

**О внесении изменений и дополнения в приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63 "Об утверждении Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду"**

Приказ Министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 2 сентября 2024 года № 199. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 3 сентября 2024 года № 35022

      ПРИКАЗЫВАЮ:

      1. Внести в приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63 "Об утверждении Методики определения нормативов эмиссий в окружающую среду" (зарегистрирован в Реестре государственной регистрации нормативных правовых актов за № 22317) следующие изменения и дополнение:

      заголовок приказа изложить в следующей редакции:

      "Об утверждении Методик определения нормативов эмиссий в окружающую среду";

      пункт 1 изложить в следующей редакции:

      "1. Утвердить:

      1) Методику определения нормативов эмиссий в окружающую среду согласно приложения 1 к настоящему приказу;

      2) Методику расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов согласно приложения 1-1 к настоящему приказу.";

      правый верхний угол приложения изложить в следующей редакции:

|  |  |
| --- | --- |
|  | "Приложение 1 к приказу Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63"; |

      дополнить приложением 1-1 согласно приложению к настоящему приказу.

      2. Комитету экологического регулирования и контроля Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан в установленном законодательством порядке обеспечить:

      1) государственную регистрацию настоящего приказа в Министерстве юстиции Республики Казахстан;

      2) размещение настоящего приказа на интернет-ресурсе Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан после его официального опубликования;

      3) в течение десяти рабочих дней после государственной регистрации настоящего приказа в Министерстве юстиции Республики Казахстан представление в Департамент юридической службы Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан сведений об исполнении мероприятий, предусмотренных подпунктами 1) и 2) настоящего пункта.

      3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на курирующего вице-министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

      4. Настоящий приказ вводится в действие по истечении десяти календарных дней после дня его первого официального опубликования.

|  |  |
| --- | --- |
| *и.о. Министра экологии*  *и природных ресурсов*  *Республики Казахстан* | *Н. Шарбиев* |

      "СОГЛАСОВАНО"

Министерство здравоохранения

Республики Казахстан

      "СОГЛАСОВАНО"

Министерство финансов

Республики Казахстан

      "СОГЛАСОВАНО"

Министерство национальной экономики РК

      "СОГЛАСОВАНО"

Министерство энергетики

Республики Казахстан

|  |  |
| --- | --- |
|  | Приложение и.о. Министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 2 сентября 2024 года № 199 |
|  | Приложение 1-1 к приказу Министра экологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 10 марта 2021 года № 63 |

**Методика расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов**

**Глава 1. Общие положения**

      1. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов (далее – Методика) устанавливает порядок расчета параметров выбросов и валовых выбросов загрязняющих веществ от высотных факельных установок, распространяется на общие факельные установки, эксплуатируемые в соответствии с проектными нормами (с учетом работы дежурных горелок факельных установок).

      2. В настоящей Методике применяются следующие основные термины и определения, сокращения и аббревиатуры:

      1) M – мощность выброса загрязняющего вещества, грамм/секунды;

      2) Mi – мощность выброса i-гo загрязняющего вещества, грамм/секунды;

      3) ТГ – температура горения газовой смеси, °С (градусов Цельсия);

      4) V1 – расход выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси, кубические метры/секунды;

      5) Н – высота источника выброса загрязняющих веществ в атмосферу над уровнем земли, метры;

      6) W0 – средняя скорость поступления в атмосферу факельного газа из источника выброса, метры/секунды;

      7) Wист – скорость истечения сжигаемой смеси, метры/секунды;

      8) Wзв – скорость распространения звука в сжигаемой смеси, метры/секунды;

      9) Пi – валовый выброс i-гo загрязняющего вещества, тонн/год;

      10) F – коэффициент удельных выбросов загрязняющих веществ, килограмм/килокалорий;

      11) G – массовый расход факельного газа, килограмм/секунды;

      12) NHV – удельная теплота сгорания факельного газа, килокалорий/килограм;

