

и другие.

Эффективность использования источников энергии будет оцениваться исходя из соотношения количества получаемой энергии, затрат на обслуживание и воздействия на окружающую среду.

Модель должна выдавать характеристики производительности для каждой из электростанций исходя из введенных вышеописанных параметров региона и локации станции.

Выводы

Каждый из выбранных источников энергии обладает своими плюсами и минусами. Были определены показатели для составления модели эффективности использования источников энергии, а также показатели эффективности источников.

Литература

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009 – 294 с.
2. Energy Sources and Systems Analysis. 40 South Lincoln Redevelopment District. [Электронный ресурс] // National renewable energy laboratory – Режим доступа: <http://www.nrel.gov/docs/fy11osti/52243.pdf>

ЭКОМИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТВЕРДОЙ ФАЗЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ОКРЕСТНОСТЯХ УГОЛЬНОЙ ТЭЦ

Е.А. Мельникович

Научный руководитель доцент Таловская А.В.

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия**

Степень загрязнения атмосферного воздуха в городах в основном зависит от деятельности предприятий ТЭК [7]. В России наблюдается тенденция повышения расхода угля на электростанциях за счет сокращения доли газа. При этом проблемы загрязнения окружающей среды и здоровья населения обостряются. Суммирование влияния веществ от выбросов промышленности, ТЭК, а также от транспорта приводят к загрязнению окружающей среде и рискам для здоровья населения. Специфика загрязнения атмосферного воздуха напрямую влияет на структуру заболеваемости проживающего на данной территории населения. Выбросы теплоэнергетики вызывают в большей степени заболевания дыхательных путей [9]. Для индикации выбросов угольной теплоэнергетики в окружающей среде многие исследователи используют снежный покров [1, 10-11]. При этом основное внимание уделяется изучению химического состава снежного покрова, изредка изучают минерально-фазовый состав твердой фазы снега, которая представляет собой пылевые частицы, осевшие из атмосферы [11-12]. Изучение минерально-фазового состава позволяет определить твердофазные выпадения техногенного и природного происхождения, а также определить источники данных выпадений [11-12].

Целью данной работы является исследование минерально-фазового состава твердой фазы снежного покрова в окрестностях угольной ТЭЦ. Объектом исследования является ТЭЦ г. Северска, поскольку данный промышленный объект оказывает негативное воздействие на окружающую среду [3].

В феврале 2014 г. был проведен отбор проб снежного покрова в окрестностях «ОАО Северские теплосистемы» (ТЭЦ г. Северска) (отбор и подготовка проб - бакалавр ТПУ Монасыров И.И.) Всего было отобрано 7 проб снега. Работы по отбору и подготовке снеговых проб выполнялись с учетом методических рекомендаций, приводимых в работах [1, 2, 6, 8, 11, 12]. Согласно [8] перенос загрязнений фиксируется на расстоянии от 10 до 40 эффективных высот труб промышленных предприятий, основной перенос загрязнений осуществляется согласно главенствующему направлению ветра. Поэтому при планировании точек отбора учитывали эти рекомендации. Высота трубы ТЭЦ г. Северска составляет 125 м, главенствующее направление ветра - юго-западное. Пробы отбирались в северо-восточном и юго-западном направлениях. Расстояние от трубы до точек отбора снега в северо-восточном направлении составляло 0,5; 1,66; 2,31; 2,91 км. После отбора и подготовки проб проводился расчет пылевой нагрузки согласно работам [2, 6]. Определение гранулометрического состава проб, отобранных в северо-восточном направлении на расстоянии 0,5; 1,66; 2,91 км, автор проводила через сита размерностью 0,25-0,5; 0,125-0,25; 0,1-0,125; 0,04-0,1 и менее 0,04 мм. Вес каждой пробы составил 1 г. По итогам просеивания определяли процентное содержание каждой фракции в пробах. Исследование минерально-фазового состава этих проб проводили с помощью рентгеновской дифрактометрии на дифрактометре Bruker Phaser D2. Для анализа использовали навеску массой 1 г. Результаты интерпретировались в программе Diffac.eva с использованием базы дифрактограмм минералов PDF2. Определение минеральных и техногенных частиц в пробе, отобранной на расстоянии 1,6 км, осуществляли с помощью сканирующего электронного микроскопа S-3400N фирмы Hitachi с приставкой для микроанализа Bruker. Все исследования выполняли в учебно-научных лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» на базе кафедры ГЭГХ ТПУ при консультации ассистента Ильенко С.С., ассистента Зайченко А.П., аспиранта Усольцева Д.Г.

