# Тема №16:

# «Тушение пожаров в резервуарных парках хранения ЛВЖ и ГЖ»

Занятие 2: Основы расчета сил и средств для тушения пожаров в наземных резервуарах.

***Овчинников В.В.***

Соседними считаются резервуары, которые расположены от горящего в пределах двух нормативных разрывов. Нормативными являются разрывы, равные 0.75 диаметра большего резервуара со стационарными крышами из числа находящихся в группе, 0.5 диаметру – при наличии резервуаров с плавающими крышами и 0.65 диаметра – при наличии понтона.

Практически при пожарах в группе до четырех резервуаров охлаждению подлежат, кроме горящего, все соседние с ним емкости, а в группе из шести резервуаров, если гореть будет средний, охлаждать необходимо пять соседних, отстоящих в пределах нормативных расстояний.

2•0,75•D > *L – с стационарной крышей*

2•0,5•D > *L – с плавающей крышей*

2•0,65•D > *L – с понтоном*

D-Диаметр горящего резервуара

# Определяем количество стволов РС-70 для охлаждения горящего резервуара.

$$N_{ст.} = \frac{P_p \bullet J_{тр.}}{q_{ст.}}$$

**Охлаждение резервуаров объёмом 5000 м$^3$ и более целесообразно осуществлять лафетными стволами**

$P_p$ **-периметр горящего резервуара**

**не менее 3 стволов РС-70 (Jтр.=0,8)**

**Jтр.=1,2 – при пожаре в обваловании**

# Определяем количество стволов РС-70 для охлаждения соседних РВС.

**Охлаждение соседних резервуаров необходимо производить, начиная с того, который находится с подветренной стороны**

$$N_{ст.} = \frac{0{,}5 \bullet P_p \bullet J_{ТР.}}{q_{ст.}}$$

$P_p$ **-периметр соседнего резервуара.**

**не менее 2 стволов РС-70 (*Jтр.*=0,3)**

**Расчет количества стволов для охлаждения соседних резервуаров производится отдельно для каждого.**

# Определяем количество стволов с учётом правил охраны труда.

$$N_{cm}^{n.o.m.} = \frac{N_{cm}^{г} + N_{cm.}^{c}}{2}$$

Определяем количество стволов на охлаждение горящего и соседних РВС.

$$N_{ст.}^{общ} = N_{ст.}^{г} + N_{ст.}^{с} + N_{ст.}^{п.о.т.}$$

# Определяем количество личного состава для подачи стволов. (с учетом резерва)

$$N_{лс}^{общ} = N_{ст.}^{общ} \bullet 2 + 50\%$$

# Определяем требуемое число отделений.

$$N_{отд.} = \frac{N^{общ.}_{лс}}{\frac{N_{отд.}}{5}}$$

Определяем общий расход воды на охлаждение горящего и соседних РВС.

$$Q_{ф}^{общ} = N_{ст.} \bullet q_{ст.}$$

# Определяем водоотдачу водопроводной сети.

$$Q_{сети} = \left(\frac{D}{25} \bullet V_{в.}\right)^2$$

$V_{в.}$ -скорость движения воды по трубам л/с (таблица 4.2 РТП)

# Определяем обеспеченность объекта водой

$$Q_{сети} \geq Q_{факт.}$$

**Определяем количество автомобилей на охлаждение горящего и соседних РВС.**

$$N_{авто} = \frac{N_{ст.}}{4}$$

# Определяем количество ГПС-600 для тушения разлившегося нефтепродукта.

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П \bullet J_{тр.}}{q_{ГПС-600}}$$

**Для ЛВЖ**

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П}{75}$$

$$J_{тр}^{t_{всп} < 28\,^{\circ}C} = 0{,}08$$

**Для ГЖ**

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П}{120}$$

$$J_{тр}^{t_{всп} > 28\,^{\circ}C} = 0{,}05$$

# Определяем количество пенообразователя для тушения разлившегося нефтепродукта.

$$V_{п.о.} = \frac{S_п \bullet (q_{п.о.} \bullet \tau_р \bullet 60 \bullet J_{тр.})}{q_{р-ра}}$$

**Для ЛВЖ**

$$V_{п.о.} = S_п \bullet 4{,}4$$

**Для ГЖ**

$$V_{п.о.} = S_п \bullet 2{,}1$$

$\tau_р$ =15 мин.

