

Оценка выбросов поллютантов в атмосферный воздух при сжигании порубочных остатков на лесосеках санитарных рубок

А. Н. Жидков – Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, зам. зав. отделом, кандидат биологических наук, andrey.zhidkov@hotmail.com,

Л. Л. Коженков – Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, зав. отделом, кандидат сельскохозяйственных наук

А. А. Мартынюк – Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, директор, доктор сельскохозяйственных наук

Приводится пример расчёта выбросов загрязняющих атмосферу веществ (поллютантов) при сжигании порубочных остатков. Для расчёта использована унифицированная программа в соответствии с Методикой расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86).

Ключевые слова: источники загрязнения, сжигание порубочных остатков, неорганизованные выбросы поллютантов, нормативы допустимых выбросов, расчёт загрязнения атмосферы

Технологии проведения санитарных рубок в России предусматривают сжигание порубочных остатков на лесосеках, что зачастую (особенно в Подмосковье) вызывает обеспокоенность граждан из-за возможного токсичного влияния дыма от кострищ на здоровье жителей ближайших населенных пунктов (lenta.ru/news/2014/11/21/badair). В связи с этим оценка объемов и состава выбросов, загрязняющих атмосферу, приобретает особую актуальность.

Вопросы охраны атмосферного воздуха регулируются федеральными законами от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1] и от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [2]. Порядок учёта выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух определен постановлением Правительства Российской Федерации от 21.04.2000 № 373 [3].

Информационной основой учёта выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются базы данных их инвентаризации, которая проводится на всех предприятиях Российской Федерации по ежегодной статистической форме № 2-ТП (воздух). Заполнение форм № 2-ТП (воздух) осуществляется в соответствии с приказом Федеральной службы государственной статистики (подведомственной Министерству экономического развития Российской Федерации) от 17.09.2010 № 319 [4]. Согласно постановлениям Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 № 400 и от 30.07.2010 № 717 обработка и обобщение базы данных инвентаризации в настоящее время входит в сферу компетенции Федеральной службы в сфере природопользования (Росприроднадзор) [5, 6].

Данные ежегодной статистической отчетности позволяют получать достоверную информацию об объёмах выбросов промышленности для отдельных административных территорий – городов, муниципальных районов и областей Российской Федерации. На основе этих данных можно рассчитывать важные показатели, которые характеризуют плотность загрязнения поллютантами на единицу площади территории (т на 1 км², кг на 1 га) или долю выбросов на единицу

численности населения (т на 1 млн жителей; кг на 1 тыс. жителей).

Зачастую в экологической практике при оценке воздействия промышленных объектов на окружающую среду или проведении экологических экспертиз, в том числе и для лесных насаждений, требуется указать количественные закономерности распространения загрязняющих веществ вокруг отдельного источника выбросов или их группы [7]. В нашем случае задача заключалась в оценке возможного загрязнения окружающей среды выбросами при сжигании порубочных остатков на лесосеках.

При такого рода расчетах важнейшее значение имеют параметры источников выбросов загрязняющих веществ. Источники выбросов принято делить на стационарные и подвижные, к последним относятся транспортные средства. В свою очередь, стационарные источники выбросов подразделяются на организованные и неорганизованные. Основным признаком организованного источника служит наличие фиксированного устья, т. е. какой-либо части конструкции, которая ограничивает попадание загрязняющих веществ в окружающую среду. Конкретными примерами организованных источников являются заводские дымовые трубы, сточные трубы для сброса вод, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и т. п. Неорганизованный источник выбросов не имеет фиксированного устья или других ограничивающих деталей конструкции и выбрасывает в атмосферу вещества в составе ненаправленных потоков дымогазовой смеси. Сжигание порубочных остатков на лесосеке является примером неорганизованного источника выбросов поллютантов в атмосферный воздух.

