

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВАРИЙНОГО ИСТЕЧЕНИЯ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ МАГИСТРАЛЬНЫХ И ПРОМЫСЛОВЫХ ПРОДУКТОПРОВОДОВ

Гендель Г.Л., Киселев С.Ю., Клейменов А.В.

Волго-Уральский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа
Оренбург, Россия

MODELLING OF PROCESS OF THE EMERGENCY EXPIRATION OF LIQUID HYDROCARBONS FROM MAIN AND TRADE PIPELINES

Gendel G.L., Kiselev S.U., Kleimenov A.V.

VOLGOURAL RESEARCH AND A PROJECT INSTITUTE OF OIL AND GAS
Orenburg, Russia

Прогнозирование последствий аварий техногенного характера на потенциально опасных производственных объектах является одной из актуальнейших проблем обеспечения безопасности магистральных и промысловых продуктопроводов и включает в себя оценку следующие показатели [1]:

- объем вылившихся из продуктопровода жидких углеводородов;
- объем углеводородов, выделившихся в атмосферный воздух;
- площадь и степень загрязнения водоемов;
- площадь, объем и степень загрязнения почвогрунтов.

Наибольшие трудности связаны с оценкой последнего показателя. В настоящее время отсутствует доступная инженерная методика моделирования разлива жидких углеводородов, учитывающая рельеф местности, свойства грунтов и поверхностного слоя в районе аварии и т.д. Также существует проблема оценки объема загрязненного грунта при аварийном истечении нефтепродуктов через отверстия небольшого диаметра (до одного дюйма) подземных продуктопроводов, поскольку данный вид утечек характеризуется достаточной продолжительностью во времени до момента обнаружения.

Решение первой задачи разбивается на два этапа:

Первый этап. Построение карты, с нанесенными на нее изолиниями, характеризующими рельеф и трассой продуктопровода. Детальность карты определяется точностью требуемых результатов. В точке предполагаемой аварии проводится линия (или линии) в направлении наибольшего понижения рельефа. Эти линии могут замыкаться гидрологической сетью или другими объектами рельефа (оврагами, карьерами и т.д.). Полученная модель поведения жидкой субстанции служит основой для прогнозирования аварий на продуктопроводах жидких углеводородов [2].

Второй этап. Определение шлейфа возможного загрязнения почвенного покрова с учетом времени и интенсивности аварийного истечения, свойств вытекающего нефтепродукта, уклона рельефа и характеристик поверхностного слоя местности [2].

Решение второй задачи также можно разделить на два этапа:

Первый этап. Построение трехмерной модели подземного истечения жидких углеводородов. Для построения модели необходимо рассмотреть три разреза, все разрезы проводятся через место аварийной протечки: первый проводится в направлении наибольшего понижения рельефа, второй – перпендикулярно первому разрезу, третий разрез проводится перпендикулярно первым двум. Точка пересечения является началом отсчета 3-х мерной системы координат. Таким образом, исходная информация для моделирования, представляет собой 3-х мерный массив g размером $X \times Y \times Z$ элементов. Каждый элемент массива $g(x, y, z)$ является элементарным объемом грунта, в котором записана информация о нефтеемкости грунта в зависимости от его влажности и дисперсности [1]. Линейные размеры всех элементов одинаковы и определяются точностью требуемых результатов и исходных данных.

Второй этап. В зависимости от нефтеемкости отдельных элементарных объемов грунта можно определить направление преобладающего распространения жидких углеводородов в грунте, что позволит определить предполагаемое место проявления нефтепродуктов на поверхности. С течением времени нефтепроявления на поверхности будут увеличиваться, что приведет к распространению углеводородов не только в толще грунта, но и на поверхности. Такой сценарий развития аварийной ситуации возможен в том случае, если нефтепровод находится на небольшой глубине, и нижние слои грунта имеют меньшую, по сравнению с поверхностными слоями, нефтеемкость. При реализации такого сценария возникает необходимость определения площади разлива нефтепродуктов на поверхности с учетом рельефа местности, т.е. решения первой задачи.

При моделировании процессов истечения жидких углеводородов, как при решении первой задачи, так и при решении второй, полученные системы уравнений решаются методом конечных элементов, с разбиением расчетных областей:

при поверхностном разливе – на прямоугольные ячейки, в которых занесена информация об абсолютной высоте рельефа в центре ячейки;

при подземном истечении – на элементарные объемы, имеющие для удобства форму куба.

В результате моделирования аварии определяются площадь, геометрия разлива нефтепродуктов и объем загрязненного грунта.

Библиографический список

1. "Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных трубопроводах" (утв. Минтопэнерго России 1 ноября 1995 г. согласованно с Департаментом Государственного экологического контроля Минприроды России) – Уфа: ИПТЭР, 1995.

2. Кутуков С.Е., Павлов С.В. Имитационные методы ранжирования участков трубопровода по экологической опасности аварийных разливов, Уфимский государственный нефтяной технический университет, НИИБЖД при МЧС РФ, 1999.