

К МОДЕЛИРОВАНИЮ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АЗС

Кадыркулов Адылбек Козубекович, к.т.н., доцент, Ошский технологический университет им. М.М. Адышева, Кыргызстан, 714000, г. Ош ул. Н. Исанова 81, e-mail: Akkadyrkulov@mail.ru

Кайназарова Гулнара Мамбетаалыевна, преподаватель, Ошский технологический университет им. М.М. Адышева, Кыргызстан, 714000, г. Ош ул. Н. Исанова 81, e-mail: Gulia8685@mail.ru

Аннотация. В данной статье проводились работы по исследованию концентрации паров на автозаправочных станциях города Ош. Определены основные источники загрязнения воздуха на автозаправочных станциях, и они разделены на три категории. На основе известной формулы с расчетным путем выявлены характеристики автозаправочных станций города Ош по показателям концентрации паров.

Ключевые слова: нефть, АЗС, скорость, интенсивность, испарения, фракция, резервуар, выхлопные газы, топливораздаточная колонка.

TO MODELING THE VAPOR CONCENTRATION OF PETROLEUM PRODUCTS AT FILLING STATIONS

Kadyrkulov Adylbek Kozubekovich, Ph.D., Associate Professor, Osh State Technical University M. Adysheva, Kyrgyzstan, 714000, Osh, 81N. Isanova street, e-mail: Akkadyrkulov@mail.ru

Kainazarova Gulnara Mambetaalyevna, teacher, Osh State Technical University M. Adysheva, Kyrgyzstan, 714000, Osh, 81N. Isanova street, e-mail: Gulia8685@mail.ru

Abstract. In this article, work was carried out to study the concentration of vapors at gas stations in the city of Osh. The main sources of air pollution at petrol stations have been identified and divided into three categories. On the basis of a well-known formula with a calculation method, the characteristics of gas stations in the city of Osh have been identified in terms of vapor concentration.

Keywords: oil, gas station, speed, intensity, evaporation, fraction, reservoir, exhaust gases, fuel dispenser.

Как правило, мощность автомобильного двигателя в первую очередь зависит от полноты и скорости сгорания горючей смеси. Поэтому к автомобильным топливам предъявляются требования испаряемость - легкий пуск двигателя, быстрый его прогрев. Испаряемость в основном зависит от фракционного состава автомобильного топлива и давления насыщенных паров. Это физико-химическое свойство нефти и нефтепродуктов переходить из жидкой фазы в паровую в короткие промежутки времени. Оно имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Положительные - заключается в том, что создается возможность полного сгорания топлива в камере сгорания двигателя автомобиля. Отрицательное - теряется объем и качество нефтепродуктов за счет испарения его ценных легких фракций.

В первую очередь скорость испарения нефти и нефтепродуктов зависит от их физико-химического состава и множество других факторов, температуры окружающей среды, давления жидкости, площади испарения (при хранении), скорости ветра и т.п. В связи с этим для сокращения скорости испарения нефти и нефтепродуктов и для качественного

сохранения их эксплуатационных свойств, требуется особые инженерно-технологические оборудования и сооружения с целью которых является максимальное снижение потерь нефтепродуктов от испарения при приеме, хранении и отпуска.

Для сокращения интенсивности испарения, сохранения количества и качества продукции, уменьшения загрязнения окружающей среды, перевозка, прием, хранение и отпуск нефти и нефтепродуктов необходимо проводить исключительно закрытым способом. Хранение осуществлять под избыточным давлением, при пониженной температуре резервуара и с минимальной площадью испарения, а заправку автомобильного транспорта осуществлять исправным топливо – раздаточным оборудованием. Однако, непрерывность технологических процессов АЗС, делают их постоянными источниками загрязнения окружающей среды (воздуха, воды и почвы). Наибольшую экологическую проблему на АЗС представляют выбросы летучих фракций топлива от раздаточных колонок и топливных резервуаров («большие и малые дыхания»), разливы нефтепродуктов въезжающего и выезжающего автомобильного транспорта и их выхлопные отработавшие газы.

В частности, от испарений нефтепродуктов на территории автозаправочной станции и на расстоянии 100 м в ветреной направлении загрязняется атмосфера и в воздухе снижается уровень содержания кислорода. Это наносит большой вред, как человеку, так и окружающей среде. Автомобильные вредные выбросы, содержащийся в выхлопных газах, может способствовать созданию парникового эффекта, который в свою очередь может привести климатическим изменениям. Кроме того, огромный вред на окружающую среду наносит использованное машинное масло. При попадании его в речку и водоемы, загрязняется огромное количество воды, и могут гибнуть все живое.

