возникла необходимость проанализировать состояние отрасли, основного поставщика топлива на электростанции области, так как существующие условия и возможности развития угольной промышленности оказывают влияние на надежность функционирования энергетического сектора.

Задачей настоящего исследования является анализ возможностей угольной промышленности в топливообеспечении региона, перспектив, проблем и рисков использования иркутских углей. Анализ, выполненный с системных позиций, позволяет определить наиболее острые проблемы угольной отрасли, которые во многом являются общими и для других регионов России, где угольная энергетика играет существенную роль в энерго- и теплообеспечении региона.

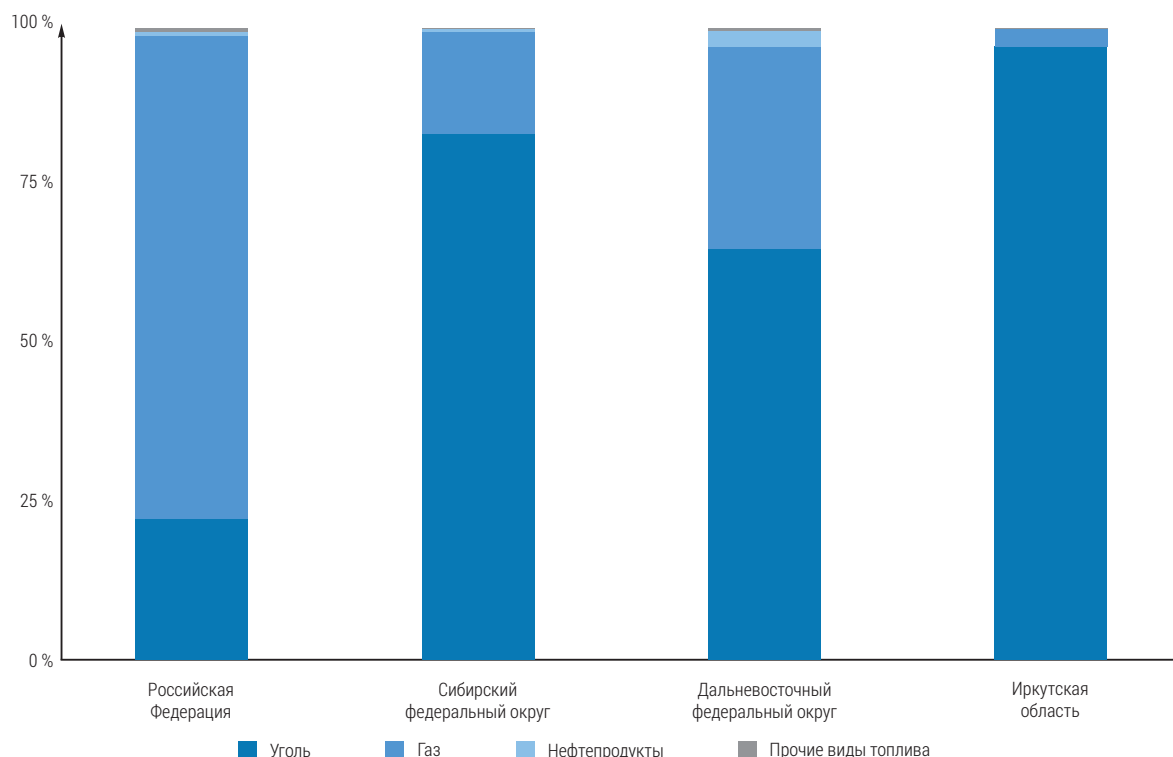


Рис. 1. Топливообеспечение электростанций регионов России 2022 г.

Источник: ИМИСС.

URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/62004>

Использование энергетических углей области

В энергосистему Иркутской области входят 14 действующих тепловых электростанций (ТЭЦ), работающих на угле, и 4 гидроэлектростанции (ГЭС) Ангарского каскада.

Основными потребителями иркутских углей являются объекты энергетики Иркутской области: ТЭЦ и котельные (таблица 1), доли которых в потреблении в 2022 г. составили 89,9% и 9,8%.

В установленной мощности Иркутской области на 01.01.2022 г. 70% приходилось на ГЭС и 30% – на угольные ТЭЦ¹. Поставки угля на электростанции, как на замыкающие объекты энергосистемы, подвержены значительным колебаниям +/- 1 млн т (0,8 млн т у. т.) по сравнению с предыдущим годом в первую очередь из-за гидрологических условий (водность рек и водохранилищ). Большое влияние оказывают также климатические условия (холодная

или теплая зима), так как ТЭЦ работают в режиме когенерации, вырабатывая также и тепло.

