

РД 39-069-91

Методика оценки ущерба от стисков
трубопроводов промышленного
сбора нефти

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВНИИСПИТ
НЕФТЬ



РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ
МЕТОДИКА
ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ОТКАЗОВ
ТРУБОПРОВОДОВ ПРОМЫСЛОВОГО
СБОРА НЕФТИ

РД 39 - 069 - 91

УФА

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
КАКОВОСТЬ

УТВЕРЖАЮ

Начальником отдела научно-
технического прогресса

Б.М. Довжком

15 января 1991 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

М Е Т О Д И К А

ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ОТКАЗОВ ТРУБОПРОВОДОВ
ПРОМЫСЛОВОГО СВЯЗА ИЛИ

РД 39-069-91

Настоящая методика предназначена для оценки ущерба, наносимого народному хозяйству конкретной аварией, произошедшей на промысловом нефтепроводе. Ущерб определяется суммированием соответствующих собственного ущерба предприятия от аварии, затрат на восстановление, сбор и вывоз разлитой продукции, ликвидации замаслечивости, 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 ВНИСПТнефть Кутуковым Е. Г., Никитиной А. С., Сондарнико Н. М.

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ ОБРАЗОВ
ТРУБОПРОВОДОВ ПРОМЫСЛОВОГО СЛОГА НЕФТИ
РД 39-069-01

Вводится впервые

Срок введения с 01 01 1991г

Срок действия до 30 12 1995г

Методика распространяется на трубопроводы промышленного обора 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 ее составляющих, поддающихся стоимостной оценке, расчетным путем

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

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Под ущербом, причиняемым народному хозяйству аварией на промышленном трубопроводе, понимается совокупность издержек в денежном выражении, возникающих в результате затрат на восстановление вышедшего из строя участка трубопровода, потерь добываемой продукции, простоя оборудования по обору 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 предприятий. Все эти составляющие в конкретном выражении при желании ущерба определить трудно.

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

1.2 Срыв промышленного трубопровода может привести к следующим последствиям:

- простоя рассматриваемого участка,
- потерь нефти в результате нарушения герметичности трубопровода;
- простоя оборудования промысла, расположенного на месторождении;
- простоя части оборудования, расположенного в пункте подготовки нефти,
- загрязнения 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 приведенной методике, используются.

- для оценки надежности промышленных трубопроводов,
- при выборе мероприятий по повышению надежности промышленных 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 промышленных трубопроводов принята дана на рис. I.

Приняты следующие обозначения

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 \quad (1)$$

где Y - полный ущерб в народном хозяйстве от отказа трубопровода,

Y_1 - собственный ущерб предприятия (ЦП/У ПС) от отказа,

Y_2 - ущерб от вынужденного простоя промышленного трубопровода и оборудования,

Y_3 - ущерб от загрязнения окружающей среды

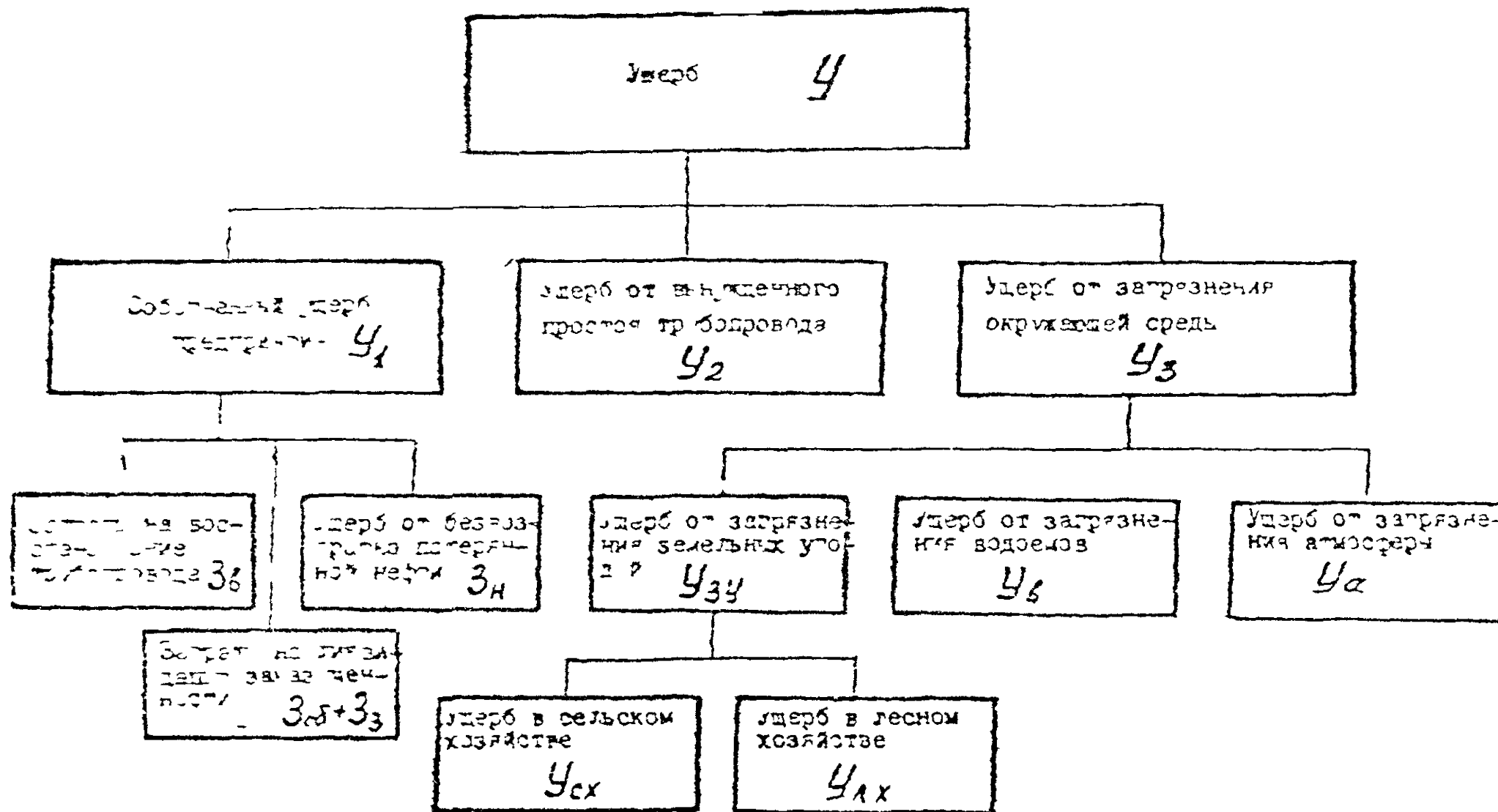
Основными исходными данными для определения всех составляющих ущерба являются количество часовой продукции при отказе трубопровода и распределение ее в окружающей среде, что определяется согласно приложениям I и 2

2.1. Собственный ущерб предприятия (Y_1)

Собственный ущерб от отказа состоит из сумм затрат

$$Y_1 = Z_B + Z_{об} + Z_B + Z_n \quad (2)$$

Составление ущерба от порывов промышленности нефтепровода



6

Рис. 1

- где Z_B - затраты на восстановление трубопровода, руб.,
 $Z_{об}$ - затраты на сбор и вывоз разлитой продукции с места разлива,
 руб.,
 $Z_{л}$ - затраты на ликвидацию замазучиваемости и засорения почвы,
 руб.,
 Z_H - ущерб от безвозвратно потерянной нефти, руб.

2.1.1. Затраты на восстановление трубопровода

Затраты на врезку катушки и замену участка трубопровода ориентировочно определяются

$$Z_B = Y \times l, \quad (3)$$

где Y - удельные затраты на врезку катушки или участка трубы, руб/м,

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

Затраты на установку заплат принимаются в среднем 170 руб. для любого диаметра трубы. Затраты на установку хомута принимаются равными сумме затрат на установку заплат и стоимости узла навливаемых хомутов

Стоимость хомута $d < 450$ мм принята 35 руб.

Стоимость хомута $d < 820$ мм принята 41 руб.

Для болотистых районов Союза в затраты на ремонтно-восстановительные работы входят затраты на отсыпку подъездных дорог в месте аварии приловным грунтом. Эти затраты складываются из стоимости грунта на отсыпку ($C_{г}$), стоимости его транспортировки к месту аварии ($C_{тг}$)

$$Z_{г} = C_{г} + C_{тг} \quad (4)$$

Стоимость грунта на отсыпку определяется исходя из объема затраченного грунта ($V_{г}$) и цены 1 м³ грунта ($C_{г}$)

$$C_{г} = V_{г} \times C_{г} \quad (5)$$

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

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

$$C_{T \Gamma} = V_{\Gamma} \times T \quad (6)$$

Затраты на откачку воды из траншеи при ремонте трубопроводов

$$З_{O \text{ в}} = C_{\text{в}} \cdot t, \quad (7)$$

где $C_{\text{в}}$ - стоимость почасовой эксплуатации насоса для откачки воды руб/час,

t - время работы насоса, час

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

Затраты на сбор разлитой нефти (жидкости) и ликвидацию замасоченности почвы являются затратами на ликвидацию последствий отката (аварии), т.е. $З_{\text{дпа}} = З_{\text{об}} + З_{\text{в}}$

Исходя из условий предприятия, можно определять величины удельных затрат на сбор и вывоз 1 м^3 разлитой жидкости и на ликвидацию замасоченности 1 м^2 почвы. Тогда

$$З_{\text{дпа}} = З_{\text{об}} + З_{\text{в}} = \alpha_{\text{ж}} \cdot V + \alpha_{\text{з}} \cdot S, \quad (8)$$

где $\alpha_{\text{ж}}$ - удельные затраты на сбор и вывоз 1 м^3 разлитой жидкости, руб/ м^3 ,

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

$\alpha_{\text{з}}$ - удельные затраты на ликвидацию замасоченности 1 м^2 почвы, руб/ м^2 ,

S - загрязненная площадь, м^2 .