# Определяем количество ГПС-600 для тушения горящего резервуара.

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П \bullet J_{тр.}}{q_{ГПС-600}}$$

**Для ЛВЖ**

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П}{75}$$

**Для ГЖ**

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П}{120}$$

$S_п$-площадь зеркала резервуара (круга)

# Определяем количество пенообразователя для тушения пожара в горящем резервуаре.

$$V_{п.о.} = N_{ГПС-600} \bullet q_{п.о.} \bullet \tau_р \bullet K$$

$$V_{п.о.} = N_{ГПС-600} \bullet 972$$

$$V_{п.о.} = N_{ГПС-2000} \bullet 3240$$

**К=3;**

**$q_{п.о.}$ -расход ГПС по пенообразователю**

**$\tau_р$ - расчетное время тушения 15 минут**

# Определяем количество пенообразователя необходимое для тушения пожара.

$$V_{П.О}^{общ} = V_{П.О.(разлив)} + V_{П.О.(горящего)}$$

# Определяем количество АВ-40(375)ц50.

$$N_{ав} = \frac{V_{г.о.}^{общ}}{V_{ав}}$$

# Определяем количество пеноподъёмников.

$$N_{п-под} = \frac{N^{гор.}_{ГПС-600}}{2}$$

$N_{гпс}$-количество ГПС для тушения пожара в резервуаре

Пеноподъёмники Трофимова допускается использовать для тушения резервуаров объёмом не более 700 м$^3$

# Определяем количество личного состава для подачи ГПС-600 (с учетом резерва)

$$N_{лс}^{общ} = (N_{ГПС-600}^{обв} \bullet 2 + N_{п-под} \bullet 6) + 25\%$$

# Определяем требуемое число отделений.

$$N_{отд} = \frac{N_{лс}^{общ}}{5}$$

# Пример решения задачи.

## Задание на самоподготовку:

- Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. М.1999 г.
- Я.Повзик «Пожарная тактика» М.1990 г. стр. 234-243;
- Справочник РТП стр. 187-198;

# Задача:

В группе резервуаров из 9 штук, находящихся в одном обваловании, горит резервуар №2 и разлившаяся жидкость вокруг него на площади 175 $м^2$. Объем резервуара составляет 600 $м^3$, диаметр резервуара равен 9,86 метров, температура вспышки жидкости 20 градусов по Цельсию. Противопожарное водоснабжение выполнено кольцевой сетью, диаметром 200 мм и напротив в сети 50 м.вод.ст. Все резервуары со стационарной крышей. Диаметры резервуаров: 1-15 м, 3-11 м, 4-16 м, 5-23 м, 6-12 м.

