РД 39-069-91

Методика оценки ущерба от отказов трубопроводов промыслового сбора нефти

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВНИИСПТ нефть

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ОТКАЗОВ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА НЕФТИ

РД 39-069-91

УФА

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВНИИСПТНЕФТЬ

УТВЕРЖДАЮ

Начальником отдела научно-технического прогресса

Е.М.Довжком

15 января 1991 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

М Е Т О Д И К А

ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ОТКАЗОВ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА НЕФТИ

РД 39-069-91

Уфа-1991

Настоящая методика предназначена для оценки ущерба, наносимого народному хозяйству конкретной аварией, произошедшей на промысловом нефтепроводе. Ущерб определяется суммированием составляющих собственного ущерба предприятия от аварии, затрат на восстановление, сбор и вывоз разлитой продукции, ликвидацию замазученности, ущерба от безвозвратно потерянной нефти, ущерба от загрязнения окружающей среды, ущерба от вынужденного простоя трубопровода. Для удобства и оперативности проведения расчетов используются укрупненные показатели.

Методика разработана во ВНИИСПТнефти Кутуковым Е.Г., Никитиной Л.С., Бондаренко Н.М.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ОТКАЗОВ ТРУБОПРОВОДОВ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА НЕФТИ РД 39-069-91

Вводится впервые

Срок введения с 01 01 1991г

Срок действия до 30 12 1995г

Методика распространяется на трубопроводы промыслового сбора нефти, т е. трубопроводы, по которым движется нефть с сопутствующими компонентами от скважины до пункта сдачи нефти на магистральные трубопроводы

Методика предназначена для определения ущерба от отказов путем определения его составляющих, поддающихся стоимостной оценке, расчетным путем

Величина материального ущерба, определенного по настоящей методике , включается в "Акт технического расследования отказа промыслового трубопровода" по форме, установленной в РД 39-0147103-392-87 "Инструкция по техническому расследованию и ликвидации отказов и повреждений трубопроводов промыслового сбора и транспорта нефти", и используется при оформлении исков претензий, рекламаций.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1 1 Под ущербом, причиняемым народному хозяйству аварией на промысловом трубопроводе, понимается совокупность издержек в денежном выражении, возникающих в результате затрат на восстановление выведенного из строя участка трубопровода, потерь добываемой продукции, простоя оборудования по сбору и подготовке нефти в результате аварии, отрицательного воздействия выхода продукции на различные сферы общественной и хозяйственной жизни Последнее воздействие проявляется в увеличении заболеваемости людей, снижении их работоспособности, ухудшении условий жизни, снижении продуктивности природных ресурсов, ускоренном износе основных фондов собственного и смежных производств Все эти составляющие в конкретном выражении при подсчете ущерба определить трудно

Для удобства и оперативности оценки ущерба принят метод подсчета ущерба на основе укрупненных удельных показателей, заимствованных из действующих руководящих документов и определенных расчетным путем на основе калькуляции затрат

1 2 Отказ промыслового трубопровода может привести к следующим последствиям

- простою рассматриваемого участка,

- потерям нефти в результате нарушения герметичности трубопровода;

- простою оборудования промысла, расположенного на месторождении;

- простою части оборудования, расположенного в пункте подготовки нефти,

- загрязнению окружающей среды,

- полному или частичному сочетанию указанных последствий

I 3 Методика предназначена для оценки ущерба от последствий отказа, перечисленных в пункте I

I.4 Показатели ущерба, определяемые по настоящей методике, используются.

- для оценки надежности промысловых трубопроводов,

- при выборе мероприятий по повышению надежности промысловых трубопроводов с обоснованием их экономической эффективности,

- для оценки эффективности используемых способов и средств ликвидации отказов и их последствий

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ОТ ОТКАЗОВ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Структура ущерба от отказов промысловых трубопроводов приведена на рис I.

Приняты следующие обозначения

$$У = У_I + У_2 + У_3 , \qquad (I)$$

где У – полный ущерб в народном хозяйстве от отказа трубопровода,

$У_I$ – собственный ущерб предприятия (НГДУ ПО) от отказа,

$У_2$ – ущерб от вынужденного простоя промыслового трубопровода и оборудования,

$У_3$ – ущерб от загрязнения окружающей среды

Основными исходными данными для определения всех составляющих ущерба являются количество чистой продукции при отказе трубопровода и распределение ее в окружающей среде что определяется согласно приложениям I и 2

2 I. Собственный ущерб предприятия ($У_I$)

Собственный ущерб от отказа состоит из следующих затрат

$$У_I = З_в + З_{об} + З_в + З_п , \qquad (2)$$

Составляющие ущерба от порыва промыслового нефтепровода

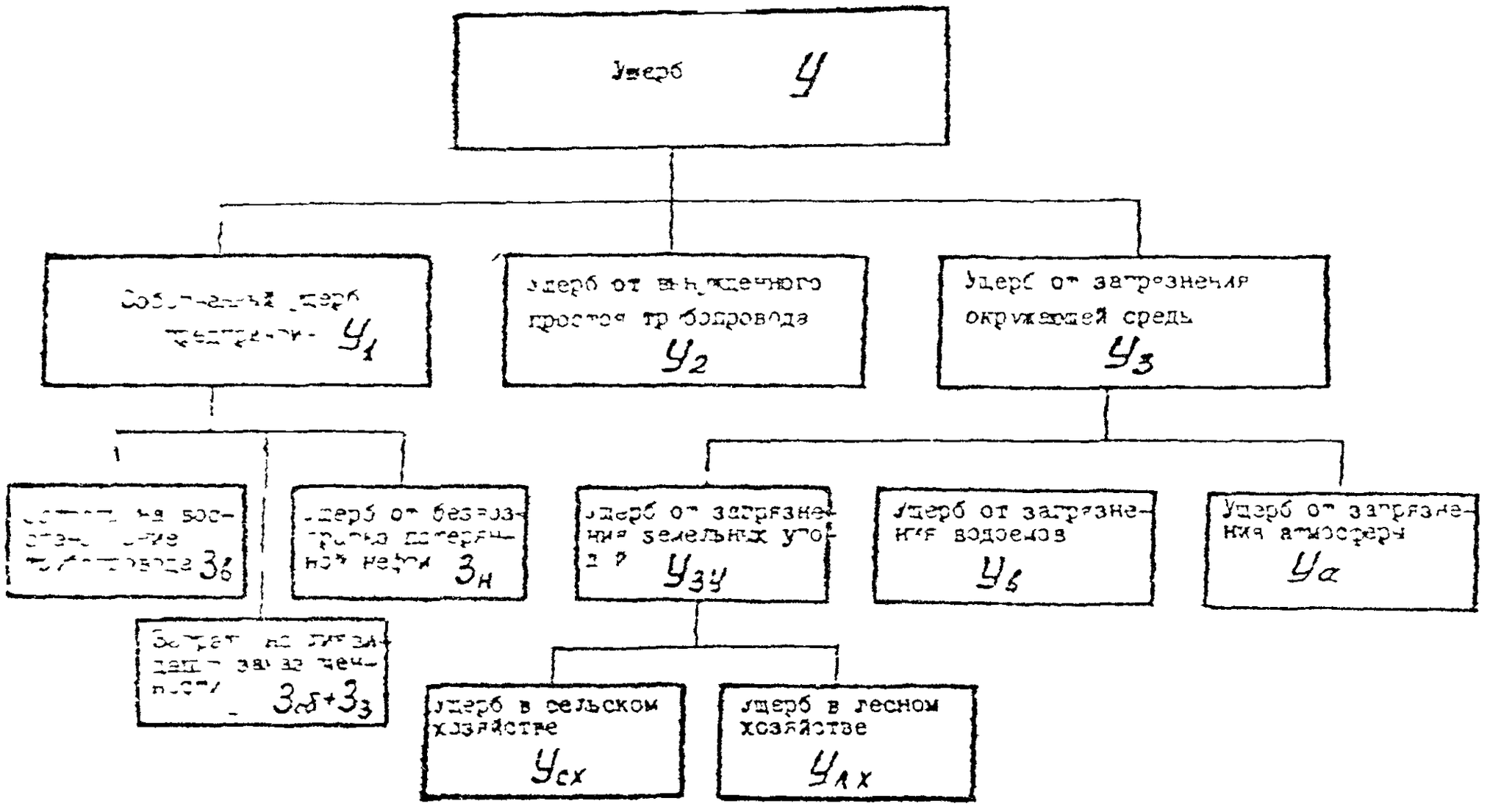


РИС. I

где $З_в$ – затраты на восстановление трубопровода, руб ,

$З_{об}$ – затраты на сбор и вывоз разлитой продукции с места аварии, руб ,

$З_в$ – затраты на ликвидацию замазученности и засоления почвы руб.,

$З_н$ – ущерб от безвозвратно потерянной нефти, руб.

2.I I. Затраты на восстановление трубопровода

Затраты на врезку катушки и замену участка трубопровода ориентировочно определяются

$$З_в = У \times \ell, \qquad (3)$$

где $У$ – удельные затраты на врезку катушки или участка трубы, руб/м,

ℓ – длина катушки или заменяемого участка трубопровода, м (прил.3)

Затраты на установку заплаты принимаются в среднем I70 руб для любого диаметра трубы Затраты на установку хомута принимаются равными сумме затрат на установку заплаты и стоимости устанавливаемых хомутов

Стоимость хомута $\delta <$ 430 мм принята 35 руб.

Стоимость хомута $\delta <$ 820 мм принята 45 руб

Для болотистых районов Севера в затраты на ремонтно восстановительные работы входят затраты на отсыпку подъездных путей к месту аварии привозным грунтом Эти затраты складываются из стоимости грунта на отсыпку ($С_г$), стоимости его транспортировки к месту аварии ($С_{тг}$)

$$З_г = С_г + С_{тг} \qquad (4)$$

Стоимость грунта на отсыпку определяется исходя из объема затраченного грунта ($V_г$) и цены I м^3 грунта ($Ц_г$)

$$С_г = V_г \times Ц_г \qquad (5)$$

Стоимость транспортировки грунта на отсыпку определяется по объему перевезенного грунта ($V_г$) и зависит от расстояния его перевозки, определяется по тарифам (Т).

В прил 4 представлены "Тарифы на перевозку грунта автомобильным транспортом"

$$C_{т\,г} = V_г \times Т \qquad (6)$$

Затраты на откачку воды из траншеи при ремонте трубопроводов

$$З_{о\,в} = C_н \cdot t \ , \qquad (7)$$

где $C_н$ – стоимость почасовой эксплуатации насоса для откачки воды руб/час,

t – время работы насоса, час

2 I 2 Затраты на сбор разлитой нефти и ликвидацию замазученности почвы

Затраты на сбор разлитой нефти (жидкости) и ликвидацию замазученности почвы являются затратами на ликвидацию последствий отказа (аварии), т е $З_{лпа} = З_{об} + З_в$

Исходя из условий предприятия, важно определять величины удельных затрат на сбор и вывоз I м^3 разлитой жидкости и на ликвидацию замазученности I м^2 почвы Тогда

$$З_{лпа} = З_{об} + З_в = a_ж \cdot V + a_з \cdot S \ , \qquad (8)$$

где $a_ж$ – удельные затраты на сбор и вывоз I м^3 разлитой жидкости, руб/м^3,

V – количество собранной и вывезенной жидкости, м^3;

$a_з$ – удельные затраты на ликвидацию замазученности I м^2 почвы, руб/м^2,

S – замазученная площадь, м^2.

В приложении 5 приведено определение удельных затрат на сбор разлитой нефти (жидкости) и ликвидацию замазученности почвы

В зимнее время возможна уборка и вывоз загрязненного снега. Затраты по уборке и вывозу снега также производятся в пределах

2 I 3. Ущерб от безвозвратно потерянной при разливе нефти

$$У_н = Ц_н \times V_н, \qquad (9)$$

где $Ц_н$ – оптовая цена нефти руб/т, устанавливаемая согласно прейскуранту цен на нефть по группам объединений,

$V_н$ – количество потерянной нефти, т

$$V_н = V_{изл} - V_с , \qquad (10)$$

где $V_{изл}$ – количество излившейся нефти, т,

$V_с$ – количество собранной нефти, т

2 2 Ущерб от вынужденного простоя трубопровода

Ущерб от простоя трубопровода системы сбора нефти определяется по формуле

$$У_п = (КЕ + А)\, Q_{тр}\, t, \qquad (11)$$

где $К$ – удельные капитальные вложения в тонну добываемой на промысле нефти, руб/т (берутся по бухгалтерским данным),

$Е$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в нефтедобычу,

$А$ – удельные эксплуатационные расходы на промысле, руб/т (берутся по бухгалтерским данным),

$Q_{тр}$ – расход нефти по простаивающему участку трубопровода т/ч (берется по регламенту работы системы сбора),

t – время простоя трубопровода, ч (берется по акту расследования аварии)

В случае переключения скважин при аварии на другой трубопровод величина ущерба $У_2$ определяется исходя из снижения производительности скважин в результате подъема давления на устье скважин

при переключении. В этом случае вместо величины $Q_{гр}$ в формулу подставляется величина снижения производительности скважин, определенная путем их замера.