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

В зимнее время возможна уборка и вывоз накопившегося снега. Затраты по уборке и вывозу снега также приводятся в приложении 1.

2.1.3. Ущерб от безвозвратно потерянной при разливе нефти

$$U_H = C_H \times V_H, \quad (9)$$

где C_H - оптовая цена нефти руб/т, установленная согласно прейскуранту цен на нефть по группам объемов сделки,

V_H - количество потерянной нефти, т

$$V_H = V_{НДЛ} - V_C, \quad (10)$$

где $V_{НДЛ}$ - количество излившейся нефти, т,

V_C - количество собранной нефти, т

2.2. Ущерб от вынужденного простоя трубопровода

Ущерб от простоя трубопровода системы сбора нефти определяется по формуле

$$U_{TP} = (KE + A) Q_{TP} t, \quad (11)$$

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

E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в нефтедобычу,

A - удельные эксплуатационные расходы на промысле, руб/т (берутся по бухгалтерским данным),

Q_{TP} - расход нефти по проотаквивающему участку трубопровода т/ч (берется по регламенту работы системы сбора),

t - время простоя трубопровода, ч (берется по плану расчета давления аппаратов)

В случае переключения скважин при аварии на другой скважине год величина ущерба U_2 определяется по формуле из снижения производительности скважин в результате подъема давления на густообъемлющих

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

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

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

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

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 (зерновые, травы, туга 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 $C_{п_i}$ определяется по формуле [21]

$$C_{п_i} = U_i (q_i + T_{ky} \cdot \Delta q_i), \quad (13)$$

где $Ц_i$ - районная закупочная цена i -ой культуры, руб/ц
 q_i - средняя урожайность i -ой культуры (вычисляются по данным отчетности за предыдущие 5 лет), ц/га,
 Δq_i - среднегодовой недобор урожая в последующие годы, ц/га,

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

Ущерб, нанесенный лесному хозяйству определяется по формуле

/20/

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

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

$Ц_d$ - потеря стоимости древесины i -го вида на корню после загрязнения, исчисленная по действующим ценам, руб/м³

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

C_c - стоимость посадки саженцев взамен погибших культур руб/га,

C_c - стоимость выращивания саженцев к возрасту 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 (включая в состав технического проекта рекультивации земель затраты на нефть) /17/

2.3.2 Ущерб от загрязнения водоемов

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

при валповом сбросе

$$У_{вз} = З_3 \cdot K_{кат}, \quad (15)$$

где $З_3$ - величина ущерба от загрязнения водных объектов при валповом сбросе, тыс руб ,

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

Значения $З_3$ принимаются в зависимости от массы сброшенных загрязняющих веществ P по таблицам приложения 6, $K_{кат}$ по таблице приложения 7

В случае принятия мер по ликвидации последствий загрязнения под 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 валповом сбросе

$$У_{ЗМ} = У_{вз} \left(1 - \frac{\alpha}{100} \cdot K_{сн}\right), \quad (16)$$

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

$K_{сн}$ - 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/

$$У_с = \gamma \cdot Б \cdot M_c, \quad (17)$$

где $Б$ - 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

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

где i - вид обрасываемых солей,

n - число видов обрасываемых 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 определя
 ется по формуле

$$Y_a = B \cdot M_n, \quad (19)$$

где B - величина удельного ущерба от попадания паров нефти
 в атмосферу, тно руб/т,

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

Для малонаселенных районов с невысоким уровнем развития ин
 фраструктуры $B = 0,18$ тно руб/т;

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

Формулой (2) определены приведенная
потеря напора в отверстии, а не перепад
давления, как утверждают авторы при 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

(ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПИЩИ, ГАЗА И ВОДЫ
ИЗЫДВШИХСЯ ИЗ ТРУБОПРОВОДА И АППАРАТА ПРИ
АВАРИИ)

I Определение расходов жидкости и газа через отверстие
в трубопроводе

I I Количество жидкости, вытекшей через отверстие в трубо-
проводе и из аппарата в единицу времени, определяется по формуле

$$Q = M \omega \sqrt{2gh}, \quad (1)$$

где M — коэффициент расхода отверстия,
 ω — площадь отверстия м^2 ,
 g — ускорение силы тяжести, $\text{м}/\text{с}^2$;
 h — перепад давления в отверстии, м

Перепад давления в отверстии определяется давлением в трубо-
проводе и аппарате в месте утечки и высотой столба вытекающей жидко-
сти над отверстием h_1

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

где P_x — давление в трубопроводе и аппарате, Па,
 ρ — плотность вытекающей жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$
 g — ускорение свободного падения $\text{м}/\text{с}^2$,
 h_1 — высота столба жидкости над отверстием, м (рис 2)

Давление в трубопроводе в месте утечки определяется линией
гидравлического уклона построенной по показаниям манометров ус-
тановленных на трубопроводе. Плотность вытекающей жидкости зави-
сит от ее температуры и обводненности. Эта зависимость определя-
ется статистическими методами в промышленных лабораториях и должна
быть известна. Высота столба жидкости над отверстием определяется
глубиной погружения в трубу, глубиной погружения трубопровода

Схема истечения продукции на поверхность
земли

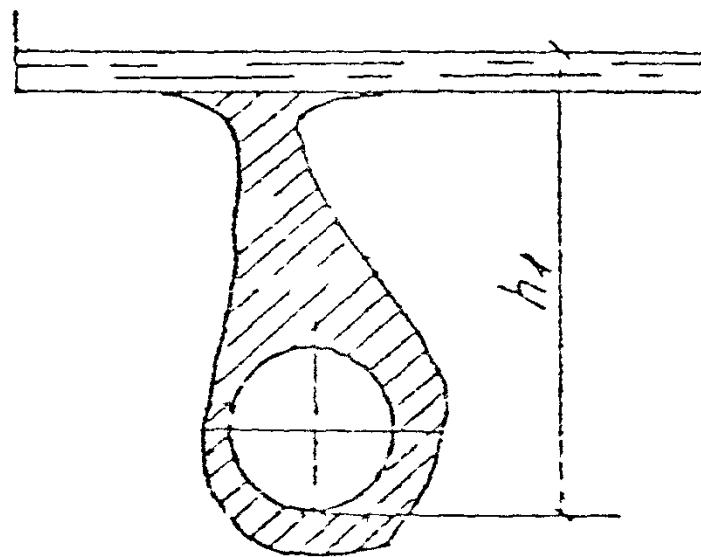


рис 2

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

1) $\mu = Re / (1.5 + 1.4)$ больше не зависит от Re
 пункта 3, т.е. при $Re = 30$ $\mu \approx 10$, а не 0.5
 при $Re = 300$ $\mu \approx 100$, а не 0.7.

2) Если учесть, что в формуле (4) имеется Re , то:
 $\mu = Re / (1.5 + 1.4 \cdot Re)$.

3) Не в том случае когда НЕ СТИЖИТЕСЬ
 при $Re = 25, 200, 400, 10000$.

Если учесть из приведенных формул (3)-(6) с
 учетом зависимости μ от Re и зависимости
 формулы $\mu(Re)$, то не будет зависеть
 пункт 3, чтобы было так:

$$\mu = \begin{cases} Re/48 & (3) \text{ при } Re < 33 \\ Re/(1.5+1.4 \cdot Re) & (4) \text{ при } 33 \leq Re < 150 \\ 0.592 + 0.27/\sqrt[4]{Re} & (5) \text{ при } 150 \leq Re < 1000 \\ 0.592 + 5.5\sqrt[4]{Re} & (6) \text{ при } Re \geq 10000 \end{cases}$$

Если учесть из приведенных формул
 (каждая формула, зависящая от Re),
 то чтобы было так:

Александр
 15 мая 1996.

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

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

$$16) \quad Re = \frac{d\sqrt{2gh}}{\nu} \quad - \text{число Рейнольдса,}$$

d - диаметр отверстия в трубопроводе, м,

ν - кинематический коэффициент вязкости вытекающей жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$

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

В интервале чисел $25 < Re < 200-400$

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

Для чисел $200 \approx 400 < Re < 10000$

$$\mu = 0,592 + \frac{0,27}{\sqrt{Re}} \quad (5)$$

Для чисел $Re > 10000$

$$\mu = 0,532 + \frac{5,5}{\sqrt{Re}} \quad (6)$$

При $Re > 20000$ коэффициент расхода практически постоянен и равен 0,5.

На рис. 3 приведены графики зависимости $\mu = f(Re)$, по которым можно определить значения μ для соответствующих расходов Re .