В настоящее время, в городе Ош построено и круглосуточно действует 60 единиц автозаправочных станций. Каждая АЗС имеет по 4 и 5 резервуаров с объемом не менее 25 м³, для реализации и хранения нефтепродуктов более 70 тонн [1]. В связи с этим увеличались масштабы транспортировки, переработки и потребления нефти и её производных приводящие к глобальному ухудшению экологической ситуации, которые отрицательно воздействуют на все без исключения звенья биологической цепочки.

Необходимо отметить, что отрицательное влияние автозаправочных станций на окружающую среду по сравнению с другими видами хранилищ нефтепродуктов проявляется в большей мере. Это связано с тем, что, с одной стороны, выбросы происходят из источников высотой 2-3 м от поверхности земли, а с другой - преимущественное количество АЗС размещены на территории в населенного пункта с высокой плотностью застройки.

Большинство автозаправочных станций города Ош, расположены на его территории, рядом городских улиц и проспектов [2], причем на одной и той же улице или в проспекте по несколько единиц их. На вид, все они вроде бы оснащены современной техникой и технологией, и всем необходимым, отвечающим правилам технической эксплуатации автозаправочным оборудованием. Предусмотрены все условия безопасности и взрывоопасности. Имеются специальные сточные сооружения для разливов нефти и нефтепродуктов. И находясь рядом домов, АЗС, обеспечивают удобство и комфорт горожанам. Однако никто не задумывается над тем, что платить за этот комфорт жильцам города Ош приходится не чем иным, как собственным здоровьем и здоровьем своих детей.

Необходимо отметить, что среди отрицательных факторов прямого действия на организм человека, занимает первое место загрязненный воздух (ЗВ) образовавшиеся на территории АЗС, поскольку воздух является продуктом непрерывного потребления. В состав ЗВ входят газы испарения нефтепродуктов АЗС и от выхлопных труб автомобильного транспорта. Объем, плотность и скорость распространения (рассеивания) загрязненного воздуха в пространстве зависит от сезона, погодных условий и направления воздуха. При этом газы ЗВ находятся на небольшой высоте над землей и создают повышенные приземные концентрации загрязняющих веществ, в прилегающей территории автозаправочной станции.

Как правило, продукт испарения нефтепродуктов АЗС, смешиваясь с воздухом, распространяется на большие расстояния по ветреному направлению и зависит от

температуры окружающей среды. При увеличении температуры окружающей среды взаимное проникновение протекает быстрым темпом. Самая высокая концентрация газов в воздухе имеют около поверхности земли. Чем выше вверх, тем концентрация их становится меньше. На уровне пятого этажа она уже не имеет определяющего значения. Наиболее благоприятны с точки зрения чистоты атмосферы этажи с 5-го по 7-ой и выше.

Согласно по последним исследованиям, опубликованной в журнале Atmospheric Pollution Research, загрязнение воздуха может распространяться в три раза дальше, чем считалось ранее. Это может изменить в целом всю картину последствий, связанных с нашей городской инфраструктурой. Проведенные нами исследования по определению области загрязнения воздуха на прилегающих территориях автозаправочных станций показало плохое качество воздуха на расстоянии от 100 до 250 метров от АЗС, а с подветренной стороны доходило до 315 м.

Вредные выбросы АЗС распространяются и трансформируются в атмосфере по определенным закономерностям. Так, твердые частицы размером более 0,1 мм оседают на подстилающих поверхностях в основном из-за действия гравитационных сил. Частицы, размер которых менее 0,1 мм, также газы в виде CO , C_xH_y , NO_x , SO_x распространяются в атмосфере под воздействием процессов диффузии. Они вступают в процессы физико-химического взаимодействия между собой и с компонентами атмосферы, и их действие проявляется на локальных территориях в пределах определенных регионов.

Степень загрязнения атмосферного воздуха выбросами зависит от возможности переноса рассматриваемых загрязняющих веществ на значительные расстояния, уровня их химической активности, метеорологических условий распространения. Компоненты вредных выбросов с повышенной реакционной способностью, попадая в свободную атмосферу, взаимодействуют между собой и компонентами атмосферного воздуха. При этом различают физическое, химическое и фотохимическое взаимодействия.



Рис.1. Схема влияния АЗС на окружающую среду

Источники выделения вредных выбросов на автозаправочной станции можно условно подразделять на три важные категории – постоянные, технологические и эксплуатационные (рис. 1).

В результате экологических экспертиз при проектировании АЗС показал, что в атмосферу выделяются следующие вредные вещества: углеводороды: бензин (ПДКм.р.=5 мг/м³), керосин (ОБУВ=1,2 мг/м³); азота диоксид (ПДКм.р.=0,20 мг/м³); сернистый ангидрид (ПДКм.р.=0,5 мг/м³); углерода оксид (ПДКм.р.=5 мг/м³), свинец и его соединения (ПДКм.р.=0,0001 мг/м³) [3,4].