В случае отсутствия некоторых составляющих удельного эксплуатационного расхода А на тонну добываемой нефти при простое участка нефтесбора (затраты на электроэнергию, ингибиторы коррозии, поверхностно-активное вещество и т.д.) их следует исключать из величины А.

2.3. Ущерб от загрязнения окружающей среды

Ущерб от загрязнения окружающей среды складывается из ущерба от загрязнения земельных угодий, ущерба от загрязнения водоемов и ущерба от загрязнения атмосферы.

2.3.1. Ущерб от загрязнения земельных угодий нефтью, соленой водой состоит из ущерба в сельском хозяйстве и ущерба в лесном хозяйстве.

Ущерб от загрязнения земельных угодий сельского хозяйства равен

$$У_{сх} = \sum_{i=1}^{K} S_i (C_{п_i} + C_{р_i}), \qquad (12)$$

где S_i - загрязненная площадь, занятая культурой i-го вида, га,

$C_{п_i}$ - ущерб, нанесенный посевам (или угодьям), руб/га,

$C_{р_i}$ - затраты на рекультивацию, руб/га,

K - количество видов культур или угодий (вершовые, травы, луга и т.п.) на загрязненном участке.

Затраты на рекультивацию $C_{р_i}$ определяются по сметной стоимости рекультивационных работ, входящей в состав технического проекта рекультивации земель, загрязненных нефтью /17/.

Слагаемое $C_{п_i}$ определяют по формуле /24/

$$C_{п_i} = Ц_i (q_i + T_{бу} \cdot \Delta q_i), \qquad (13)$$

где $Ц_i$ - районная закупочная цена i -ой культуры, руб/ц

q_i - средняя урожайность i -ой культуры (вычисляют по данным отчетности за предыдущие 5 лет), ц/га,

Δq_i - среднегодовой недобор урожая в последующие годы, ц/га,

$T_{вy}$ - период восстановления урожайности, год

Ущерб, нанесенный лесному хозяйству определяется по формуле /20/

$$У_{лх} = \sum_{i=1}^{m} S_i (Ц_д + C_{ул} + Ц_с + C_с), \quad (14)$$

где S_i - загрязненная площадь, занятая лесной культурой i -го вида, га,

$Ц_д$ - потеря стоимости древесины i -го вида на корню после загрязнения, исчисляемая по действующим ценам, руб/м^3

$C_{ул}$ - затраты на приведение почвы в пригодное состояние (сюда входит стоимость работ по уборке поврежденных деревьев и кустарников, корчевке пней, рекультивации земель и т д) руб/га;

$Ц_с$ - стоимость посадки саженцев взамен погибших культур руб/га,

$C_с$ - стоимость выращивания саженцев до возраста смыкания кроны, руб/га,

m - количество видов рассматриваемых лесных культур

Затраты на приведение почвы в пригодное состояние $C_{ул}$ определяются по сметной стоимости рекультивационных работ входящих в состав технического проекта рекультивации земель загрязненных нефтью /17/

2.3.2 Ущерб от загрязнения водоемов

Ущерб от загрязнения водоемов при попадании в них нефти определяется по формуле /10/

при залповом сбросе

$$У_{вз} = З_з \cdot К_{кат}, \qquad (15)$$

где $З_з$ - величина ущерба от загрязнения водных объектов при залповом сбросе, тыс руб ,

$К_{кат}$ - коэффициент, учитывающий категорию водного объекта

Значения $З_з$ принимаются в зависимости от массы сброшенных загрязняющих веществ Р по таблицам приложения 6, $К_{кат}$ по таблице приложения 7

В случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения вод величина ущерба, рассчитанная по методике, снижается в зависимости от количества собранных загрязняющих веществ и времени ликвидации загрязнения

Размер ущерба в случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения устанавливается расчетным путем по формулам

при залповом сбросе

$$У_{зм} = У_{вз} \left(1 - \frac{\alpha}{100} \cdot К_{сн}\right), \qquad (16)$$

где α - процент собранной нефти по массе в течение времени t, подтвержденный документами,

$К_{сн}$ - коэффициент снижения величины ущерба при принятии мер по ликвидации последствий загрязнения, определяемый по таблице прил 8 в зависимости от времени, прошедшего от окончания сброса до окончания сбора нефти.

Ущерб от попадания солей, растворенных в пластовой воде, в водоем определяется по формуле /21/

$$У_с = \gamma \cdot \sigma \cdot М_с, \qquad (17)$$

где σ - безразмерный коэффициент, значение которого принимается по /21/ в зависимости от бассейна реки,

γ - коэффициент, численное значение которого равно 4000 руб/усл т,

M_c – приведенная масса солей, попавших в водоем, усл т

Значение M_c определяется по формуле

$$M_c = \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot m_i , \qquad (18)$$

где i – вид сбрасываемых солей,

n – число видов сбрасываемых солей,

m – масса солей i -го вида, т,

A_i – показатель относительной опасности солей каждого вида численно равный величине обратной значению предельно допустимой концентрации (ПДК, мг/л), усл т/т

Для сульфатов значение A_i = 0,01 усл т/т,

для хлоридов A_i = 0,003 усл т/т

2.3 3 Ущерб от попадания паров нефти в атмосферу определяется по формуле

$$У_a = B \cdot M_n , \qquad (19)$$

где B – величина удельного ущерба от попадания паров нефти в атмосферу, тыс руб/т,

M_n – масса паров нефти, выделившихся в атмосферу при аварии на трубопроводе, т

Для малонаселенных районов с невысоким уровнем развития производства B = 0,18 тыс руб/т;

для густонаселенных и высокоиндустриальных районов B = 0,27 тыс.руб/т.

Формулой (2) определяли приведенную потерю напора в отверстии, а не перепад давления, как утверждают авторы прил 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ ИЗЛИВШИХСЯ ИЗ ТРУБОПРОВОДА И АППАРАТА ПРИ АВАРИИ

I Определение расходов жидкости и газа через отверстие в трубопроводе

I I Количество жидкости, вылившейся через отверстие в трубопроводе и из аппарата в единицу времени, определяется по формуле /I 2/

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gh}, \qquad (I)$$

где μ – коэффициент расхода отверстия,
ω – площадь отверстия м^2,
g – ускоренные силы тяжести, м/с^2;
h – перепад давления в отверстии, м

Перепад давления в отверстии определяется давлением в трубопроводе и аппарате в месте утечки и высотой столба вытекшей жидкости над отверстием h_1

$$h = \frac{P_x}{\rho g} - h_1 , \qquad (2)$$

где P_x – давление в трубопроводе и аппарате, Па,
ρ – плотность вытекшей жидкости, кг/м^3
g – ускорение свободного падения м/с^2,
h_1 – высота столба жидкости над отверстием, м (рис 2)

Давление в трубопроводе в месте утечки определяется линией гидравлического уклона построенной по показаниям манометров установленных на трубопроводе Плотность вытекающей жидкости зависит от ее температуры и обводненности Эта зависимость определяется стандартными методами в промысловых лабораториях и должна быть [illegible] высота столба жидкости над отверстием определяется глубиной [illegible] над трубой и глубиной заложения трубопровода

Схема истечения продукции на поверхность земли

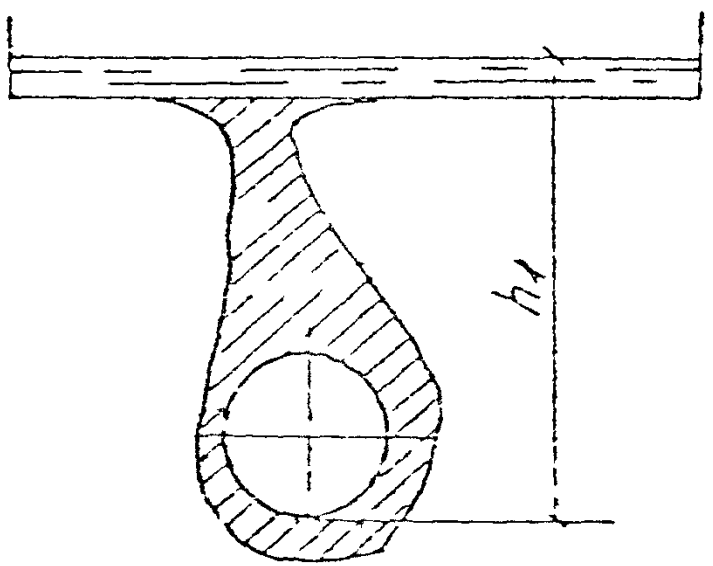


Рис. 2

Формулы (3), (4), (5), (6) не соответствуют рисунку 3, а именно:

1) $\mu = Re/(1.5+1.4)$ вообще не ложится на кривую рис. 3, т.к. при $Re=30$ $\mu \approx 10$, а не 0.5
при $Re=300$ $\mu \approx 100$, а не 0.7.

2) отсюда следует, что в формуле (4) опечатка, д.быть:
$$\mu = Re/(1.5+1.4\cdot Re).$$

3) Но и в этом случае кривые НЕ СТЫКУЮТСЯ друг с другом при $Re=25$, 200, (400), 10000.

Если исходить из уравнения формулы (3)–(6) с учетом исправления ф-лы (4) и неразрывности функции $\mu(Re)$, как это вытекает графика 3, следует сделать вывод:

$$\mu = \begin{cases} Re/48 & (3) \text{ при } Re < 33 \\ Re/(1.5+1.4\cdot Re) & (4) \text{ при } 33 \le Re < 150 \\ 0.592+0.27/\sqrt[4]{Re} & (5) \text{ при } 150 \le Re < 10000 \\ 0.592+5.5\sqrt{Re} & (6) \text{ при } Re \ge 10000 \end{cases}$$

Если исходить из других предпосылок (неверен график, функция имеет разрывы), то следует делать другие выводы.

[signature] Архангельский

15 мая 1996.

... определяется путем замера линейкой или мерной лентой. Площадь и ... отверстия определяются путем его обмера и вычерчивания на ... миллиметровой бумаге. Коэффициент расхода отверстия зависит от формы отверстия и режима истечения жидкости из него, определяемого ... Рейнольдса. Для круглых отверстий коэффициент расхода определяется по следующим зависимостям. При малых числах Рейнольдса $Re < 5$

$$\mu = Re/48, \qquad (3)$$

где $Re = \frac{d\sqrt{2gh}}{\nu}$ - число Рейнольдса,

d - диаметр отверстия в трубопроводе, м,

ν - кинематический коэффициент вязкости вытекающей жидкости, $м^2/с$

Кинематический коэффициент вязкости вытекающей жидкости зависит от ее обводненности и температуры и определяется стандартными методами в нефтепромысловых лабораториях.

В интервале чисел $25 < Re < 200\text{-}400$

$$\mu = \frac{Re}{1,5 + 1,4\,Re} \qquad (4)$$

Для чисел $200 \div 400 < Re < 10000$

$$\mu = 0,69 + \frac{0,22}{\sqrt{Re}} \qquad (5)$$

Для чисел $Re > 10000$

$$\mu = 0,592 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}} \qquad (6)$$

При $Re > 300000$ коэффициент расхода практически постоянен и равен 0,6.

На рис. 3 представлен график зависимости $\mu = f(Re)$, по которому можно определить значения μ для соответствующих расчетных значений Re.

Зависимость $M = f(Re)$

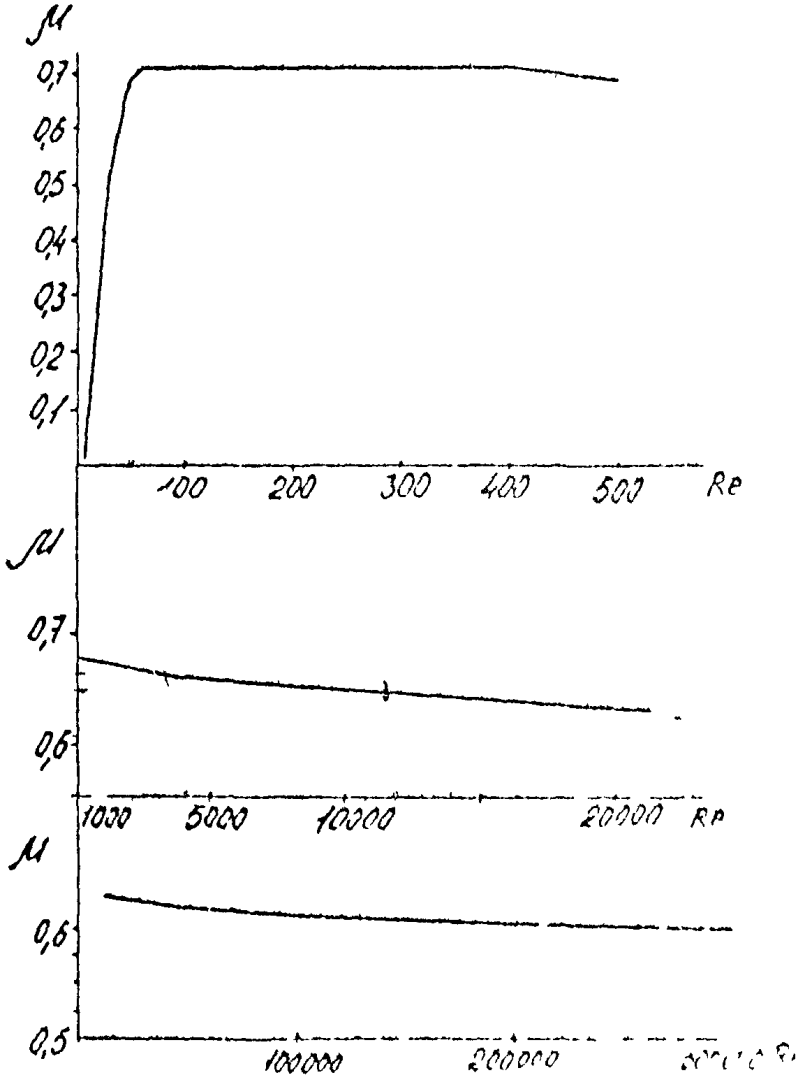


Рис. 3

Для определения коэффициента расхода отверстий других форм необходимо подсчитать их площадь S и по ней рассчитать эквивалентный диаметр по формуле

$$d_{экв} = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \qquad (7)$$

На рис 4 представлены зависимости $d_{экв} = f(S)$, по которым графически определяется величина $d_{экв.}$, соответствующая данному значению S