Зависимость $\mu = f(Re)$

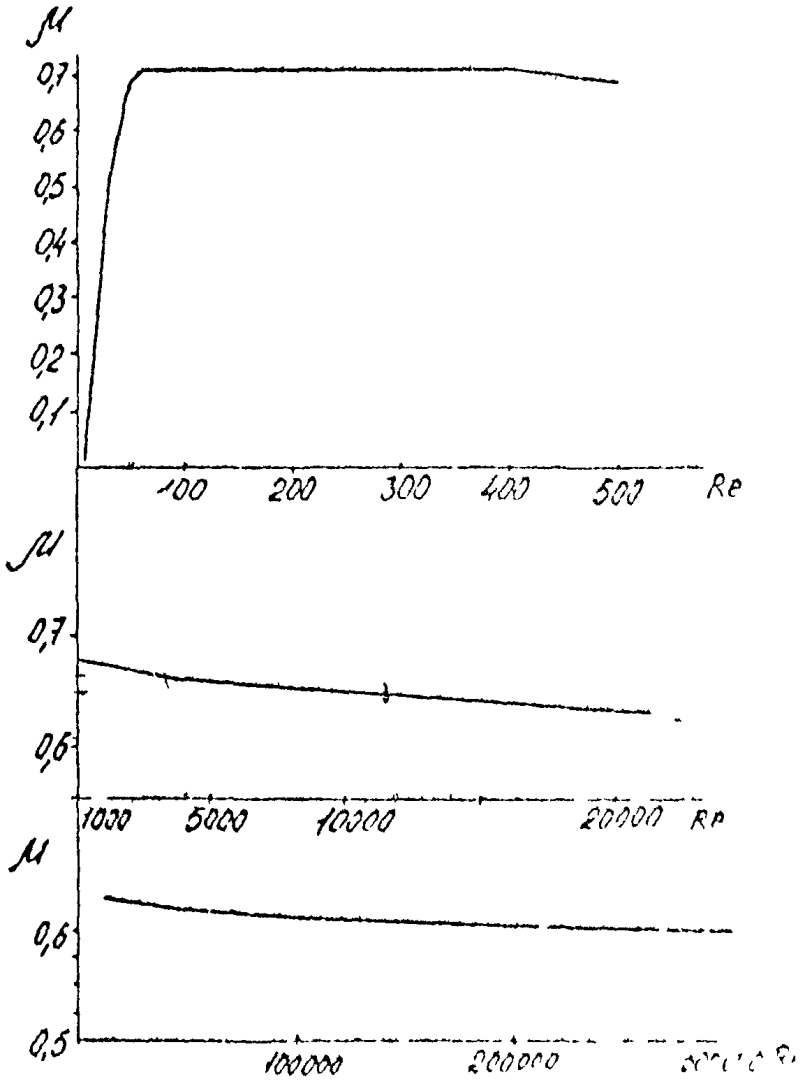


Рис. 3

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

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

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 число $M_{экв}$

Для оценочных расчетов коэффициент расхода отверстий любой формы 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 и т.д.). Истечение в каждый момент времени определяется по предложенной в данном документе методике. Затем все объемы истечения за рассматриваемые промежутки складываются. Таким образом определяется весь фактический объем продукта.

1.2. Расход газа из отверстия в трубопроводе и аппарате следует определять по формуле

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

где μ - коэффициент расхода отверстия,

Зависимость

$$d_{\text{экв}} = f(S)$$

 $d_{\text{экв}}$
мм
7
8
5
4
3
2
110 20 30 40 50 $S \text{ мм}^2$
 $d_{\text{экв}}$
мм
40
30
20
10

100

300

500

1000

2000

5000

рис. 4

- ω - площадь сечения отверстия, м²,
 R - показатель адиабаты для газа,
 P_1 - давление в трубопроводе, Па,
 P_2 - давление вне отверстия, Па,
 ρ - плотность газа в трубопроводе, кг/м³

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

Плотность газа в трубопроводе и аппарате определяется из уравнения

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

где ρ_1 - плотность газа при давлении P_1 (Па) и температуре T_1 (К), - кг/м³,

ρ_2 - известная плотность газа при известных давлениях (Па) P_2 и температуре T_2 (К), кг/м³

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

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

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

$$\mu = \frac{\omega_0}{\omega_1},$$

где ω_0 - площадь отверстия, м²,

ω_1 - площадь сечения трубопровода и аппарата, м²

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

Значения коэффициента расхода отверстий

Степень сжатия	Коэффициент расхода	Степень сжатия	Коэффициент расхода
0	0,611	0,5	0,676
0,1	0,614	0,6	0,74
0,2	0,622	0,7	0,797
0,3	0,634	0,8	0,871
0,4	0,650		

Влиянием остальных факторов при выполнении оценочных 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 приведенной формуле участка по формуле

$$P_x = P_1 - \frac{P_1 - P_2 + (Z_1 - Z_2) \rho_{сж} \cdot g \cdot L_x}{L} + (Z_1 - Z_x) \rho_{сж} \cdot g$$

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, конце и в точке истечения, м

Схема определения давления в точке конкретной
продукции из действительного производства

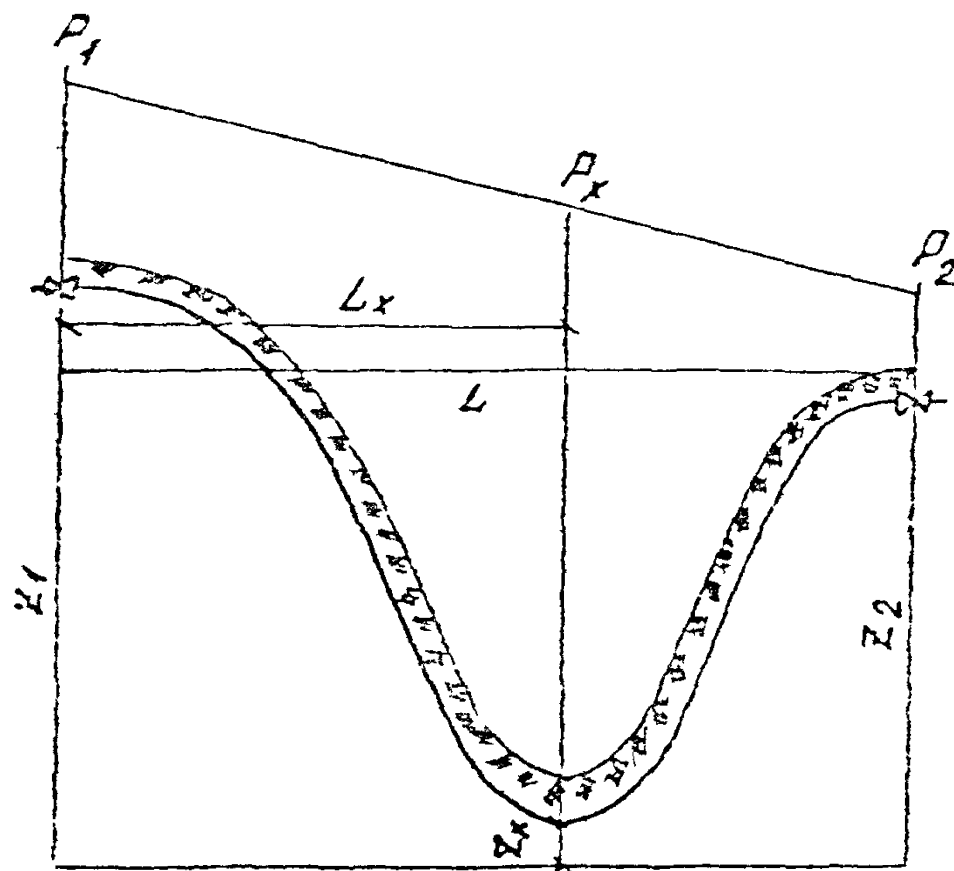


Рис 5

$\rho_{см}$ - плотности транспортируемой смеси, $\text{дн}/\text{в}^3$,
 g - ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$

Плотность смеси определяется из рц. (12)

$$\rho_{см} = \rho_g \cdot \alpha + \rho_x \cdot (1 - \alpha), \quad (12)$$

где ρ_g - плотность газа при рабочем давлении в трубопроводе, $\text{кг}/\text{м}^3$,

ρ_x - плотность транспортируемой жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$,

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 эвиря распределения диаметров по длине трубопровода будет зависеть от диаметра в начале участка, что в его конце перед закрытием задвижек (задвижки считаем герметичными), а также профиля трассы, в соответствии с которым происходит перераспределение жидкой и газовой фаз. При этом такое перераспределение показано на рис. 6. Здесь вся жидкая фаза располагается в одном пониженном месте, так этому способствует профиль трассы. Количество жидкой фазы, скопившейся в пониженном месте, будет равно

$$Q_{ж} = \frac{\pi \cdot D_{вн}^2}{4} \cdot L \cdot (1 - \alpha), \quad (13)$$

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

L - длина отсеченного задвижками участка, м,

α - истинное содержание газовой фазы в трубопроводе

Сия соответственно займет на пониженном участке длину

$$L_1 = L \cdot (1 - \alpha), \quad (14)$$

Схема определения давления в точке истечения
продукта из остановленного трубопровода

