

## Тема №16:

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

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

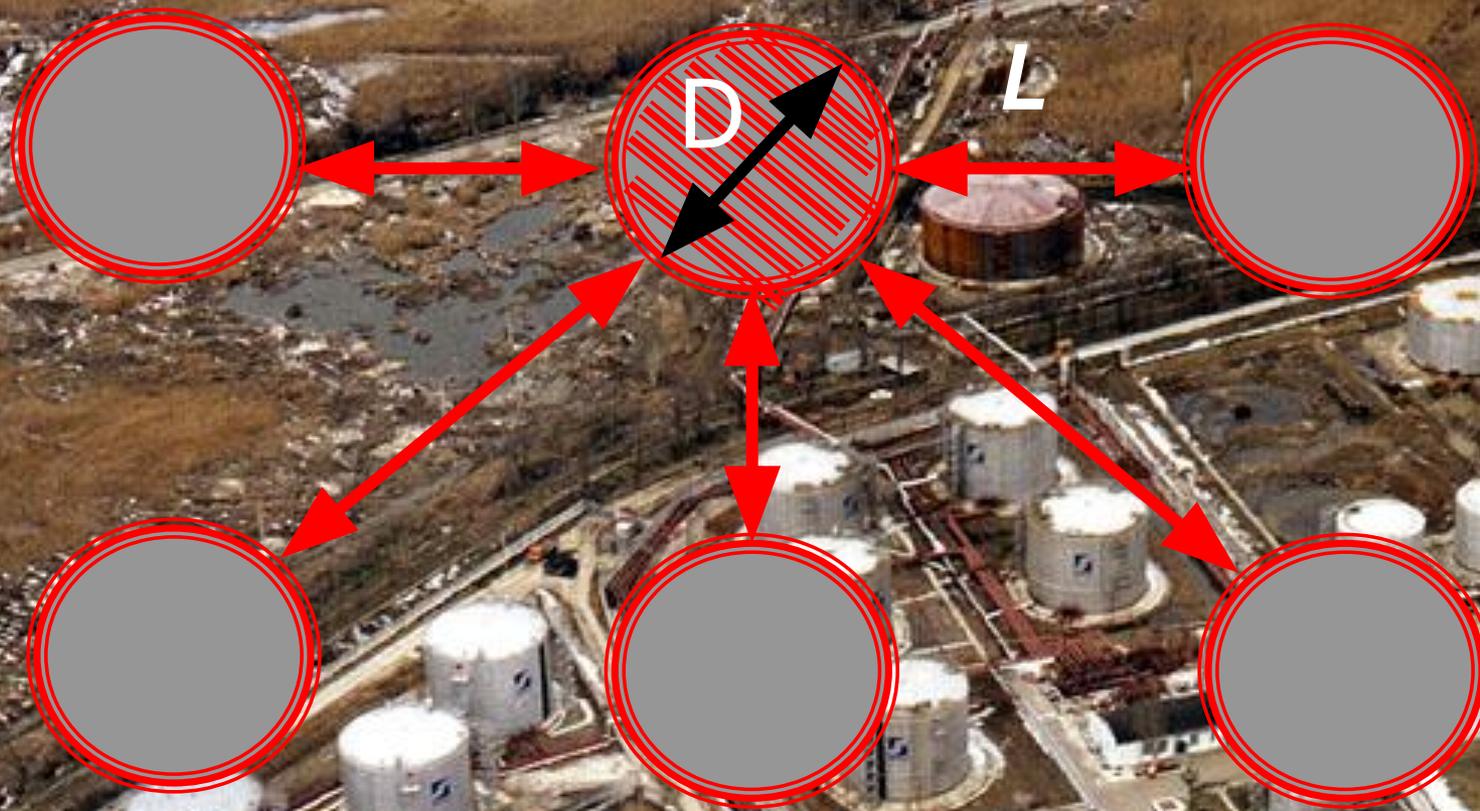
*Овчинников В.В.*



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, охладить необходимо пять соседних, отстоящих в пределах нормативных расстояний.



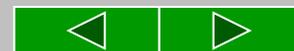


$2 \bullet 0,75 \bullet D > L$  – с стационарной крышей

$2 \bullet 0,5 \bullet D > L$  – с плавающей крышей

$2 \bullet 0,65 \bullet D > L$  – 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<sup>3</sup> и более  
целесообразно осуществлять  
лафетными стволами

$P_p$  -периметр горящего резервуара  
не менее 3 стволов РС-70 ( $J_{тр.}=0,8$ )  
 $J_{тр.}=1,2$  – при пожаре в обваловании



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

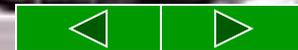
Охлаждение соседних резервуаров необходимо производить, начиная с того, который находится с подветренной стороны

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

$P_p$  -периметр соседнего резервуара.