Из числа источников, наибольшее количество вредных веществ выделяется из резервуаров, предназначенных для хранения топлива через предусмотренные дыхательные трубки, на конце которых установлены дыхательные клапаны. Это происходит при испарении нагретых в течение дня продуктов (малое дыхание) или при заполнении резервуара (большое дыхание) давление в паровоздушном пространстве резервуара возрастает. Если это давление достигает давления срабатывания затвора, его тарелка поднимается с седла, и паровоздушная смесь выходит в атмосферу. При охлаждении или при выкачке нефтепродукта из резервуара разрежение в паровоздушном пространстве превышает вакуум срабатывания затвора, и его тарелка поднимается с седла. При этом паровоздушная смесь поступает из атмосферы в резервуар. Значительное количество вредных веществ выделяется во время заправки резервуаров автоцистерной. В процессе наполнения резервуара происходит процесс вытеснения паров бензина через дыхательные клапаны.

В частности доли источников загрязнения АЗС в общем выбросе с ее площадки распределяются примерно следующим образом: 40-45% – выбросы из дыхательных клапанов резервуаров, 40-45% – суммарные выбросы из горловин бензобаков заправляемых автомобилей на топливораздаточной колонке (ТРК) и около 10-20% – выхлопные газы при движении автотранспорта по площадке, включая бензовозы.

На практике изучения и проектирования АЗС существуют разные методы и методики определения выделения вредных веществ в процессе эксплуатации автозаправочных станций.

Для расчета максимальных выбросов принимаем объем слитого нефтепродукта ($V_{сл}$, м³) из автоцистерны в резервуар.

Количество закачиваемого в резервуар нефтепродукта принимается по данным АЗС в осенне-зимний ($Q_{оз}$, м³) и весенне-летний ($Q_{вл}$, м³) периоды года. При этом одновременная закачка нефтепродукта в резервуары и баки автомобилей не осуществляется.

Валовые выбросы паров нефтепродуктов рассчитываются по формулам

- максимальные выбросы (M , г/с)

бензин и дизельное топливо

$$M = (C_p^{\max} * V_{сл}) : 1200$$

Масла

$$M = (C_p^{\max} * V_{сл}) : 3600$$

где: 1200 и 3600 - среднее время слива, с;

Годовые выбросы (G , т/год) рассчитываются суммарно при закатке в резервуар, баки автомашин ($G_{зак}$) и при проливах нефтепродуктов на поверхность ($G_{пр}$):

$$G = G_{зак} + G_{пр}$$

$$G_{зак} = [(C_p + C_б) * Q_{оз} + (C_p + C_б) * Q_{вл}] * 10^{-6}$$

где: C_p , $C_б$ - концентрации паров нефтепродуктов в выбросах паровоздушной смеси при заполнении резервуаров и баков автомашин, г/м³, табличные значения.

Годовые выбросы (G , т/год) при проливах составляют:

для бензина

$$C_{\text{спр}} = 125 * (Q_{\text{оз}} + Q_{\text{вл}}) * 10^{-6}$$

для дизтоплива

$$C_{\text{спр}} = 50 * (Q_{\text{оз}} + Q_{\text{вл}}) * 10^{-6}$$

В режиме ожидания ТРК концентрация паров бензина характеризуется давлением насыщенных паров. При этом концентрацию насыщенных паров ТРК можно определить как отношение массы вещества к объему, тогда имеем

$$C_0 = \frac{P * \mu}{R_0 * T}$$

где, C_0 – концентрация насыщенных паров, кг/м³;

μ – молярная масса, кг/кмоль;

P – давление насыщенных паров, кПа;

R_0 – универсальная газовая постоянная ($R_0 = 8,31441$ кДж/кмоль);

T – температура, К.

Как показывает практика при эксплуатации автозаправочных станций, значительный выброс паров, превышающий значение предельно допустимой концентрации рабочей зоны, характерен только при заполнении бака топливом, в остальных случаях концентрация не превышает допустимый уровень.

Изучаемый процесс диффузии паров бензина из ТРК АЗС в окружающую среду, вызванный градиентной диффузией для удобства расчета, можно рассмотреть в одномерном случае, как распространение примесей от точечного источника.

Искомую концентрацию паров бензина можно определить известной формулой

$$C = C_0 \exp\left(\frac{r_0^3 - r^3}{3t v_0 r_0^2}\right) \quad (2)$$

где, V_0 , r_0 – скорость истечения паров и радиус источника.

Воспользовавшись формулой и известными данными при проектировании заправочных станций, в первом приближении для определения концентрации паров бензина нами построена гистограмма (рис.2) по автозаправочным станциям города Ош.