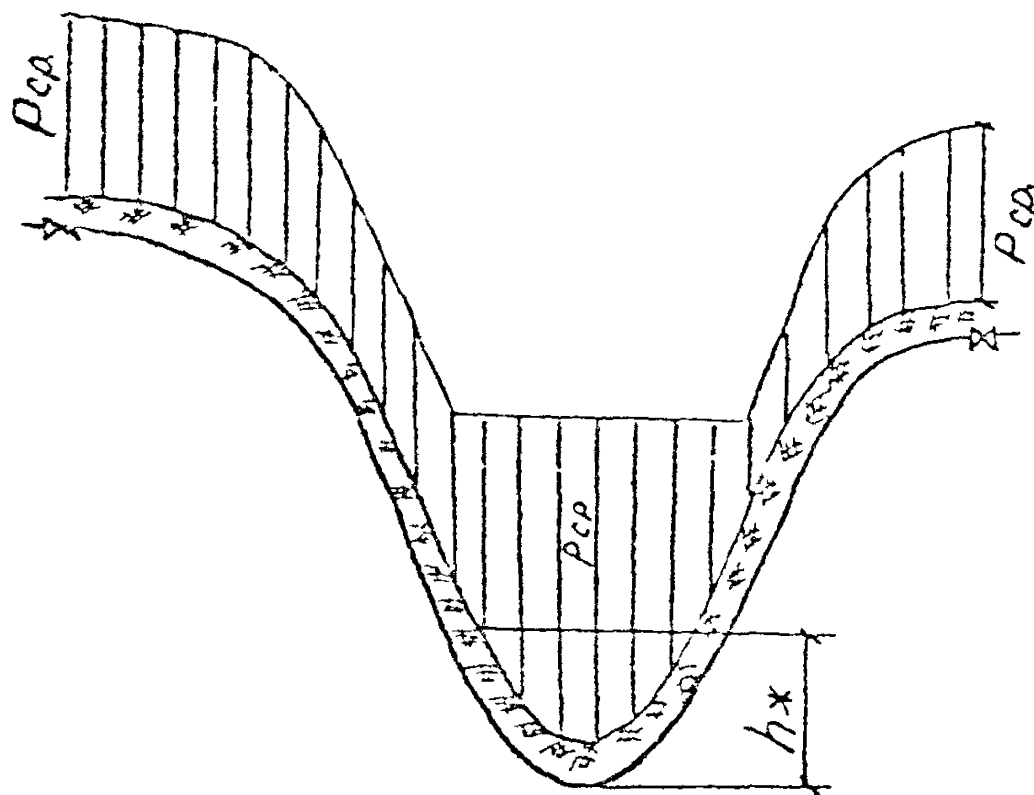


Рис 6

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

Давление в газовой фазе будет равно

$$P_{cp} = \frac{P_1 + P_2}{2} \quad (15)$$

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

$$P_x = P_{cp} + h_x \cdot \rho_k \cdot g, \quad (16)$$

где h_x - статическое давление столба жидкости над точкой истечения, м (определяется графически по расчлененной жидкостной профилю)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИВШЕЙСЯ НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ
В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Величина ущерба окружающей среде от разлива транспортируемой по пневматическому трубопроводу продукции зависит от ее распределения в этой среде

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

1 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. Объем количества нефти, аккумулированное грунтом, определяется как произведение скорости утечки Q на время t

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

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

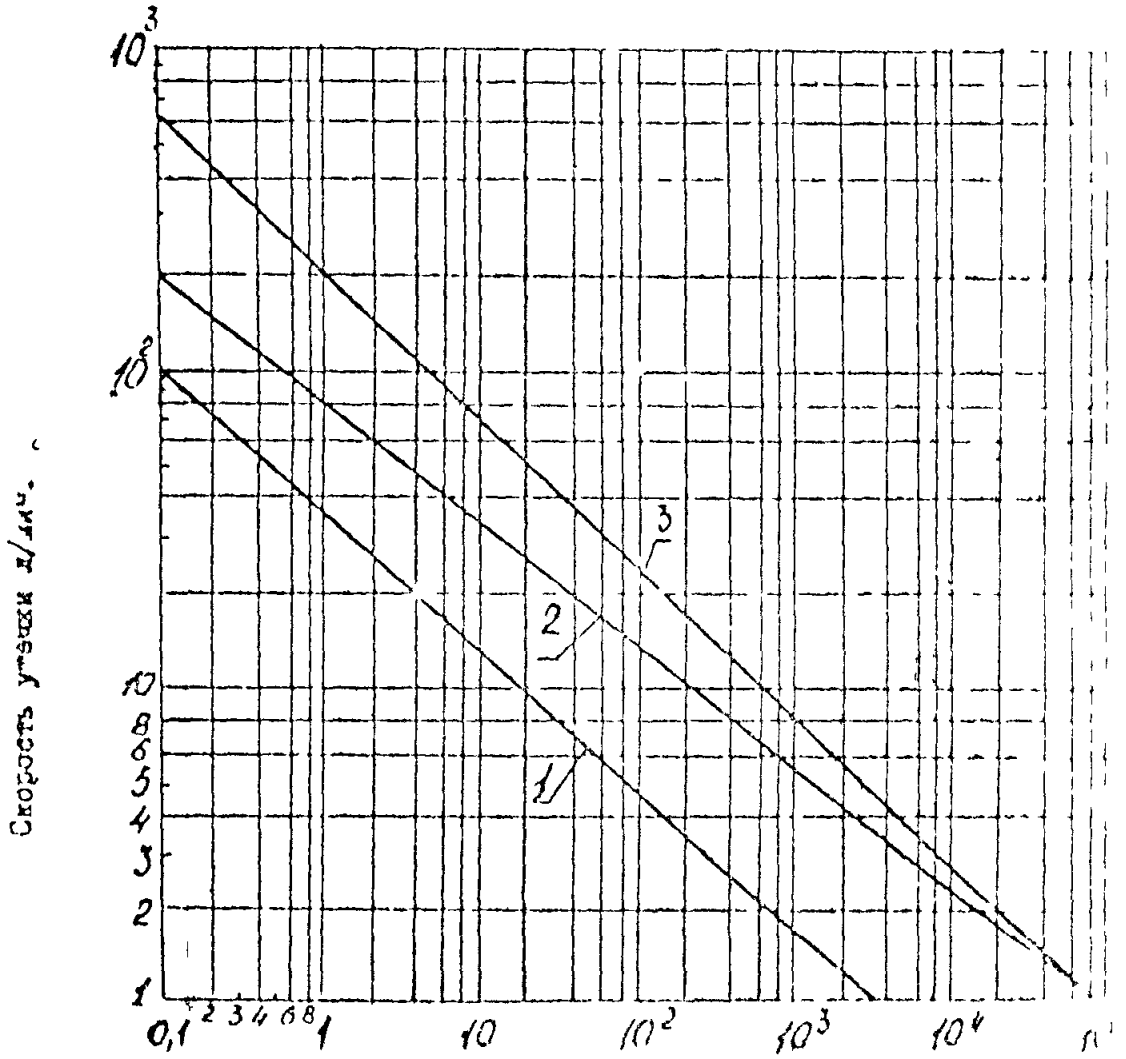
$$G_{вп} = K_H \cdot \rho_H \cdot V_{гп} \quad \text{кг} \quad (1)$$

где K_H - коэффициент пористости, принимаемый по табл. 1.

ρ_H - плотность нефти т/м^3 ,

$V_{гп}$ - 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 ($P = 10$ кг/см², $H = 0,1$ м),
2. Экспериментальная зависимость ($P = 10$, σ кг/см², $H = 0,1$ м),
3. Экспериментальная зависимость ($P = 20, 40, 60$ кг/см², $H = 1, 1$ м)

Рис. 7

Таблица I

Наименование грунтов	Нефтеемкость грунтов				
	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
Суглинок, 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

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

где $S_{гр}$ — площадь поверхности нефтенасыщенного грунта, m^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 газифицированной жидкости из трубопровода, определяется по кривой разгазирования (рис В)

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

$$V_{газ} = V_{ж} \cdot (1 - \varphi) \cdot \gamma_{газ в ж} + V_{ж} \cdot \gamma_{газ в г} \quad (3)$$

Кривые разгазирования

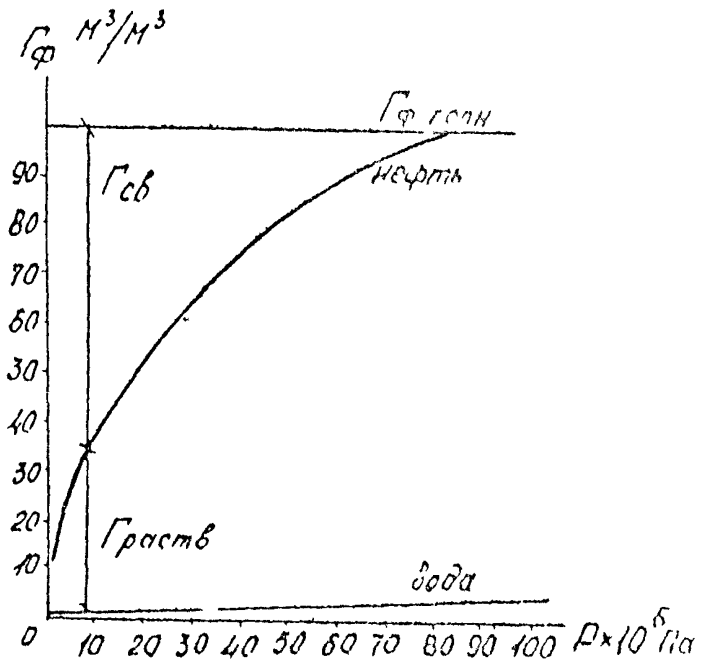


Рис 8

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

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

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

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

$$G_{исп} = \frac{36 \cdot 10^{-4} \phi S_H \cdot h_H^{0,75} \cdot \rho_H \cdot \tau_H}{392,5 \phi (2 - v^2 a^2) \cdot h_H^{4,13} \cdot t^{-0,1} + \tau_H}, \quad (4)$$

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

ϕ - фракционный состав нефти до $200^\circ C$, % вес,

S_H - площадь испарения нефти, $м^2$,

h_H - глубина разлива нефти, м,

ρ_H - плотность нефти, $т/м^3$,

τ_H - продолжительность испарения, ч,

v - скорость ветра над свободной поверхностью нефти, $м/с$;

t - средняя температура поверхности нефти, $^\circ C$.

Расчет потерь нефти от испарения с открытой поверхности можно вести по номограмме (рис. 9), графическим описанием которой является эта формула.

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

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

где S - площадь разлива, $м^2$,

ρ - плотность нефти, $т/м^3$.

