

ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ КОМПСТИРОВАНИИ

В.В. Миронов, И.П. Криволапов

*ФГБОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный
университет», г. Мичуринск*

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.И. Горшенин

Ключевые слова и фразы: аммиак; компстирование; концентрация; разложение белков; сероводород.

Аннотация: Экспериментально установлены количественные значения аммиака, сероводорода и кислорода при компстировании соломоновозной смеси, динамика изменения в зависимости от времени компстирования и глубины слоя.

В процессе компстирования соломоновозной смеси, происходящие в ней микробиологические процессы приводят к значительному повышению ее температуры до 65...70 °С, в результате этого содержащиеся в смеси компоненты органической и неорганической природы подвергаются разложению. При этом в окружающую среду выделяется значительное количество вредных веществ, среди которых наиболее опасными для человека являются аммиак и сероводород [1, 4].

Основными факторами, влияющими на процесс выделения веществ при хранении и компстировании соломоновозной смеси, являются [1]:

- состав и влажность компстируемой смеси (вид органического сырья и влагопоглощающего материала, используемые корма и способ содержания животных, степень уплотнения, соотношение углерода к азоту и т.д.);
- температура компстирования.

Определим концентрации аммиака и сероводорода, выделяющихся при компстировании смеси навоза крупного рогатого скота и соломы. Концентрация кислорода и температура определялись для оценки интенсивности микробиологических процессов.

Приборы и методы. Определение состава газовых выбросов осуществлялось следующим образом: в термоизолированную емкость с длиной сторон 1 м и высотой 1,6 м, расположенную на металлической сетке

Миронов Владимир Витальевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная механика и конструирование машин», e-mail: migonov.mgau@mail.ru; Криволапов Иван Павлович – аспирант кафедры «Прикладная механика и конструирование машин», e-mail: ivan87krivolapov@mail.ru, МичГАУ, г. Мичуринск.

с ячейкой 25 мм на высоте 0,3 м над уровнем пола засыпался 1 м³ смеси навоза крупного рогатого скота с пшеничной соломой, подвергшийся предварительному разогреву до температуры 45...50 °С в буртах. Влажность исходной смеси находилась в пределах 65...70 %.

Внутри смеси на глубине 0,25; 0,50 и 0,75 м устанавливались металлические емкости с газоотводными трубками для определения количественного состава аммиака и сероводорода в различных слоях смеси.

Определение состава газовых выбросов осуществлялось в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.014–84 [3].

Для осуществления анализа были использованы индикаторные трубки типа РЮАЖ.415522.505 ПС и модели ТИ-[ИК-К] КРМФ.415522.003 РЭ, а также насос пробоотборник НП-3М типа КРМФ.418311.002.

Сущность метода заключалась в изменении окраски индикаторного порошка в результате реакции с газом в анализируемом воздухе, протягиваемом через трубку. Измерение концентрации вредного вещества производилось по длине изменившего первоначальную окраску слоя индикаторного порошка в трубке или по его интенсивности [3].

Для измерения концентрации вредного вещества к воздухозаборному устройству последовательно присоединяли индикаторную и газоотводную трубки. Параллельно процессу определения концентрации газового выброса проводили определение температуры смеси (рис. 1).

Количество воздуха, протягиваемого через индикаторные трубки, устанавливалось в соответствии с нормативной документацией на данные трубки. Замеры осуществляли в трехкратной повторности.

Результаты исследования. Графические зависимости изменения концентрации аммиака от времени компостирования, температуры и глубины слоя представлены на рис. 2. Концентрация аммиака достигает наибольшего значения в глубинных слоях смеси на 4–5 сутки компостирования и составляет 96...98 мг/м³, что превышает уровень ПДК в пять раз, при этом температура смеси достигает максимальных значений и находится на