По найденному эквивалентному диаметру $d_{экв.}$ также определяется число Re и по нему по вышеприведенным зависимостям определяется $\mu_{экв}$

Для оценочных расчетов коэффициент расхода отверстий любых форм можно определять как для круглого отверстия с эквивалентным диаметром

Если излив из трубопровода происходит в течение длительного времени и при этом отверстие увеличивается в размерах (в результате эрозии, коррозии и т д), а также изменяется давление, то количество излившейся нефти определяется по настоящей методике, как интегральная величина во времени Весь отрезок времени истечения разбивается на интервалы, в которых известны все определяющие параметры истечения (размер отверстия, перепад давления в нем) Истечение в каждый момент времени определяется по предложенной в данном документе методике Затем все объемы истечения за рассмотренные промежутки складываются Таким образом определяется весь излившийся объем продукта

I 2 Расход газа из отверстия в трубопроводе и аппарате следует определять по формуле

$$M = \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2\frac{R}{R-1} P_1 \rho_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{2/R} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{R+1}{R}}\right]}, \qquad (8)$$

где μ - коэффициент расхода отверстия,

Зависимость $d_{экв} = f(S)$

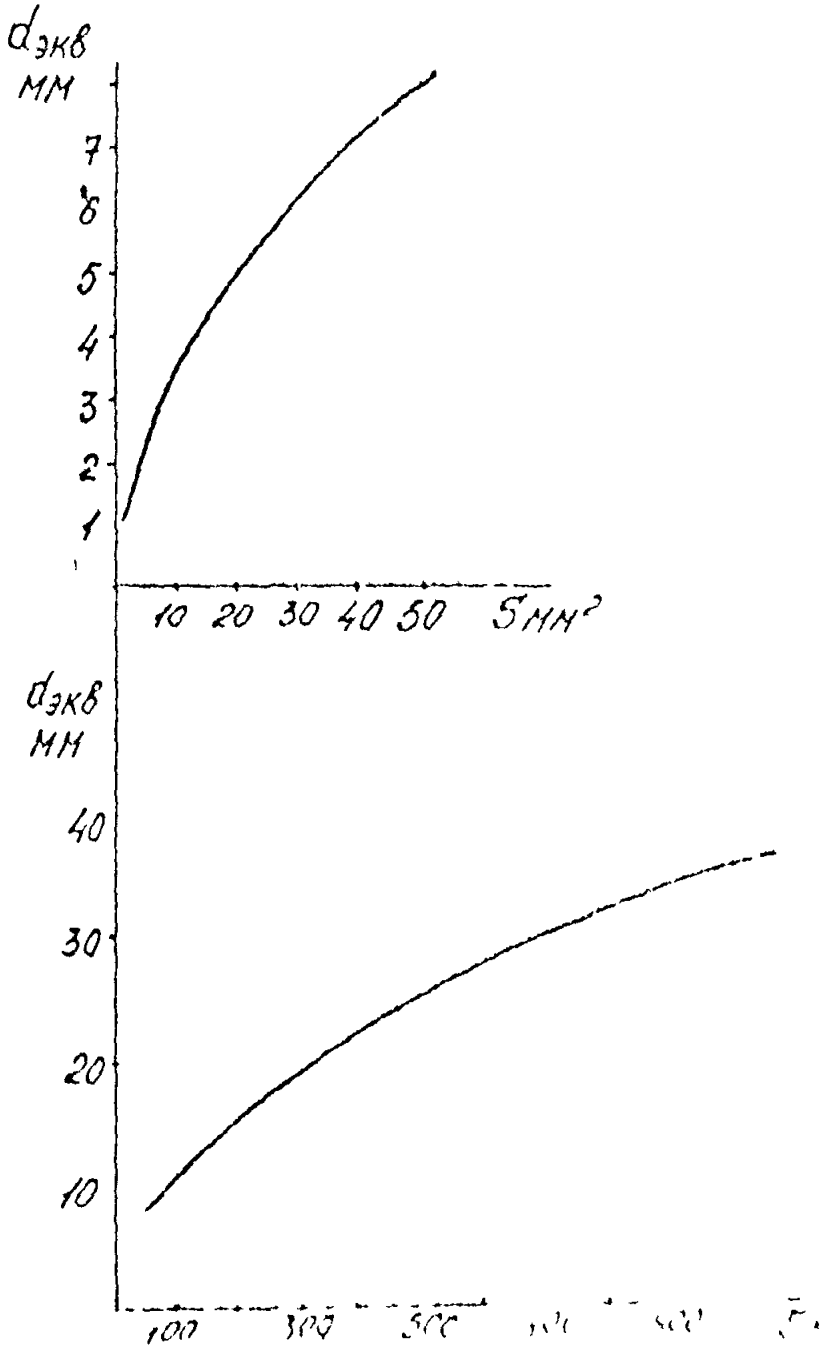


Рис. 4

ω - площадь сечения отверстия, м^2,

R - показатель адиабаты для газа,

P_1 - давление в трубопроводе, Па,

P_2 давление вне отверстия, Па,

ρ - плотность газа в трубопроводе, кг/м^3

Для смеси углеводородных газов можно принять $R = 1,40$

Плотность газа в трубопроводе и аппарате определяется из выражения

$$\rho_1 = \rho_2 \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot P_2}, \qquad (9)$$

где ρ_1 плотность газа при давлении P_1 (Па) и температуре T_1 (К), - кг/м^3,

ρ_2 - известная плотность газа при известных давлениях (Па) P_2 и температуре T_2 (К), кг/м^3

Выражение (8) используется для определения массового расхода газа через отверстие при значениях $\beta = \frac{P_2}{P_1} > \beta_{кр}$

Значение $\beta_{кр}$ определяется показателем адиабаты для смеси и равно $\beta_{кр} = (2/R+1)^{\frac{R}{R-1}}$ Для смеси газов с показателем адиабаты $R = 1,4$ $\beta_{кр} = 0,528$

При значениях $\beta < \beta_{кр}$ массовый расход газа через отверстие не зависит от давления P_2 и во всем интервале $0 < \beta < \beta_{кр}$ определяется по формуле

$$M_{max} = 0,685 \mu \omega \cdot \sqrt{P_1 \cdot \rho_1} \qquad (10)$$

Коэффициент расхода отверстия зависит от многих факторов (вязкости вытекающего продукта, шероховатости отверстия, остроты его кромки и т.д.) но в основном определяется степенью сжатия отверстия

$$n = \frac{\omega_2}{\omega_1},$$

где ω_0 – площадь отверстия, $м^2$,

ω_1 – площадь сечения трубопровода и аппарата, $м^2$

Значения коэффициента расхода отверстия при различной степени сжатия n приведены в таблице

Значения коэффициента расхода отверстий

Степень сжатия	Коэффициент расхода	Степень сжатия	Коэффициент расхода
0	0,611	0,5	0,678
0,1	0,614	0,6	0,704
0,2	0,622	0,7	0,737
0,3	0,634	0,8	0,800
0,4	0,650		

Влиянием остальных факторов при выполнении инженерных расчетов можно пренебречь

2 Определение давления в трубопроводе в точке истечения продукта

Возможны два случая истечения

- из работающего трубопровода,
- из остановленного трубопровода

2.1 Истечение из работающего трубопровода

Давление в точке истечения определяется по продольному профилю участка по формуле

$$P_x = P_1 - \frac{P_1 - P_2 + (Z_1 - Z_2)\rho_{ср} g}{L} L_x + (Z_1 - Z_x)\rho_{ср} g, \quad (1)$$

где P_x – давление в точке истечения, Па (рис. 1)

P_1 – давление в начале участка, Па

P_2 – давление в конце участка, Па

Z_1, Z_2, Z_x – отметки оси трубопровода в начале, [illegible] точке истечения, м

Схема определения давления в любом конечном
продукции на действующем трубопроводе

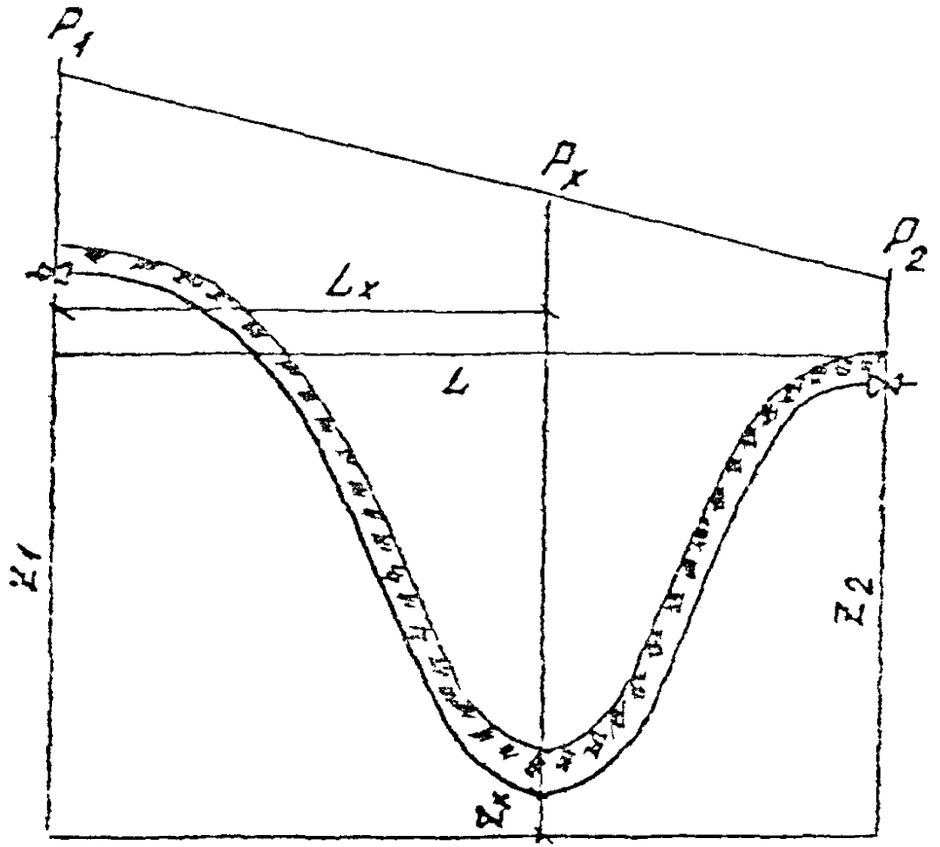


Рис 5

$\rho_{см}$ – плотность транспортируемой смеси, кг/м^3,

g – ускорение свободного падения, м/с^2

Плотность смеси определяется из выражения

$$\rho_{см} = \rho_г \cdot \alpha + \rho_ж \cdot (1-\alpha), \qquad (10)$$

где $\rho_г$ – плотность газа при рабочем давлении в трубопроводе, кг/м^3,

$\rho_ж$ – плотность транспортируемой жидкости, кг/м^3,

α – истинное газосодержание в трубопроводе

Истинное газосодержание в трубопроводе должно быть известно по выполненному ранее гидравлическому расчету или определено в соответствии с /22/.