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

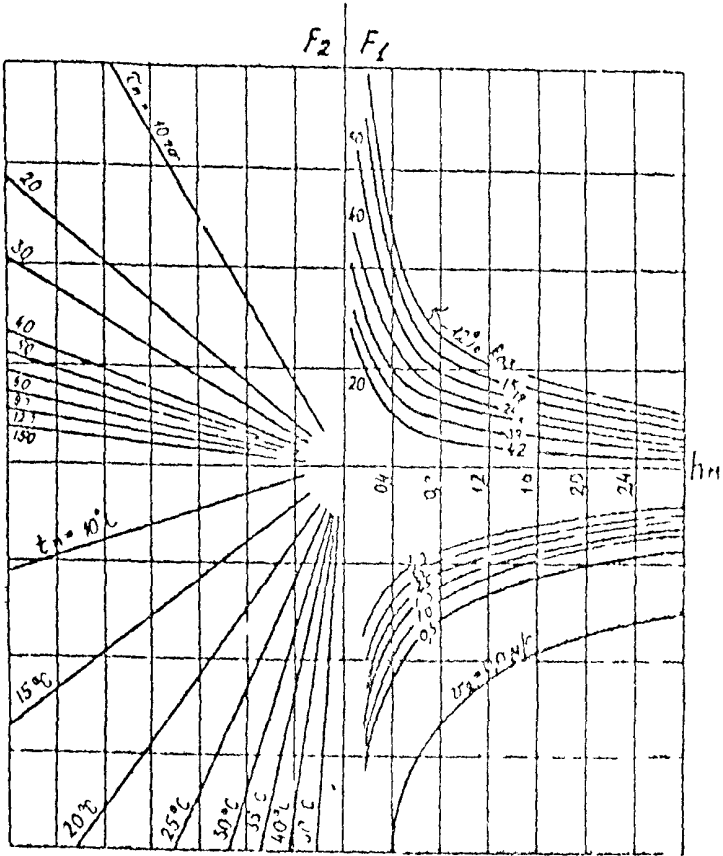


Рис 9

5.1 фракционный состав нефти до 200°C принимают согласно напорным характеристикам нефти из соответствующих источников, по данным лабораторного анализа или рассчитывают по формуле (при $\mu_{20} \leq 0,37$ П, $\rho = 795-890$ кг/м³)

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

где μ_{20}, μ_{50} - динамический коэффициент вязкости нефти при 20 и 50°C 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 $\phi = f(\mu)$

$\mu_{50} \backslash \mu_{20}$	0,05	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
0,005	32,4							
0,010	18,85	20,15						
0,015	13,3	15						
0,020	9,8	11,8	11,9	12,65	13,0			
0,025		9,8	10,4	10,7	11,0	11,15		
0,030		6,1	9,05	9,3	9,6	9,8	9,83	
0,050			5,67	6,1	6,3	6,50	6,6	6,75
0,075			3,57	4,1	4,6	4,65	4,8	4,9
0,100					3,3	3,55	3,7	3,8
0,15						2,23	2,44	2,6
0,20							1,65	1,85

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 измеряется на высоте 6,1 м над поверхностью, и если $U > 5,0$ м/с, то принимают $U = 5,0$ м/с.

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

$$U = K_B \cdot K_H \cdot U_{ср}, \quad (7)$$

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

Таблица 3
Значение коэффициента K_B от высоты $h_{ср}$

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

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

Таблица 4
Значения коэффициента K_H

Характеристика поверхности	K_H
Водная поверхность	0,55
Почва без растительности	0,50
Паровое поле	0,45
Луг с растительностью до 1 м	0,40
Кустарник	0,35
Опушка леса, просвета	0,30-0,40

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

$$t_{пср} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_{пi}, \quad (8)$$

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

$t_{\text{н}}$ - средняя температура поверхности нефти в течение суток, °С

Среднюю температуру поверхности нефти в течение суток определяют по формуле

$$t_{\text{н}} = 0,5(t_{\text{д}} + t_{\text{в}}), \quad (9)$$

где $t_{\text{д}}$ - средняя температура нефти в течение дня, принимается как средняя температура поверхности попла, измеряемая в течение светового дня (3 раза), °С,

$t_{\text{в}}$ - средняя температура воздуха, принимается равной температуре воздуха во время захода солнца, °С

Когда температура поверхности нефти $t_{\text{н}}$ 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 аэрофотосъемки или других инструментальных методов,

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

в) по количеству нефти, собранной нефтесборником или другими нефтесборниками и 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

$$P_{\text{н}} = (P_{\text{пл разл}} - P_{\text{пл фон}}) S_{\text{н}} \cdot 10^{-6} + (C_{\text{разл}} - C_{\text{фон}}) V_{\text{н}} \cdot 10^{-6}, \quad (10)$$

где $P_{\text{н}}$ - масса разлитой нефти, т,

$P_{\text{пл разл}}$ - масса пленочной нефти на 1 м² разлива, г/м²,

- $P_{\text{пл нефт}}$ - масса пленочной нефти на 1 м^2 годной поверхности, не подверженной влиянию разлива, г/м^2 ,
- $S_{\text{Н}}$ - площадь нефтяного разлива, м^2 ,
- $C_{\text{разл}}$ - концентрация растворенной в воде нефти под слоем разлива на глубине $0,3 \text{ м}$, г/м^3 ,
- $C_{\text{фон}}$ - концентрация растворенной в воде нефти на глубине $0,3 \text{ м}$ во время, предшествующее разливу, г/м^3 (данные о фоновом уровне загрязнения могут быть получены в местных контролируемых органах Госкомгидромета),
- $V_{\text{Н}}$ - объем воды, загрязненной растворенной нефтью, равный $S_{\text{Н}} \times 1 \text{ м}$, 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 $0,3 \text{ м}$ 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 значения площади поверхности /4/

Таблица 5

Весы нефти на 1 м² водной поверхности при
различном внешнем виде нефтяной пленки

Внешние признаки нефтяной пленки	Весы нефти (г) на 1 м ² водной поверхности
1 Чистая водная поверхность без признаков опалесценции (отсутствие признаков мутности при различных условиях освещенности)	0
2 Отсутствие пленки и пятен отдельные радиальные полосы наблюдаемые при наиболее благоприятных условиях освещения и спокойном состоянии водной поверхности	0 1
3 Отдельные пятна и серые пленки серебристого налета на поверхности воды наблюдаемые при спокойном состоянии водной поверхности появление первых признаков мутности	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 мутности к тусклой матно коричневой	1 2
6 Поверхность воды покрыта сплошным слоем нефти, хорошо видимой при волнении мутность темная темно-коричневая	2 1

6 Плотность разлива может быть определена следующим способом:
 а) измерить диаметр или радиус пятна опуская его на водную поверхность
 б) измерить диаметр и в результате подсчета площади пятна нефти

предметы или сооружения находящиеся поблизости размеры которых известны

Если обследование разлива произойдет 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 прачо на ней) накладывается калька с изображенной на ней сеткой со стороной квадрата 1 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 ($Е$) в зависимости от его диаметра ($Д$) и длины. Зависимости $У-Д$ и $У-Е$ представлены на рис.10.

Удельные затраты определены для следующего состава работ:

1. Земляные работы:

- оборудование 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 траншею;
- погрузка и выгрузка труб;
- транспортировка труб к месту ремонта (на расстояние до

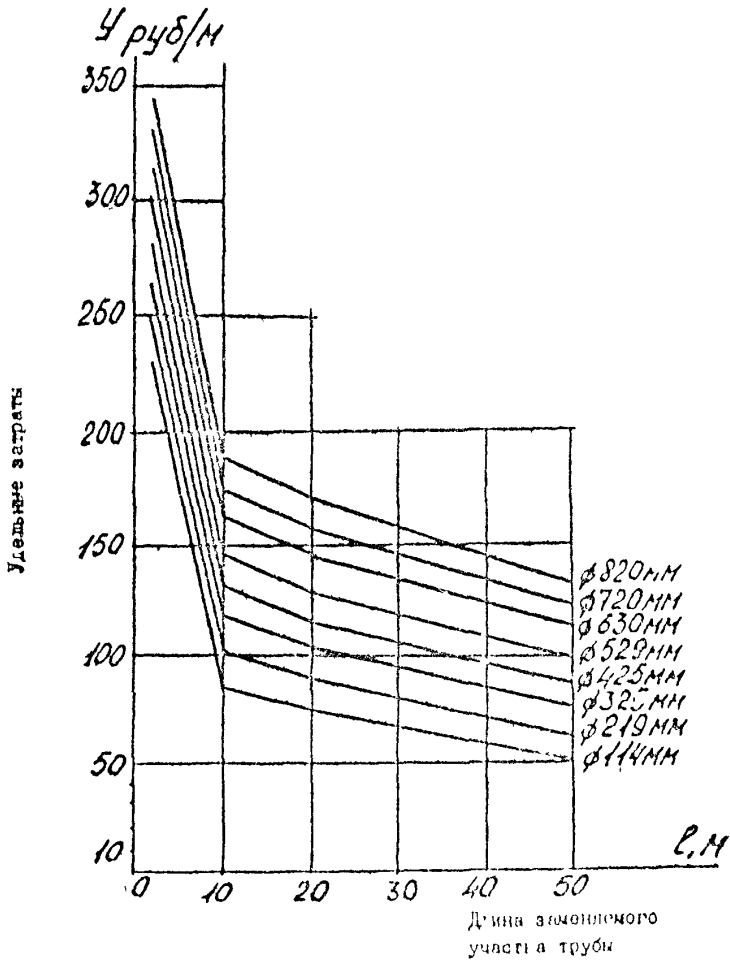
10 км).

3. Ремонт 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 (Ψ) в зависимости от диаметра трубы (\varnothing) и длины заменяемого участка (L)



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 № 13-01-01, № 13-04-01, тарифы введены
с 1.1.1988г.