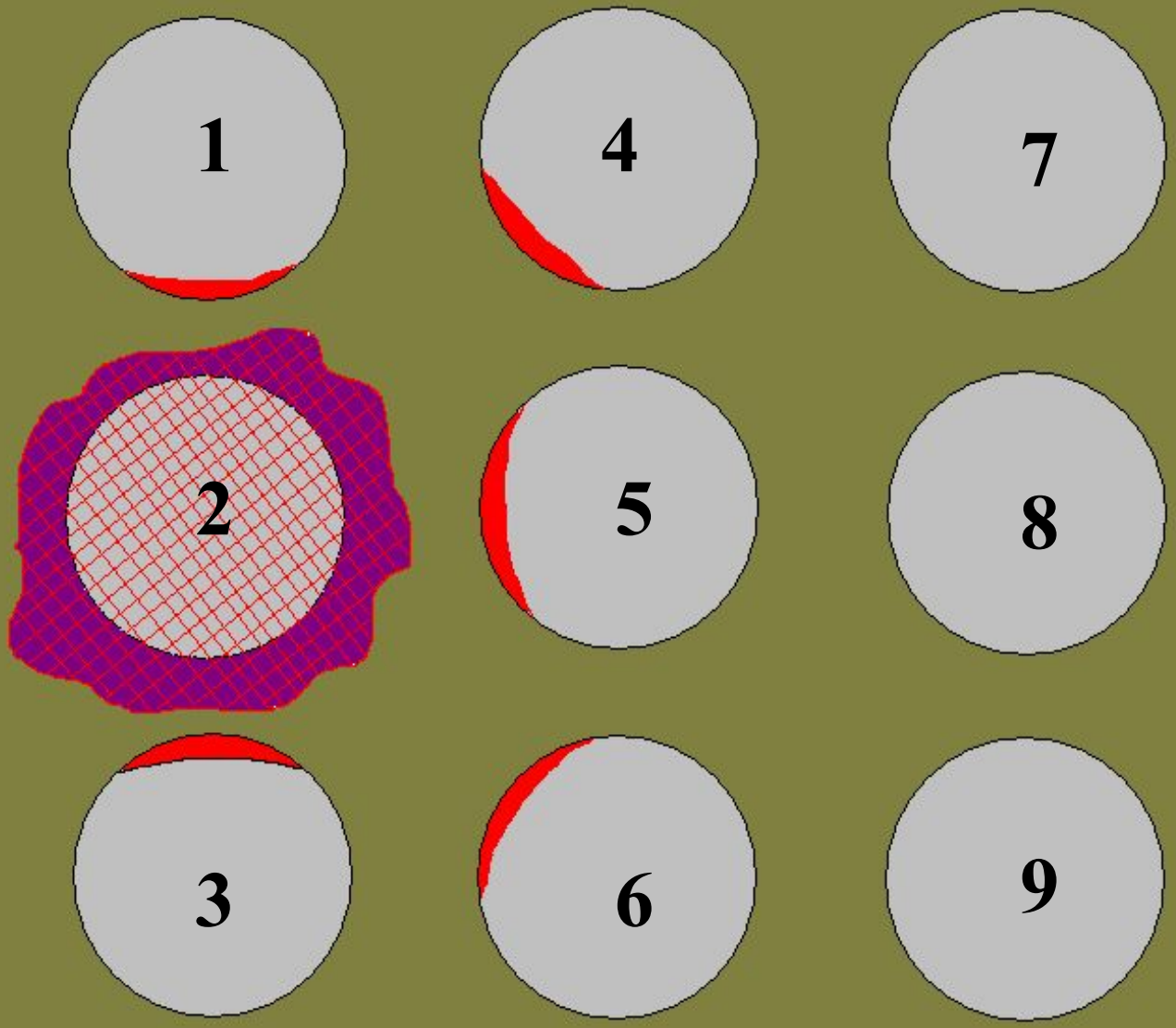
**Определить: Количество сил и средств для тушения пожара. Составить схему тушения.**

# 1. Определение количества соседних резервуаров.

Соседними считаются резервуары, которые расположены от горящего в пределах двух нормативных разрывов. Нормативными являются разрывы, равные 0.75 диаметра большего резервуара со стационарными крышами из числа находящихся в группе, 0.5 диаметра – при наличии резервуаров с плавающими крышами и 0.65 диаметра – при наличии понтона.

Практически при пожарах в группе до четырех резервуаров охлаждению подлежат, кроме горящего, все соседние с ним емкости, а в группе из шести резервуаров, если будет гореть средний, охлаждать необходимо пять соседних, отстоящих в пределах нормативных расстояний

Вывод: соседними являются РВС №1, 3, 4, 5, 6


1
4
7
2
5
8
3
6
9

# Характеристики резервуаров

| № | Объём | Диаметр | Высота | Площадь |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2000 | 14,62 | 11,92 | 168 |
| 2 | 600 | 9,86 | 8,26 | 77 |
| 3 | 700 | 10,44 | 8,34 | 86 |
| 4 | 2000 | 15,22 | 11,26 | 183 |
| 5 | 5000 | 22,8 | 11,92 | 408 |
| 6 | 700 | 11,38 | 8,87 | 102 |
| 7 | 1000 | 11,38 | 9,7 | 102 |
| 8 | 3000 | 17,9 | 11,92 | 252 |
| 9 | 1000 | 12,33 | 8,94 | 120 |