2.2 Истечение из остановленного трубопровода

Жидкая фаза в трубопроводе стремится занять пониженные участки трассы. Происходит перераспределение жидкой и газовой фаз. В результате такого перераспределения эпюра распределения давления по длине трубопровода будет зависеть от давления в начале участка и в его конце перед закрытием задвижек (задвижки считаем герметичными), а также профиля трассы, в соответствии с которым происходит перераспределение жидкой и газовой фаз. Пример такого перераспределения показан на рис. 6. Здесь вся жидкая фаза располагается в одном пониженном месте, т.к. этому способствует профиль трассы. Количество жидкой фазы, скопившейся в пониженном месте, будет равно

$$Q_ж = \frac{\pi \cdot D_{вн}^2}{4} \cdot L \cdot (1-\alpha), \qquad (11)$$

где $D_{вн}$ – внутренний диаметр трубопровода, м;

L – длина отсеченного задвижками участка, м,

α – истинное содержание газовой фазы в трубопроводе

Она соответственно займет на пониженном участке длину

$$L_1 = L \cdot (1-\alpha), \qquad (11)$$

Схема определения давления в точке истечения продукции из остановленного трубопровода

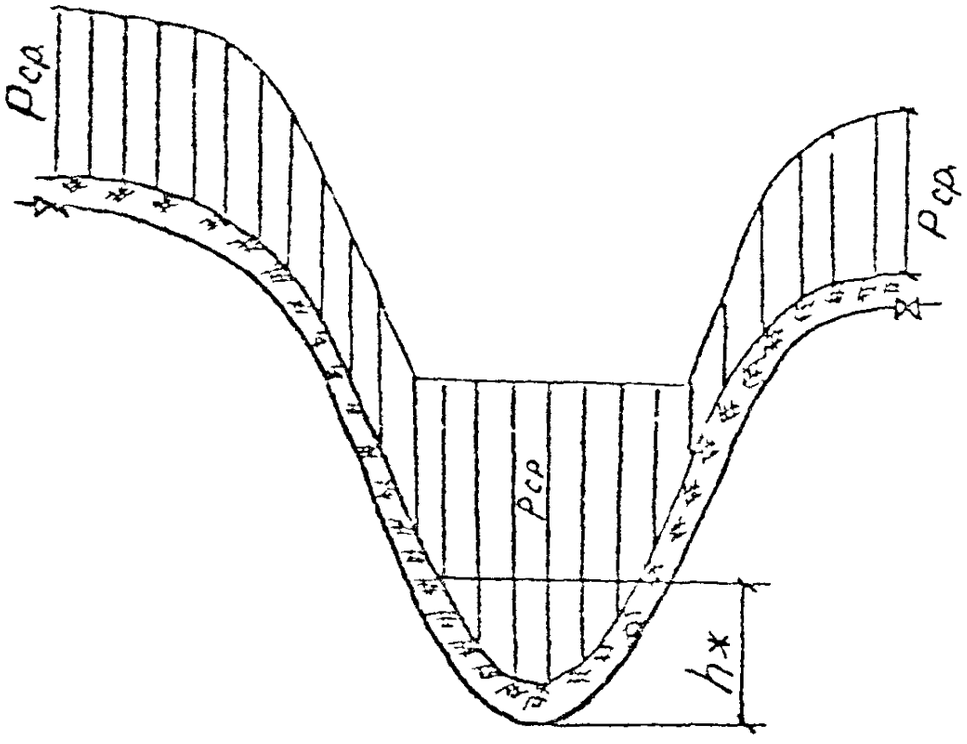


Рис 6

Уровень жидкости над точкой истечения в трубопроводе будет иметь величину h_x, определяемую градиентом по профилю трубы и длине L_1

Давление в газовой фазе будет равно

$$P_{ср} = \frac{P_1 + P_2}{2} \qquad (15)$$

Если пренебречь весом столба газовой фазы, то давление в трубопроводе в точке истечения будет равно:

$$P_x = P_ф + h_ж \cdot \rho_ж \cdot g, \qquad (16)$$

где h_x – статическое давление столба жидкости над точкой истечения, м (определяется графически по расположению жидкостной пробки)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫЛИВШИХСЯ НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Величина ущерба окружающей среде от излива транспортируемой по промысловому трубопроводу продукции зависит от ее распределения в этой среде

Вылившаяся нефть аккумулируется в земле вокруг трубопровода, просачивается на поверхность, впитывается в грунт в месте разлива, испаряется в воздух, попадает в водоем

I Количество нефти, аккумулированное грунтом до выхода на поверхность земли, зависит от скорости утечки и глубины заложения трубопровода /7/ и определяется по графику (рис 7). В зависимости от глубины заложения и скорости утечки по графику определяется время t, необходимое для проникновения нефти на поверхность земли. Общее количество нефти, аккумулированное грунтом, определяется как произведение скорости утечки Q на время t

2 Количество нефти, растекшейся по поверхности земли, определяется по площади разлива и средней глубине разлива. Площадь разлитой нефти определяется с помощью инструментальных методов. Средняя глубина разлива определяется путем ее замера мерной линейкой в нескольких местах и определения средней арифметической величины

3 Количество нефти, впитавшейся в грунт в результате разлива, зависит от объема замазученного грунта и его нефтеемкости и определяется по формуле /11/

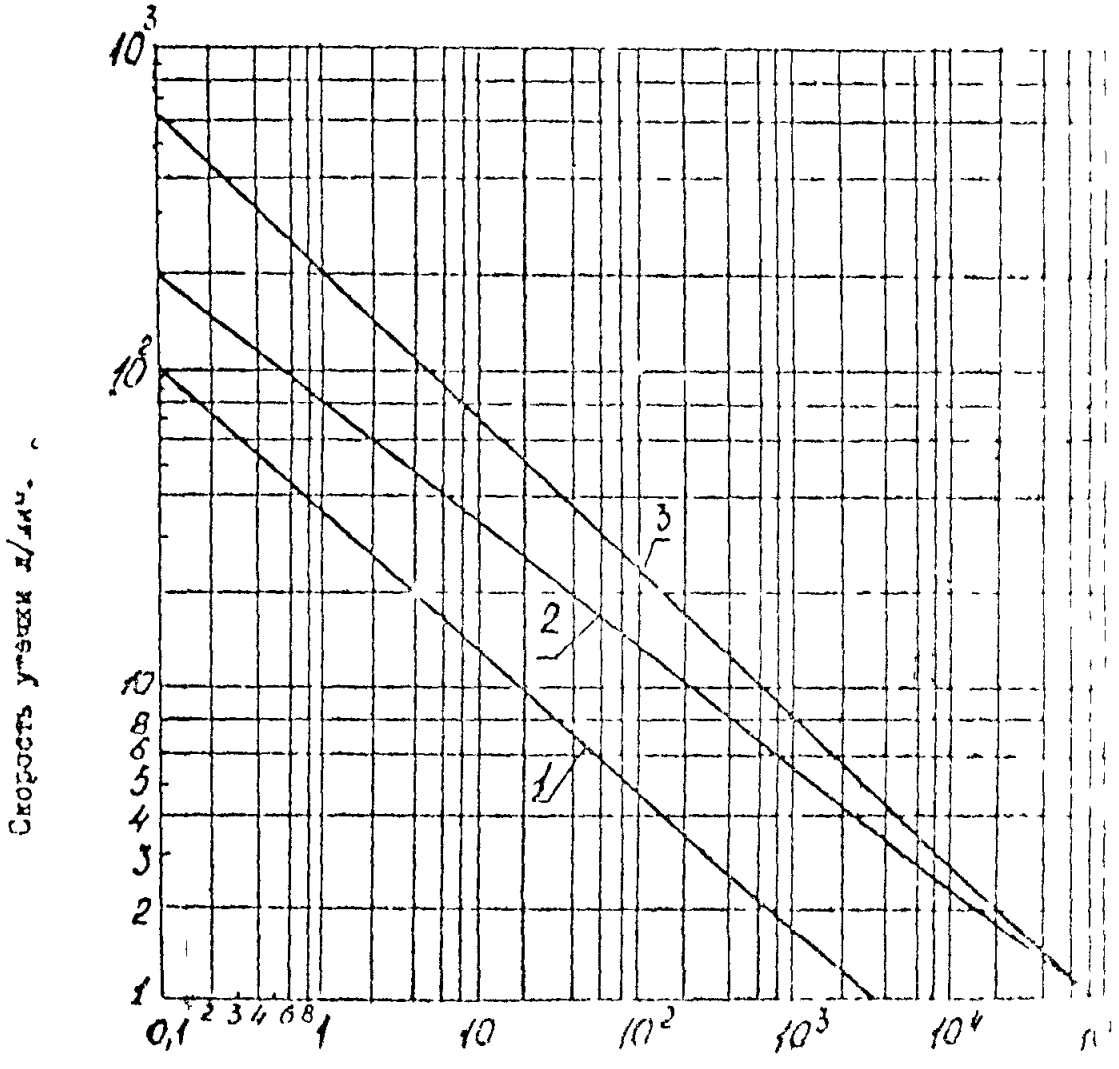
$$G_{вп} = K_н \cdot \rho_н V_{1р} \quad кг \qquad (1)$$

где $K_н$ - нефтеемкость грунта, принимаемая по табл. 1,

$\rho_н$ - плотность нефти кг/м^3,

$V_{1р}$ - объем грунта, пропитанного нефтью м^3

Зависимость времени проникновения нефти на поверхность земли от скорости утечки



Время проникновения нефти на поверхность земли, мин

1. Экспериментальная зависимость (P=60 кг/см^2, H=0,0 м),
2. Экспериментальная зависимость (P = 40, 0 кг/см^2, H = 0 м),
3. Экспериментальная зависимость (P = 20, 40, 60 кг/см^2, H = 1, 0 м)

Рис. 7

Таблица I

Нефтеемкость грунтов

Наименование грунтов	Влажность грунта %				
	0	20	40	60	80
Гравий (диам частиц от 2 до 20 мм)	0,30	0,24	0,18	0,12	0,06
Пески (диам частиц от 0,05 до 2 мм)	0,30	0,24	0,18	0 12	0,06
Кварцевый песок	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
Супесь, суглинок	0,35	0,28	0,21	0,14	0,07
Суглинок легкий	0,47	0,38	0,28	0,18	0,10
Глинистый грунт	0,20	0,16	0,12	0,08	0,04
Торфяной грунт	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10

Объем нефтенасыщенного грунта вычисляют по формуле

$$V_{гр} = S_{гр} \cdot h_{ср} \quad , \qquad (2)$$

где $S_{гр}$ - площадь поверхности нефтенасыщенного грунта, $м^2$;

$h_{ср}$ - средняя глубина пропитки грунта на всей площади поверхности нефтенасыщенного грунта, м

Среднее значение $h_{ср}$ вычисляют как среднее арифметическое, определенное из шурфовок (не менее 5 равномерно распределенных по всей поверхности)

4 Количество газа, выделившегося в атмосферу при истечении газированной жидкости из трубопровода, определяется по кривой разгазирования (рис 8)

Если известно количество выделившейся из трубопровода жидкости $V_ж$ при рабочем давлении в трубопроводе $P_{ср}$, ее обводненность φ, то количество газа, выделившегося в атмосферу при разгазировании жидкости, будет равно

$$V_{газ} = V_в \cdot (1-\varphi) \rho_{раств\,н} + V_в \cdot \rho_{раств\,в} \qquad (3)$$

Кривые разгазирования

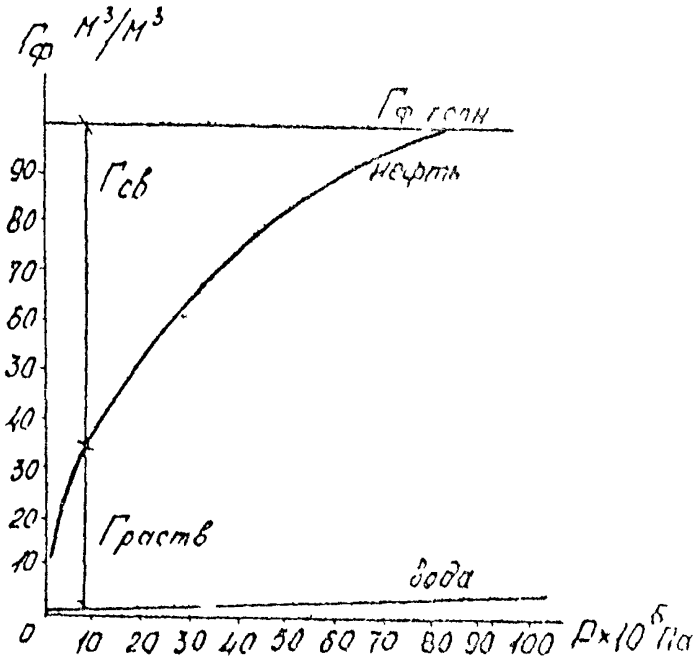


Рис 8

где $Г_{расв\ н}$ - количество растворенного газа в нефти при рабочем давлении, $м^3/м^3$,

$Г_{раств\ в}$ - количество газа, растворенного в воде при рабочем давлении $м^3/м^3$;

$V_в$ - количество вылившейся из трубопровода жидкости, $м^3$.

5. Количество нефти, испарившейся с поверхности земли при разливе, определяется по формуле

$$G_{исп} = \frac{36 \cdot 10^{-4} \phi S_н \cdot h_н^{0,18} \cdot \rho_н \cdot \tau_н}{392,5\ \phi (2 - \sqrt{a2}) \cdot h_н^{0,13} \cdot \tau_{нср}^{0,1} + \tau_н}, \qquad (4)$$

где $G_{исп}$ - потери нефти от испарения с открытой поверхности, кг,

ϕ - фракционный состав нефти до 200°С, % вес,

$S_н$ - площадь испарения нефти, $м^2$,

$h_н$ - глубина разлива нефти, м,

$\rho_н$ - плотность нефти, $т/м^3$,

$\tau_н$ - продолжительность испарения, ч,

$\sqrt{}$ - скорость ветра над свободной поверхностью нефти, м/с;

t - средняя температура поверхности нефти, °С.