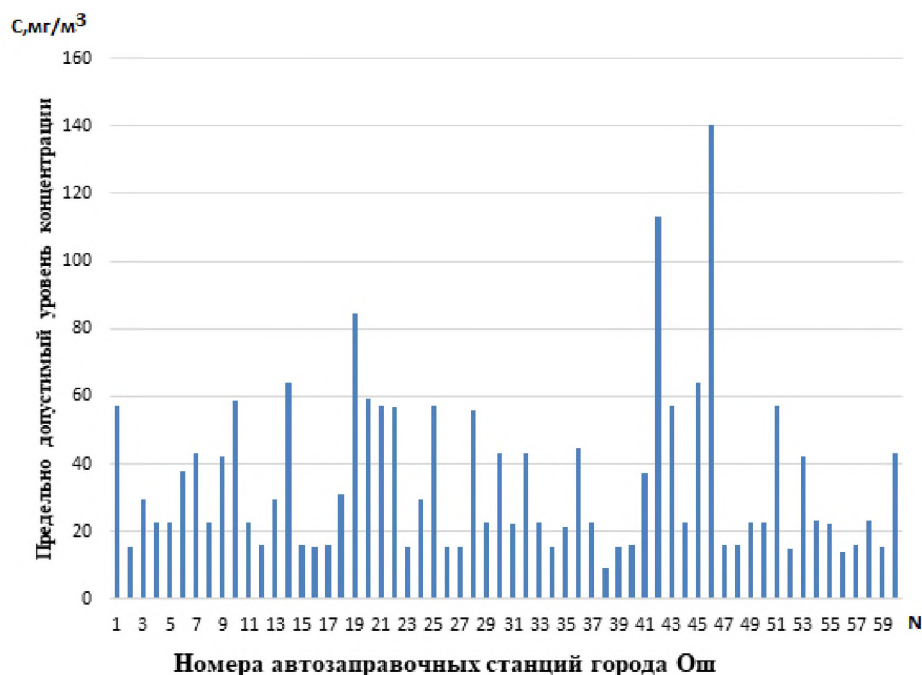


Рис.2. Гистограмма выбросов ТРК АЗС города Ош

Таким образом, полученные столбики показывают годовые выбросы концентраций нефтепродуктов автозаправочных станций, расположенных на территории города Ош. Результаты были получены расчетным путем с применением ранее известной методики с использованием табличные данные критериев для расчета. Для сравнения их необходим экспериментальные исследования.[4]

Несмотря на это по полученным результатам можно сделать следующие выводы.

1. В зависимости от мощности и по количеству обслуживания автомобилей уровень концентрации паров бензина и дизельного топлива для конкретной автозаправочной станции различен.

2. Как видно из гистограммы АЗС с номерами 19, 42 и 46 имеет значительный объем выброса паров, по сравнению остальными автозаправочными станциями.

3. Необходимо на заправочных станциях с большим объемом выбросов нефтепродуктов установить оборудование принудительного отсоса.

4. Во всех АЗС есть угроза смешивания специфических стоков автозаправочных станций дождевым и талым водам и попадание их в почву, речку и водоемы. В связи с этим, в автозаправочных станциях необходимо очистные сооружения.

Литература

1. А.К. Кадыркулов, Г.М. Кайназарова. Оценка пожарного риска автозаправочных станций. Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. 2018. № 2 (60). С. 15-21.
2. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений. Москва, Минздрав России, 2017. 61 с.
3. Нормативные данные по предельно допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды. – Санкт-Петербург: Госкомитет РФ по охране окружающей среды, 1994. – 233 с.
4. Кадыркулов А.К., Кайназарова Г.М., Маразаков Ш.А., Бурканов Т.М. Оценка пожарного риска автозаправочных станций // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова. 2018. № 2 (60). С. 15-21.
5. Кадыркулов А.К., Кайназарова Г.М., Маразаков Ш.А., Бурканов Т.М. АЗС как источник загрязнения окружающей среды // Машиноведение. 2018. № 1 (7). С. 50-58.
6. Атабеков К.К., Маткеримов Т.Ы. Организация дорожного движения в городах с учетом экологической безопасности В сборнике: Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте. Материалы III всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Омский государственный университет путей сообщения. 2018. С. 237-242.
7. Сарымсаков Б.А., Капарова Д.М. Проблемы экологической безопасности на автомобильном транспорте на примере города Бишкек. В сборнике: Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика. Материалы XLII Международной научно-практической конференции в рамках реализации Послания Президента РК Н. Назарбаева "Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции". Под редакцией Б.М. Ибраева. 2018. С. 258-261.
8. Майборода О.В., Рябчинский А.И., Сарымсаков Б.А. Методика экспериментально-расчетного определения экономического алгоритма управления автомобилем // Депонированная рукопись № 89-В2014 28.03.2014