2. Определяем количество стволов (РС-70) для охлаждения горящего резервуара.

$$N_{ст.} = \frac{P_p \bullet J_{тр}}{q_{ст.}}$$

не менее 3 стволов РС-70

($J_{тр}$ = 0,8 , $J_{тр}$ = 1,2 при горении в обваловании)

$P_p$=3,14●9,86=31 м.

$$N_{ст.} = \frac{P_p \bullet J_{тр}}{q_{ст.}} = \frac{31 \bullet 1{,}2}{7} = 6 \ стволов \ РС-70$$

3. Определяем количество стволов РС-70 для охлаждения соседних РВС. Расчет количества стволов для охлаждения соседних резервуаров производится отдельно для каждого.

$$N_{ст.} = \frac{0{,}5 \bullet P_p \bullet J_{тр}}{q_{ст.}}$$

Рр= периметр соседнего резервуара.

не менее 2 стволов РС-70 ($J_{тр}$ = 0,3)

$$N_{ст.} = \frac{0{,}5 \bullet P_p \bullet J_{тр}}{q_{ст.}} = \frac{0{,}5 \bullet 45{,}9 \bullet 0{,}3}{7} = 2 \ \ ств. \ \ РС-70, \ \ для \ \ РВС№ \ 1$$

$$N_{ст.} = \frac{0{,}5 \bullet P_p \bullet J_{тр}}{q_{ст.}} = \frac{0{,}5 \bullet 32{,}78 \bullet 0{,}3}{7} = 2 \ \ ств. \ \ РС-70, \ \ для \ \ РВС№ \ 3$$

$$N_{ст.} = \frac{0{,}5 \bullet P_p \bullet J_{тр}}{q_{ст.}} = \frac{0{,}5 \bullet 47{,}8 \bullet 0{,}3}{7} = 2 \ \ ств. \ \ РС-70, \ \ для \ \ РВС№ \ 4$$

$$N_{ст.} = \frac{0{,}5 \bullet P_p \bullet J_{тр}}{q_{ст.}} = \frac{0{,}5 \bullet 71{,}6 \bullet 0{,}3}{7} = 2 \ \ ств. \ \ РС-70, \ \ для \ \ РВС№ \ 5$$

$$N_{ст.} = \frac{0{,}5 \bullet P_p \bullet J_{тр}}{q_{ст.}} = \frac{0{,}5 \bullet 35{,}55 \bullet 0{,}3}{7} = 2 \ \ ств. \ \ РС-70, \ \ для \ \ РВС№ \ 6$$

# 4. Определяем количество стволов с учётом правил охраны труда

$$N_{ст.}^{п.о.т.} = \frac{N_{ст}^{г} + N_{ст.}^{с}}{2} = \frac{6+10}{2} = 8 \ \ стволов \ \ РС-70$$

5. Определяем количество стволов на охлаждение горящего и соседних РВС с учетом правил охраны труда.

$$N_{ст.}^{общ} = N_{ст.}^{г} + N_{ст.}^{с} + N_{ст.}^{п.о.т.} =$$

$$= 6 + 10 + 8 = 24 \ ствола$$

6. Определяем количество личного состава для подачи стволов. (с учетом резерва)

$$N_{лс}^{общ} = N_{ст.}^{общ} \bullet 2 + 50\% =$$

$$= 24 \bullet 2 + 24 = 72 \ \textit{человек}$$

7. Определяем требуемое число отделений.

$$N_{отд.} = \frac{N_{лс}^{общ}}{5} = \frac{72}{5} = 15 \text{ отделений}$$

8. Определяем общий расход воды на охлаждение горящего и соседних РВС

$$Q_{ф}^{общ} = N_{ст} \bullet q_{ст} = 24 \bullet 7 = 168 \ \ л/с$$

# 9. Определяем водоотдачу водопроводной сети.

$$Q_{сети} = \left(\frac{D}{25} \bullet V_{в.}\right)^2 = \left(\frac{200}{25} \bullet 1{,}5\right)^2 = 144 \ л/с$$