Территория части области с развитой транспортной инфраструктурой, где сосредоточено большинство промышленных предприятий и прочих крупных потребителей, практически полностью охвачена централизованным электроснабжением. Электроснабжение отдельных территорий области с малой плотностью населения осуществляется мелкими децентрализованными электростанциями и котельными.

В 2022 г. в Иркутской области добычу угля осуществляли около десятка предприятий малой мощности и несколько крупных предприятий, такие как ООО «Компания Востсибуголь», ООО «Мугунский южный разрез» и ООО «Разрез Черемховуголь» [1], принадлежащие компании En+ [2]. ТЭЦ и ГЭС (Иркутская ГЭС, Братская ГЭС, Усть-Илимская ГЭС) Иркутской области также принадлежат компании En+.

На электростанции поставляются угли наиболее крупных месторождений области: бурые угли Мугунского и Азейского, каменные – Черемховского, Головинского и Жеронского, а также бурые угли Красноярского края Ирбейский и Ирша-

¹ Губернатор Иркутской области. Указ от 28 апреля 2022 г. № 71-уг «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Иркутской области на 2023–2027 гг.». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/3800202204290009>

Бородинский (таблица 2). Доля иркутских углей в поставках на электростанции Иркутской области достигает 62%. Доля углей Красноярского края в поставках 2022 г. составила 19%.

Угли малых предприятий большей частью используются ближайшими котельными или для нужд населения. На электростанции и котельные, расположенные в районах с развитой транспортной инфраструктурой, уголь поставляется преимущественно железнодорожным транспортом. В районах, изолированных от энергосистемы, в основном, районах Крайнего Севера или приравненных к ним, уголь используется в качестве котельно-печного топлива. Завоз угля в эти районы осуществляется преимущественно в навигационный период водным транспортом и некоторое количество угля и других топливно-энергетических ресурсов железнодорожным и автомобильным транспортом, а в период отопительного сезона – и по автозимникам. В таких районах цена угля достаточно высока из-за транспортной составляющей, при этом погодные условия оказывают влияние на организацию северного завоза (длительность на-

вигационного периода и время открытия автозимников).

В Усть-Кутский административный район завозится бурый уголь с Азейского месторождения. Для выработки теплоэнергии кроме угля используются мазут, дрова, электроэнергия, газ, опилки, щепа, при этом в районе имеются неразрабатываемые промышленные запасы нефти и газа [3].

На электростанциях, как правило, сжигается смесь углей, по качественным характеристикам близкая к проектному топливу. На котельные поставляются угли как крупных, так и малых угледобывающих предприятий области. Угледобывающие предприятия Еп+ обеспечивают углем ТЭЦ, принадлежащие компании, удовлетворяют внутренний спрос на уголь, а часть добываемого угля продают сторонним организациям и на экспорт.

Основные объемы поставок иркутских углей на электростанции приходятся на месторождения, где добыча угля ведется уже более 100 лет. В первую очередь отрабатывались участки недр, лучшие по разным характеристикам, в том числе горно-геологическим условиям, каче-

Таблица 1. Потребление угля в Иркутской области, млн т у. т.

Источник: формы статистической отчетности «Использование топливно-энергетических ресурсов на отдельные виды продукции, работ (услуг). Иркутская область» за 2010–2022 гг.

Показатель	2010	2015	2016	2017	Год 2018	2019	2020	2021	2022
Всего, в т. ч.	8,16	6,96	6,91	7,18	7,77	7,31	7,03	6,96	7,74
ТЭС	7,05	5,99	5,93	6,22	6,81	6,45	6,22	6,18	6,96
Котельные	1,01	0,86	0,87	0,85	0,85	0,76	0,7	0,68	0,76
Прочие	0,09	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,1	0,1	0,02

Таблица 2. Доля топлива, сжигаемого на ТЭЦ Иркутской области, %

Топливо	2019	2020	Год 2021	2022
Уголь, всего	80,6	79,3	79,5	81,4
В том числе:				
Иркутские бурые:				
Азейский	16	15,7	15,8	14,3
Мугунский	30,4	28	18,9	28,8
Велистовский		0,1	1	0,6
Иркутские каменные:				
Черемховский	11,4	9,8	13,4	11,3
Головинский	1	1,2	2,5	2,1
Жеронский	5,2	4,7	5,3	5
Красноярские, бурые:				
Ирбейский	16,5	17,9	21,5	18,6
Ирша-Бородинский	0	1,8	1,1	0,5
Прочие виды топлива	19,5	20,8	20,6	18,7

Год	Содержание, %		Качество углей
	зола	сера	Теплота сгорания, МДж/кг
2015	7–15	1,5–5	17,6–22,6
2021	12–35	0,4–7,8	10–25

Таблица 3. Качественные характеристики
каменных и бурых углей Иркутского
угольного бассейна

Источник: Государственный доклад «О состоянии и использовании
минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2015 г.». //
Министерство природных ресурсов и экологии РФ. М: 2016 г. С. 344, 626.