Расстояние перевозки (км)	Стоимость перевозки (руб/т)	Расстояние перевозки (км)	Стоимость перевозки (руб/т)
1	0,45	16	2,07
2	0,54	17	2,14
3	0,63	18	2,23
4	0,72	19	2,32
5	0,81	20	2,39
6	0,90	21	2,48
7	0,99	22	2,56
8	1,08	23	2,65
9	1,17	24	2,74
10	1,26	25	2,81
11	1,35	26	2,9
12	1,44	27	2,98
13	1,53	28	3,06
14	1,62	29	3,15
15	1,71	30	3,22

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА УБОРКУ ЗАМАЗУЧНОСТИ
ТЕРРИТОРИИ

Согласно формуле (8)

$$Z_{\text{пл}} = Z_{\text{сб}} + Z_3 = \alpha_{\text{ж}} \cdot V + \alpha_3 S,$$

Для определения составляющей $Z_{\text{сб}}$ необходимо определить сумму затрат

$$Z_{\text{сб}} = Z_{\text{сб ж}} + Z_{\text{отк ж}} = Z_{\text{сб ж}} ;$$

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

$Z_{\text{отк ж}}$ - затраты на откачку жидкости, руб,

$Z_{\text{сб ж}}$ - затраты на вывоз жидкости автоцистернами, руб

Из общих затрат $Z_{\text{сб}}$ и количества вывезенной жидкости определяется ориентировочное значение $\alpha_{\text{ж}}$ для предприятия. Обычно значение $\alpha_{\text{ж}}$ составляет порядка 3-10 руб/м³.

Для определения составляющей α_3 , необходимо определить сумму затрат

$$Z_3 = Z_{3 \text{ гр}} + Z_{\text{от гр}} + Z_{\text{сб гр}} + C,$$

где $Z_{3 \text{ гр}}$ - затраты на завоз грунта-сорбента, руб,

$Z_{\text{от гр}}$ - затраты на отсыпку и планировку грунта, руб,

$Z_{\text{сб гр}}$ - затраты на сбор, погрузку и вывоз замазучившего грунта сорбента, руб,

C - стоимость грунта сорбента, руб.

Нижеследующий способ определения величины удельных затрат на уборку 1 м² замазучившей площади (α_3) от длины ряда вывоз грунта сорбента и площади замазучиваемости применительно к участкам 3 и 4 м² / руб.

Значения составляющих затрат на уборку замасученности $Z_{з гр}$, $Z_{о гр}$, $Z_{д гр}$ (с учетом стоимости грунта) определены при дальности перевозки 10, 30, 50 и 100 км и площадях замасученности 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 замасученности

По данным таблицы построен график зависимости C_3 от дальности перевозки грунта-сорбента (L), а также замасученного снега (рис. 4Г).

Расчет стоимости уборки заморозченности площади в условиях
 по "Сургутнефтегаз" (слой оттаивного грунта 0,1 м³/м²,
 уд. стоимость грунта I руб. 49 коп/м²)

Тип работ	Площадь заморозченности м ²	Стоим. работ в зависимости от дальности перевозок грунта-сорбента							
		10 км		30 км		50 км		100 км	
		общая стоим. руб.	руб./м ²	общая стоим. руб.	руб./м ²	общая стоим. руб.	руб./м ²	общая стоим. руб.	руб./м ²
I. Уборка самосвалом грунта для оттаивания заморозченной площади, планировка по существующим линиям тротуаров	100 м ²	60 ¹⁰	0 ⁵⁰	116 ¹⁵	1 ¹⁶	172 ¹⁶	1 ⁷²	322 ⁵⁶	3 ²³
	500 м ²	278 ⁹⁰	0 ⁵⁶	581 ³⁰	1 ¹⁶	878 ¹⁰	1 ⁷⁶	1623 ⁵⁰	3 ²⁶
	1000 м ²	533 ⁰⁰	0 ⁵³	1133 ⁰⁰	1 ¹⁴	1732 ⁰⁰	1 ⁷³	3233 ⁰⁰	3 ²³
	10000 м ²	5163 ⁰⁰	0 ⁵²	10583 ⁰⁰	1 ⁰⁷	16519 ⁰⁰	1 ³⁶	31627 ⁰⁰	3 ¹⁶
Итого стоимость			0 ⁵⁵		1 ¹⁵		1 ⁷⁵		3 ²⁵
Уборка самосвалом	100 м ²	52 ⁵⁰	0 ⁵³	103 ⁴⁵	1 ⁰⁸	164 ⁵⁰	1 ⁶⁵	314 ⁹⁰	3 ¹⁵
	500 м ²	163 ⁰⁰	0 ³⁶	485 ⁷²	0 ⁹⁷	782 ⁵⁰	1 ⁵⁶	1532 ³⁰	3 ⁰⁶
	1000 м ²	355 ⁰⁰	0 ³⁶	959 ⁰⁰	0 ⁹⁶	1553 ⁴⁰	1 ⁵⁵	3058 ⁶⁰	3 ⁰⁶
	10000 м ²	3645 ⁰⁰	0 ³⁶	9360 ⁶⁰	0 ⁹⁴	15300 ⁶⁰	1 ⁵³	30308 ⁶⁰	3 ⁰³
Итого стоимость			0 ³⁶		0 ⁹⁷		1 ⁵⁵		3 ⁰⁶

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Бывоз замкнутых-	100 м2	355 ⁰⁰	3 ⁵⁵		466 ⁸⁰	4 ⁶⁷	763 ⁶⁰	7 ⁶⁴	1510 ⁰⁰	15 ¹⁰
БЮЛО ОБЕГА САМО-	500 м2	1420 ⁰⁰	3 ⁰⁰		2334 ³⁰	4 ⁶⁷	3818 ³⁰	7 ⁶²	7540 ⁰⁰	15 ¹⁰
СВАЛОМ (С УЧЕТОМ	1000 м2	3845 ⁰⁰	3 ⁸⁴		4645 ⁸⁰	4 ⁶⁵	7613 ⁰⁰	7 ⁶¹	15065 ⁰⁰	15 ⁰⁷
ОБЕГА ОБЕГА В СТ-	10000 м2	40000 ⁰⁰	4 ⁰⁰		44965 ⁸⁰	4 ⁵⁰	75118 ⁴⁰	7 ⁵¹	149638 ⁰⁰	15 ¹⁰
ЭЛЕ И ПОПРАВКИ)										
ОСТАТКИ СТОИМОСТЬ			3 ⁵⁰			4 ⁶⁵		7 ⁶⁰		15 ¹⁰
НА 1 м2										

Стоимость ликвидации 1 м² замасоченной площади (a_3) при очистке грунтом-сорбентом (0,1 м³/м²) в условиях Западной Сибири и вывоза замасоченного снега (1,0 м³/м²)

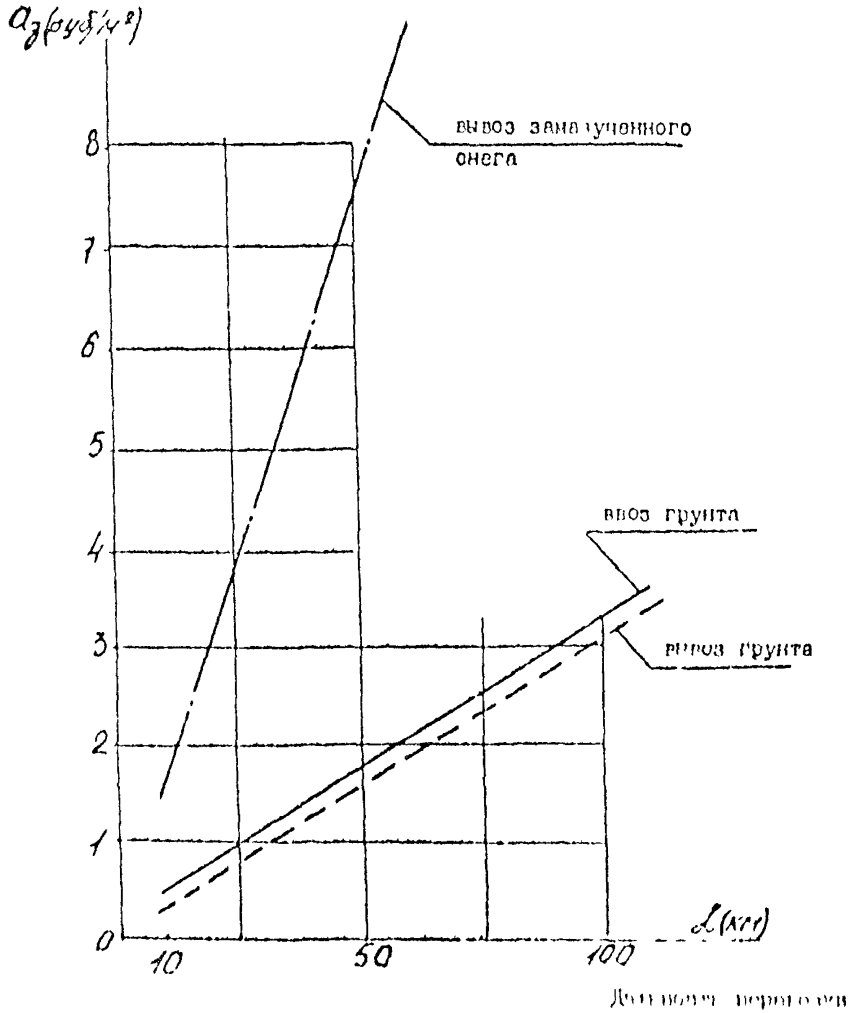


Рис. 11

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ВЕЛИЧИНА УЩЕРБА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ПРИ ЗАЛПОВОМ СБРОСЕ ВЛАТИ (Z_3)

$P, \%$	Z_3 , тыс. руб.	$P, \%$	Z_3 , 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	1125
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	3165
2,00	108,50	110,00	3451
2,50	123,00	130,00	4110
3,00	140,00	160,00	5285
3,50	151,55	200,00	6215
4,00	166,00	280,00	7828
5,00	193,00	300,00	9100
		350,00	11000

Примечание. Для определения промежуточных значений Z_3 , не вошедших в таблицу, рекомендуется применять интерполяцию между ближайшими значениями Z_3 . При значениях $P < 0,10$ % величину ущерба следует определять по формуле

$$Z_3 = 20,70 (\text{тыс. руб./т}) \times P(1)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА, УЧИТЫВАЮЩЕГО
КАТЕГОРИЮ ВОДНОГО ОБЪЕКТА, В КОТОРЫХ
ПРОИЗОШЕЛ СБРОС НЕФТИ

Категория водного объекта	Ккат
Морские воды	1,0
Поверхностные водоемы, используемые для рыбохозяйственных целей, централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения пищевых предприятий	1,1
Другие водные объекты	0,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СНИЖЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ УЩЕРБА
Ксв В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛИКВИ-
ДАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Время ликвидации загрязнения, часов		Коэффициент сниже- ния величины ущер- ба, 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.