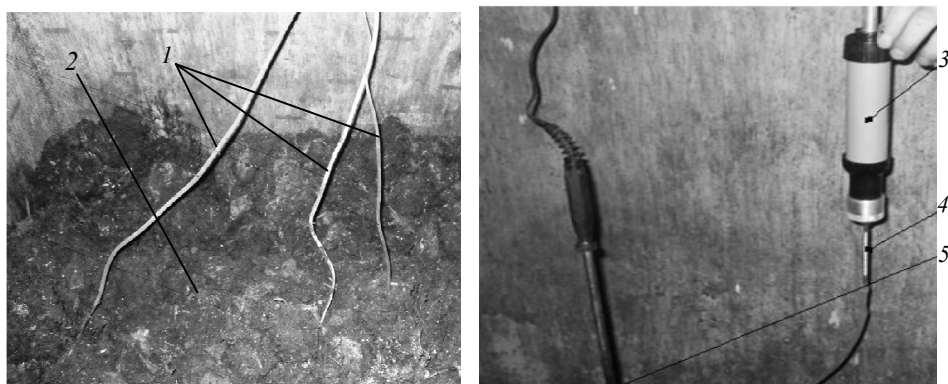


Рис. 1. Общий вид проведения исследований концентрации газовых выбросов при компостировании:

1 – газоотводные трубки; 2 – соломеннонавозная смесь;

3 – насос-пробоотборник; 4 – индикаторная трубка; 5 – термометр

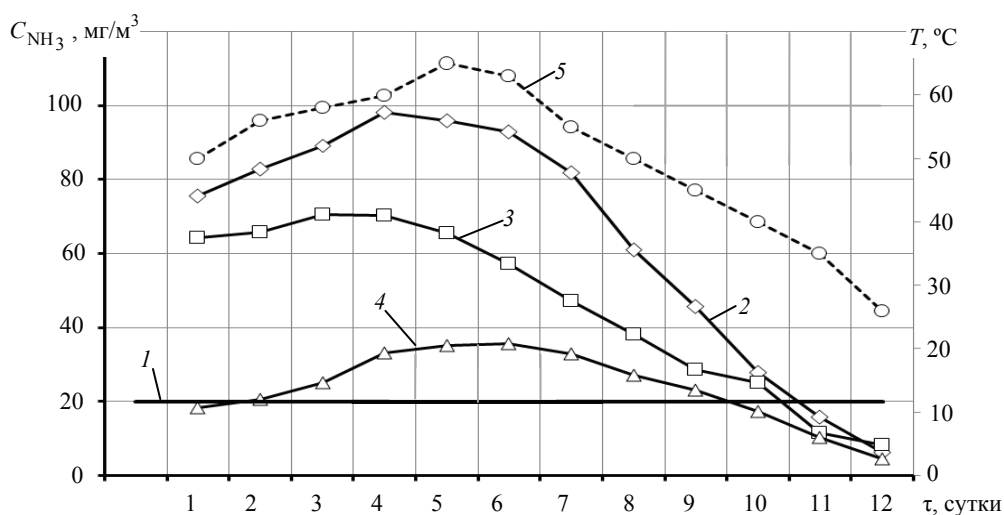
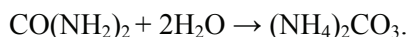


Рис. 2. Зависимость изменения концентрации аммиака от времени компостирования соломенно-навозной смеси, $W_{см} = 65...70\%$:
 1 – уровень ПДК; 2 – 0,75 м; 3 – 0,50 м; 4 – 0,25 м; 5 – температура смеси

уровне 60...65 °C. Это обусловлено тем, что содержащаяся в компостируемой смеси мочевины под влиянием микроорганизмов, обладающих ферментом уреазой, превращается в аммиак и углекислый газ [1, 4]



Это приводит к щелочной реакции pH, что позволяет микроорганизмам разлагать значительные количества мочевины до аммиака



При дальнейшем компостировании концентрация аммиака снижается и к концу эксперимента достигает значения 6...12 мг/м³.

Концентрация аммиака на глубине 0,50 м достигает максимума на четвертые сутки компостирования и составляет 70 мг/м³, в дальнейшем она также снижается и достигает уровня ПДК на 11 сутки эксперимента.

Концентрация аммиака на глубине 0,25 м достигает максимального значения на пяте-шестые сутки компостирования и соответственно составляет 33...35 мг/м³, в дальнейшем концентрация снижается и к концу эксперимента составляет 5...10 мг/м³.