Расчет потерь нефти от испарения с открытой поверхности можно вести по номограмме (рис.9), графически описывающей эту формулу

По номограмме по заданным значениям скорости ветра над разливом, температуре поверхности нефти, глубине разлива и времени испарения определяются значения функций F_1 и F_2. Масса испарившейся нефти определяется по формуле

$$M = \frac{S \cdot \rho}{F_1 + F_2}, \qquad (5)$$

где S - площадь разлива, $м^2$,

ρ плотность нефти, $т/м^3$

Номограмма для определения массы испарившейся нефти при разливе нефти по поверхности земли

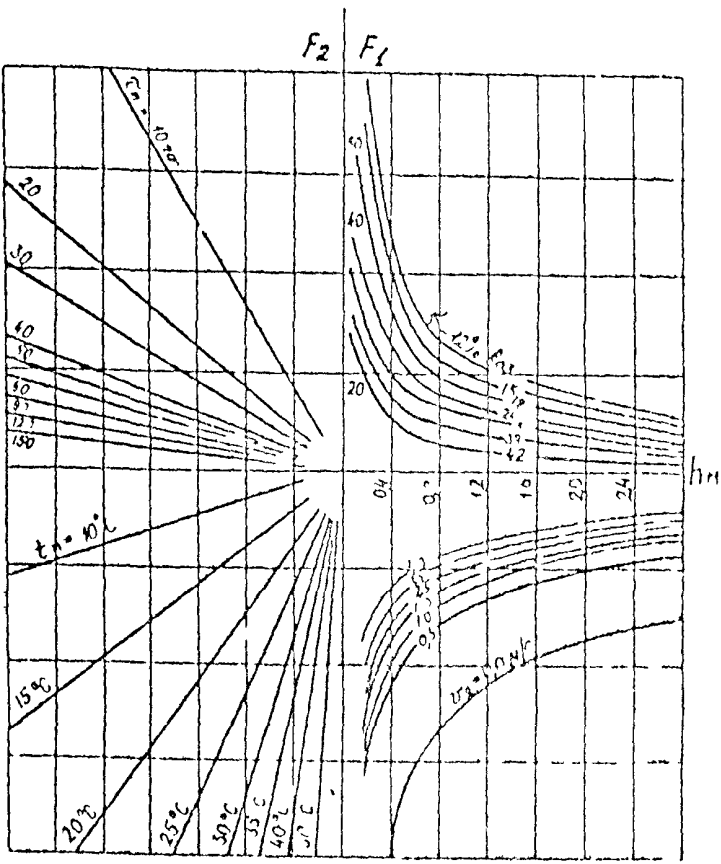


Рис. 9

5.I Фракционный состав нефти до 200°С принимают согласно паспортным характеристикам нефти из соответствующих источников, по данным лабораторного анализа или рассчитывают по формуле (при $\mu_{20} \leq 0{,}37$ П, $\rho = 795\text{-}890$ кг/м³)

$$\phi = \left(\frac{\mu_{20} - \mu_{50}}{\mu_{20} \cdot \mu_{50}} \right)^{0{,}67}, \qquad (6)$$

где μ_{20}, μ_{50} – динамический коэффициент вязкости нефти при 20 и 50°С соответственно, П

В табл 2 приведен ряд значений параметра ϕ для соответствующих μ_{20}, μ_{50} Данными таблицы можно пользоваться при ориентировочных расчетах

Таблица 2

Зависимость $\phi = f(\mu)$

μ_{50} \ μ_{20}	0,05	0,I	0,I5	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
0,005	32,4							
0,0I0	I8,85	20,I5						
0,0I5	I3,3	I5						
0,020	9,8	II,8	II,9	I2,65	I3 0			
0,025		9,8	I0,4	I0,7	II,0	II,I5		
0,030		6,I	9,05	9,3	9,6	9,8	9,83	
0,050			5,67	6,I	6,3	6,50	6,6	6,75
0,075			3,57	4,I	4,6	4,65	4,8	4,9
0,I00					3,3	3 55	3,7	3,8
0,I5						2,23	2,44	2,6
0,20							I,65	I,85

5 2 Поверхность разлитой нефти определяется путем инструментальных замеров Глубина разлива нефти определяется как средняя величина из нескольких замеров в характерных точках

5 3 Скорость ветра замеряется на высоте 0,I м над поверхностью нефти Если $U > 5{,}0$ м/с, то принимают $U = 5{,}0$ м/с

В случае, когда имеются данные о скорости ветра, взятые по флюгеру метеостанции $U_{ср}$, скорость ветра пересчитывают по формуле

$$U = K_в \cdot K_п \cdot U_{ср}, \qquad (7)$$

Коэффициент пересчета скорости ветра $K_в$ берется из таблицы 3 в зависимости от высоты установки на метеостанции флюгера $h_{ср}$ над уровнем земли

Таблица 3

Значение коэффициента $K_в$ от высоты $h_{ср}$

$h_{ср}$, м	8	10	12	14	16	18	20
$K_в$	0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69

Коэффициент пересчета $K_п$ зависит от характера поверхности почвы в месте разлива и берется по табл. 4

Таблица 4

Значения коэффициента $K_п$

Характеристика поверхности	$K_п$
Водная поверхность	0,55
Почва без растительности	0,50
Паровое поле	0,45
Луг с растительностью до 1 м	0,40
Кустарник	0,33
Опушка леса, просека	0,30-0,10

5.4. Среднюю температуру поверхности нефти в течение времени испарения определяют по формуле

$$t_{п\,ср} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} t_{п,i}, \qquad (8)$$

где N – количество суток, в течение которых происходит испарение.

$t_{п_i}$ - средняя температура поверхности нефти в течение суток, °С

Среднюю температуру поверхности нефти в течение суток определяют по формуле

$$t_{п_i} = 0{,}5(t_н + t_в), \qquad (9)$$

где $t_н$ - средняя температура нефти в течение дня, принимается как средняя температура поверхности почвы, измеряемая в течение светового дня (3 раза), °С,

$t_в$ - средняя температура воздуха, принимается равной температуре воздуха во время захода солнца, °С

Когда температура поверхности нефти $t_{п_i}$ меньше +5°С, потери от испарения принимают равными нулю

6 Количество нефти, попавшей в водоемы, может быть определено следующими способами

а) по результатам инструментальных измерений массы нефти в единице площади поверхности воды и концентрации растворенной под слоем разлива нефти и площади разлива, определенной с помощью аэрофотосъемок или других инструментальных методов,

б) на основании экспертных оценок загрязненности поверхности воды нефтью и площади разлива,

в) по количеству нефти, собранной нефтесборником или другими нефтесборными средствами при ликвидации аварий с учетом эффективности их работы определенной из их технических характеристик

6 1 Определение массы разлитой нефти по инструментальным наблюдениям с учетом фонового загрязнения производится по формуле

$$P_н = (P_{пл\,розл} - P_{пл\,фон})\, S_н\, 10^{-6} + (C_{розл} - C_{фон})\, V_н\, 10^{-6}, \qquad (10)$$

где $P_н$ - масса разлитой нефти, т,

$P_{пл\,розл}$ - масса пленочной нефти на 1 м² разлива, т/м²,

$P_{пл\ фон}$ - масса пленочной нефти на 1 м^2 водной поверхности, не подверженной влиянию разлива, г/м^2,

$S_н$ - площадь нефтяного разлива, м^2,

$C_{розл}$ - концентрация растворенной в воде нефти под слоем разлива на глубине 0,3 м, г/м^3,

$C_{фон}$ - концентрация растворенной в воде нефти на глубине 0,3 м во время, предшествующее разливу, г/м^3 (данные о фоновом уровне загрязнения могут быть получены в местных контролирующих органах Госкомгидромета),

$V_н$ - объем воды, загрязненной растворенной нефтью, равный $S_н$ x 1 м, м^3

Для получения данных для подсчета массы разлитой нефти по результатам инструментальных наблюдений необходимо

в четырех-шести точках разлива произвести отбор пленочной нефти пробоотборником с известной площадью. Точки отбора проб выбираются так, чтобы две-три точки находились ближе к центру разлива, а другие две-три точки на его периферии. Из отобранных проб составляется общая проба, в которой весовым методом определяется масса нефти,

- в точках, в которых производится отбор пленочной нефти, с горизонта 0,3 м отбираются пробы воды для определения концентрации растворенной в воде нефти (определение концентрации растворенной в воде нефти производится одним из методов, указанных в (23),

- в одной-двух точках акватории воды, не подверженной влиянию нефтяного разлива, пробоотборником с известной площадью отбираются пробы пленочной нефти и определяется масса нефти.

6.2. Ориентировочное количество разлитой нефти по поверхности воды может быть определено на основе экспертных оценок характера поверхности воды (табл. 5) и замера площади поверхности /9/

Таблица 5

Масса нефти на I м^2 водной поверхности при различном внешнем виде нефтяной пленки

Внешние признаки нефтяной пленки	Масса нефти (г) на I м2 водной поверхности
I Чистая водная поверхность без признаков опалесценции (отсутствие признаков цветности при различных условиях освещенности)	0
2 Отсутствие пленки и пятен отдельные радужные полоски наблюдаемые при наиболее благоприятных условиях освещения и спокойном состоянии водной поверхности	0 I
3 Отдельные пятна и серые пленки серебристого налета на поверхности воды наблюдаемые при спокойном состоянии водной поверхности появление первых признаков цветности	0 2
4 Пятна и пленки с яркими цветными полосками наблюдаемые при слабом волнении	0 4
5 Нефть в виде пятен и пленки покрывающих значительные участки поверхности воды и разрывающихся при волнении с переходом цветности к тусклой мутно коричневой	I 2
6 Поверхность воды покрыта сплошным слоем нефти, хорошо видимой при волнении цветность темная темно-коричневая	2 1

6 Площадь разлива может быть определена следующими способами

) [illegible] или радиус пятна определяются из эксперт [illegible] в качестве масштаба сл[illegible]

предметы или сооружения находящиеся поблизости размеры которых известны

Если обследование разлива производится на судне то ширина длина или диаметр пятна разлива могут быть выражены в корпусах инспектируемого судна, длина которого известна,

2) Размер пятна определяется по аэрофотосъемкам водной поверхности с изображением пятна разлива для чего

- на фотографию (или прямо на негатив) накладывается калька с изображенной на ней сеткой со стороной квадрата I мм

- определяется количество квадратов, покрывающих площадь пятна разлива,

- количество квадратов умножается на величину площади соответствующую (при выбранном масштабе аэрофотосъемки) одному мм^2 на кальке,

- масштаб аэрофотосъемки m определяется по формуле

$$m = H/t,$$

где t - фокусное расстояние аппарата,

H - высота полета в момент фотографирования, определяется по показаниям навигационных приборов самолета

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА РЕМОНТ ТРУБОПРОВОДА ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ЕГО УЧАСТКА

Определение затрат на ремонт трубопровода производится для каждого конкретного случая отказа трубопровода.

При отсутствии необходимых данных, можно производить ориентировочный расчет с использованием укрупненных показателей.

Основой расчета являются удельные затраты $У$ ($\frac{руб}{м}$) на замену участка трубопровода (ℓ) в зависимости от его диаметра (ϕ) и длины. Зависимости $У-\phi$ и $У-\ell$ представлены на рис.10.

Удельные затраты определены для следующего состава работ:

1. Земляные работы:

- сооружение ремонтного котлована;
- планировка площади аварийного участка;
- засыпка траншей бульдозером.

2. Ремонтные работы (замена участка трубы):

- монтаж и сварка трубы;
- изоляция трубы;
- контроль качества стыков;
- укладка труб в траншее;
- погрузка и выгрузка труб;
- транспортировка труб к месту ремонта (на расстояние до 10 км).

3. Демонтаж старых труб:

- резка труб;
- выемка труб из траншеи;
- погрузка и выгрузка демонтированных труб;
- транспортировка демонтированных труб (на расстояние до 10 км)

Удельные затраты на замену участка трубопровода (У) в зависимости от диаметра трубы (∅) и длины заменяемого участка (ℓ)

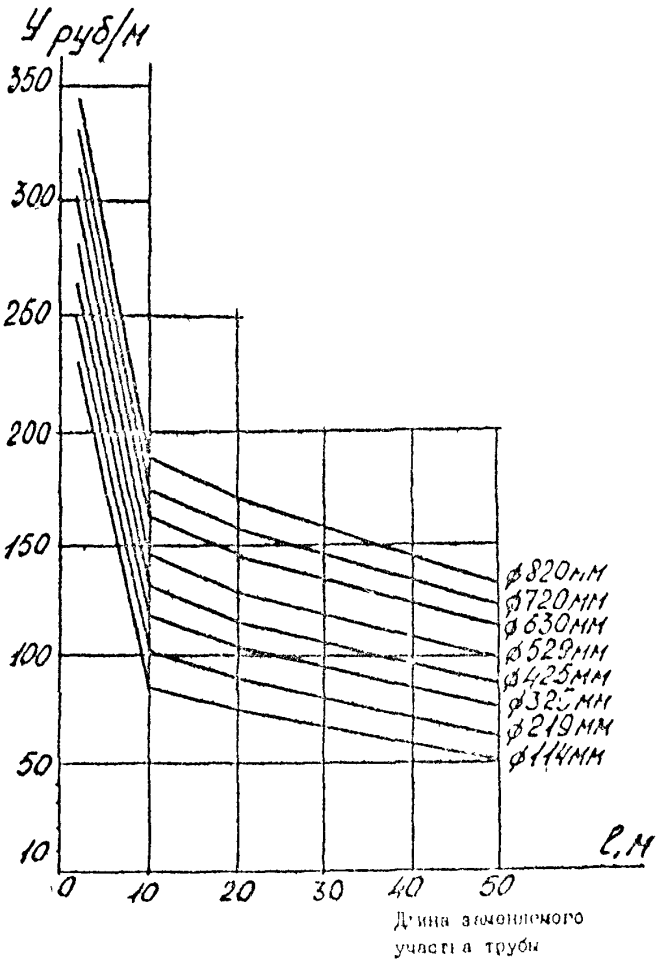


Рис. 10

4. Транспортировка машин, механизмов, инструментов, перевозка людей к месту ремонта (на расстояние до 10 км).