В результате исследования было определено, что пылевая нагрузка по мере удаления от трубы в северо-восточном направлении уменьшается (табл. 1). При этом величина пылевой нагрузки по мере удаления от трубы изменяется от максимального уровня загрязнения и чрезвычайно опасной экологической ситуации до очень высокого уровня и очень опасной ситуации в соответствии с градацией в работах [2, 4, 6].

Таблица 1

Пылевая нагрузка и фракционный состав проб твердой фазы снега в северо-восточном направлении от труб ТЭЦ г. Северска, 2014 г.

Фракция, мм	Расстояние от труб, км		
	0,5	1,66	2,91
	Содержание, в %		
0,25-0,5	4,7	0,8	0,5
0,125-0,25	17,0	8,6	5,0
0,1-0,125	6,1	8,4	5,1
0,04-0,1	36,5	59,5	70,6
<0,04	16,5	9,1	3,6
Пылевая нагрузка, мг/м ² *сут.	938	750	518

Примечание: <200 мг/м²*сут. – низкий уровень загрязнения и неопасная экологическая ситуация; 200-300 мг/м²*сут. – средний уровень загрязнения и умеренно опасная экологическая ситуация; 300-500 мг/м²*сут. – высокий уровень загрязнения и опасная экологическая ситуация; 500-800 мг/м²*сут. – очень высокий уровень загрязнения и очень опасная экологическая ситуация; > 800 мг/м²*сут. – максимальный уровень загрязнения и чрезвычайно опасная экологическая ситуация [2, 4, 6]. Фоновая величина пылевой нагрузки - 7 мг/м²*сут. [12]

Средняя величина пылевой нагрузки (735 мг/м²*сут.) в 7 раз превышает фоновое значение (7 мг/м²*сут [12]) и формирует очень высокий уровень загрязнения и очень опасную экологическую ситуацию по градации [2, 4, 6].

Установлена закономерность, что величина пылевой нагрузки по мере удаления от труб ТЭЦ изменяется за счет изменения процентного соотношения фракций, полученных с помощью гранулометрического анализа проб (табл.1). Наиболее крупные фракции 0,25-0,5 и 0,125-0,25 мм в пробах уменьшаются по мере удаления. Содержание фракции 0,04-0,1 мм с увеличением расстояния возрастает. Процентное содержание фракции менее 0,04 мм на расстоянии 2,91 км от трубы снижается. Преобладающей фракцией во всех пробах является фракция размером 0,04-0,1 мм, т.е. одна из наиболее мелких фракций. С увеличением расстояния (от 0,5 до 2,91 км) количество данной фракции увеличивается, поскольку это легкие частицы, которые переносятся ветром на более дальние расстояния. Также на это влияет высота трубы ТЭЦ, так как с увеличением высоты трубы, увеличивается дальность переноса более мелкой фракции.

Результаты рентгеновской дифрактометрии показали, что пробы твердой фазы снега из окрестностей ТЭЦ г. Северска состоят из минеральной и аморфной фаз. Пылевая нагрузка связана с содержанием минеральной и аморфной фазы в пробах, содержание которых находится в близких пропорциях (табл. 2.). Но в тоже время, содержание отдельных минеральных фаз изменяется не равномерно по мере удаления. В целом кварц и муллит вносят свой вклад в формирование высокой пылевой нагрузки во всех изученных пробах. В пробе, отобранной на расстоянии 0,5 км, пылевая нагрузка формируется также за счет содержания силлиманита (36,7%). На расстоянии 1,66 км обнаружен гисмондин (68,5%). На расстоянии 2,91 км в пробе обнаружено 17,1% нитронатрита.

Таблица 2

Пылевая нагрузка, процентное содержание минеральной и аморфной фазы в пробах твердой фазы снега в северо-восточном направлении от труб ТЭЦ г. Северска, 2014 г. (данные рентгеновской дифрактометрии)

Содержание, %	Расстояние от труб, км		
	0,5	1,66	2,91
Аморфная фаза	55,1	51,3	46,9
Минеральная фаза:	44,9	48,7	53,1
Муллит	29,7	17,4	45,4
Кварца	33,6	14,5	37,6
Силлиманит	36,7	н.о.	н.о.
Гисмондин	н.о.	68,5	н.о.
Нитронатрита	н.о.	н.о.	17,1
Пылевая нагрузка, мг/м ² *сут.	938	750	518

Примечание: н.о. - не обнаружено.