      13) xi – содержание i-гo вещества в смеси, % (процентов) по объему (по результатам лабораторного анализа);

      14) NHVi – удельная теплота сгорания i-гo вещества в смеси, килокалорий/килограмм;

      15) r – плотность факельного газа, килограмм/кубические метры;

      16) d – диаметр выходного сопла факела, метры;

      17) n – полнота сгорания факельного газа;

      18) y1 и у2 – число атомов углерода и водорода в одной молекуле i-го вещества сжигаемой смеси, соответственно (например, для С2Н6 y1=2, у2=6);

      19) m – молярная масса сжигаемой факельного газа, килограм/киломоль;

      20) mi – молярная масса i-гo вещества в смеси, килограм/киломоль;

      21) wH2S – содержание сероводорода в факельном газе принимающиеся по данным лабораторного анализа, % (процент) по массе;

      22) wRSH – содержание меркаптанов в факельном газе принимающиеся по данным лабораторного анализа, % (процент) по массе;

      23) wS – содержание общей серы в факельном газе принимающиеся по данным лабораторного анализа, % (процент) по массе;

      24) Т0 – температура факельного газа, °С (градусов Цельсия);

      25) QH – низшая теплота сгорания факельного газа, килокалорий/ кубические метры;

      26) e – доля энергии, теряемая за счет излучения;

      27) спс – теплоемкость продуктов сгорания, килограмм/кубические метры· °С (градусов Цельсия);

      28) Vпс – объем газовоздушной смеси, полученный при сжигании 1 (одного) кубического метра факельного газа, кубические метры/ кубические метры;

      29) a – коэффициент избытка воздуха;

      30) V0 – стехиометрическое количество воздуха для сжигания 1 (одного) кубического метра факельного газа, кубические метры/ кубические метры;

      31) B – объемный расход факельного газа, кубические метры/секунды;

      32) Lф – длина факела, метры;

      33) hв – высота факельной установки от уровня земли, метры;

      34) Dф – диаметр факела, метры;

      35) Ar – приведенный критерий Архимеда;

      36) Lсх – стехиометрическая длина факела, метры;

      37) t – продолжительность работы факельной установки, час/год;

      38) k – показатель адиабаты;

      39)



– сумма выражения от i равного 1 до n, где i – это нижний предел суммы равный 1, n - верхний предел суммы, равный целому числу

      40) высотная факельная установка – техническое устройство для сжигания в атмосфере факельных газов, транспортируемых под давлением в зону горения по вертикальному факельному стволу высотой 4 (четыре) метра и более;

      41) газохимический комплекс – комплексное производственное сооружение по глубокой переработке многокомпонентных углеводородных газов с целью производства и полимеризации этилена, пропилена, бутилена, олефинов;

      42) объект газохимического комплекса – устройства, оборудования, строения, здания и сооружения, связанные в единый технологический процесс газохимического комплекса;

      43) установки газохимического комплекса – технологические агрегаты и оборудования, эксплуатируемые в составе газохимического комплекса;

      44) факельные газы – отходящие газы с технологических установок, которые поступают в общую факельную систему предприятия, в том числе и природный газ, используемый на нужды факела;

      45) факельные установки газохимического комплекса – установки, предназначенные для сброса и последующего сжигания углеводородов с целью обеспечения безопасности при проведении газохимических процессов.

      3. Настоящая Методика разработана для получения исходных данных для оценки влияния на качество атмосферного воздуха выбросов загрязняющих веществ от факельных установок сжигания углеводородных смесей, образующихся при эксплуатации объектов газохимического комплекса, а именно производства и полимеризации этилена, пропилена, бутилена, олефинов.

      4. Полученные по настоящей Методике результаты используются при:

      1) расчете загрязнения атмосферного воздуха выбросами факельных установок;

      2) установлении нормативов допустимых выбросов;

      3) инвентаризации выбросов загрязняющих веществ;

      4) оценке воздействия на состояние окружающей среды проектируемых факельных установок.