ственным показателям угля и другим. Это повлекло за собой ухудшение качественных показателей угля, добываемого в настоящее время на месторождениях, сроки разработки которых исчисляются десятками лет. Для углей крупных предприятий характерно высокое содержание серы (таблица 3).

Высокое содержание серы является одной из основных проблем при сжигании каменных Черемховских углей и бурых углей Мугунского и Азейского месторождений. В результате в течение многих лет на угольных ТЭЦ используется непроектное топливо, что негативно сказывается на работе оборудования [4].

В период проектирования (60–70-е гг. прошлого столетия) эксплуатируемых в иркутской энергосистеме ТЭЦ предполагалось, что они будут сжигать угли с низким содержанием серы. Это обеспечивало низкую температуру уходящих газов и низкие температуры воздуха на вход в первые ступени воздухоподогревателей, что давало высокий КПД котлов без риска низкотемпературной коррозии поверхностей нагрева. Постепенно содержание серы в сжигаемых на ТЭЦ иркутской энергосистемы углях увеличилось, и это привело к усилению низкотемпературной коррозии, в первую очередь у поверхностей нагрева воздухоподогревателей, что потребовало на ТЭЦ повышения температуры воздуха на входе в первые ступени воздухоподогревателей за счет рециркуляции части нагретого в воздухоподогревателях воздуха. Такие меры, как правило, приводят к росту затрат электроэнергии на рециркуляцию воздуха и некоторому снижению КПД котлов, а выбросы вредных соединений

Мугунское месторождение, Иркутская область

Источник: vnedra.ru





Жеронское месторождение, Иркутская область

Источник: 11schoolgalaxy.blogspot.com

серы в окружающую среду не уменьшаются. Более эффективной мерой борьбы с высоким содержанием серы в углях является широко используемое на ТЭЦ иркутской энергосистемы сжигание смеси углей, когда перед подачей в бункера котлов угли с высоким содержанием серы смешиваются с углями с более низким содержанием серы. Недостатком указанного метода борьбы с высоким серосодержанием является нестабильность свойств сжигаемых смесей, связанная с несовершенством способов смешения углей, что затрудняет организацию оптимального

режима горения в топках котлов. Помимо применения смеси углей для их сжигания на электростанциях, за последние годы ООО «Компания «Востсибуголь» снизила объем добычи угля на участках с повышенным содержанием серы, провела консервацию горных работ на участках с повышенным содержанием серы, шихтовки добытого угля на усреднительном складе, организовала добычу и поставки низкосернистого ирбейского угля с Латынцевского месторождения в Красноярском крае.

Анализ динамики изменения коэффициентов пересчета углей из натурального

Таблица 4. Коэффициенты пересчета углей из натурального топлива в условное, %

Примечание: * – 2022/2020 гг.

Топливо	Год				Соотношение 2022/2019
	2019	2020	2021	2022	
Уголь, всего	0,607	0,608	0,601	0,585	96
Азейский	0,592	0,581	0,586	0,566	96
Мугунский	0,602	0,614	0,587	0,572	95
Ирбейский	0,575	0,572	0,567	0,556	97
Черемховский	0,67	0,689	0,666	0,652	97
Головинский	0,678	0,695	0,673	0,674	99
Ирша-Бородинский		0,543	0,557	0,519	96*
Велистовский		0,583	0,602	0,584	100*
Жеронский	0,647	0,641	0,641	0,646	100

