

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ЭНЕРГЕТИКИ



БУТАКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ

**I Всероссийской с международным участием
молодежной конференции**

15-16 декабря 2021г.

Томск – 2021

УДК 621.1(063)

ББК 31.3л0

Б93

Бутаковские чтения: материалы I Всероссийской с международным участием молодежной конференции. Томск: Томский политехнический университет, 2021. - 470 с.

Настоящий сборник содержит материалы I Всероссийской с международным участием молодежной конференции «Бутаковские чтения», проведенного 15 - 16 декабря 2021г. на базе Инженерной школы энергетики Томского политехнического университета.

Материал сборника представлен без редактирования авторских электронных версий.

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ СБОРНИКА ТРУДОВ ФОРУМА

1. Губин В.Е., к.т.н., заместитель директора по развитию ЭНИН ТПУ, председатель;
2. Савостьянова Л.В., к.т.н., зав. лабораторией ОО ИШЭ, ученый секретарь секции №1;
3. Жданова А.О., к.ф.-м.н., доцент ИШФВП, ученый секретарь секции №2;
4. Цибульский С.А., к.т.н., доцент НОЦ И.Н. Бутакова, ученый секретарь секции №3;
5. Марышева Я.В., инженер ОО ИШЭ, ученый секретарь секции №4;
6. Шолохова И.И., ст. преподаватель ОЭЭ ИШЭ, ученый секретарь секции №5;

Вёрстка и дизайн оригинал макета: Зимина Н.А.

Лисова П.А. Исследование свойств сорбентов для доочистки нефтезагрязненных сточных вод ТЭС.....	388
Рахматуллин С.С. Анализ экологического влияния сверхзагрязняющих электростанций мира.....	392
Рыдзевская А.Д., Широкова В.В. Декарбонизация как способ повышения уровня энергетической безопасности.....	396
Савинова А.В. Подбор мероприятий по снижению выбросов оксидов азота и влияние их на выбросы бензапирена	399
Сафина К. И. Современные экологические проблемы в энергетике	402
Сиразева А.Л., Зарипова Р.С. Экологическая эффективность производства из различных источников сырья.....	404
Соловской А.С., Васильев В.Ю. О влиянии SAR мобильных телефонов на человека в зависимости от модели	408
Тихонов А.Е., Новоселов И.Ю. Иммобилизация отходов переработки отработавшего ядерного топлива в расплавах хлоридов металлов в условиях неравновесной воздушной плазмы.....	411
Тянь Цзявэй Ресурсная база для биоэнергетики Китая	415
Киреев Р.С., Шмелева А.И., Новикова О.В. Обоснование кластерного решения по борьбе с выбросами CO ₂ для энергетических предприятий.....	418
Секция 5. Актуальные образовательные программы	
Abdelsamed B.W.M.K., Lavrinenko S.V. The relevance of the level system of education in the international aspect.....	422
Mohamed M.K. Current education programs in egyptian russian university.....	425
Khamis S.S. Features of the implementation of the ERU and TPU double degree program.....	427
Риф А.Э., Цветкова В.В., Кайдашова А.Ю. Внедрение инженерных кейсов в образовательный процесс.....	429
Мустахитдинова Ю.А. Информационные технологии в образовании..	433
Силкина О.Ю. Использование компьютерных квестов в процессе обучения	434
Шамсиев Э.Х., Батурина Р.В. Взаимодействие математики с IT-сферой. Практическое применение математики в программировании	436
Ли Хуатин Опыт реализации и перспективы программ двойного диплома.....	440
Бекмаммедов Я.Д. Экономическое значение вскрытия продуктивного пласта на репрессии	441
Гельдымурадов А.Г., Бердимуратова О. Обоснование строительства ПХГ в Туркменистане.....	443

4. Уголь активированный кокосовый для сорбционных фильтров воды // Мембранная техника. URL: <https://www.membrannaya-tehnika-spb.ru/> (дата обращения: 15.10.2021).
5. Сорбент МЕГАСОРБ // PROECOLOGY. URL: <https://proecology.ru/ru/products/sorbents/sorbent-megasorb> (дата обращения: 15.10.2021).
6. Фильтровальный материал марки ОДМ-2Ф для водоподготовки и водоотведения // ОКПУРгрупп фильтровальные материалы и сорбенты. URL: <https://okpur-aqua.com/odm2f/> (дата обращения: 15.10.2021).
7. Сорбент для фильтров С-ВЕРАД ® // NEFT PRODUCT. RU. URL: <https://www.neft-product.ru/trade/-3525> (дата обращения: 15.10.2021).
8. Сорбент АС (0,7 - 1,4) для фильтров обезжелезивателей // Гидросити Интернет-магазин водной техники. URL: https://gidrositi.ru/catalog/napolniteli/sorbent_as_0_7_1_4/ (дата обращения: 15.10.2021).
9. Электронный ресурс: Сорбенты серии «ПироСорб» от производителя. Ликвидация разливов нефтепродуктов, очистка жидких и газовых сред от широкого спектра примесей. // ЭКОВТОРРЕСУРС. URL: <http://pigo-sorb.com/application/uploads/sorbent.pdf> (дата обращения: 15.10.2021).
10. Эффективные способы реагентной и адсорбционной очистки воды на ТЭС от органических примесей. Б.М. Ларин, д-р техн. наук, А.И. Пирогов, д-р хим. наук, А.А. Гришин, инж. /Повышение эффективности работы энергосистем: Тр. ИГЭУ. Вып. 6 / Под ред. В.А. Шуина, М.Ш. Мисриханова, А.В. Мошкарина. – М.: Энергоатомиздат, 2003. — 560 с. С. 109-114.