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

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



Определяем количество стволов с учётом правил охраны труда.

$$N_{ст}^{п.о.т.} = \frac{N_{ст}^2 + N_{ст}^c}{2}$$



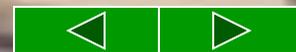
Определяем количество стволов на  
охлаждение горящего и соседних  
РВС.

$$N_{ст.}^{общ} = N_{ст.}^g + N_{ст.}^c + N_{ст.}^{п.о.т.}$$



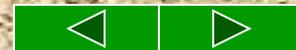
Определяем количество личного  
состава для подачи стволов.  
(с учетом резерва)

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



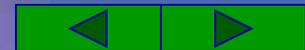
# Определяем требуемое число отделений.

$$N_{отд.} = \frac{N_{общ.} \cdot N_{де.}}{N_{отд.} \cdot 5}$$



Определяем общий расход воды на  
охлаждение горящего и соседних  
РВС.

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



# Определяем водоотдачу водопроводной сети.

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

$V_{\text{в.}}$

- скорость движения воды по трубам л/с  
(таблица 4.2 РТП)



# Определяем обеспеченность объекта ВОДОЙ

$$Q_{\text{сети}} \geq Q_{\text{факт.}}$$

Определяем количество автомобилей на  
охлаждение горящего и соседних РВС.

$$N_{\text{авто}} = \frac{N_{\text{ст.}}}{4}$$



# Определяем количество ГПС-600 для тушения разлившегося нефтепродукта.

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

Для ЛВЖ

$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}}}{75}$$

$t_{\text{всп}} < 28 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$J_{\text{тр.}} = 0,08$$

Для ГЖ

$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}}}{120}$$

$t_{\text{всп}} > 28 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$J_{\text{тр.}} = 0,05$$



Определяем количество пенообразователя для тушения разлившегося нефтепродукта.

$$V_{\text{п.о.}} = \frac{S_{\text{п}} \cdot (q_{\text{п.о.}} \cdot \tau_r \cdot 60 \cdot J_{\text{тр.}})}{q_{\text{р-ра}}}$$

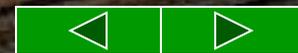
Для ЛВЖ

$$V_{\text{п.о.}} = S_{\text{п}} \cdot 4,4$$

Для ГЖ

$$V_{\text{п.о.}} = S_{\text{п}} \cdot 2,7$$

$\tau_r = 15$  мин.



Определяем количество ГПС-600 для тушения горящего резервуара.

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

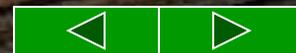
Для ЛВЖ

$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}}}{75}$$

Для ГЖ

$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}}}{120}$$

$S_{\text{П}}$  - площадь зеркала резервуара (круга)



Определяем количество  
пенообразователя для тушения  
пожара в горящем резервуаре.

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

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

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

$K=3$ ;

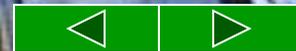
$q_{\text{п.о.}}$  - расход ГПС по пенообразователю

$\tau_{\text{р}}$  - расчетное время тушения 15 минут



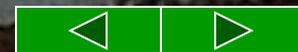
Определяем количество  
пенообразователя необходимое для  
тушения пожара.

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



Определяем количество  
АВ-40(375)ц50.

$$N_{ав} = \frac{V_{общ}}{V_{ав}}$$

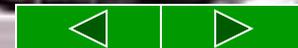


# Определяем количество пеноподъёмников.

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

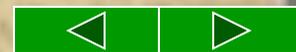
$N_{гпс}$  - количество ГПС для тушения пожара в резервуаре

Пеноподъёмники Трофимова допускается использовать для тушения резервуаров объёмом не более 700 м<sup>3</sup>



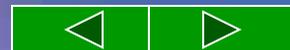
# Определяем количество личного состава для подачи ГПС-600 (с учетом резерва)

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



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  $175 \text{ м}^2$ . Объем резервуара составляет  $600 \text{ м}^3$ , 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.