      5. Выделяемые в атмосферу от факельных установок загрязняющие вещества представляют собой газовоздушную смесь продуктов сгорания и несгоревших компонентов сжигаемого факельного газа. Качественная и количественная характеристика выбросов загрязняющих веществ определяется составом сжигаемой смеси, типом и параметрами факельной установки.

      6. Настоящая Методика предусматривает выполнение расчетов мощности выброса и валовых выбросов загрязняющего вещества для оценки максимальных значений приземных концентраций в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, выбрасываемых от факельных установок при эксплуатации объектов газохимического комплекса.

      Кроме того, расчеты таких параметров как температура выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси, расход выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси, высота источника выброса над уровнем земли, средняя скорость поступления в атмосферу газовоздушной смеси из источника выброса производятся по требованим норм настоящей Методики.

      7. Необходимые для выполнения расчетов экспериментальные данные получают с соблюдением требований Закона Республики Казахстан "Об обеспечении единства измерений" с применением аттестованных методик выполнения измерений и средств поверки измерений.

**Глава 2. Расчет параметров выбросов загрязняющих веществ**

      8. Мощность выброса М (грамм/секунды) углеводородов в пересчете на метан, оксида углерода, окислов азота и сажи от факельных установок сжигания углеводородных смесей, образующихся при эксплуатации объектов газохимического комплекса, а именно производства и полимеризации этилена, пропилена, бутилена, олефинов рассчитывается по формуле:

      M = 1000 \* F \* G \* NHV, где:

      F – коэффициент удельных выбросов загрязняющих веществ, килограмм/килокалорий;

      G – массовый расход факельного газа, килограмм/секунды;

      NHV – Удельная теплота сгорания факельного газа, килокалорий/килограмм.

      9. Коэффициент удельных выбросов загрязняющих веществ на единицу тепла сжигаемой смеси принимается по таблице согласно приложению 1 к настоящей Методике.

      10. Удельная теплота сгорания факельного газа определяется по формуле:



      xi – содержание i-гo вещества в смеси, % (процент) по объему (по результатам лабораторного анализа);

      NHVi – удельная теплота сгорания i-гo вещества в смеси, килокалорий/килограмм. Данная величина является справочной, значения приведены в таблице согласно приложению 4 к настоящей Методике.

      11. Массовый расход факельного газа принимается из материального баланса предприятия. При отсутствии показателя массовый расход сжигаемого факельного газа G (килограмм/секунды) рассчитывается по формуле:

      G = B \* r, где:

      B – объемный расход факельного газа, кубические метры/секунды;

      r – плотность факельного газа, килограмм/кубические метры.

      12. Плотность r и объемный расход B факельного газа, сжигаемого на высотных факельных установках, принимаются по результатам измерений либо по материальному балансу предприятия. В отсутствие данных объемный расход B факельного газа рассчитывается по формуле:

      B = 0,785 · Wист · d2, где:

      Wист – скорость истечения сжигаемого факельного газа, метры/секунды;

      d – диаметр выходного сопла факела, метры.

      13. Расчет скорости истечения сжигаемого факельного газа производится по формуле пункте 32 настоящей Методики.

      14. Для факельных газов, содержащих сернистые соединения наряду с мощностью выбросов загрязняющих веществ, рассчитываются мощность выбросов (грамм/секунды) общей серы S (MS), сероводорода H2S (MH2S) и меркаптанов RSH (MRSH) по следующим формулам:

      MS = 20 \* wS \* G \* n

      MH2S = 10 \* wH2S \* G \* (1 - n)

      MRSH = 10 \* wRSH \* G \*(1 – n), где:

      wS – содержание общей серы в факельном газе принимающиеся по данным лабораторного анализа, % (процент) по массе;

      wH2S – содержание сероводорода в факельном газе принимающиеся по данным лабораторного анализа, % (процент) по массе;

      wRSH – содержание меркаптанов в факельном газе принимающиеся по данным лабораторного анализа, % (процент) по массе;

      n – полнота сгорания факельного газа, установленная на основе экспериментальных исследований, составляет 0,9984 – для газовых и газоконденсатных смесей.