Изменение концентрации сероводорода в зависимости от времени компостирования, температуры и глубины слоя представлено на рис. 3.

Концентрация сероводорода на глубине 0,75 м достигает максимального значения на четвертые сутки компостирования и составляет 17 мг/м³, при уровне ПДК 10 мг/м³ [2], такая высокая концентрация сероводорода обусловлена микробиологическим разложением сернистых соединений белков соломенно-навозной смеси микроорганизмами рода *Clostridium*, разлагающим серосодержащие аминокислоты (цистеин, цистин, серин) с выделением сероводорода, метилмеркаптана, диметилсульфоксида [1, 4].

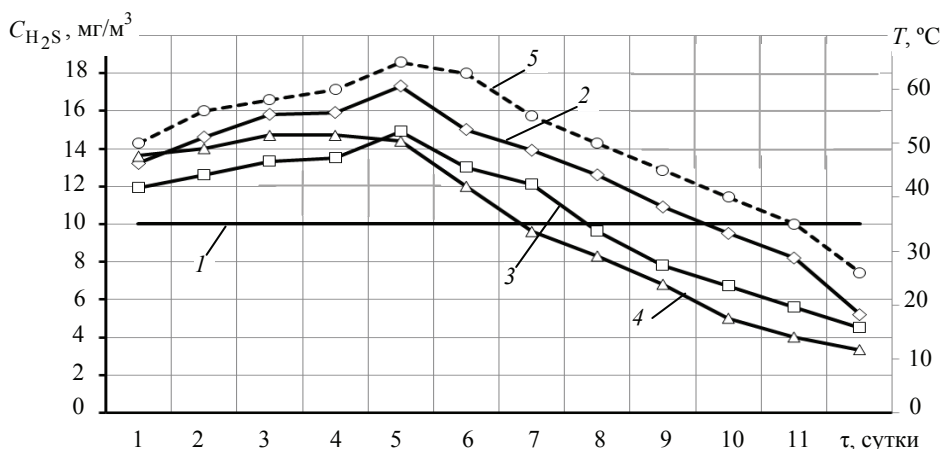


Рис. 3. Зависимость изменения концентрации сероводорода и температуры от времени компостирования соломенно-навозной смеси, $W_{см} = 65...70\%$:
 1 – уровень ПДК; 2 – 0,75 м; 3 – 0,50 м; 4 – 0,25 м; 5 – температура смеси

При дальнейшем компостировании концентрация сероводорода на глубине 0,75 м снижается и к концу эксперимента достигает значения 4...6 мг/м³.

Концентрация сероводорода на глубине 0,50 м достигает максимального значения на третьи-четвертые сутки компостирования и составляет 13...15 мг/м³, в дальнейшем она снижается и к концу эксперимента достигает уровня 4...5 мг/м³.

Концентрация сероводорода на глубине 0,25 м, достигает максимального значения 15 мг/м³ на четвертые сутки компостирования, в дальнейшем концентрация сероводорода в этом слое снижается и к концу процесса стабилизируется на уровне 3...4 мг/м³.

Изменение концентрации кислорода в зависимости от времени компостирования и глубины слоя представлено на рис. 4.

Концентрация кислорода на глубине 0,75 м достигает минимального значения на пятые сутки компостирования и соответственно составляет 7...8 % об., что соответствует максимальному повышению температуры смеси до 65...68 °C, это обусловлено тем, что кислород, поступающий в нижнюю часть экспериментальной установки, расходуется микроорганизмами для осуществления своей жизнедеятельности, что приводит к росту их количества и переходу процесса от мезофильной стадии в термофильную, при дальнейшем компостировании концентрация кислорода в этом слое повышается и к концу процесса стабилизируется на уровне 16...18 % об.