$V_в$ – скорость движения воды по трубам (таблица 4.2. РТП)

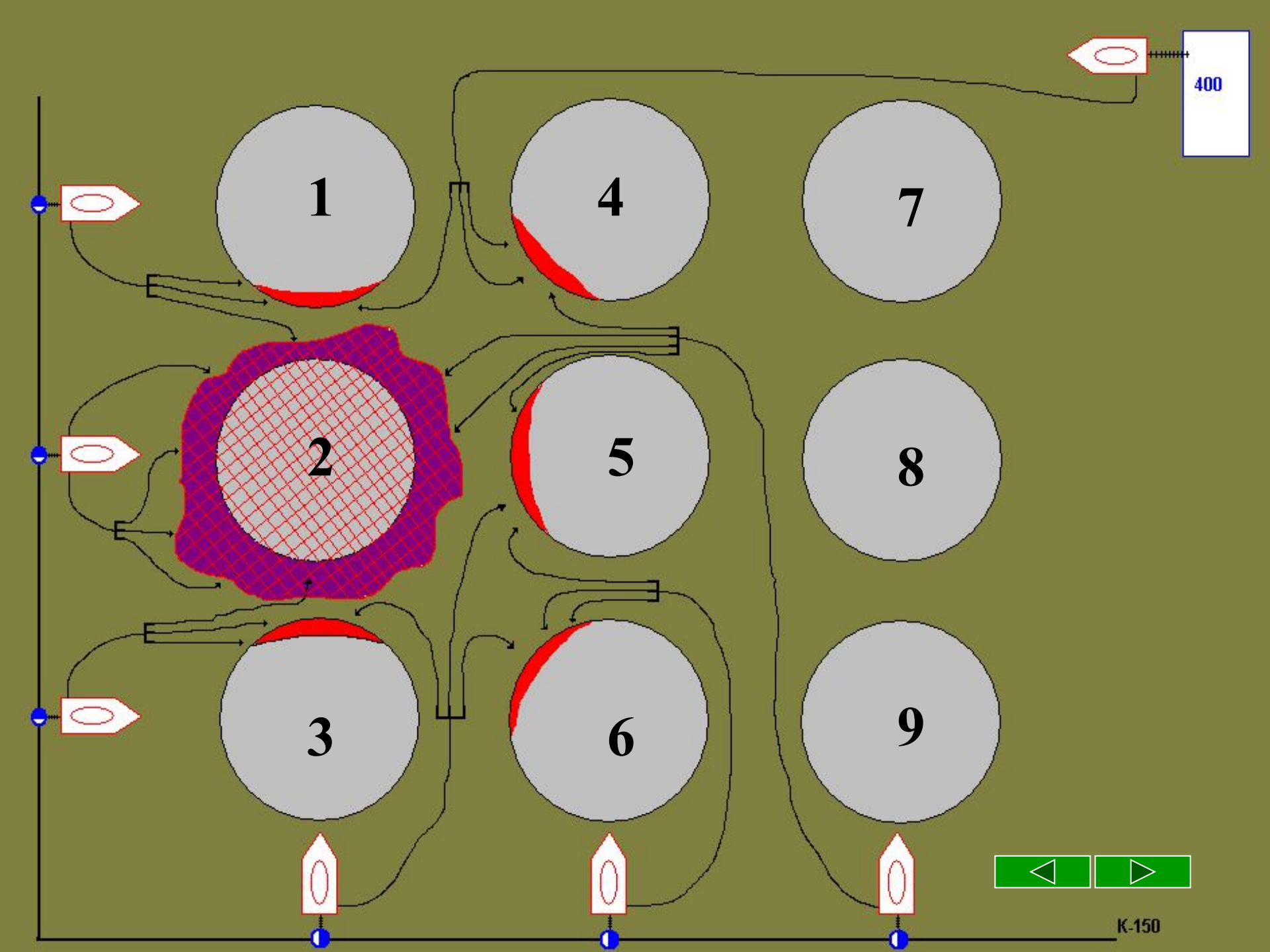
# 10. Определяем обеспеченность объекта водой.

$$Q_{сети} \leq Q_{факт.}$$

Водопровод не обеспечит необходимого расхода воды на охлаждение поэтому необходимо использовать дополнительно пожарные водоемы.