Учтена также стоимость используемых материалов: труб, электродов, изоляции, газа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ТАРИФЫ НА ПЕРЕВОЗКУ ГРУНТА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Согласно прейскурантам № I3-0I-0I, № I3-04-0I, тарифы введены с I.I.I988г.

Расстояние перевозки (км)	Стоимость перевозки (руб/т)	Расстояние перевозки (км)	Стоимость перевозки (руб/т)
I	0,45	I6	2,07
2	0,54	I7	2,I4
3	0,63	I8	2,23
4	0,72	I9	2,32
5	0,8I	20	2,39
6	0,90	2I	2,48
7	0,99	22	2,56
8	I,08	23	2,65
9	I,I7	24	2,74
I0	I,26	25	2,8I
II	I,35	26	2,9
I2	I,44	27	2,98
I3	I,53	28	3,06
I4	I,62	29	3,I5
I5	I,7I	30	3,22

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА УБОРКУ ЗАМАЗУЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Согласно формуле (8)

$$З_{ЛПА} = З_{сб} + З_{з} = \alpha_{ж} \cdot V + \alpha_{з} \cdot S,$$

Для определения составляющей $З_{сб}$ необходимо определить сумму затрат

$$З_{сб} = З_{сб\,ж} + З_{отк\,ж} = З_{в\,ж} ;$$

где $З_{сб\,ж}$ – затраты на сбор разлитой нефти (жидкости) в канавы, ямы с помощью землеройной техники и подручных средств, руб ,

$З_{отк\,ж}$ – затраты на откачку жидкости, руб,

$З_{в\,ж}$ – затраты на вывоз жидкости автоцистернами, руб

Из общих затрат $З_{сб}$ и количества вывезенной жидкости определяется ориентировочное значение $\alpha_{ж}$ для предприятия Обычно значения $\alpha_{ж}$ составляет порядка 3-10 руб/м^3.

Для определения составляющей $\alpha_{з}$ необходимо определить сумму затрат

$$З_{з} = З_{з\,гр} + З_{о\,гр} + З_{в\,гр} + С ,$$

где $З_{з\,гр}$ – затраты на завоз грунта-сорбента, руб,

$З_{о\,гр}$ – затраты на отсыпку и планировку грунта, руб,

$З_{в\,гр}$ – затраты на сбор, погрузку и вывоз замазученного грунта сорбента, руб,

$С$ – стоимость грунта сорбента, руб.

Ниже приводится способ определения зависимости удельных затрат на уборку 1 м^2 замазученной площади ($\alpha_{з}$) от толщины слоя грунта сорбента и площади замазученности применительно к условиям [illegible] области.

Значения составляющих затрат на уборку замазученности $З_{з\,гр}$, $З_{о\,гр}$, $З_{д.гр}$ (с учетом стоимости грунта) определены при дальности перевозки 10, 30, 50 и 100 км и площадях замазученности 100, 500, 1000 и 10000 м2. Результаты расчетов сведены в таблицу

Из таблицы следует, что удельные затраты на завоз и вывоз грунта-сорбента возрастают с увеличением дальности перевозки и практически не зависят от площади замазученности

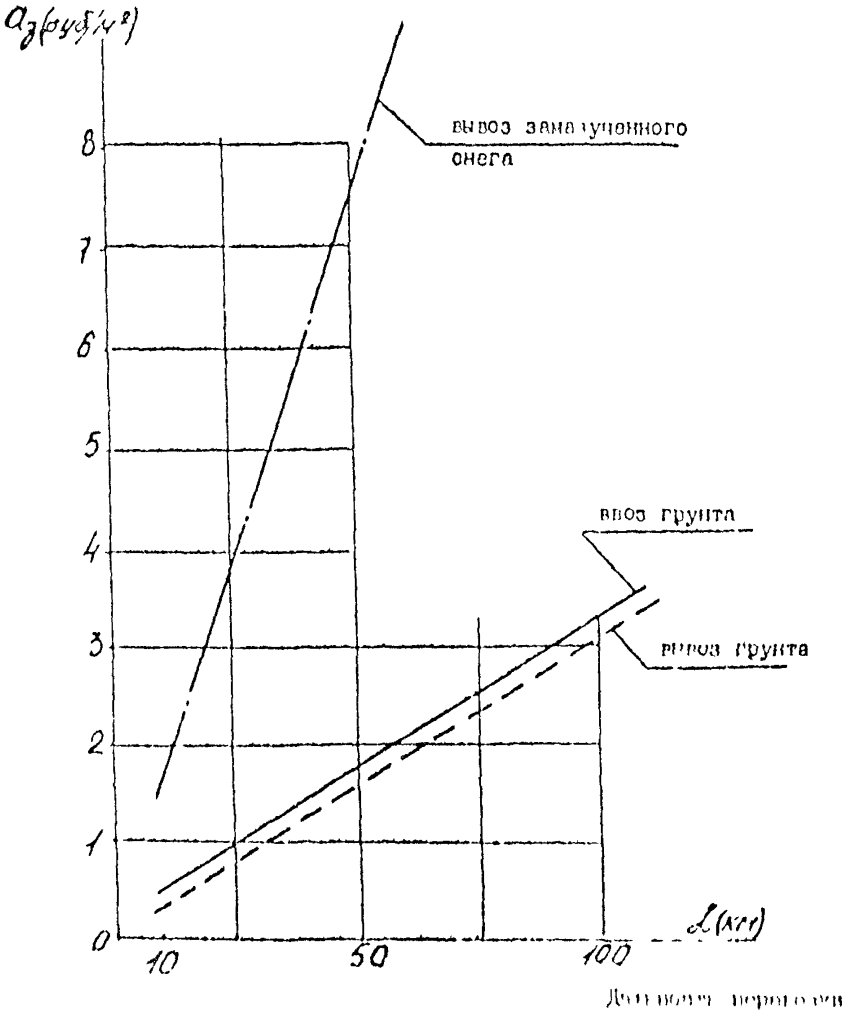
По данным таблицы построен график зависимости $С_з$ от дальности перевозки грунта-сорбента (L), а также замазученного снега (рис. 4).

Расчет стоимости уборки замазученности площади в условиях ПО "Оренбургнефтегаз" (слой отходного грунта 0,1 $м^3/м^2$, уд. стоимость грунта 1 руб. 49 коп/$м^3$)

Виды работ	Площадь замазученности м2	Стоим.работ в зависимости от дальности перевозки грунта-сорбента							
		10 км		30 км		50 км		100 км	
		общая стоим. руб.	руб/м2	общая стоим. руб.	руб/м2	общая стоим. руб.	руб/м2	общая стоим. руб.	руб/м2
1. Сбор с поверхности	100 м2	60^{10}	0^{60}	116^{16}	1^{16}	172^{16}	1^{72}	322^{56}	3^{23}
Сбор для отсыпки площадей, замазученных	500 м2	278^{90}	0^{56}	581^{30}	1^{16}	878^{10}	1^{76}	1628^{50}	3^{25}
Сбор с площадей, замазученных	1000 м2	503^{00}	0^{53}	1138^{00}	1^{14}	1732^{00}	1^{73}	3233^{00}	3^{23}
Сбор с поверхности [illegible]	10000м2	5163^{00}	0^{52}	10683^{00}	1^{07}	16519^{00}	1^{36}	31627^{00}	3^{16}
[illegible]			0^{55}		1^{15}		1^{75}		3^{25}
[illegible]	100 м2	52^{90}	0^{53}	109^{46}	1^{08}	164^{50}	1^{65}	314^{90}	3^{15}
[illegible]	500 м2	183^{00}	0^{36}	485^{72}	0^{97}	782^{50}	1^{56}	1532^{30}	3^{06}
[illegible]	1000 м2	365^{00}	0^{36}	959^{30}	0^{96}	1553^{40}	1^{55}	3058^{60}	3^{06}
[illegible]	10000м2	3645^{00}	0^{36}	9360^{60}	0^{94}	15300^{60}	1^{53}	30308^{60}	3^{03}
[illegible]			0^{36}		0^{97}		1^{55}		3^{06}

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
3. Вывоз замазученного снега самосвалом (с учетом сбора снега в отвалы и погрузки)	I00 м2	355^{00}	3^{55}	466^{80}	4^{67}	763^{60}	7^{64}	$I5I0^{00}$	$I5^{I0}$
	500 м2	$I420^{00}$	3^{00}	2334^{30}	4^{67}	$38I8^{30}$	7^{62}	7540^{00}	$I5^{I0}$
	I000 м2	3845^{00}	3^{84}	4645^{80}	4^{65}	$76I3^{00}$	7^{6I}	$I5065^{00}$	$I5^{07}$
	I0000м2	40000^{00}	4^{00}	44965^{80}	4^{50}	$75II8^{40}$	7^{5I}	$I49638^{00}$	$I5^{I0}$
Средняя стоимость на I м2			3^{50}		4^{65}		7^{60}		$I5^{I0}$

Стоимость ликвидации I м^2 замазученной площади ($a_з$) при отсыпке грунтом-сорбентом (0,I м^3/м^2) в условиях Западной Сибири и вывоза замазученного снега (I,0 м^3/м^2)



Дальность перевозки

Рис. 11

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ВЕЛИЧИНА УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ЗАЛПОВОМ СБРОСЕ ИЛИТА ($З_з$)

Р, т	$З_з$, тыс.руб.	Р, т	$З_з$, тыс.руб.
0,10	20,70	6,00	221
0,11	21,90	7,50	260
0,13	23,50	9,00	300
0,16	27,00	10,00	328
0,20	30,00	11,00	361
0,25	30,90	13,00	424
0,30	38,00	16,00	520
0,35	40,70	20,00	647
0,40	44,70	25,00	810
0,50	50,20	30,00	965
0,60	55,00	35,00	1123
0,75	6,70	40,00	1280
0,90	69,20	50,00	1595
1,00	74,00	60,00	1910
1,10	77,80	75,00	2380
1,30	87,10	90,00	2850
1,60	96,90	100,00	3163
2,00	108,50	110,00	3451
2,50	123,00	130,00	4113
3,00	140,00	160,00	5063
3,50	151,55	200,00	6315
4,00	166,00	250,00	7888
5,00	193,00	300,00	9460
		350,00	11030

Примечание. Для определения промежуточных значений $З_з$, не попадших в таблицу, рекомендуется применять интерполяцию между ближайшими значениями $З_з$. При значении $Р < 0,10$ т величину ущерба следует определять по формуле

$$З_з = 207 \text{ (тыс.руб/т)} \times Р(т)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА, УЧИТЫВАЮЩЕГО КАТЕГОРИЮ ВОДНОГО ОБЪЕКТА, В КОТОРЫЙ ПРОИЗОШЕЛ СБРОС НЕФТИ

Категория водного объкта	$K_{кат}$
Морские воды	1,0
Поверхностные водоемы, используемые для рыбохозяйственных целей, централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения пищевых предприятии	1,1
Другие водные объекты	0,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СНИЖЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБА Ксв В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛИКВИДАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Время ликвидации загрязнения, час*	Коэффициент снижения величины ущерба, Ксв
до 6 включительно	0,800
более 6 до 12 -"-	0,650
" 12 до 18 -"-	0,500
" 18 до 24 -"-	0,463
" 24 до 30 -"-	0,434
" 30 до 36 -"-	0,412
" 36 до 48 -"-	0,383
" 48 до 60 -"-	0,364
" 60 до 72 -"-	0,346
" 72 до 84 -"-	0,331
" 84 до 96 -"-	0,320
" 96 до 108 -"-	0,310
" 108 до 120 -"-	0,301
" 120 до 132 -"-	0,293
" 132 до 144 -"-	0,287
" 144 до 156 -"-	0,280
" 156 до 168 -"-	0,275
" 168 до 180 -"-	0,270
" 180 до 192 -"-	0,268
" 192 до 204 -"-	0,262
" 204 до 216 -"-	0,258
" 216 до 228 -"-	0,250
" 228 до 240 -"-	0,250

* Время ликвидации загрязнения вод рассчитывается как разница между временем, прошедшим с момента окончания ликвидации загрязнения вод.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ПРИМЕР РАСЧЕТА УЩЕРБА ОТ ОТКАЗА ТРУБОПРОВОДА ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА НЕФТИ (условный)

Определить суммарный ущерб народному хозяйству от аварии на промысловом трубопроводе с выходом и распределением нефти в окружающую среду по представляемым данным.

