**Теория\_10\_11\_2016\_Version-stage1-last.docx**

**Методика расчета загрязнения грунта**

**и грунтовых вод в результате разлива НП**

Пусть ‑ объем разлитого НП. Рассчитываем площадь разлива НП:

*,* (1) (1)

где – коэффициент разлива, м2/м3 (задан таблично, зависит от объема разлитого НП).

Радиус разлива:

(2)

Высота разлитого слоя НП:

(3)

Полная масса НП:

(4)

где – плотность НП, кг/м3.

Время достижения НП грунтовых вод (с):

(5)

где – мощность слоя грунта, м;

– скорость переноса НП в грунте (по вертикали), м/с:

(6)

где – коэффициент задержки НП в грунте ( находим по таблице П.4 -- для этилбензола, например). Здесь – коэффициент фильтрации воды при влажности грунта (w от 0 до 1, ), находим его по формуле Аверьянова:

(7)

где – коэффициент фильтрации воды при полном насыщении (при ), м/с;

– капиллярная влагоёмкость грунта (от 0 до 1), ;

– пористость грунта (от 0 до 1);

Адсорбированная грунтовым слоем масса НП рассчитывается по формуле:

(8)

где ‑ масса НП, адсорбированная грунтовым слоем, кг;

– мощность слоя грунта, м;

– площадь разлива НП, м2;

– вязкость НП, ;

– вязкость воды, ;

– плотность воды, кг**/**м3;

– коэффициент поверхностного натяжения НП, кг/с2;

– коэффициент поверхностного натяжения воды, кг/с2.

Время достижения максимальной концентрации на уровне грунтовых вод:

(9)

где – время полного вытекания НП в грунтовые воды, с:

(10)

Возможны два случая:

1. Масса пролитого НП M меньше или равна адсорбированной грунтовым слоем массы: . В этом случае НП не дойдет до грунтовых вод; максимальная глубина проникновения НП в этом случае .
2. Масса пролитого НП M больше или равна адсорбированной грунтовым слоем массы: . В этом случае НП попадет в грунтовые воды; масса НП, попавшего в грунтовые воды, составит

. (11)

В первом случае глубина проникновения НП в метрах определяется как:

(12)

Средняя концентрация нефтепродукта в грунтах зоны аэрации , кг/м3 , будет равна

(13)

Для второго случая масса НП, попавшего в грунтовые воды, составляет

причем теперь

(14)

При попадании в воду НП будет растекаться по ней под действием силы тяжести, т. к. часть объема НП будет выше зеркала воды. Давление этой части создает на уровне зеркала горизонтальную растягивающую пятно силу, которую должно уравновесить поверхностное натяжение. Если пятно НП сплющилось в почти плоский «блин», то из условия равновесия для его толщины *H* получим:

(15)

что позволяет найти радиус пятна после расплывания:

(16)

Одномерная концентрация НП (кг/м) в грунтовых водах вдоль линии тока вычисляется по формуле:

(17)

где – коэффициент конвективной диффузии НП в грунтовых водах, м2**/**с;

– координата точки наблюдения от центра начального пятна НП в грунтовых водах вдоль линии течения грунтовых вод, м;

– время от момента достижения максимальной концентрации НП в грунтовых водах до момента наблюдения, время *t* отсчитывается от момента разлива, с, ;

– скорость фильтрации грунтовых вод, м**/**с:

(18)

где – уклон (градиент высоты над уровнем моря), , – перепад высот между центром пятна загрязнения и точкой наблюдения, – расстояние между ними. Альтернативно может быть задано как независимый параметр.

Пятно НП в грунтовых водах расплывается со временем – дисперсия распределения меняется как:

(19)

т.е. линейно растет со временем *t*.

**Учет конечных размеров пятна загрязнения.**

Формула (17) описывает концентрацию при точечном загрязнении грунтовых вод – это видно из того, что при . Для пятна на зеркале грунтовых вод с радиусом и толщиной распределение по осям *x* и *y* можно описать функцией :

(20)

где – расстояние в плоскости зеркала грунтовых вод от смещающегося центра пятна загрязнения до точки наблюдения (см. Рис.1).

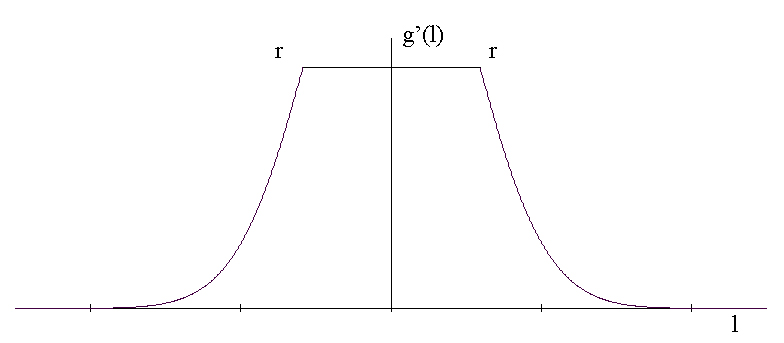


Рис.1. График функции

“Объем” (в м2, т.к. безразмерная величина) между поверхностью и плоскостью равен:

(21)

поэтому нормированное распределение будет равно:

(22)

Чтобы при не возникало деление на 0 для распределения НП по вертикальной оси *z*, в нормальном распределении по оси *z* можно принять дисперсию равной , где В итоге полное распределение плотности НП будет иметь вид ( – координаты центра пятна НП в поперечной плоскости):

(23)

Максимальная объемная концентрация (кг/м3) теперь будет в центре пятна загрязнения в круге радиуса *r*;она будет равна:

(24)

С течением времени пятно загрязнения будет расплываться, его центральная часть будет становиться все тоньше.

**Привязка осей координат к местности**

Начало системы координат находится под центром пятна загрязнения грунта на зеркале грунтовых вод. Скорость течения направлена против градиента высоты над уровнем моря (в сторону наибольшего положительного уклона), ось *x* направлена в ту же сторону. Ось *y* лежит в плоскости зеркала грунтовых вод, ось *z* направлена вертикально вниз.