11. Определяем количество автомобилей на охлаждение горящего и соседних РВС.

$$N_{авто} = \frac{N_{ст.}}{4} = \frac{24}{4} = 6 \ шт.$$


400
1
4
7
2
5
8
3
6
9
K-150

12. Определяем количество ГПС-600 для тушения разлившегося нефтепродукта.

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_{П} \bullet J_{тр.}}{q_{ГПС-600}}$$

**Для ЛВЖ**

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П}{75}$$

**Для ГЖ**

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П}{120}$$

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П \bullet J_{тр.}}{q_{ГПС-600}} = \frac{175}{75} = 3 \quad ГПС-600$$

13. Определяем количество пенообразователя для тушения разлившегося нефтепродукта.

$$V_{п.о.} = \frac{S_П \bullet (q_{п.о.} \bullet \tau_р \bullet 60 \bullet J_{тр.})}{q_{р-ра}}$$

**Для ЛВЖ**

$$V_{п.о.} = S_П \bullet 4{,}4$$

**Для ГЖ**

$$V_{п.о.} = S_П \bullet 2{,}7$$

$\tau_р$=15 мин.

$$V_{п.о.} = \frac{S_п \bullet (q_{п.о.} \bullet \tau_р \bullet 60 \bullet J_{тр.})}{q_{р-ра}} =$$

$$= \frac{175 \bullet (0{,}36 \bullet 15 \bullet 60 \bullet 0{,}08)}{6} = 756 \ л.$$

# 14. Определяем количество ГПС-600 для тушения горящего резервуара.

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П \bullet J_{тр.}}{q_{ГПС-600}}$$

**Для ЛВЖ**

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П}{75}$$

**Для ГЖ**

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П}{120}$$

$S_п$ - площадь резервуара.

$$N_{ГПС-600} = \frac{S_П \bullet J_{тр}}{q^{р-ру}_{ГПС-600}} = \frac{78,5 \bullet 0,08}{6} = 2 \quad ствола$$

15. Определяем количество пенообразователя для тушения пожара в горящем резервуаре.

$$V_{п.о.} = N_{ГПС-600} \bullet q_{п.о.} \bullet \tau_р \bullet K$$

$$V_{п.о.} = N_{ГПС-600} \bullet 972$$

$$V_{п.о.} = N_{ГПС-2000} \bullet 3240$$

**К=3;**

**$q_{п.о.}$-расход ГПС по пенообразователю**

**$\tau_р$ - расчетное время тушения 15 минут**

$$V_{п.о.} = N_{ГПС-600} \bullet 972 =$$

$$= 2 \bullet 972 = 1944 \quad литра$$

16. Определяем количество пенообразователя необходимое для тушения пожара.

$$V_{П.О.}^{общ} = V_{П.О.(разлив)} + V_{П.О.(горящего)} =$$

$$= 756 + 1944 = 2700 \quad литров$$

17. Определяем количество АВ-40(375)ц50

$$N_{ав} = \frac{V_{п.о.}}{V_{ав}} = \frac{2700}{4000} = 1$$

18. Определяем количество пеноподъемников.