I. Исходные данные для расчета

I. Параметры трубопровода:

- диаметр трубы 325 х 8 мм;
- глубина заложения трубопровода 1,5 м;
- участок порыва отсечен задвижками, расстояние между секущими задвижками - 6,8 км;
- давление в начале участка P_I = 1,0 МПа, давление в конце участка P_2 = 0,66 МПа (давления - при установившемся режиме);
- часовая производительность трубопровода 100 т/ч.

2. Физико-химические свойства транспортируемой нефти:

- вязкость кинематическая ν = 10 сСт;
- вязкость динамическая μ_{20} = 8,5 сП ; μ_{50} = 0,7 сП ;
- плотность ρ = 850 кг/м^3;
- обводненность транспортируемой жидкости 10 %;
- истинное содержание газа в трубопроводе - 0,8;
- температура транспортируемой нефти - 20°С;
- температура поверхности разлитой нефти - 15°С

3. Характеристики грунта:

- супесь ,
- влажность 40 % .

4. Характер порыва и его последствия:

- отверстие в трубе в форме прямоугольника размером 0,02 х 0,1м, расположено в нижней части трубы вдоль ее оси (рис.12);
- простой трубопровода - 20 час;
- площадь разлива нефти по поверхности земли 200 $м^2$,
- средняя глубина разлива - 0,3 м;
- средняя глубина пропитки 0, 2 м;
- скорость утечки нефти из отверстия 500 л/мин;
- скорость ветра над разливом - 2,5 м/с;
- на загрязненной площади находились посевы ржи;
- средняя урожайность ржи 20 ц/га; цена 8 руб/ц;
- недобор (предполагаемый) урожая по годам:
  1-год - 25%; 2-й год -20%; 3-й год -15%; 4-й год -10%;
  5-й год -5%;
- попадание нефти в озеро;
- площадь загрязненной поверхности - 0,4 км;
- масса пленочной нефти на 1 $м^2$ $P_{пл.разл.}$ = 12 $г/м^2$.
- масса пленочной нефти на 1 $м^2$ акватории, не подверженной влиянию разлива $P_{пл.фон}$ = 0,1 $г/м^2$,
- концентрация растворенной в воде нефти на глубине 0,3 м под слоем разлива $C_{разл.}$ = 10,0 $г/м^3$;
- фоновый уровень загрязнения воды $C_{фон}$ = 0,02 $г/м^3$.

5. Меры по ликвидации аварии:

- ремонт трубопровода - замена участка трубы длиной 16 м;
- ликвидация замазученности (0,02га);
- рекультивация загрязненных нефтью земель.

Продольный профиль трубопровода

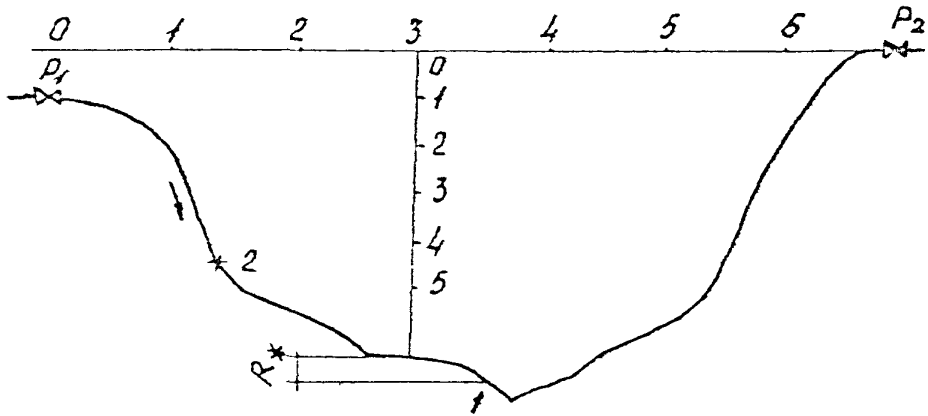


Рис. 12

II. РАСЧЕТ

I. Определение расходов жидкости и газа через отверстие в трубопроводе.

I.I. Определение расхода жидкости через отверстие в трубе. Расчет производится по формулам приложения I.

Определяем длину трубопровода, которая будет занята жидкостью в нижней части, по формуле /I4/

$$L_1 = L\,(1-\alpha) = 6600\,(1-0{,}8) = 1360\ м$$

Расположение участка, заполненного жидкостью, показано на рис. I2.

Давление газовой фазы по формуле /I5/ будет:

$$P_{ср} = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{10 \cdot 10^5 + 6{,}6\times10^5}{2} = 8{,}3 \cdot 10^5\ Па,$$

Давление в трубопроводе в точке истечения по формуле /I6/:

$$P_x = P_{ср} + h_ж \cdot \rho_ж \cdot g = 8{,}3 \times 10^5 + 0{,}5 \times 850 \times 9{,}8I = 8{,}342\times10^5 Па$$

Перепад давления в точке истечения по формуле (2):

$$h = \frac{P_x}{\rho_ж \cdot g} - h_z = \frac{8{,}342\times10^5}{850 \times 9{,}8I} - I{,}5 = 98{,}0\ м,$$

где $h_z = I{,}5$ – глубина заложения трубопровода.

Определяем коэффициент расхода отверстия

Определяем площадь отверстия

$$\omega = 0{,}02 \times 0{,}I = 0{,}002\ м^2$$

Определяем эквивалентный диаметр отверстия по формуле (7).

$$d_{экв} = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}002}{3{,}I4}} = 0{,}0504\ м$$

Определяем число Re по формуле (3):

$$Re = \frac{0{,}0504 \cdot 2\times9{,}8I \times 98{,}0}{0.I \times I0^{-4}} = \frac{0{,}0504 \times 43{,}9}{0{,}I \times I0^{-4}} = 22I\times10^3$$

В нашем случае $Re > 10000$ и эквивалентный коэффициент расхода согласно формуле (6) равен:

$$\mu_{экв} = 0{,}592 + \frac{5{,}5}{\sqrt{221000}} = 0{,}592 + \frac{5{,}5}{470} = 0{,}604 ;$$

Определяем расход жидкости из отверстия по формуле (I):

$$Q = 0{,}604 \times 0{,}002 \sqrt{2 \times 9{,}8I \times 93{,}0} = 0{,}05\ м^3/с$$

I.2. Для тех же условий определить расход газа через отверстие такого же размера, расположенное в точке 2. Плотность газа при атмосферном давлении I,5 кг/м^3. Вязкость газа при атмосферном давлении и $t = 20^0$С. $\nu_{20} = 4{,}0 \times 10^{-6}$ м^2/с. Показатель адиабаты для газа $k = 1{,}4$.

Вычисляем $\beta_{кр} = \left(\frac{2}{1{,}1 + 1}\right)^{\frac{1{,}4}{1{,}4-1}}$; $\beta_{кр} = (0{,}833)^{3{,}5} = 0{,}53$

Вычисляем $\beta = \frac{P_2}{P_1}$

В нашем случае P_2 – атмосферное давление на выходе газа из отверстия $P_2 = 10^5$ Па.

P_1 – абсолютное давление в трубопроводе в точке истечения газа.

$P_1 = P_{ср}$ в трубопроводе $= \frac{11{,}0 \times 10^5 Па + 7{,}6 \times 10^5 Па}{2} = 9{,}3 \times 10^5 Па$

Тогда $\beta = \frac{1{,}0 \times 10^5}{9{,}3 \times 10^5} = 0{,}107$

Определяем коэффициент расхода отверстия по газу:

Определяем степень сжатия отверстия:

$$n = \frac{0{,}002}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{0{,}002 \times 4}{\pi \times 0{,}309^2} = \frac{0{,}002 \times 4}{\pi \times 0{,}095} = 0{,}0268$$

Определяем коэффициент расхода по таблице прил.I

$$\mu = 0{,}612$$

Определяем плотность газа в трубопроводе по формуле (9):

$$\rho_1 = \rho_2 \cdot \frac{T_1 \times T_2}{T_1 \times P_2} = 1{,}5 \times \frac{2{,}3 \times 10^5 \times 293}{231 \times 10^3} = 13{,}9\ кг/м^3$$

Так как $\beta < \beta_{кр}$, то расход газа из отверстия определяем по формуле (10):

$$M = 0{,}685 \times \mu \times \omega \sqrt{P_1 \cdot \rho_1} = 0{,}685 \times 0{,}612 \times 0{,}002 \times$$
$$\times \sqrt{9{,}3 \times 10^5 \times 13{,}9} = 0{,}0084 \times 3{,}59 \times 10^3 = 30{,}2 \text{ кг/с}.$$

2. Определение распределения выходных из трубы нефти, воды и газа в окружающей среде при порыве промыслового трубопровода.

В примере расчета принято, что обнаружение и отсечение места порыва было произведено немедленно после того, как он произошел. В результате аварии продукция, содержащаяся в отсеченном задвижками участке трубопровода вытекла полностью.

Расчет производится по формулам приложения 2.

2.1. Количество жидкости, аккумулированное грунтом до выхода на поверхность земли, определяем в соответствии с графиком рис.2. При глубине заложения трубопровода 1,5 м и утечке Q = 500 л/мин определяем время проникновения жидкости на поверхность земли по экспериментальной зависимости 3. Находим t = 0,5 мин. Определяем объем аккумулированной грунтом жидкости:

$$V_{ак} = Q \times t = 500 \times 0{,}5 = 250 \text{ л}.$$

При обводненности жидкости в 20 % количество нефти, аккумулированное грунтом будет:

$$G_н = 850 \times 0{,}8 \times 0{,}250 = 170 \text{ кг},$$

2.2. Количество жидкости, растекшейся по поверхности земли, при площади разлива 200 м2 и средней глубине разлива 0,3 м в соответствии с п.2 равно:

$$V_р = S \times h_{ср} = 200 \times 0{,}3 = 60 \text{ м}^3.$$

Если также учесть обводненность жидкости, то количество разлитой нефти будет:

$$G_р = 850 \times 60 \times 0{,}8 = 40800 \text{ кг}.$$

$S = 53.5\,V^{0.50}$

$[м^2]$ $[м^3]$

Площадь загрязнения при взрыве нефтепроводов из отчета научного отдела НГДУ Бакстрикмаунтэ „Составление спец. раздела паспорта предприятия по защите объектов НГДУ от крупных аварий"

Договор 91.00.0092.91

Примеры ср-ряочки в Ново-Киевке, здесь 8889.

2.3. Количество нефти, впитавшейся в грунт в результате пролива, по формуле (I) равно:

$$G_{вп} = K_н \cdot \rho \cdot V_{гр.}$$

Для супеси с влажностью 40 % нефтеемкость грунта по табл. I равна $K_н = 0,2I$.

$$G_{вп} = 0,2I \times 850 \times 200 \times 0,2 = 7I50 \text{ кг}$$

2.4. Количество газа, выделяющегося в атмосферу из излившейся жидкости, по формуле (3) будет:

$$V_{газ} = V_в(1-\varphi)\Gamma_{раств.н.} + V_в \cdot \varphi \cdot \Gamma_{раств.в.}$$

При среднем давлении в трубопроводе $P_{ср} = 9,3 \times 10^5$ Па по графику рис.2 в нефти остается растворенным 34 м³/м³ и в воде 2 м³/м³ газа.

Так как произошло полное истечение имеющейся в участке трубопровода жидкости, то ее объем по формуле (I7) приложения 1 будет равен:

$$V_в = \frac{\pi D_{вн}^2}{4} \times L(I-\alpha) = 0,785 \times 0,309^2 \times 6000 (I-0,8) = I02 \text{ м}^3$$

При 20 % обводненности в I02 м³ излившейся жидкости будет:

нефти I02 x 0,8 = 8I,6 м³;

пласт. воды I02 x 0,2 = 20,4 м³.

Тогда

$$V_{газ} = I02 (I-0,2) 34 + I02 \times 0,2 \times 2 = 2821 \text{ м}^3$$

При плотности газа I,4 кг/м³ это количество будет соответствовать $G_{газ.} = I,4 \times 2821 = 3950$ кг.

2.5. Количество свободного газа, находящегося в трубопроводе зависит от объема газового пространства в нем, давления и температуры.

Объем трубопровода равен:

$$V_{тр} = \frac{\pi \times D_{вн}^2}{4} \times L = 0,785 \times 0,309^2 \times 6000 = 450 \text{ м}^3$$

Объем газового пространства в трубопроводе

$$V_{г.пр.} = V_{тр} \times \alpha = 510 \times 0,8 = 408 \text{ м}^3$$

Объем газа в газовом пространстве, приведенный к атмосферному давлению, равен:

$$V_{г.пр.} = \frac{P_{тр} \cdot V_{г.пр} \cdot T_a}{T_{тр} \cdot P_a} = \frac{2,3 \times 10^5 \times 408 \times 293}{293 \times 1,0 \times 10^5} = 3800 \text{ м}^3$$

2.6. Количество свободного газа, вышедшего из трубопровода через неплотность, будет равно:

$$V_{св.г} = V_{а.тр} - V_{тр.} = 3800 - 510 = 3290 \text{ м}^3$$

Вес этого газа равен 1,4 х 3290 = 4600 кг.

2.7. Количество нефти, испарившейся с поверхности разлива, определим графически по рис. 3.