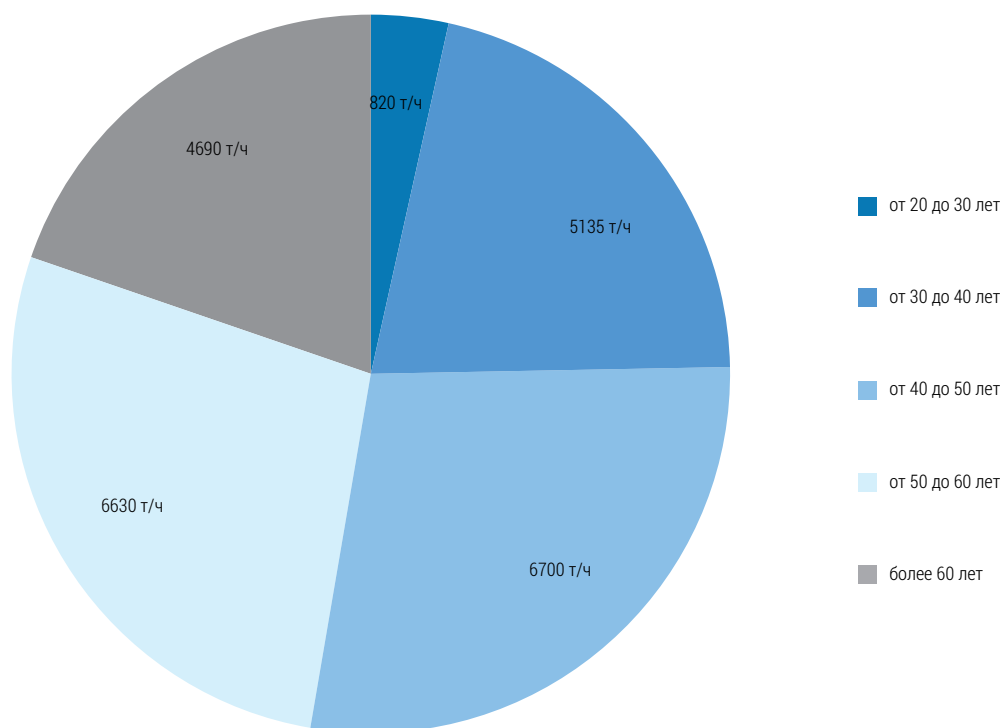


Рис. 2. Срок функционирования с момента ввода в эксплуатацию и суммарная паропроизводительность действующих котлов ТЭЦ ООО «БЭК» на конец 2022 г.

топлива в условное (таблица 4) позволяет прогнозировать дальнейшее ухудшение теплоты сгорания.

В России основные потребители угля – это тепловые электростанции и котельные, введенные в эксплуатацию в прошлом веке, оборудование которых в большинстве случаев уже морально устарело и не соответствует современным технико-экономическим и экологическим показателям [5]. На рис. 2 приведена информация о сроках функционирования с момента ввода в эксплуатацию и суммарной паропроизводительности действующих котлов

ТЭЦ ООО «Байкальская энергетическая компания» (ООО «БЭК») на конец 2022 г.

Как видно из рис. 2, действующие паровые котлы суммарной производительностью около 4690 т/ч проработали более 60 лет, а суммарной мощностью около 6630 т/ч эксплуатировались от 50 до 60 лет. И эти две «возрастные категории» составляют практически половину от всех действующих котлов ТЭЦ ООО «БЭК». Состав угля, его физико-химические свойства оказывают существенное влияние на работу оборудования ТЭЦ. Негативные последствия в первую очередь затрагивают основное и вспомогательное оборудования котельного цеха. Характеристики и эффективность эксплуатации котлов при смене проектного топлива в большинстве случаев ухудшаются, а значительные отклонения по основным характеристикам углей вполне могут вызвать довольно серьезные проблемы в работе котельного оборудования. Рост влажности и снижение теплотворной способности угля приводят к уменьшению КПД брутто котла, из-за роста потерь тепла с уходящими газами и к росту расхода электрической энергии на собственные

Высокое содержание серы стало главной проблемой Черемховских углей и бурых углей Мугунского и Азейского месторождений. Уже много лет на угольных ТЭЦ используется непроектное топливо

нужды (дымососы, мельницы). Снижение теплоты сгорания угля при одной и той же нагрузке ТЭЦ приводит к необходимости перерабатывать большее количество топлива, шлаков, уловленной золы с соответствующими затратами средств и труда [6], поэтому повышение качества сжигаемого угля сегодня все больше приобретает стратегическое значение и экономический смысл [7, 8].

Неудовлетворительное качество бурого угля, преобладающего в поставках на электростанции (низкая калорийность, высокая зольность), затрагивает также и сферу транспортировки. Доля перевозимого балласта в среднем может достигать до 50% от перевозимого веса. Для иркутских углей, поставляемых на электростанции, зольность составляет 20–38% при содержании влаги в 24–30% [1]. Таким образом, в составе сжигаемого угля может содержаться менее 30% полезного вещества, без учета неэффективности процесса сгорания, используемого в оборудовании и переплаты за транспортировку балласта. Представляется крайне важным поддерживать постоянные значения основных показателей качества угля, поставляемого на ТЭС, для обеспечения эффективной работы оборудования.

Ресурсы угля для энергетики

Иркутская область располагает значительными ресурсами и запасами углей. Основная часть запасов угля относится к энергетическим, на коксующиеся угли приходится только около 9% от запасов угля, которые пока не разрабатываются. Анализ сырьевой базы угля Иркутской области показывает, что в целом она хорошо изучена: доля балансовых запасов в прогнозных ресурсах составляет 28%, а в целом для Сибирского ФО это отношение равно всего 22%. В балансовых запасах выделены запасы угля, разрабатываемые и подготовленные к освоению, которые разделены на распределенный и нераспределенный фонды недр. К распределенному фонду недр отнесены участки недр, предоставленные в пользование предприятиям по лицензиям и вовлеченные в промышленное освоение, что составило по состоянию на 01.01.2023 г. 6,6% балансовых запасов угля категории А+В+С1.