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

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

I. Исходные данные для расчета

I. Параметры трубопровода:

- диаметр трубы 325 x 8 мм;
- глубина заложения трубопровода 1,5 м;
- участок порыва отсечен задвижками, расстояние между секциями задвижками - 6,8 км;
- давление в начале участка $P_1 = 1,0$ МПа, давление в конце участка $P_2 = 0,66$ МПа (давления - при установившемся режиме);

- часовая пропускная способность трубопровода 100 т/ч.

2. Вязко-тепловые свойства транспортируемой нефти:

- вязкость кинематическая $\nu = 10$ см²/с;
- вязкость динамическая $\mu_{20} = 8,5$ сПз ; $\mu_{50} = 0,7$ сПз ;
- плотность $\rho = 850$ кг/м³;
- обводненность транспортируемой нефти 10 %;
- изгибовое содержание газа в трубопроводе - 0,8;
- температура транспортируемой нефти - 20°C;
- температуры поверхности грунта: зимой - 10°C;
- влажность грунта:
- супесь ;
- влажность 40 %.

4. Характер порыва и его последствия:

- отверстие в трубе в форме прямоугольника размером 0,02 x 0,1м, расположено в нижней части трубы вдоль ее оси (рис.12);
- простой трубопровода - 20 час;
- площадь разлива нефти по поверхности земли 200 м²,
- 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 выходящее количество ржи;
- средняя урожайность ржи 20 ц/га; цена 8 руб/ц;
- недобор (предполагаемый) урожая по годам:
 - I-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 м² $P_{пл.разл.} = 12 \text{ г/м}^2$.
- масса пленочной нефти на 1 м² акватории, не подверженной влиянию разлива $P_{пл.фон} = 0,1 \text{ г/м}^2$,
- концентрации растворенной в воде нефти на глубине 0,3 м под слоем разлива $C_{разл.} = 10,0 \text{ г/м}^3$;
- фоновый уровень загрязнения воды $C_{фон} = 0,02 \text{ г/м}^3$.

5. Меры по ликвидации аварии:

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

Продольный профиль трубопровода

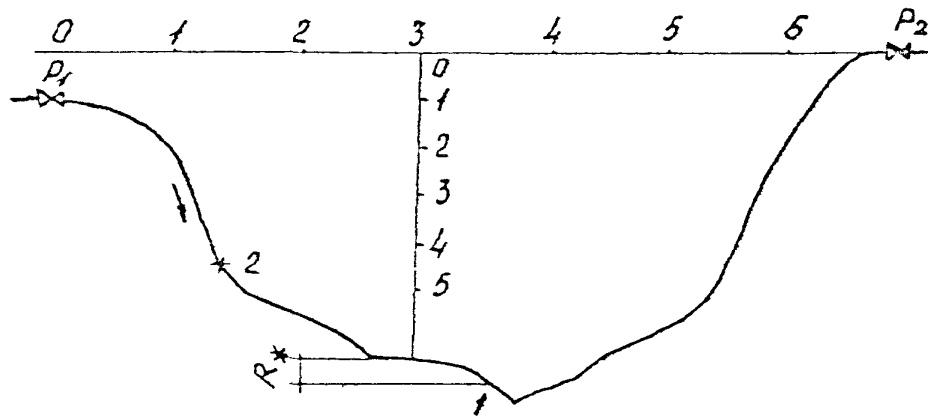


Рис. 12

И. Р А С Ч Е Т

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 /14/

$$L_1 = L (1 - \alpha) = 6800 (1 - 0,8) = 1360 \text{ м}$$

Расположение участка, выполненного жидкостью, показано на рис. 12.

Давление газовой фазы по формуле /15/ будет:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{10 \cdot 10^5 + 16,6 \cdot 10^5}{2} = 8,3 \cdot 10^5 \text{ Па,}$$

Давление в трубопроводе в точке истечения по формуле /16/

$$P_x = P_{\text{ср}} + h_x \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g = 8,3 \cdot 10^5 + 0,5 \cdot 850 \cdot 9,81 = 8,342 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Перепад давления в точке истечения по формуле (2):

$$h = \frac{P_x}{\rho_{\text{ж}} \cdot g} - h_z = \frac{8,342 \cdot 10^5}{850 \cdot 9,81} - 1,5 = 98,0 \text{ м,}$$

где $h_z = 1,5$ - глубина заложения трубопровода.

Определяем коэффициент расхода отверстия

Определяем площадь отверстия

$$\omega = 0,02 \times 0,1 = 0,002 \text{ м}^2$$

Определяем эквивалентный диаметр отверстия по формуле (7).

$$d_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,002}{3,14}} = 0,0164 \text{ м}$$

Определяем число Re , по формуле (3):

$$Re = \frac{0,0501 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 98,0}{0,1 \cdot 10^{-4}} = \frac{0,0501 \cdot 1,96 \cdot 10^4}{0,1 \cdot 10^{-4}} = 221 \cdot 10^8$$

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

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

Определим расход жидкости из отверстия по формуле (1):

$$Q = 0,604 \times 0,002 \sqrt{2 \times 9,81 \times 99,0} = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$$

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

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

$$\text{Вычисляем } \beta = \frac{P_2}{P_1}$$

В нашем случае P_2 - атмосферное давление на выходе газа из отверстия $P_2 = 10^5 \text{ Па}$.

P_1 - абсолютное давление в трубопроводе в точке истечения газа.

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

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

Определим коэффициент расхода отгоротия по газу:

Определяем степень сжатия отверстия:

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

Определим коэффициент расхода по таблице прил. I

$$\mu = 0,612$$

Определим плотность газа в трубопроводе по формуле (5):

$$\rho_1 = \rho_2 \frac{P_1 \times T_2}{P_2 \times T_1} = 1,5 \times \frac{2,3 \times 10^5 \times 293}{10^5 \times 273} = 13,9 \text{ кг/м}^3$$

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

$$M = 0,685 \times \mu \times \omega \sqrt{P_1 \cdot \beta_1} = 0,685 \times 0,612 \times 0,002 \times \sqrt{9,3 \times 10^5 \times 13,9} = 0,0084 \times 3,59 \times 10^3 = 30,2 \text{ кг/с.}$$

2. Определение распределения вышедших из трубы нефти, воды и газа в окружающей среде при порыве прямозового 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 утечки $Q = 500$ 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, разлитая на поверхности земли, при площади разлива 200 м² и средней глубине разлива 0,3 м в соответствии с п. 2 равно:

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

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

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

$$S = 53.5 V^{1.5}$$

$[u^2] \quad [u^3]$

Начисленные проценты по кредиту
из расчета на сумму долга 100000 руб.
"Сбербанк России" по ставке
предоставленной по договору № 100000/100000
от 10.00.0002.91

Применяется в Новосибирске, 10.00.0002.91

2.3. Количество нефти, вытесняемой в грунт в результате плавления, по формуле (1) равно:

$$G_{\text{дн}} = K_H \cdot \rho \cdot V_{\text{гр.}}$$

Для супеси с влажностью 40 % нефтеёмкость грунта по табл. I равна $K_H = 0,21$.

$$G_{\text{дн}} = 0,21 \times 850 \times 200 \times 0,2 = 7150 \text{ кг}$$

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

$$V_{\text{газ}} = V_{\text{ж}}(1 - \varphi) \rho_{\text{расств.н.}} + V_{\text{ж}} \cdot \varphi \cdot \rho_{\text{расств.в.}}$$

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

Так как произошло полное истечение имеющейся в участке трубопровода жидкости, то ее объем по формуле (17) приложения 1 будет равен:

$$V_{\text{ж}} = \frac{\pi D_{\text{вн}}^2}{4} \times L (1 - \alpha) = 0,785 \times 0,309^2 \times 6880 (1 - 0,8) = 102 \text{ м}^3$$

При 20 % обводненности в 102 м^3 излишней жидкости будет:

$$\text{нефти } 102 \times 0,8 = 81,6 \text{ м}^3;$$

$$\text{пласт. воды } 102 \times 0,2 = 20,4 \text{ м}^3.$$

Тогда

$$V_{\text{газ}} = 102 (1 - 0,2) 34 + 102 \times 0,2 \times 2 = 2871 \text{ м}^3$$

При плотности газа $1,4 \text{ кг}/\text{м}^3$ это количество будет соответствовать $G_{\text{газ.}} = 1,4 \times 2871 = 3950 \text{ кг}$.

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

Объем трубопровода равен:

$$V_{\text{тр}} = \frac{\pi \times D_{\text{вн}}^2}{4} \times L = 0,785 \times 0,309^2 \times 6140 = 410 \text{ м}^3$$

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:

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

Вес этого газа равен $1,4 \times 3290 = 4600 \text{ кг}$.