Если в объеме загрязняющих атмосферу веществ преобладает газовая составляющая, то облако загрязнителей воздуха остается невидимым. Твердые частицы, входящие в состав дымового аэрозоля – дисперсионной системы, состоящей из твердых или жидких веществ, взвешенных в газовой среде, делают его видимым, особенно при образовании смоговых явлений.

Обычно объем выбросов загрязняющих веществ и их концентрацию в атмосферном возду-

хе определяют инструментальными методами. Так, информация Мосэкомониторинга об уровне загрязнения атмосферного воздуха поступает в автоматическом режиме с 30-ти автоматических станций контроля загрязнения атмосферы (<http://www.mosecom.ru/air/air-today>).

Кроме того, величины концентраций загрязняющих веществ могут быть определены расчетным путем с использованием унифицированных методик [8] и программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА). Расчёты базируются на характеристике сжигаемого (перерабатываемого) сырья (например, зольность углей, содержание в них серы и т. п.). Кроме того, учитываются параметры, которые влияют на рассеивание веществ в атмосфере: высота источника выбросов, температура выбросов, значения средних температур наружного воздуха в месяце, для которого проводится расчёт (определяется по СНиП 2.01.01-82). Большое влияние на рассеивание вредных примесей оказывает вертикальное распределение температур в атмосфере, которое определяется с помощью коэффициента температурной стратификации атмосферы (значение коэффициента выбирают в соответствии с ОНД-86). При расчетах также учитывают направление и скорость ветра.

Выбрасываемые в атмосферный воздух вещества отличаются по дисперсному составу, что сказывается на их рассеивании в атмосфере. Например, плохо очищенная смесь взвешенных веществ осядет ближе к источнику выброса, нежели газообразное вещество. Значения приземных концентраций этих веществ также распределяются по-разному. Для учета этого эффекта в методику введен коэффициент оседания вещества (F-коэффициент), который характеризует его агрегатное состояние и степень очистки выбросов мелкодисперсных аэрозолей. Для газообразных веществ $F = 1$, для мелкодисперсных аэрозолей он зависит от степени очистки и может принимать значения от 2,0 до 3,0.

Химический состав древесины обуславливает процесс горения. Поскольку древесина состоит из целлюлозы, лигнина и гемицеллюлозы, к характерным веществам, которые сопутствуют горению древесины, относятся оксид углерода и

взвешенные частицы аэрозоля, представляющие собой частицы летучей золы различной крупности (размером менее 2,5 мкм и 10 мкм: $PM_{2,5}$ и PM_{10}). Так как в составе целлюлозы (основном компоненте древесины) нет атомов азота и серы, можно сделать обоснованный вывод, что при горении порубочных остатков не будут создаваться опасные для здоровья человека концентрации оксидов азота и диоксида серы, а уж тем более аммиака, озона, сероводорода, формальдегида, параксилола, стирола, метаксилола, углеводов и иных ксенобиотиков, образуемых при химическом синтезе. А ведь именно об этих веществах шла речь в средствах массовой информации Подмосковья осенью 2014 г. при возникновении смоговых явлений в ряде местностей области вследствие штилевой погоды и температурных инверсий, сопровождавшихся скачкообразным увеличением содержания атмосферных аэрозолей в приземном слое воздуха (<http://lenta.ru/news/2014/11/21/badair>).

Основными веществами, содержащимися в выбросах при сжигании порубочных остатков на лесосеках, которые создают визуальную видимость образованного дымового облака, являются частицы летучей золы.

Расчеты концентраций летучей золы на разном удалении от мест сжигания осуществлены по Методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, разработанной Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова [8]. Количество летучей золы рассчитывается по следующей формуле:

$$M = B \times A \times \chi \times (1 - \eta),$$

где:

M – количество летучей золы, т;

B – масса сжигаемой древесины, т;

A – зольность топлива (в данном случае древесины), %;

χ – доля летучей золы (аэрозоля), поступающего в атмосферу ($\chi = 0,005$);

η – доля аэрозоля, который улавливается в золоуловителях; в нашем случае $\eta = 0$.