Если рассматривать полностью балансовые запасы угля, то обеспеченность

запасами составляет около 500 лет. Учитывая только запасы, разрабатываемые и подготовленные к освоению для предприятий, имеющих лицензии, этот срок составляет от 2 до 65 лет, в среднем – 40 лет. Также на крупных месторождениях имеются значительные забалансовые запасы угля, для перевода которых в балансовые, а затем в промышленные также требуются геологоразведочные работы.

Иная ситуация с малыми предприятиями, поставляющими угли на ближайшие котельные. У них обеспеченность промышленными запасами угля низкая – от 0 до 20 лет. Не всегда есть возможность пополнить промышленные запасы за счет геологоразведочных работ из-за полной отработки запасов месторождения, как это произошло с участком Раздолье-2 месторождения Арансахойская площадь.

Перевозка угля по железной дороге

Источник: remik44992 / depositphotos.com



В отдельных изолированных от энергосистемы районах имеются запасы топливно-энергетических ресурсов, в том числе угля, отнесенные как к распределенному, так и к нераспределённому фонду недр, где на распределенном фонде недр действуют или строятся угледобывающие предприятия. В Нижнеудинском муниципальном районе на Курятском месторождении каменного угля действует Новосельский разрез, где в 2022 г. добыто 117 т угля, а на участке Уватский строится разрез [1]. На этом же месторождении имеются участки, отнесенные к нераспределенному фонду недр. Суммарные запасы угля Курятского месторождения категорий А+В+С1 составляют более 5 млн т, что позволит обеспечить потребность в угле некоторых населенных пунктов Нижнеудинского района на достаточно длительный срок. В Катангском муниципальном районе расположено месторождение каменного угля Ербогаченская площадь, отнесенное к нераспределенному фонду недр, с достаточно хорошими качественными показателями для энергетического использования: содержание серы 0,3–0,9% и теплота сгорания 18 МДж/кг, но с малыми балансовыми запасами [1]. Отоработка месторождения возможна открытым способом. В Казачинско-Ленском муниципальном районе расположено относительно крупное Хандинское месторождение бурого угля, отнесенное также к нераспределенному фонду недр с менее привлекательными качественными показателями для энергетического использования: содержание серы 1,5% и теплота сгорания 6,8 МДж/кг [1]. Вопрос рациональности разработки имеющихся месторождений угля требует скрупулезного изучения, поскольку месторождения находятся в экономически слабо развитых районах с ограниченными инфраструктурными возможностями. Так, с месторождением Ербогаченская площадь связь с ближайшим населенным пунктом селом Ербогачен возможна только по автотрассе [9].

В Иркутской области в 2022 г. добыто 7,2 млн т энергетического бурого угля, преимущественно марки ЗБ, и 6,2 млн т каменного угля марки Г – 4,8, и 1,3 млн т каменного окисленного угля марок Д, ДГ. По добыче угля по марочному составу в 2021 г., как и в предыдущие годы, были примерно те же соотношения [10].

Месторождения находятся в основном в районах с развитой инфраструктурой. Не-



Бурый уголь

Источник: *shedevrum.ai*

смотря на то, что их отработка возможна более экономичным открытым способом, это влечет неизбежные негативные последствия: отторжение сельскохозяйственных и лесных угодий, нарушение водного режима территорий и другие.

Ограничениями для развития ресурсной базы угля являются:

- сокращение объемов запасов угля разрабатываемых и подготовленных к освоению действующих предприятий;
- сложные горно-геологические и гидрологические условия;
- возможные необратимые негативные воздействия на окружающую среду;
- высокое содержание серы в углях месторождений, являющихся основными поставщиками угля на электростанции области.

Обогащение угля для сжигания на электростанциях до настоящего времени считалось экономически нецелесообразным [11]. В то же время на экспорт поставляется концентрат энергетического угля, который сжигается на зарубежных электростанциях. Основные объемы экспорта – от 84 до 91% – приходились на энергетический уголь [12]. Возможно, настало время пересмотреть вопрос о рациональности обогащения энергетического угля, предназначенного для сжигания на объектах энергетики.



Объемы балансовых запасов угля Иркутской области имеют тенденцию к сокращению, что обусловлено низким объемом геологоразведочных работ (до полного отсутствия в 2022 г.). При этом сокращение балансовых запасов угля касается главным образом наиболее востребованных марок угля каменного – Г и бурого – ЗБ, на которые приходятся основные объемы добычи.