      15. Валовый выброс i-гo загрязняющего вещества Пi (тонн/год) от факельных установок сжигания факельного газа, образующихся при эксплуатации объектов газохимического комплекса, а именно производства и полимеризации этилена, пропилена, бутилена, олефинов, рассчитывается по формуле:

      Пi = 0,0036 \* t \* Mi,

      Mi – мощность выброса i–го загрязняющего вещества, грамм/секунды;

      t – продолжительность работы факельной установки, часы/год.

      16. Температура горения ТГ (°С (градусов Цельсия)) газовой смеси вычисляется по формуле:



      То – температура факельного газа, °С (градусов Цельсия);

      QH – низшая теплота сгорания факельного газа, килокалорий/кубические метры;

      е – доля энергии, теряемая за счет излучения;

      спс – теплоемкость продуктов сгорания, килограмм/кубические метры· °С (градусов Цельсия);

      Vпс – объем газовоздушной смеси, полученный при сжигании 1 кубического метра факельного газа, кубические метры/кубические метры.

      17. Температура факельного газа (Т0) определяется по результатам лабораторных измерений.

      18. Низшая теплота сгорания газовых смесей (QH) определяется по результатам лабораторных измерений или рассчитывается по эмпирической формуле для факельных газов:

      QH = 25,8xH2 + 30,2xCO + 85,6xCH4 + 152,3xC2H6 + 218,0xC3H8 +283,4xC4H10 + 348,9xC5H12 + 133,8xC2H2+ 141,1xC2H4 + 205,4xC3H6 + 271,1xC4H8 + 330,6xC5H10 + 335,3xC6H6 + 55,9xH2S , килокалорий/кубические метры, где:

      хi – содержание i-гo вещества в смеси, % (процент) по объему.

      19. Доля энергии е, теряемая за счет излучения, принимается для факельного газа по формуле:



      m – молярная масса сжигаемой смеси, килограмм/киломоль.

      20. Молярную массу сжигаемой смеси m (килограмм/киломоль) рассчитывают по формуле:



      xi – содержание i-гo вещества в смеси, % (процент) по объему (по результатам лабораторного анализа);

      mi – молярная масса i-гo вещества в смеси, килограмм/киломоль (справочная величина).

      21. Объем газовоздушной смеси, полученный при сжигании 1 (одного) кубического метра факельного газа Vпс (кубические метры/кубические метры), рассчитывается по формуле:

      Vпс = 1 + a \* V0, где:

      a – коэффициент избытка воздуха (принят равным 1);

      Vо – стехиометрическое количество воздуха для сжигания 1 (одного) кубического метра факельного газа, кубические метры/кубические метры.

      22. Параметр Vо вычисляется по формуле:



      xi – содержание i-гo вещества в смеси, % (процентов) по объему;

      y1 и y2 – число атомов углерода и водорода в одной молекуле i-го вещества сжигаемой смеси, соответственно (например, для С2Н6y1=2, у2=6).

      23. При теплоемкости газовоздушной смеси (продуктов сгорания) для газовой смеси спс =0,4 (килокалорий/кубические метры·°С (градусов Цельсия)) рассчитывается ориентировочное значение температуры горения факельного газа (ТГ). Используя данные из таблицы 1, уточняется величина теплоемкости газовоздушной смеси и рассчитывается окончательная величина ТГ.