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

Определим фракционный состав нефти по формуле (6):

$$\phi = \left(\frac{M_{20} - M_{50}}{M_{20} - M_{50}} \right)^{0,67} = \left(\frac{0,085 - 0,007}{0,085 - 0,007} \right)^{0,67} = (135)^{0,67} = 23\%$$

При скорости ветра над разливом, равной 2,5 м/с, температуре поверхности, равной 15°C, глубине разлива, равной 0,3 м, времени испарения - 20 час, площади испарения - 200 м² и плотности жидкости - 0,85 т/м³ сначала определим 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 определенном количестве 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 - $P_{пл.р.разл.}$ - 12,0 г/м²;
- масса пленочной нефти на 1 м² - акватория, не подверженной влиянию разлива, $P_{пл.фон}$ - 0,1 г/м²;
- концентрация растворенной в воде нефти на глубине 0,3 м под слоем разлива $C_{р.разл.}$ - 10,0 г/м³;

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

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

будет равно:

$$\begin{aligned} P_H &= (P_{пл\text{ рачл}} - P_{пл\text{ фон}}) \times S_H \times 10^{-6} + (C_{розл} - C_{фон}) \times V_H \times 10^{-6} \\ &= (12,0 - 0,1) 400000 \times 10^{-6} + (10 - 0,02) 400000 \times 1,0 \times 10^{-6} = \\ &= 4,78 + 4,00 = 8,78 \text{ т} \end{aligned}$$

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	$\frac{3,95 + 4,6 + 2,52}{11,07}$
Итого:	66,17 т

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

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

3.1. Затраты на ремонт трубопровода путем замены его участка $l = 15 \text{ м}$.

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

$$y_{15} = 110 \text{ руб/м}$$

Тогда затраты на замену трубы ($d = 350 \text{ мм}$, $l = 15 \text{ м}$) составят:

$$110 \text{ руб/м} \times 15 \text{ м} = 1650 \text{ руб.}$$

✓ 3.2. Затраты на ликвидацию замасученности и сбор разлитой нефти.

Затраты на ликвидацию замасученности определяются по формуле (8)

$$Z_3 = \alpha_3 \times S$$

α_3 - удельные затраты на уборку 1 м² замасученности (рис. 10 приложении 4). Дальность завоза чистого сорбента - 10 км, вывоза загрязненного на расстояние 30 км. По рис. 1 определяем удельные затраты на ликвидацию 1 м² замасученности для принятой дальности перевозки чистого и загрязненного сорбента соответственно:

$$\alpha_3 = 0,5 \text{ руб/м}^2$$

$$\alpha_3 = 0,9 \text{ руб/м}^2$$

суммарные удельные затраты на ликвидацию замасученности составят:

$$\alpha_3 = 0,5 + 0,90 = 1,40 \text{ руб/м}^2;$$

$$S = 0,63 \text{ га} = 200 \text{ м}^2 - \text{площадь замасученности.}$$

$$\text{Тогда } Z_3 = 1,40 \times 200 = 280 \text{ руб.}$$

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

Удельные затраты на откачку с поверхности земли и вывоз 1 м³ жидкости составляют ~ 3 руб.

Следовательно, общие затраты на откачку разлитой жидкости составят; $55 \times 3 = 165$ руб.

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

$$U_H = U_{HN} \cdot V_H$$

Оптовая цена нефти согласно прейскуранту $U_{HN} = 31$ руб/т.

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

$$V_H = 69,5 - 39,0 = 30,5 \text{ т}$$

Ущерб от безвозвратно потерянной нефти составит:

$$U_H = 34 \times 30,5 = 1035 \text{ руб.}$$

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

$$U_{\Pi} = (KE + A) \cdot Q_{TP} \cdot t$$

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

$$U_{\Pi} = (150 \times 0,15 + 25) \times 100 \times 20 = 95000 \text{ руб.}$$

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

$$U_{c.x.} = S_i (C_{ni} + C_{pi})$$

Ущерб, нанесенный посевам, C_{ni} , определим по формуле

$$C_{ni} = U_i \cdot \varphi_i + T_{cy} \cdot \Delta \varphi = 8 \text{ руб/ц} (20 + 1 \times 3,0) = 280 \text{ руб/га}$$

$$\Delta \varphi = 15 \% = 3 \text{ ц/га.}$$

Затраты на рекультивацию определяются в соответствии с техническим планом рекультивации.

Принимаем $C_{pi} = 1730$ руб.

$$\text{Тогда } U_{c.x.} = 0,02 (280 + 1730) = 40,2 \text{ руб.}$$

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

$$U_{g.3.} = Z_3 \times K_{кат.}$$

Личинная ушорба от загрязнения водного объекта при залповом попадании нефти Z_3 определяется в зависимости от количества попавшей нефти по таблице приложения 6.

В нашем случае в водоем попало 8,76 т нефти. Согласно таблице приложения 6 ущерб от попадания этого количества нефти, определенный путем интерполяции, равен 234,14 тыс. руб.

Коэффициент K_p , учитывающий категорию вредного объекта, берется по таблице приложения В. Для поверхностных водоемов, используемых для хозяйственных целей, он равен 1,1.

Тогда

$$\frac{Y}{S} = 294,14 \times 1,1 = 323,5 \text{ тыс.руб.}$$

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

$$Y_c = \gamma \cdot \sigma \cdot M_c$$

Озеро относится к бассейну реки Болга, для которого величина коэффициента $\sigma = 0,8$ в соответствии с табл. I /18/.

Приведенная масса солей, попавших в водоем, определяется по формуле (18)

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

Пластовая вода, попавшая с нефтью в водоем, содержит 50 кг/м³ сульфатов и 100 кг/м³ хлоридов. Для сульфатов величина $A = 0,01$ усл.т/т, для хлоридов $A = 0,003$ усл.т/т.

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

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

В данном количестве пластовой воды будет содержаться сульфатов - $50 \times 2,59 = 129,5$ кг, хлоридов - $100 \times 2,59 = 259$ кг.

Тогда

$$M_c = 0,01 \times 0,1295 + 0,003 \times 0,259 = 12,95 \cdot 10^{-4} + 7,78 \cdot 10^{-4} = 20,73 \times 10^{-4} \text{ усл.т.}$$

Ущерб от попадания солей равен:

$$\frac{Y}{c} = 4000 \times 0,8 \times 20,73 \times 10^{-4} = 6,64 \text{ руб.}$$

Т.е. эта величина очень незначительная, а ее можно промолчать.

З В Ущерб от попадания паров нефти в атмосферу определяется по формуле

$$У_{\alpha} = B \times M_{\eta}$$

В соответствии с примером приложения 2 в атмосферу попало

$$M_{\eta} = 11,07 \text{ т}$$

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

Тогда

$$У_{\alpha} = 0,27 \times 11,07 = 2,99 \text{ тыс руб}$$

З 9 Полный ущерб народному хозяйству равен

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

Л И Т Е Р А Т У Р А

- 1 Яблоцкий В О, 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 Hydraulic, New York, 1950*
- 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 Тьячев 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 "Нэчре ойси нансё" т 16 №1 1979
8. План-программа составления прогноза климатических изменений в окружающей среде под влиянием хозяйственной деятельности на период до 1990г И Институт прикладной геофизики, 1977
9. Правила охраны окружающей среды при сооре, подготовке и транспорте нефти, РД 39-0147098-005-03 -Уфа ВостНИИТБ 1988
- 10 Методика подсчета убытков причиненных государству нарушением водного законодательства -М ЦНИИ Минтопков СССР 1983
- 11 Методика определения потерь нефти в технических устройствах и ремонте магистральных нефтепроводов -Уфа ИИИОГТнефть 1983.
- 12 Методика подсчета потерь нефти при отказах на магистральных нефтепроводах -Ташкент ТИИИ 1985
- 13, Правила охраны поверхностных вод от загрязнения отечественными водами (ути Министрством колхозов и водного хозяйства СССР 16 мая 1974 г И160), М., 1974

14. ГОСТ 17.5.1.01 - 83. Охрана природы. Земля. 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: УНИИСПТнефть, 1987.

17. Инструкция по рекультивации земель, загрязненных высоко-минерализованными нефтепромышленными водами. Уфа: ВостНИИ, 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, Госотгоса СССР и Президиума Академии наук СССР от 21.10.83г. № 254/234/134) М., 1983.

19. Методические указания по определению источников, оценки величины и состава загрязненной окружающей среды на предприятиях Миннефтепрома (утв. Техническим управлением Миннефтепрома). -Уфа: УНИИСПТнефть, 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 и природоохранных мероприятий в нефтяной промышленности. -М.: ИНИИОМГ, 1966.

22. Методическое руководство по вопросам проектирования и эксплуатации однострунных систем сбора. РД 33-3-1034-84. -Уфа: ВНИИСПНефть, 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: ВНИИСПНефть, 1979.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр:
I. Общие положения	<u>4</u>
2. Определение ущерба в народном хозяйстве от отказов промышленных трубопроводов	<u>5</u>
2.1 Собственный ущерб предприятия	<u>6</u>
2.2 Ущерб от вынужденного простоя трубопровода	<u>9</u>
2.3 Ущерб от загрязнения окружающей среды	<u>10</u>
Приложение I. Определение количества нефти, газа и воды, вылившихся из трубопровода и аппарата при аварии	<u>14</u>
Приложение 2. Распределение вылившихся нефти, газа и воды в окружающей среде	<u>26</u>
Приложение 3. Определение затрат на ремонт трубо- провода путем замены его участка	<u>38</u>
Приложение 4. Тарифы на перевозку грунта автомо- бильным транспортом	<u>41</u>
Приложение 5. Определение затрат на уборку замазу- ченности территории	<u>42</u>
Приложение 6. Величина ущерба от загрязнения вод- ных объектов при валновом обросе нефти	<u>47</u>
Приложение 7. Значения коэффициента, учитывающего категорию водного объекта, в который произошел оброс нефти	<u>48</u>
Приложение 8. Значение коэффициента снижения вели- чины ущерба в зависимости от времени проведения ликвидации загрязнения	<u>49</u>
Приложение 9. Пример расчета ущерба от отказа тру- бопровода промышленного объекта нефти	<u>50</u>
Литература	<u>51</u>