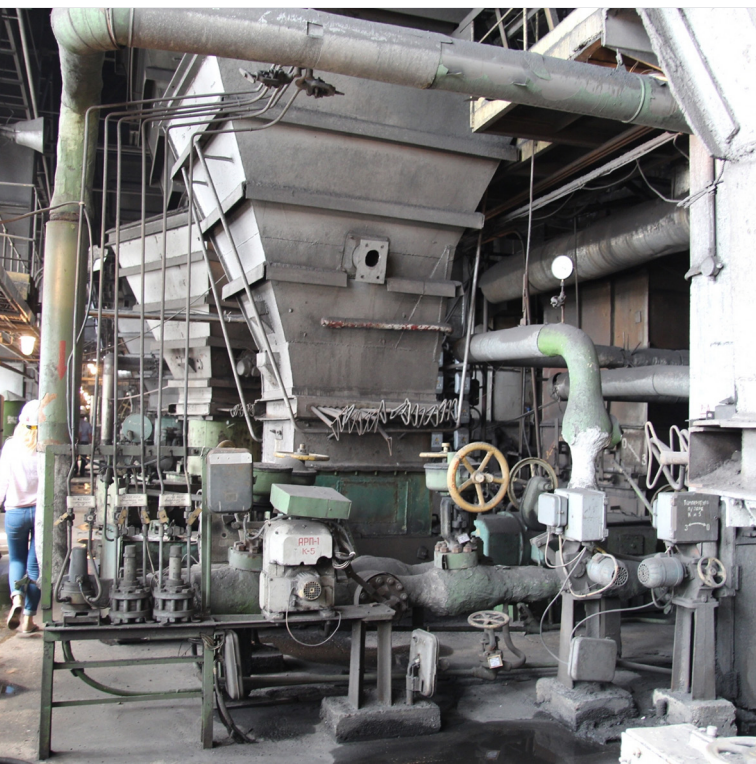
Перспективы и возможности развития угольной промышленности Иркутской области для нужд энергетики

Перспективы развития угольной промышленности связаны с сооружением угольных электростанций. Несмотря на то, что в России разработаны и приняты программы по декарбонизации экономики², угольная энергетика остается в азиатских регионах России экономически рентабельной и обеспечивающей надежность электро- и теплоснабжения, что не противоречит сценариям, заложенным в данном документе.

Компания En+ планирует построить новую угольную станцию установленной мощностью от 1200 до 3600 МВт в 2033–

² Правительство утвердило Стратегию социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. URL: <http://government.ru/news/43708/>

Угольный котел ТЭЦ
Источник: primamedia.ru



Доля перевозимого балласта в среднем может достигать до 50% от веса. Для иркутских углей, поставляемых на электростанции, зольность составляет 20–38% при содержании влаги в 24–30%

2038 гг. на базе Мугунского месторождения угля, отвечающую экологическим требованиям³. Бывший гендиректор компании Михаил Хардинов, комментируя перспективы развития угольных активов группы, отметил: «Наши угольные месторождения продолжают обеспечивать ТЭЦ топливом. Сейчас альтернативы нет, потому что газификация до крупных городов Сибири пока не дошла. Но мы планируем инвестировать в улучшение технологий повышения качества углей, снижать выбросы и использовать золу». Он также подчеркнул, что в России золошлаковые отходы вовлечены в переработку только на 10%, в то время как в Китае – на 67%.

Компания En+ планирует провести модернизацию генерирующих объектов Иркутской области⁴. На Ново-Иркутской ТЭЦ, введенной в эксплуатацию в 1975 г., работы по модернизации ведутся с 2022 г. Выполняется ремонт оборудования также на ТЭЦ-10 в Ангарске и ТЭЦ-11 в Усолье-Сибирском, возраст которых составляет 65 лет⁵. En+ проводит данные работы в рамках реализации федеральной программы модернизации тепловых электростанций, которая стартовала в 2018 г. Помимо модернизации оборудования, на ТЭЦ-11 в перспективе планируется реализация программы повышения экологической эффективности котельного оборудования, что включает усовершенствование горелочных устройств котлов, технологии сжигания топлива и золоулавливаю-

³ En+ предлагает построить угольную станцию в Иркутской области. URL: <https://peretok.ru/news/generation/26536/>

⁴ Энергозадел на будущее. En+ инвестирует в ТЭЦ Иркутской области более 8 миллиардов рублей за два года. URL: https://sia.ru/?section=484&action=show_news&id=462347

⁵ ТЭЦ Ангарска и Усолья: En+ проводит масштабную модернизацию. URL: <https://www.ogir.ru/2024/04/19/tjec-angarska-i-usolja-jen-provodit-masshtabnuju-modernizaciju/?erid=2VtzqxiCwZh>



Угольный котел ТЭЦ

Источник: evakuatop.ru

щей установки. Эти мероприятия позволят существенно сократить воздействие на окружающую среду.