$$N_{п-под} = \frac{N_{ГПС-600.гор}}{2} = \frac{2}{2} = 1 \quad пеноподъемник$$

# 19. Определяем количество личного состава для подачи ГПС-600 (с учетом резерва)

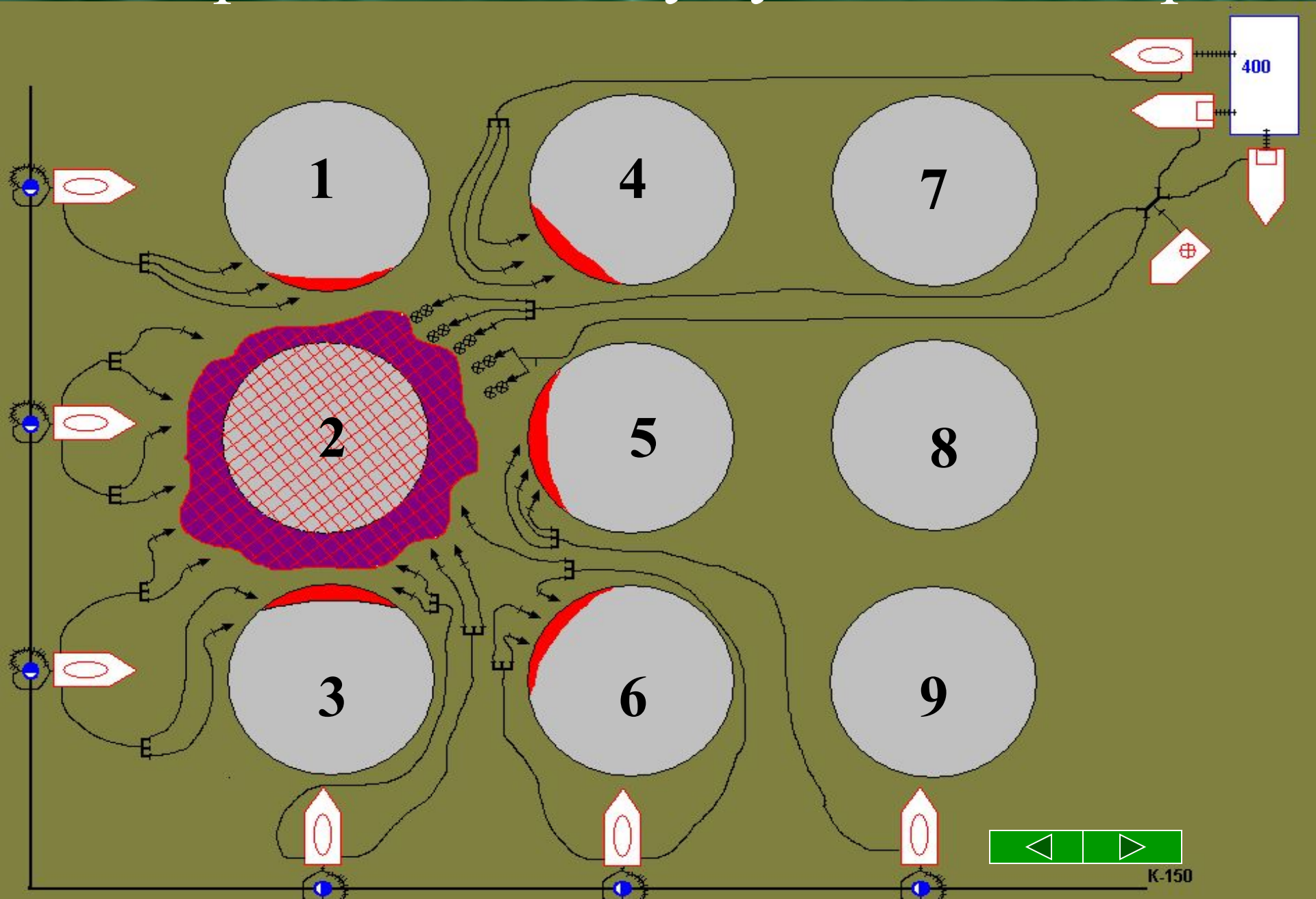
$$N_{лс}^{общ} = (N_{ГПС-600.обв} \bullet 2 + N_{п-под} \bullet 6) + 25\% =$$

$$= (3 \bullet 2 + 1 \bullet 6) + 25\% = 15 \quad человек$$

20. Определяем требуемое число отделений.

$$N_{отд} = \frac{N_{лс}}{5} = \frac{15}{5} = 3 \quad отделения$$

# 21. Определяем схему тушения пожара.



# Тема № 16 Занятие № 2

## *Задание на самоподготовку*