Научный руководитель: Н.А. Еремина, к.т.н., доцент ИГЭУ.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ СВЕРХЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ МИРА

С.С. Рахматуллин

Казанский государственный энергетический университет

Ряд исследователей определяют сверхзагрязняющие электростанции с помощью показателей интенсивности (загрязняющие вещества на единицу продукции или мощности) [1], что является довольно простым, но в то же время, проблемным способом сравнения, требующим детального рассмотрения и изучения, поэтому в данной работе фокус исследования смещается в другую, более наглядную область – на непосредственный анализ общих выбросов CO₂, поскольку реализация путей сокращения последних напрямую связана с возможностью сдерживания мирового глобального потепления, активно обсуждающегося сегодня в мировом научном сообществе [2-7].

По данным «Межправительственной группы экспертов по изменению климата» (IPCC) для сдерживания роста глобального потепления необходимо ограничить мировые выбросы CO₂ на уровне не более 1000 Гт, что подразумевает

серьезное сокращение текущего уровня эмиссии – от 41% до 72% к 2050 году [8]. По данной причине в этой работе используется понятие сверхзагрязняющих электростанций с точки зрения абсолютного объема экологически вредных веществ, которые они выбрасывают.

На рис. 1 показано расположение действующих сверхзагрязняющих электростанций в мире, работающих на ископаемом топливе, а также сравнение их выбросов углекислого газа в 2018 году [9]. Карты на рисунке наглядно представляют тот факт, что наиболее загрязняющими планету электростанциями являются угольные электростанции США, Европы, Индии и Восточной Азии [10]. Как можно заметить, предприятия США с самым высоким уровнем выбросов работали на угле и располагались в восточной половине страны, однако, несмотря на то что энергетический сектор экономики США – один из крупнейших на глобальном рынке, ни одна из десяти электростанций мира с наихудшими экологическими показателями (пиковые отметки на карте) географически не сосредоточена в пределах границ этого государства. Два из в высшей степени экологически опасных предприятия расположены в Европе, два – в Индии, шесть – в Восточной Азии, причем три из них находятся в южной части Корейского полуострова и по одному – в Японии, Тайване и северном Китае.

В табл. 1 приведены данные об упомянутых десяти электростанциях, сильнее всего загрязнивших окружающую среду в 2018 году, а в табл. 2 также аналогичная информация касательной десяти экологически вреднейших электростанций 2009 года. Из таблицы видно, что пять предприятий из «десятки 2009 года» сохранили свои показатели в рассматриваемом контексте и вошли в «десятку 2018 года», однако некоторые из них изменили свои позиции в рейтинге. Так, польская электростанция в Белхатуве вытеснила тайваньскую из Тайчжуна, как самую загрязняющую, на пятое место. Для лучшего представления масштабов углеродного загрязнения этих двух электростанций, следует сообщить тот факт, что каждая из последних выбрасывает в год в атмосферу планеты больше углекислого газа, чем вся Швейцария, вместе взятая [9].

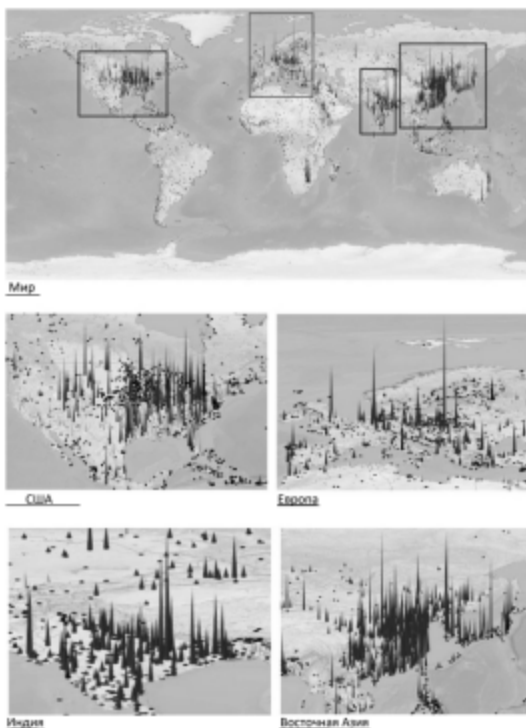


Рис. 1. Карты выбросов CO₂ электростанциями на ископаемом топливе

Таблица 1. Десять экологически вреднейших электростанций в 2018 году

Рейтинг	Название	Страна	Выбросы CO ₂ , Мт	Топливо	Возраст, лет	Мощность, МВт	Относительная интенсивность
1	Belchatow	Польша	37,6	Уголь	27	5298	1.756
2	Vindhyachal	Индия	33,9	Уголь	14	4760	1.485
3	Dangjin	Южная Корея	33,5	Уголь	10	6115	1.473
4	Taan	Южная Корея	31,4	Уголь	12	6100	1.481