Важным фактором, обеспечивающим развитие угольной генерации, является обеспеченность угольных ТЭЦ отечественным оборудованием. Оборудование для российских угольных электростанций производится на отечественных предприятиях. К ним относится группа предприятий «Силовые машины», объединяющая ресурсы известных российских предприятий: «Ленинградский металлический завод», «Электросила», «Завод турбинных

лопаток», «Калужский турбинный завод», «Энергомашэкспорт» и др.; группа компаний «ТЯЖМАШ», ПАО ТКЗ «Красный котельщик», АО «Уральский турбинный завод», НПО ЦКТИ им. И. И. Ползунова.

Показатели экологичности угольной энергетики имеют тенденцию к постоянному улучшению, благодаря новейшим конструкциям котлов (парогенераторов), оснащенных высокоэффективным пылегазоулавливающим оборудованием. В области угольной энергетики Россия добилась практически мирового лидерства, причем именно эта сфера является наиболее импортозащищенной по обеспечению оборудованием угольных ТЭЦ.

Несмотря на наличие предприятий, производящих оборудование для угольных ТЭЦ, российская угольная энергетика, работающая на низкокачественном угле, достигла предела своего развития – она практически исчерпала свой термодинамический и, соответственно, экономический потенциал. Актуальной проблемой остается модернизация отечественной угольной энергетики на базе освоения современных технологий угольной генерации и использования высококачественного угольного топлива [7].

Обогащение угля для сжигания на российских электростанциях до настоящего времени считалось экономически нецелесообразным, а на экспорт поставляется концентрат энергетического угля

Проблемы и риски в современных условиях

Одной из главных проблем угольной промышленности является износ основных фондов и зависимость от импорта оборудования и запасных частей к нему [13, 14]. По некоторым позициям импортозависимость может превышать 50%. Перевод действующих угольных ТЭЦ на газ в современных условиях значительно осложнен из-за отсутствия в Иркутской области развитой транспортной инфраструктуры для поставок газа крупным потребителям⁶, а также импортозависимости газовой энергетики, отсутствия отечественных газовых турбин мощностью 200 МВт и выше. Самая мощная отечественная газовая турбина ГТЭ-170, изготовленная Российской энергомашиностроительной компанией «Силовые машины» для Нижнекамской ТЭЦ, имеет электрическую мощность 170 МВт. Для того, чтобы изменить данную ситуацию, потребуется не один год.

Ухудшение горно-геологических условий на действующих предприятиях ведет

к снижению качества угля, поскольку отрабатываются в первую очередь участки месторождений наиболее перспективные с позиций экономики и востребованности по качественным показателям. И как следствие, ежегодное ухудшение качества добываемых энергетических углей (калорийности, содержания золы и серы) за счет вовлечения в отработку участков с худшими показателями взамен отработанных. Этот процесс сопровождается ростом себестоимости добычи угля, при этом отсутствуют стимуляторы использования передовых технологий переработки и сжигания угля.

Низкий уровень или полное отсутствие (2021, 2022 гг.) геологоразведочных работ ведет к сокращения балансовых запасов энергетического угля. В результате разработки как малых, так и больших месторождений угля в 2023 г. балансовые запасы угля сократились на 0,01 млрд т, по сравнению с 2022 г., в основном за счет сокращения балансовых запасов каменного угля для открытой добычи категорий А+В+С1. Изменение балансовых запасов касается главным образом наиболее востребованных марок угля бурого ЗБ и каменного – Г, доля которого в запасах для открытой добычи составляет всего 8%.

⁶ Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 г.» // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. М., 2016. С. 626.

Доставка угля на барже по реке Лена, Иркутская область

Источник: *fleetphoto.ru*



Дефицит кадров в угольной отрасли в большинстве своем касается работы вахтовым методом, в первую очередь водителей и машинистов.

Свой вклад в проблемы и риски развития угольной промышленности вносит колебание спроса на уголь в зависимости от выработки электроэнергии на ГЭС Ангарского каскада, а для выработки теплоэнергии – от среднегодовой температуры (холодные и теплые зимы).

Заключение

Несмотря на обозначенные проблемы и риски, уголь останется на ближайшее десятилетие основным топливом для электростанций области.

Использование иркутских углей для нужд энергетики способствует устойчивости энергетического сектора региона:

- к внешним и внутренним экономическим, техногенным и природным угрозам;
- надежному топливно-, энерго- и теплообеспечению;
- способности энергетического сектора минимизировать ущерб, вызванный проявлением различных дестабилизирующих факторов, таких как геополитическая ситуация, эпидемия ковида и т. п.

Основой для стабильного снабжения углем служит:

- наличие балансовых запасов энергетического угля, обеспеченность которыми исчисляется

сотнями лет, в отличие от запасов газа;

- отсутствие импортозависимости для угольной энергетики;
- климатические условия, диктующие необходимость стабильного снабжения электро- и теплоэнергией;
- рост цен на газ и импортозависимость газовой энергетики;
- возможность и перспективность совершенствования процессов добычи и использования угля.