Для расчета задымленности нами были приняты следующие условия: площадь участка очистки лесосеки в очаге повреждения насаждений короедом-типографом – 4 га (выбрано среднее значение); число кострищ на участке – 25 (принято максимальное значение); в каждом кострище сжигается 1 т порубочных остатков (принято максимальное значение) в течение 8 ч (рабочей смены).

Тип источника выбросов: неорганизованный, площадной. Зольность древесины зависит от древесной породы и места ее произрастания. Например, средняя зольность ксилемы сосны – 0,35 %, ели – 0,4 %, но зольность коры всегда выше этих значений, поэтому для котельных на дровах принимают усредненное значение зольности $A = 0,6 \%$.

В результате расчетов установлено, что при сжигании 1 кострища в атмосферу выбрасывается 0,025 т (таблица), а 25 кострищ – 0,625 т летучей золы.

том, что ее содержание в атмосфере становится неотличимым от фона уже на расстоянии 90–100 м от кострища.

Таким образом, наши расчёты не подтверждают отрицательного влияния сжигания порубочных остатков на уровень загрязнения атмосферного бассейна Подмосковья. Вместе с тем, до настоящего времени официальная методика определения выбросов загрязняющих веществ при сжигании (горении) порубочных остатков не разработана. А этот процесс характеризуется своими особенностями в образовании и распространении загрязняющих веществ. Особую актуальность такая методика приобретает при оценке воздействия лесных пожаров на качество атмосферного воздуха населенных пунктов, а также в условиях возникновения пожаров в лесах, загрязненных радионуклидами. В рамках научной тематики целесообразно провести соответствующие научные эксперименты в целях обос-

Результаты расчета выбросов летучей золы при сжигании порубочных остатков на лесосеке санитарных рубок

Условия расчета	Масса сжигаемой древесины, т	Зольность топлива, %	Количество летучей золы в выбросах, т
1 кострище	10	0,5	0,025
25 кострищ	250		0,625

Обработанные с помощью компьютерной программы данные о полях концентрации летучей золы при заданных параметрах неорганизованного источника выбросов свидетельствуют о

нования объемов выбросов отдельных поллютантов в зависимости от количества сгораемых порубочных остатков, а также для уточнения закономерностей их диффузии в лесной среде.

Список литературы

1. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (в ред. от 24.11.2014, с изм. от 29.12.2014).
2. Об охране атмосферного воздуха. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 22.08.2004 № 122-ФЗ, от 09.05.2005 № 45-ФЗ, от 31.12.2005 № 199-ФЗ, от 23.07.2008 № 160-ФЗ, от 30.12.2008 № 309-ФЗ, от 30.12.2008 № 313-ФЗ, от 27.12.2009 № 374-ФЗ, от 18.07.2011 № 242-ФЗ, от 19.07.2011 № 248-ФЗ, от 21.11.2011 № 331-ФЗ, от 25.06.2012 № 93-ФЗ).
3. Положение о государственном учёте вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников. Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 21.04.2000 № 373.
4. Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за сельским хозяйством и окружающей природной средой. Приказ

Федеральной службы государственной статистики от 17.09.2010 № 319 (в ред. приказов Росстата от 23.03.2011 № 76, от 29.07.2011 № 336, от 09.08.2012 № 441, от 01.04.2014 № 224, от 29.08.2014 № 540).

5. Положение о Федеральной службе по надзору в сфере природопользования. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07. 2004 № 400.

6. О внесении изменений в некоторые постановления Правительства Российской Федерации по вопросам полномочий Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.09.2010 № 717.

7. Берлянд, М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М. Е. Берлянд. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.

8. ОНД-86. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л. : Гидрометеиздат, 1987.