Концентрация кислорода на глубине 0,50 м, на пятые сутки компостирования находится на уровне 8...9 % об., что также обусловлено ростом микроорганизмов, расходующих кислород, в дальнейшем концентрация кислорода на глубине 0,50 м повышается и к концу эксперимента достигает уровня 18...20 % об. Концентрация кислорода на глубине 0,25 м в начальный период компостирования находится на уровне 15...16 % об. и достигает минимальных значений 13...14 % об. на пятые сутки эксперимента, в дальнейшем она повышается и к концу компостирования достигает значения 20 % об.

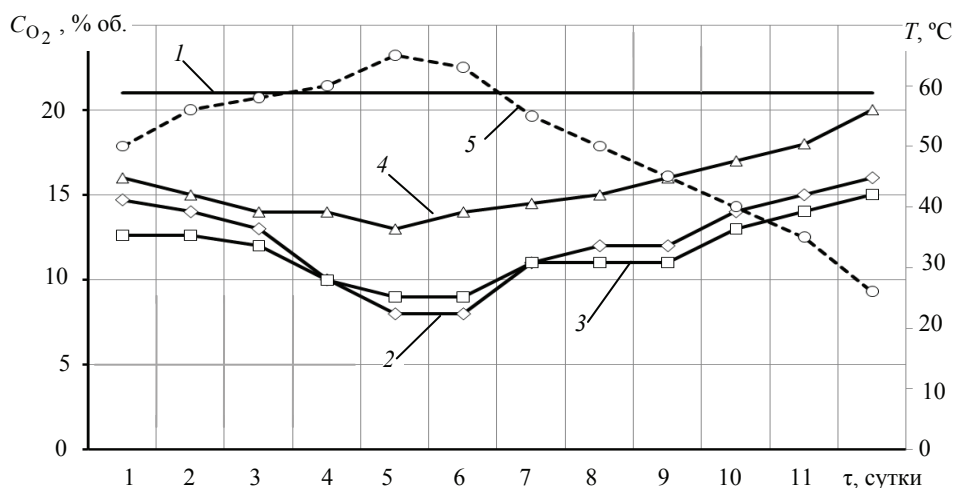


Рис. 4. Зависимость изменения концентрации кислорода и температуры от времени компостирования соломенно-навозной смеси, $W_{см} = 65...70\%$:
 1 – оптимум; 2 – 0,75 м; 3 – 0,50 м; 4 – 0,25 м; 5 – температура смеси

Выводы. Проведенное исследование состава газов на различных уровнях компостируемой соломенно-навозной смеси показало взаимосвязь выделения аммиака и сероводорода от температуры и стадии процесса компостирования, причем наиболее явно такая зависимость выражена в слое, расположенном на глубине 0,75 м, при повышении температуры компостирования концентрация сероводорода и аммиака в нем повышается до значений, превышающих предельно допустимый уровень в 1,7 и 5 раз соответственно, причем концентрация кислорода при этом снизилась до 7...8 % об., что объясняется ростом числа термофильных аэробных микроорганизмов, жизнедеятельность которых приводит к химическому разложению азото- и серосодержащих аминокислот белков.

Установлено, что развитие микроорганизмов способствует частично-му поглощению аммиака и сероводорода при их движении от глубинного слоя к поверхностному, что дает возможность использовать биологический метод фильтрации для очистки газового выброса.

Список литературы

1. Биотехнология переработки отходов животноводства и птицеводства в органическое удобрение / А.Ю. Винаров [и др.]. – М. : ФИПС, 1968. – 114 с.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М. : Интер СЭН, 2003. – 147 с.
3. ГОСТ 12.1.014–84. Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками. – Введ. 1986–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 7 с.

4. Мишустин, Е.Н. Термофильные микроорганизмы в природе и практике / Е.Н. Мишустин. – М.–Л. : АН СССР, 1950. – 361 с.

**Research into Composition of Gas Emissions
During Composting**

V.V. Mironov, I.P. Krivolapov

Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk

Key words and phrases: ammonia; composting; concentration; decomposition of proteins; hydrogen sulfide.

Abstract: The experiments have revealed the quantitative values of ammonia, hydrogen sulfide and oxygen in composting solomonavoznoy mix, the dynamics of change, depending on the time of composting, and the depth of the layer.

© В.В. Миронов, И.П. Криволапов, 2011