**Таблица 1**

**Определение величины теплоемкости газовоздушной смеси**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура продуктов сгорания ТГ, °С (градусов Цельсия) | 600-800 | 800-1000 | 1000-1200 | 1200-1500 | 1500-1800 | 1800-2000 |
| Теплоемкость продуктов сгорания спс.: | | | | | | |
| килокалорий/(кубические метры°С (градусов Цельсия)) | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,4 |

      24. Расход выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси V1 (кубические метры/секунды) рассчитывается по формуле:



      B – объемный расход факельного газа, кубические метры/секунды;

      VПС – объем газовоздушной смеси, полученный при сжигании 1 (одного) кубического метра факельного газа, кубические метры/кубические метры;

      ТГ – температура горения газовоздушной смеси, °С (градусов Цельсия).

      25. Высота источника выброса H (метры) загрязняющих веществ в атмосферу от высотных факельных установок сжигания факельного газа рассчитывается по следующей формуле:

      H = Lф + hв, где:

      Lф – длина факела, метры;

      hв – высота факельной установки от уровня земли, метры.

      26. Высота источника выброса (Н) загрязняющих веществ в атмосферу от факельных установок сжигания природного газа, поступающего на дежурные горелки и факельный ствол высотной установки, при расчетах принимается равной высота факельной установки от уровня земли (hв).

      27. Высота факельной трубы (hв) принимается по проектным данным для эксплуатируемого объекта газохимического комплекса.

      28. Длина факела Lф (метры) для высотных факельных установок при (Wист/Wзв ≥ 0,2) рассчитывается по формуле:



      Ar – приведенный критерий Архимеда;

      Lсх/d – отношение стехиометрической длины факела к диаметру выходного сопла. Параметр (Lсх/d) устанавливается по номограмме, приведенной в приложении 2;

      d – диаметр выходного сопла факела, метры.

      29. Длина факела (Lф) для высотных факельных установок при (Wист/Wзв < 0,2) принимается равной 15d.

      30. Диаметр выходного сопла (d) трубы подачи, сжигаемой факельного газа, устанавливается по проектным данным факельной установки.

      31. Приведенный критерий Архимеда (Ar), учитывающий действие подъемной силы факела, вычисляется по выражению:



      r – плотность факельного газа, килограмм/кубические метры;

      Wист – скорость истечения сжигаемой факельного газа, метры/секунды;

      d – диаметр выходного сопла факела, метры.

      32. Скорость истечения сжигаемого факельного газа Wист (метры/секунды) рассчитывается по формуле:



      B – объемный расход факельного газа, кубические метры/секунды;

      d – диаметр выходного сопла факела, метры.

      33. Диаметр (d) выходного сопла принимается по проектным данным высотной факельной установки; объемный расход (B) сжигаемой смеси – по результатам измерений. При отсутствии данных об объемном расходе смеси, сжигаемой на высотных факельных установках, скорость истечения принимается:

      при постоянных сбросах

      Wист = 0,2 \* Wзв, метры/секунды

      при периодических и аварийных сбросах

      Wист = 0,5 \* Wзв, метры/секунды, где:

      Wзв – скорость звука в сжигаемой смеси, метры/секунды.

      34. Расчет скорости звука в сжигаемой смеси приведен в приложении 3.

      35. Средняя скорость поступления в атмосферу газовоздушной смеси Wo (метры/секунды) для высотных факельных установок рассчитывается как:



      V1 – расход выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси, кубические метры/секунды;

      Dф – диаметр факела, метры.

      36. Диаметр факела Dф (метры) при сжигании факельного газа на высотных факельных установках вычисляется по формуле:

      Dф = 0,14 \* Lф + 0,49 \* d, где:

      Lф – длина факела, метры;

      d – диаметр выходного сопла факела, метры.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Приложение 1 к Методике расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов |

      Коэффициенты удельных выбросов загрязняющих веществ

      В таблице ниже приведены коэффициенты удельных выбросов загрязняющих веществ для объектов газохимического комплекса, при производстве бутилена, этилена, пропилена, олефинов.