Содержание кварца и муллита в пробах на расстоянии 1,66 км от трубы резко уменьшается, затем с увеличением расстояния (2,91 км) содержание данных минералов резко возрастает (табл.2). Резкое увеличение содержания кварца и муллита возможно связано с дополнительными факторами, влияющими на минеральный состав. Такими факторами могут быть пыление находящегося на территории ТЭЦ золошлакохранилища. Сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ во главе с профессором Арбузовым С.И. проводились исследования данного золошлакохранилища, которые показали наличие в нем различных по типу и размерам сферул [неопубликованные данные, отчетные материалы по госзаказу]. Муллит входит в состав

алюмосиликатных сферул, образующихся в результате сжигания угля и содержащиеся в золе уноса угольных ТЭЦ [5]. Это подтверждается нашими результатами изучения проб твердой фазы на электронном сканирующем микроскопе. По данным электронной микроскопии, состав пробы, отобранной на расстоянии 1,66 км, представлен минеральными и техногенными частицами. Сферические техногенные образования, т.е. микросферулы, состоят из Са, Ti, Fe, Ba, Ca. Определены микросферулы, относящиеся к крупным (размером от 2,5 до 10 мкм) и мелким (размером менее 2,5 мкм) частицам согласно классификации [13]. В пробе обнаружено значительное количество оксидных минеральных форм, таких как оксиды Zn, Fe, Ca размером от 0,5 до 10 мкм, вероятно образующиеся во время сжигания угля и поступающие с выбросами в атмосферный воздух. Мелкие частицы способны проникать при дыхании в легкие и достигать альвеол, вызывая респираторные заболевания [13]. Хроническое поступление вызывает накопление частиц с металлами в легочной ткани. Крупные частицы в основном влияют на развитие респираторных заболеваний [13].

В результате исследования было выявлено, что в северо-восточном направлении от ТЭЦ г. Северска сформирован очень высокий уровень загрязнения и опасная экологическая ситуация. Выбрасываемые твердые частицы содержат минеральные и техногенные фазы различного размера, способные оказывать негативное воздействие на респираторные органы человека. В связи с этим рекомендуется установка дополнительного пылеулавливающего оборудования для снижения количества выбросов в атмосферный воздух.

Литература

1. Бортникова С.Б., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю. и др. Методы анализа данных загрязнения снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий (на примере г.Новосибирска) // Геоэкология, 2009. — №6. — С. 515-525.
2. Сает Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды / Москва, 1990. — 335 с.
3. Годовой отчет ТВЭЛ за 2015 г.[Электронный ресурс]. — Электрон. Текстовые дан. — Москва, 2015. — Режим доступа: http://www.tvel2015.ru/ru/section_0_0/ , свободный.
4. Касимов Н.С, Кошелева Н.Е., Власов Д.В. и др. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы // Вестник Московского университета, 2012. — №4. — С. 14-24.
5. Кизильштейн Л.Я. Экогеохимия элементов-примесей в углях. — Ростов-на-Дону: Изд-во Северо-Кавказский научный центр высшей школы, 2002. — 295 с.
6. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. — М.: Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии Редких элементов, 1982. —112 с.
7. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. — Москва, 2010. — №4. — С.87-99.
8. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932-83. — М.: Госкомгидромет, 1991. — 693 с.
9. Селюнина С.В., Петров Б.А., Цапок П.И. Заболеваемость населения, проживающего в зонах влияния атмосферных выбросов городских предприятий теплоэнергетики // Вятский медицинский вестник, 2005. — №2. — С. 64-67.
- 10.Таловская А.В., Язиков Е.Г., Шахова Т.С. и др. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снежного покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета, 2016. — №10. — С.116-130.
- 11.Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. и др. Минералогия пылевых аэрозолей в зоне воздействия промышленных предприятий г.Томска // Фундаментальные исследования, 2013. — №8(3). — С. 760-765.
- 12.Язиков Е.Г., Голева Р.В., Рихванов Л.П. и др. Минеральный состав пылеаэрозольных выпадений снежного покрова Томской агропромышленной агломерации // Записки Всероссийского минералогического общества. — 2004. — №5. — С.69-78.
- 13.Pope C.A., Dockery D.W. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect // Journal of the Air & Waste Management Association. — 2006, Vol. 56 (6). — P. 709 — 742.