Определяем фракционный состав нефти по формуле (6):

$$\phi = \left(\frac{\mu_{20} - \mu_{50}}{\mu_{20} \cdot \mu_{50}}\right)^{0,67} = \left(\frac{0,885 - 0,807}{0,885 \cdot 0,807}\right)^{0,67} = (135)^{0,67} = 28\%$$

При скорости ветра над разливом, равной 2,5 м/с, температуре поверхности, равной 15°С, глубине разлива, равной 0,3 м, времени испарения - 20 час, площади испарения 200 м² и плотности жидкости - 0,85 т/м³ сначала определяем по графику значения функции $F_1 = 27$, $F_2 = 40$. Тогда масса испарившейся нефти по формуле (5) будет:

$$M = \frac{S \times \rho}{F_1 + F_2} = \frac{200 \times 0,85}{27 + 40} = 2,52 \text{ т}$$

2.8. При определении количества нефти, попавшей на поверхность озера, была найдена площадь поверхности, загрязненной нефтью, равная 0,4 км².

Инструментальные измерения дали следующие результаты:

- масса пленочной нефти на 1 м² - $P_{пл.разл.}$ - 12,0 т/м²;

- масса пленочной нефти на 1 м² - акватории, не подверженной влиянию разлива, $P_{пл.фон}$ - 0,1 т/м²;

- концентрация растворенной в воде нефти на глубине 0,3 м под слоем разлива $C_{разл.}$ - 10,0 т/м³;

- фоновый уровень загрязнения воды $C_{фон} = 0{,}02$ г/м^3.

Тогда количество нефти, попавшей в озеро, по формуле (10) будет равно:

$$P_н = (P_{пл\ разл} - P_{пл\ фон.}) \times S_н \times 10^{-6} + (C_{розл.} - C_{фон}) \times V_н \times 10^{-6}$$

$$= (12{,}0 - 0{,}1)\ 400000 \times 10^{-6} + (10 - 0{,}02)\ 400000 \times 1{,}0 \times 10^{-6} =$$

$$= 4{,}78 + 4{,}00 = 8{,}78 \text{т}$$

2.9 Таким образом, из 69,5 т (или 81,6) вытекшей из трубопровода нефти распределилось по окружающему пространству следующее количество нефти:

а) аккумулировалось вокруг трубопровода	
- до выхода на поверхность	- 0,17 т
б) впиталось в грунт	- 7,15 т
в) собрано с поверхности земли	- 39,0 т
г) попало в воду озера	- 8,78 т
д) попало в атмосферу 3,95 + 4,6 + 2,52 =	11,07
Итого:	66,17 т

Излившееся количество нефти примерно соответствует расчетному распределенному 69,5 т $\sim$ 66,17 т.

3. Определение общего ущерба народному хозяйству от аварии на промысловом трубопроводе.

3.1. Затраты на ремонт трубопровода путем замены его участка $\ell = 15$ м.

По рис. 10 прил. 3 определяем значение удельных затрат y $\frac{\text{руб}}{\text{м}}$, соответствующее диаметру трубы 350 мм и длине заменяемого участка $\ell = 15$ м

$$y_{15} = 110 \text{ руб/м}.$$

Тогда затраты на замену трубы (ø 350 м, $\ell = 15$ м) составят:

110 руб/м x 15 м = 1650 руб.

3.2. Затраты на ликвидацию замазученности и сбор разлитой нефти.

Затраты на ликвидацию замазученности определяются по формуле (8)

$$З_з = a_з \times S$$

$a_з$ - удельные затраты на уборку I м2 замазученности (рис.IO приложения 4). Дальность завоза чистого сорбента - IO км, вывоза загрязненного на расстояние 30 км. По рис. I определяем удельные затраты на ликвидацию I м2 замазученности для принятой дальности перевозки чистого и загрязненного сорбента соответственно:

$$a_з = 0,5 \text{ руб/м}^2$$
$$a_з = 0,9 \text{ руб/м}^2$$

суммарные удельные затраты на ликвидацию замазученности составят:

$$a_з = 0,5 + 0,90 = 1,40 \text{ руб/м}^2;$$

$S = 0,03$ га $= 200 \text{ м}^2$ - площадь замазученности.

Тогда $З_з = 1,40 \times 200 = 280$ руб.

Собрано с поверхности земли - 39 т нефти (см. п.9 раздела 2 расчета), т.е. с учетом 20 % обводненности $\sim$ 55 $м^3$ жидкости.

Удельные затраты на откачку с поверхности земли и вывоз I $м^3$ жидкости составляют $\sim$ 3 руб.

Следовательно, общие затраты на откачку разлитой жидкости составят: 55 х 3 = 165 руб.

3.3. Ущерб от потерянной при разливе нефти определяется по формуле (9):

$$У_н = Ц_н \cdot V_н$$

Оптовая цена нефти согласно прейскуранту $Ц_н$ = 31 руб/т.

В соответствии с примером приложения 2 всего было разлито 69,5 т нефти, собрано 39,0 т. Тогда количество потерянной нефти равно:

$$V_н = 69,5 - 39,0 = 30,5$$ т

Ущерб от безвозвратно потерянной нефти составит:

$У_н$ = 34 х 30,5 = 1035 руб.

3.4. Ущерб от простоя трубопровода определяем по формуле (11):

$$У_п = (КЕ + А) \cdot Q_{тр} \cdot t$$

Удельные капитальные вложения в тонну добываемой нефти по данному предприятию составляют 150 руб/т. Удельные эксплуатационные расходы равны 25 руб/т.

Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений E = 0,15.

Тогда

$У_п$ = (150 х 0,15 + 25) х 100 х 20 = 95000 руб.

3.5. Ущерб от загрязнения пашни определим по формуле (12)

$$У_{с.х.} = S_i (C_{пi} + C_{рi})$$

Ущерб, нанесенный посевам, $C_{пi}$, определим по формуле

$C_{пi} = Ц_i (q_i + Т_{бу} \cdot \Delta q)$ = 8 руб/ц (20+0х3,0) = 280 руб/га

Δq = 15 % = 3 ц/га.

Затраты на рекультивацию определяются в соответствии с техническим планом рекультивации.

Принимаем $C_{рi}$ = 1730 руб.

Тогда $У_{с.х.}$ = 0,02 (280 + 1730) = 40,2 руб.

3.6. Ущерб от загрязнения водоема определим по формуле (15)

$$У_{в.з.} = З_з \times К_{кат.}$$

Величина ущерба от загрязнения водного объекта при залповом попадании нефти $З_з$ определяется в зависимости от количества попавшей нефти по таблице приложения 6.

В нашем случае в водоем попало 0,76 т нефти. Согласно таблице приложения 6 ущерб от попадания этого количества нефти, определенный путем интерполяции, равен 294,14 тыс.руб.

Коэффициент $K_т$, учитывающий категорию водного объекта, берется по таблице приложения 8. Для поверхностных водоемов, используемых для хозяйственных целей, он равен I,I.

Тогда

$У_{бз}$ = 294,I4 x I,I = 323,5 тыс.руб.

3.7. Ущерб от попадания солей, растворенных в пластовой воде, в водоем определим по формуле (17)

$$У_с = \gamma \cdot \sigma \cdot M_c$$

Озеро относится к бассейну реки Волги, для которого величина коэффициента σ = 0,8 в соответствии с табл. I /I8/.

Приведенная масса солей, попавших в водоем, определяется по формуле (I8)

$$M_c = \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot m_i$$

Пластовая вода, попавшая с нефтью в водоем, содержит 50 кг/м^3 сульфатов и I00 кг/м^3 хлоридов. Для сульфатов величина А = 0,0I усл.т/т, для хлоридов А = 0,003 усл.т/т.

В водоем попало 8,78 т нефти, что соответствует следующему объему воды при 20% обводненной эмульсии:

$$V_в = \frac{8,78 \times 0,2}{0,85 \times 0,8} = 2,59 \text{ м}^3$$

В данном количестве пластовой воды будет содержаться сульфатов - 50x2,59 = I29,5 кг, хлоридов - I00x2,59 = 259 кг.

Тогда

M_c = 0,0I x 0,I295 + 0,003 x 0,259 = I2,95$10^{-4}$ + 7,78I0 =

= 20,73 x $I0^{-4}$ усл.т.

Ущерб от попадания солей равен:

$У_с$ = 4000 x 0,8 x 20,73 x $I0^{-4}$ = 6,64 руб.

Т.е. эта величина очень незначительная, и ею можно пренебречь.

3.8 Ущерб от попадания паров нефти в атмосферу определяется по формуле $У_а = В \times М_п$

В соответствии с примером приложения 2 в атмосферу попало $М_п$ = 11,07 т

Величина удельного ущерба для государственных индустриальных районов В = 0,27 тыс руб/т

Тогда

$У_а$ - 0,27 х 11,07 = 2,99 тыс руб

3.9 Полный ущерб народному хозяйству равен

$У$ = 1,65+0,28+0,165+1,035+95+0,04+323,6+2,99=424,66 тыс.руб.

ЛИТЕРАТУРА

1 Яблонский В С. Краткий курс технической гидромеханики - М : Физматгиз, 1961.

2 Богомолов А И , Михайлов К А Гидравлика - М Стройиздат, 1965.

3. King H W, Brater E F. Handbook of Hydraulics, New York, 1963

4 Альтшуль А Д., Киселева А Г. Гидравлика и аэродинамика - М Стройиздат, 1975

5 Справочник по транспорту газов/под ред Зарембо К С - М Гостоптехиздат, 1954

6 Ткачев О А , Тугунов П И Сокращение потерь нефти при транспорте и хранении - М., Недра, 1988

7 Микаса М Обнаружение утечек из нефтепровода /Перевод с японского из журнала "Нэнре сёби нэнсё" т 46 М1 1979

8. План-программа составления прогноза возможных изменений в окружающей среде под влиянием хозяйственной деятельности на период до 1990г М Институт прикладной геофизики, 1977

9. Правила охраны окружающей среды при сборе, подготовке и транспорте нефти, РД 39-0147098-005-88 -Уфа ВостНИИТБ 1988

10 Методика подсчета убытков причиненных государству нарушением водного законодательства -М ЦНИТИ Минвозхоз СССР 1983

11 Методика определения потерь нефти при техническом обслуживании и ремонте магистральных нефтепроводов -Уфа ВНИИСПТнефть 1983.

12 Методика подсчета потерь нефти при отказах на магистральных нефтепроводах -Тюмень ТИСИ 1985

13. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами (утв Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР 16 мая 1974 № 1166), М , 1975

14. ГОСТ 17.5.1.01 - 83. Охрана природы. Земли. Рекультивация земли. Термины и определения. Введен 01.07.84. -М.: Изд-во стандартов, 1986.

15. ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы. Земля. Общие требования к рекультивации земель. Введен 01.07.87. -М.: Изд-во стандартов, 1986.

16. Инструкция по рекультивации земель, загрязненных нефтью. РД 39-0147103-365-86. -Уфа: ВНИИСПТнефть, 1987.

17. Инструкция по рекультивации земель, загрязненных высокоминерализованными нефтепромысловыми водами. Уфа: ВостНИПИнефть, 1990.

18. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды" (одобрена постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума Академии наук СССР от 21.10.83г. № 254/224/134) М., 1983.

19 Методические указания по определению источников, оценки величины и состава загрязненной окружающей среды на предприятиях Миннефтепрома (утв. Техническим управлением Миннефтепрома). -Уфа: ВНИИСПТнефть, 1976.

20. Инструкция о порядке привлечения к ответственности за лесонарушения в лесах СССР (утв. приказом председателя Государственного комитета лесного хозяйства Совмина СССР от 26 марта 1969г., №73), М., 1970.

21. Временная методика определения экономической эффективности природоохранных мероприятий в нефтяной промышленности. -М.: ВНИИОЭНГ, 1986.

22.Методическое руководство по вопросам проектирования и эксплуатации однотрубных систем сбора. РД 39-3-1034-84. -Уфа: ВНИИСПТнефть, 1984г.

23. Руководство по методам химического анализа морских вод.- Л: Гидрометиздат, 1977.

24. Методика оценки ущерба от отказов объектов магистрального нефтепровода. РД 39-30-107-78. -Уфа: ВНИИСПТнефть, 1979.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

		Стр:
I.	Общие положения	4
2.	Определение ущерба в народном хозяйстве от отказов промысловых трубопроводов	5
2.I	Собственный ущерб предприятия	6
2.2	Ущерб от вынужденного простоя трубопровода	9
2.3	Ущерб от загрязнения окружающей среды	I0
	Приложение I. Определение количества нефти, газа и воды, излившихся из трубопровода и аппарата при аварии	I4
	Приложение 2. Распределение вылившихся нефти, газа и воды в окружающей среде	26
	Приложение 3. Определение затрат на ремонт трубопровода путем замены его участка	38
	Приложение 4. Тарифы на перевозку грунта автомобильным транспортом	4I
	Приложение 5. Определение затрат на уборку замазученности территории	42
	Приложение 6. Величина ущерба от загрязнения водных объектов при залповом сбросе нефти	47
	Приложение 7. Значения коэффициента, учитывающего категорию водного объекта, в который произошел сброс нефти	48
	Приложение 8. Значение коэффициента снижения величины ущерба в зависимости от времени проведения ликвидации загрязнения	49
	Приложение 9. Пример расчета ущерба от отказа трубопровода промыслового сбора нефти	50
	Литература	5I

gost.e-ecolog.ru