Для стабильного функционирования угледобывающих предприятий необходимо развитие машиностроительной промышленности, направленное на импортозамещение оборудования. Учитывая тенденцию к ухудшению качественных показателей энергетического угля и необходимость сокращения негативного влияния на окружающую среду, возникает необходимость оценки возможностей подготовки угля для сжигания за счет обогащения, сортировки, переработки в термококс [15] и т. д. Перспективы повышения конкурентоспособности угольной энергетики требуют новейших разработок по модернизации оборудования для угольных электростанций, направленных на повышение КПД и экологичности угольной генерации.

Работа выполнена в рамках проектов государственного задания № FWEU-2021-0004, пер. № AAAA-A21-121012090010-7 и № FWEU-2021-0005, пер. № AAAA-A21-121012190004-5.



Использованные источники

1. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2023 г. Вып. 91. Уголь. Т. VII. Сибирский федеральный округ. Ч. 2. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральное агентство по недропользованию, Российский Федеральный геологический фонд, 2023. – 222 с. URL: <https://rfgf.ru/info-resursy/raboty-po-izucheniyu-nedr> (дата обращения 26.10.2023).
2. Единый отчет Еп+ за 2022 год. Энергия трансформации. URL: <https://rspp.ru/upload/uf/4ab/z9gk9mzcqkcqprxjnginz9dw605jgd/OUR-Ep-Group.pdf> (дата обращения 18.04.2024).
3. Объекты учета Государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых // Российский федеральный геологический фонд. URL: <https://www.rfgf.ru/gkm/> (дата обращения 01.04.2024).
4. Зройчиков Н. А., Перфильев А. О., Грибков А. М., Путилов В. Я., Горбунов Д. В. Исследование влияния содержания серы в топливе на эффективность и экологическую безопасность работы котлов при сжигании непроектных видов топлива // Альтернативная энергетика и экология (ISJAE). 2018;(1–3):103–117. <https://doi.org/10.15518/isjaee.2018.01–03.103–117>
5. Оценка технического состояния оборудования электростанций и сетей (по наработке и срокам службы) // Техническая инспекция ЕЭС. URL: <https://www.ti-ees.ru/functioning/analytics/time/> (дата обращения 01.04.2024).
6. Гриценко М. В., Клер А. М., Степанова Е. Л. Комплексная методика определения затрат при использовании на ТЭС различных видов твердого топлива // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. Новосибирск, 2007. № 4. С. 99–110.
7. Скрыль А. И. Резервы повышения потребительских свойств угольной продукции и роста эффективности ее использования // Уголь. 2018. № 9. С. 12–17. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-12-17



Вагоны с углем

Источник: TimofeySnowMan / depositphotos.com

8. Milena Kostović, Ivana Simović, Nebojša Kostović, Nina Pantelić Coal cleaning before combustion – practice and experience in Serbia // *Underground mining engineering* № 41. 2022. p. 23–30. URL: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-2904/2022/0354-29042241023K.pdf>
9. Российский федеральный геологический фонд. URL: <https://www.rfgf.ru/gkm/index.php> (дата обращения 01.04.2024).
10. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2022 г. Вып. 91. Уголь. Т. VII. Сибирский федеральный округ. Ч. 2. М.: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральное агентство по недропользованию, Российский Федеральный геологический фонд, 2022. – 236 с. URL: <https://rfgf.ru/info-resursy/raboty-po-izucheniyu-neдр> (дата обращения 26.10.2023).
11. Исламов С. Р. Термическая обработка как новый уровень обогащения угля // *Уголь*. 2020. № 5. С. 50–55. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-5-50-55
12. Мешков Г. Б., Петренко И. Е., Губанов Д. А. Итоги работы угольной промышленности России за 2023 г. // *Уголь*. 2024; (3): 18–29. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-3-18-29
13. Плаkitкина Л. С., Плаkitкин Ю. А., Дьяченко К. Оценка импортозависимости российских угольных компаний от закупок зарубежного оборудования // *Горная промышленность*, № 3, 2018. С. 35–39.
14. Рожков А. А. Карпенко С. М. Оценка уровня импортозависимости угольной промышленности России и подготовки инженерных кадров для импортозамещения горного оборудования // *Горная промышленность*. № 4. 2020. С. 24–36. DOI: <https://dx.doi.org/10.30686/1609-9192-2020-4-24-36>
15. Электронный журнал «Добывающая промышленность». URL: <https://dprom.online/chindustry/termokoks-novaya-panatseya-dlya-ugolnoj-otrasli/> (дата обращения 01.06.2024).