Referens

1. Ob oxrane okruzhayushhej sredy. Federal'nyj zakon ot 10.01.2002 № 7-FZ (v red. ot 24.11.2014, s izm. ot 29.12.2014).

2. Ob oxrane atmosfernogo vozduxa. Federal'nyj zakon ot 04.05.1999 № 96-FZ (v red. Federal'nyx zakonov ot 22. 08.2004 № 122-FZ, ot 09.05. 2005 № 45-FZ, ot 31.12.2005 № 199-FZ, ot 23.07. 2008 № 160-FZ, ot 30.12.2008 № 309-FZ, ot 30.12.2008 № 313-FZ, ot 27.12. 2009 № 374-FZ, ot 18.07.2011 № 242-FZ, ot 19.07.2011 № 248-FZ, ot 21.11. 2011 № 331-FZ, ot 25.06.2012 № 93-FZ).

3. Polozhenie o gosudarstvennom uchyste vrednyx vozdeystvij na atmosfernyj vozdux i ix istochnikov. Utverzhdeno postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federaczii ot 21.04.2000 № 373.

4. Ob utverzhdenii statisticheskogo instrumentariya dlya organizaczii federal'nogo statisticheskogo nablyudeniya za sel'skim xozyajstvom i okruzhayushhej prirodnoj sredoj. Prikaz Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki ot 17.09.2010 № 319 (v red. prikazov Rosstata ot 23.03.2011 № 76, ot 29.07.2011 № 336, ot 09.08.2012 № 441, ot 01.04.2014 № 224, ot 29.08.2014 № 540).

5. Polozhenie o Federal'noj sluzhbe po nadzoru v sfere priro-dopol'zovaniya. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federaczii ot 30.07. 2004 № 400.

6. O vnesenii izmenenij v nekotorye postanovleniya Pravitel'stva Rossijskoj Federaczii po voprosam polnomochij Ministerstva prirod-nyx resursov i ekologii Rossijskoj Federaczii, Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere priro-dopol'zovaniya i Federal'noj sluzhby po ekologicheskomu, texnologicheskomu i atomnomu nadzoru. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federaczii ot 13.09.2010 № 717.

7. Berlyand, M. E. Sovremennye problemy atmosfernoj diffuzii i zagryazneniya atmosfery / M. E. Berlyand. – L. : Gidrometeizdat, 1975. Str.

8. ОНД-86. Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.

Estimation of emissions of pollutants into the air from burning wood residues at logging sites

A. Zhidkov – Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Head department, Candidate of biological sciences, andrey.zhidkov@hotmail.com

L. Kozhenkov – Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Head department, Candidate of agricultural sciences

A. Martynyuk – Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, Director, Doctor of agricultural sciences

Technology of sanitary felling of forests in Russia include burning forest residues at logging sites, causing concern in the suburbs of citizens possible toxic effect of smoke from the hearths on the health of nearby settlements.

In practice, the environmental impact assessment of industrial plants on the environment or environmental assessments, including for forest plantations, need to describe quantitative regularities of pollutants around a single source of emissions, or their group.

The authors model the pollution emissions from the burning of forest residues at logging sites. These calculations are essential parameters of the sources of emissions.

The authors cite the example of the calculation of the estimated emissions of air pollutants on the example of the Moscow region with a unified program for calculating the air pollution in accordance with the Methodology for calculation of the concentration in the air of harmful substances in industrial emissions developed Main Geophysical Observatory and ascertain that the combustion of forest residues are not elevated concentrations of ammonia, ozone, hydrogen sulfide, formaldehyde, xylene, styrene, m-xylene, hydrocarbons and other xenobiotics, and carbon monoxide and suspended aerosol particles which are particles of fly ash different size smaller than 2.5 microns and 10 microns: $PM_{2.5}$ and PM_{10} .

Key words: sources of pollution; burning of forest residues; fugitive emissions of pollutants; norms of permissible emissions; calculation of air pollution