      Коэффициенты удельных выбросов загрязняющих веществ

|  |  |
| --- | --- |
| Загрязняющее вещество | Значение коэффициента выбросов в килограмм/килокалорий |
| Углеводороды в пересчете на метан CH4 | 0,25\*10-6 |
| Окислы азота NOx | 0,12\*10-6 |
| Оксид углерода СО | 0,56\*10-6 |

      Сажа не выделяется при соблюдении следующего условия – отношение скорости истечения сжигаемой смеси Wист к скорости распространения звука в этой смеси Wзв должно быть более 0,2. Расчет приведен в приложении 3.

      В случаях не выполнения условия Wист/Wзв > 0,2, мощность выброса рассчитывается по формуле:

      M(сажи) = 1000 \* F(сажи) \* В, где:

      М (сажи) – мощность выброса сажи, грамм/секунды;

      F (сажи) – коэффициент удельного выброса сажи, килограмм/кубические метры;

      B – объемный расход факельного газа, кубические метры/секунды.

      Коэффициент удельного выброса сажи (F) определяется по уровню непрозрачности дыма на основании паспорта факельной установки:

      коэффициент непрозрачности дыма 0-20%, недымящие факела: 0 килограмм/кубические метры;

      коэффициент непрозрачности дыма 20-40%, слабодымящие: 40\*10-6 килограмм/кубические метры;

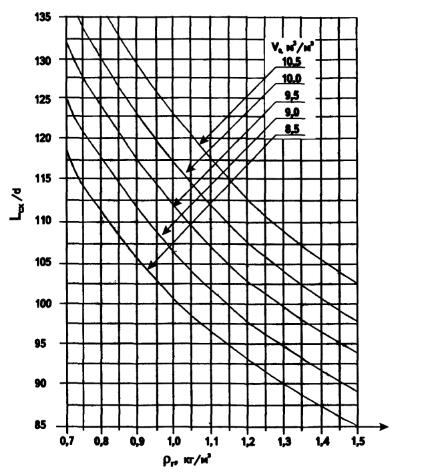
      коэффициент непрозрачности дыма 40-60%, среднедымящие: 177\*10-6 килограмм/кубические метры;

      коэффициент непрозрачности дыма 60-100%, сильнодымящие: 274\*10-6 килограмм/кубические метры.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Приложение 2 к Методике расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов |

      Номограмма (L/D)

      Номограмма для нахождения отношения стехиометрической длины факела к диаметру выходного сопла (Lсх/d) при заданных значениях плотности сжигаемой смеси (r) и теоретического удельного расхода воздуха (V0).



|  |  |
| --- | --- |
|  | Приложение 3 к Методике расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов |

      Проверка соблюдения условий бессажевого горения

      Для проверки условий бессажевого горения рассчитываются следующие параметры:

      Скорость истечения сжигаемой смеси (Wист) по формуле:



метры/секунды, где:

      B – объемный расход факельного газа, кубические метры/секунды;

      d – диаметр выходного сопла факела, метры.

      Скорость распространения звука в сжигаемой смеси (Wзв) пo формуле:



метры/секунды, где:

      k – показатель адиабаты;

      T0 – температура факельного газа, ֯C (градусов Цельсия);

      m – молярная масса, килограмм/киломоль.

      Показатель адиабаты для газовых смесей принимается равным 1,3.

      Температура сжигаемой смеси (Т0) определяется по результатам лабораторных измерений.

      Сажа при горении не образуется, если соблюдается условие Wист / Wзв >0,2.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Приложение 4 к Методике расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов |

**Удельная теплота сгорания веществ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Компонентный состав сжигаемого газа: | | Удельная теплота сгорания |
| Наименование | Формула | килокалорий/килограмм |
| Метан | CH4 | 11957 |
| Этан | C2H6 | 11355 |
| Пропан | C3H8 | 11073 |
| Изобутан | i-C4H10 | 10889 |
| н-Бутан | n-C4H10 | 10927 |
| 2-Метилбутан | C5H12 | 10815 |
| н-Гексан | C6H14 | 10779 |
| Пропилен | C3H6 | 10939 |
| н-Гептан | C6H6 | 10736 |
| Этилмеркаптан | C2H6S | 6680 |
| Сероводород | H2S | 3633 |
| н-Пентан | C5H12 | 10839 |
| н-Октан | C8H18 | 10702 |
| н-Нонан | C9H20 | 10679 |
| н-Декан | C10H22 | 10659 |
| Этилен | C2H4 | 11271 |
| Бутен | C4H8 | 10822 |
| 2-Метилпропен | (CH3)2C=CH2 | 10753 |
| Пентен | C5H10 | 10753 |
| Пропадиен | C3H4 | 11066 |
| Ацителен | C2H2 | 11539 |
| Циклопентан | C5H10 | 10561 |
| Циклогексан | C6H12 | 10475 |
| Бензол | C6H6 | 9696 |
| Толуол | C6H5CH3 | 9785 |
| Метанол | CH₃OH | 5043 |
| Азот | N2 | 0 |
| Вода | H2O | 0 |
| Водород | H2 | 28668 |
| Монооксид углерода | CO | 2414 |
| Диоксид углерода | CO2 | 0 |
| Метилмеркаптан | CH4S | 5719 |
| Сероводород | H2S | 3633 |
| Общая сера | S | 3466 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Приложение 5 к Методике расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов |

**Примеры расчетов**

      Исходные данные для определения основных параметров для расчета выбросов загрязняющих веществ от факельных установок газохимических комплексов даны в таблице ниже. Это компонентный состав факельного газа, содержание, удельная теплота сгорания и молекулярная масса компонентов. А также известны плотность газа r (1,21 килограмм/кубические метры), время работы t (8760 часы/год), массовый расход G (0,278 килограмм/секунды) и полнота горения факельного газа n (0,9984), объемный расход В (0,23 кубические метры/секунды), диаметр выходного сопла факела d (1,12 метры). В таблице ниже представлен компонентный состав сжигаемого газа, применяемый в примере расчета.

      Компонентный состав сжигаемого газа

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поток сжигаемого газа на факела | | | | | |
| Компонентный состав сжигаемого газа: | | Удельная теплота сгорания | Молекулярная масса | Содержание | |
| Наименование | Формула | килокалорий/килограмм | килограмм/киломоль | % (процент) по объему | % (процент) по массе |
| Азот | N2 | 0,000 | 28,0 | 97,61% | 97,13% |
| Вода | H2O | 0,000 | 18,0 | 0,81% | 0,52% |
| Пропилен | C3H6 | 10939 | 42,1 | 1,57% | 2,35% |
| Состав и свойства газа не являются общеприменимыми, представлены в качестве примера расчета для объектов газохимических производств. | | | | | |

      Удельная теплота сгорания факельного газа рассчитывается как:



      Мощность выброса углеводородов в пересчете на метан, оксида углерода, окислов азота и сажи (коэффициент непрозрачности дыма 0-20%) М (грамм/секунды) от факельных установок сжигания факельного газа определяется как:

      М (метан) = 1000 \* F \* G \* NHV = 1000 \* 0,25 \* 10-6 \* 0,278 \* 171,97 = 0,0119 грамм/секунды

      М(окислы азота) = 1000 \* F \* G \* NHV = 1000 \* 0,12 \* 10-6 \* 0,278 \* 171,97 = 0,0057 грамм/секунды

      М(оксид углерода) = 1000 \* F \* G \* NHV = 1000 \* 0,56 \* 10-6 \* 0,278 \* 171,97 = 0,0268 грамм/секунды

      М (сажи) = 1000 \* F(сажи)\*VГ = 1000 \* 0 \* 0,23 = 0 грамм/секунды

      Валовый выброс i-гo загрязняющего вещества Пi (тонн/год) от факельных установок сжигания факельного газа выражается как:

      П (метан) = 0,0036 \* t \* Мi = 0,0036 \* 8760 \* 0,0119 = 0,377 тонн/год

      П (окислы азота) = 0,0036 \* t \* Мi = 0,0036 \* 8760 \* 0,0057 = 0,181 тонн/год

      П (оксид углерода) = 0,0036 \* t \* Мi = 0,0036 \* 8760 \* 0,0268 = 0,844 тонн/год

      П (сажи) = 0,0036 \* t \* Мi = 0,0036 \* 8760 \* 0 = 0 тонн/год

      Молярная масса факельного газа определяется по выражению:



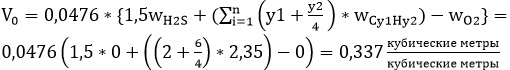
      Низшая теплота сгорания газовых и газоконденсатных смесей (QH) определяется по результатам лабораторных измерений или рассчитывается по эмпирической формуле для углеводородных газов:

      QH = 25,8xH2 + 30,2xCO + 85,6xCH4 + 152,3xC2H6 + 218,0xC3H8 + 283,4xC4H10 + 348,9xC5H12 + 133,8xC2H2+ 141,1xC2H4 + 205,4xC3H6 + 271,1xC4H8 + 330,6xC5H10 + 335,3xC6H6 + 55,9xH2S = 205,4\*2,35+0 = 482,69 килокалорий/кубические метры

      Доля энергии е, теряемая за счет излучения, принимается для природного газа, газовых и газоконденсатных смесей по формуле:



      Параметр V0 вычисляется по формуле:



      Объем газовоздушной смеси, полученное при сжигании 1 кубического метра факельного газа кубические метры/кубические метры, рассчитывается по формуле:



      При теплоемкости газовоздушной смеси (продуктов сгорания) для газовой смеси спс =0,4 (килокалорий/кубические метры ·°С (градусов Цельсия)), ориентировочная температура горения ТГ (°С (градусов Цельсия)) смеси вычисляется по формуле:

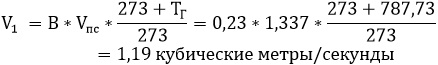


      Используя данные из таблицы 1, можно сделать вывод о том, что ориентировочная теплоемкость газа была выбрана неправильно, так как ориентировочная температура продуктов сгорания не входит в диапазон, указанный в таблице для спс = 0,4. В этом случае выбирается новое ориентировочное значение для теплоемкости продуктов сгорания (0,35 для температуры смеси 691,76°С (градусов Цельсия)) и расчет повторяется.

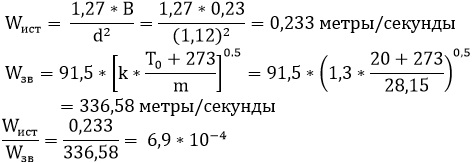


      В этом случае можно сделать вывод о том, что ориентировочная теплоемкость газа была выбрана правильно, так как ориентировочная температура продуктов сгорания (787,73°С (градусов Цельсия)) входит в диапазон, указанный в таблице для спс =0,35.

      Расход выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси V1 (кубические метры/секунды) рассчитывается по формуле:



      Скорость истечения сжигаемого факельного газа рассчитывается как:



      Длина факела (Lф) для высотных факельных установок при (Wист/Wзв <0,2) принимается равной 15d.

      Lф = 15d = 15 \* 1,12 = 16,8 метры

      Высота источника выброса загрязняющих веществ в атмосферу от высотных факельных установок сжигания факельного газа рассчитывается как:

      H = Lф + hв = 16,8 + 95 = 111,8 метры

      Диаметр факела (Dф) при сжигании факельного газа на высотных факельных установках вычисляется по формуле:

      Dф = 0,14 \* Lф + 0,49 \* d = 0,14 \* 16,8 + 0,49 \* 1,12 = 2,9 метры

      Средняя скорость поступления в атмосферу газовоздушной смеси (Wo) метры/секунды для высотных факельных установок рассчитывается как:



© 2012. РГП на ПХВ «Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан» Министерства юстиции Республики Казахстан