5	Taichung	Тайвань	29,9	Уголь	22	5834	1.282
6	Tuoketuo	Китай	29,5	Уголь	10	6720	1.450
7	Niederaussem	Германия	27,2	Уголь	38	3826	1.451
8	Sasan Umpu	Индия	27,1	Уголь	3	3960	1.401
9	Yonghungdo	Южная Корея	27	Уголь	9	5080	1.481
10	Hekinan	Япония	26,6	Уголь	21	4100	1.394

Таблица 2. Десять экологически вреднейших электростанций в 2009 году

Рейтинг	Название	Страна	Выбросы CO ₂ , Мт	Топливо	Возраст, лет	Мощность, МВт	Относительная интенсивность
1	Taichung	Тайвань	36,3	Уголь	13	5834	1.172
2	Poryong	Южная Корея	32,8	Уголь	13	5954	1.149
3	Taeon	Южная Корея	30,4	Уголь	3	4100	1.310
4	Belchatow	Польша	29,5	Уголь	18	4340	1.448
5	Dangjin	Южная Корея	29,1	Уголь	2	4075	1.244
6	Hadong	Южная Корея	28,7	Уголь	7	4000	1.259
7	Niederaussem	Германия	26,3	Уголь	29	3826	1.186
8	Mailiao Fp	Тайвань	25,3	Уголь	8	4200	1.074
9	Vindhyachal	Индия	24,8	Уголь	5	3260	1.207
10	Kendal	ЮАР	24,7	Уголь	18	4374	1.335

Важно отметить, что, как правило, интенсивность выбросов (выбросы на единицу произведенной электроэнергии) десяти худших электростанций каждый год превышает интенсивность выбросов других электростанций, работающих на ископаемом топливе, в соответствующих странах. В частности, в 2018 году вреднейшие электростанции выбрасывали в атмосферу на 28%-76% больше углерода, чем их аналоги в регионе. Это указывает на то, что высокие уровни выбросов десяти крупнейших загрязнителей обусловлены не столько их большей производительностью, сколько менее эффективным сжиганием исходного топлива и/или использованием в качестве последнего более углеродоемких материалов [9].

Вопрос касательно того, почему данные неэффективные установки используются сегодня столь интенсивно открыт и может служить основой для дальнейшего изучения последующим исследователям экологических проблем энергетики.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Tong D. et al. Targeted emission reductions from global super-polluting power plant units // *Nature Sustainability*. - 2018.- N 1.- С. 59-68.
2. Kuhlmann G. et al. Quantifying CO₂ emissions of power plants with the CO₂M mission // *EGU General Assembly Conference Abstracts*. - 2021.- N 2.- С. 3260.
3. Khayyam U. et al. Energy production and CO₂ emissions: The case of coal fired power plants under China Pakistan economic corridor // *Journal of Cleaner Production*. - 2021.- N 1.- С. 124974.
4. Jiang K. et al. Achieving zero/negative-emissions coal-fired power plants using amine-based postcombustion CO₂ capture technology and biomass co-combustion // *Environmental science & technology*. - 2020.- N 4.- С. 2429-2438.
5. Naumann G. et al. Global warming and human impacts of heat and cold extremes in the EU // *JRC PESETA IV Project-Task*. - 2020.- N 1.- С. 1-30.
6. Agnihotri N., Sharma T., Dassani S. India's strategies to tackle global warming and climate change // *Wutan Huatan Jisuan Jishu*. - 2020.- N 11.- С.1-10.
7. O'Grady C. Time grows short to curb warming, report warns // *Science*. - 2021.- N. 1.- С. 723-724.
8. Somanathan E. et al. National and sub-national policies and institutions Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change // *Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. - Cambridge: Cambridge University Press, 2014.- С. 1-66.
9. Grant D., Zelinka D., Mitova S. Reducing CO₂ emissions by targeting the world's hyper-polluting power plants // *Environmental Research Letters*. - 2021.- N 9.- С. 094022.
10. Oberschelp C. et al. Global emission hotspots of coal power generation // *Nature Sustainability*. - 2019.- N 2.- С. 113-121.

Научный руководитель: Р.Н. Мухаметжанов, к.т.н., доцент КГЭУ.

ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.Д. Рыздзевская, В.В. Пирогова
Белорусский национальный технический университет

За последнее время глобальное потепление стало больше, чем угрозой, и требует немедленного вмешательства. Сегодня компании и организации, а также

*Бутаковские чтения/Анализ экологического влияния сверхзагрязняющих электростанций мира/
Рахматуллин С.С./Томск: 2021, стр.: 392-396.*