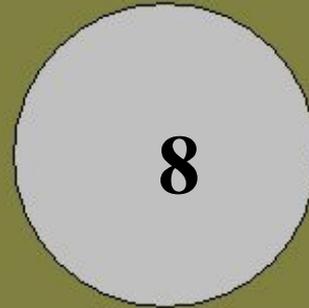
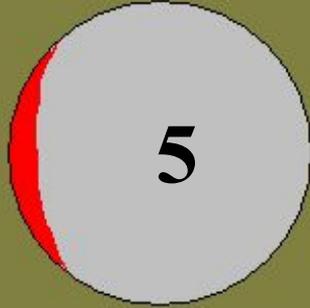
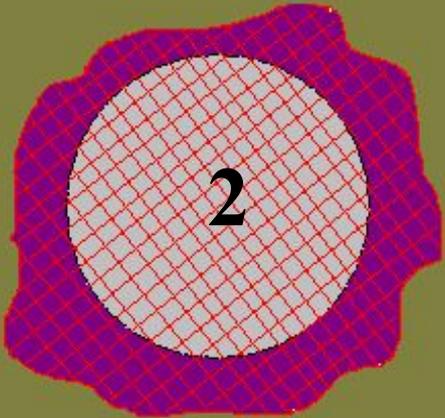
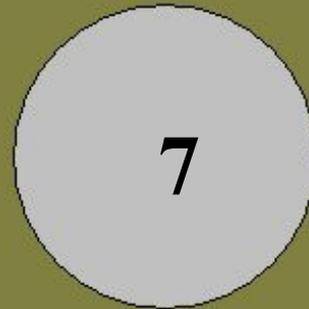
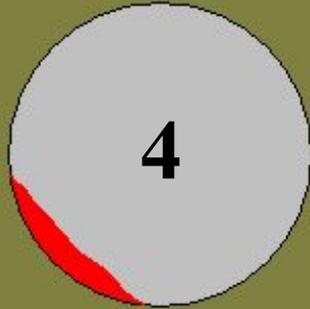
Соседними считаются резервуары, которые расположены от горящего в пределах двух нормативных разрывов.

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, охладить необходимо пять соседних, отстоящих в пределах нормативных расстояний

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





# 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)

$$P_p = 3,14 \bullet 9,86 = 31 \text{ м.}$$

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



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

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

$P_p$  = периметр соседнего резервуара.

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



$$N_{\text{см.}} = \frac{0,5 \cdot P_p \cdot J_{\text{тп}}}{q_{\text{см.}}} = \frac{0,5 \cdot 45,9 \cdot 0,3}{7} = 2 \text{ ств. РС-70, для РВС№ 1}$$

$$N_{\text{см.}} = \frac{0,5 \cdot P_p \cdot J_{\text{тп}}}{q_{\text{см.}}} = \frac{0,5 \cdot 32,78 \cdot 0,3}{7} = 2 \text{ ств. РС-70, для РВС№ 3}$$

$$N_{\text{см.}} = \frac{0,5 \cdot P_p \cdot J_{\text{тп}}}{q_{\text{см.}}} = \frac{0,5 \cdot 47,8 \cdot 0,3}{7} = 2 \text{ ств. РС-70, для РВС№ 4}$$

$$N_{\text{см.}} = \frac{0,5 \cdot P_p \cdot J_{\text{тп}}}{q_{\text{см.}}} = \frac{0,5 \cdot 71,6 \cdot 0,3}{7} = 2 \text{ ств. РС-70, для РВС№ 5}$$

$$N_{\text{см.}} = \frac{0,5 \cdot P_p \cdot J_{\text{тп}}}{q_{\text{см.}}} = \frac{0,5 \cdot 35,55 \cdot 0,3}{7} = 2 \text{ ств. РС-70, для РВС№ 6}$$



## 4. Определяем количество стволов с учётом правил охраны труда

$$N_{ст.}^{н.о.т.} = \frac{N_{ст}^2 + N_{ст.}^e}{2} = \frac{6 + 10}{2} = 8 \text{ стволов РС - 70}$$



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

$$\begin{aligned} N_{ст.}^{общ} &= N_{ст.}^z + N_{ст.}^c + N_{ст.}^{п.о.т.} = \\ &= 6 + 10 + 8 = 24 \text{ ствола} \end{aligned}$$



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

$$N_{лс}^{общ} = N_{ст.}^{общ} \cdot 2 + 50\% =$$
$$= 24 \cdot 2 + 24 = 72 \text{ человек}$$



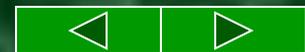
7. Определяем требуемое число отделений.

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



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

$$Q_{\phi}^{\text{общ}} = N_{\text{ст}} \cdot q_{\text{ст}} = 24 \cdot 7 = 168 \text{ л/с}$$



## 9. Определяем водоотдачу водопроводной сети.

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

$V_{в}$  – скорость движения воды по трубам  
(таблица 4.2. РТП)



# 10. Определяем обеспеченность объекта водой.

$$Q_{\text{сети}} \leq Q_{\text{факт.}}$$

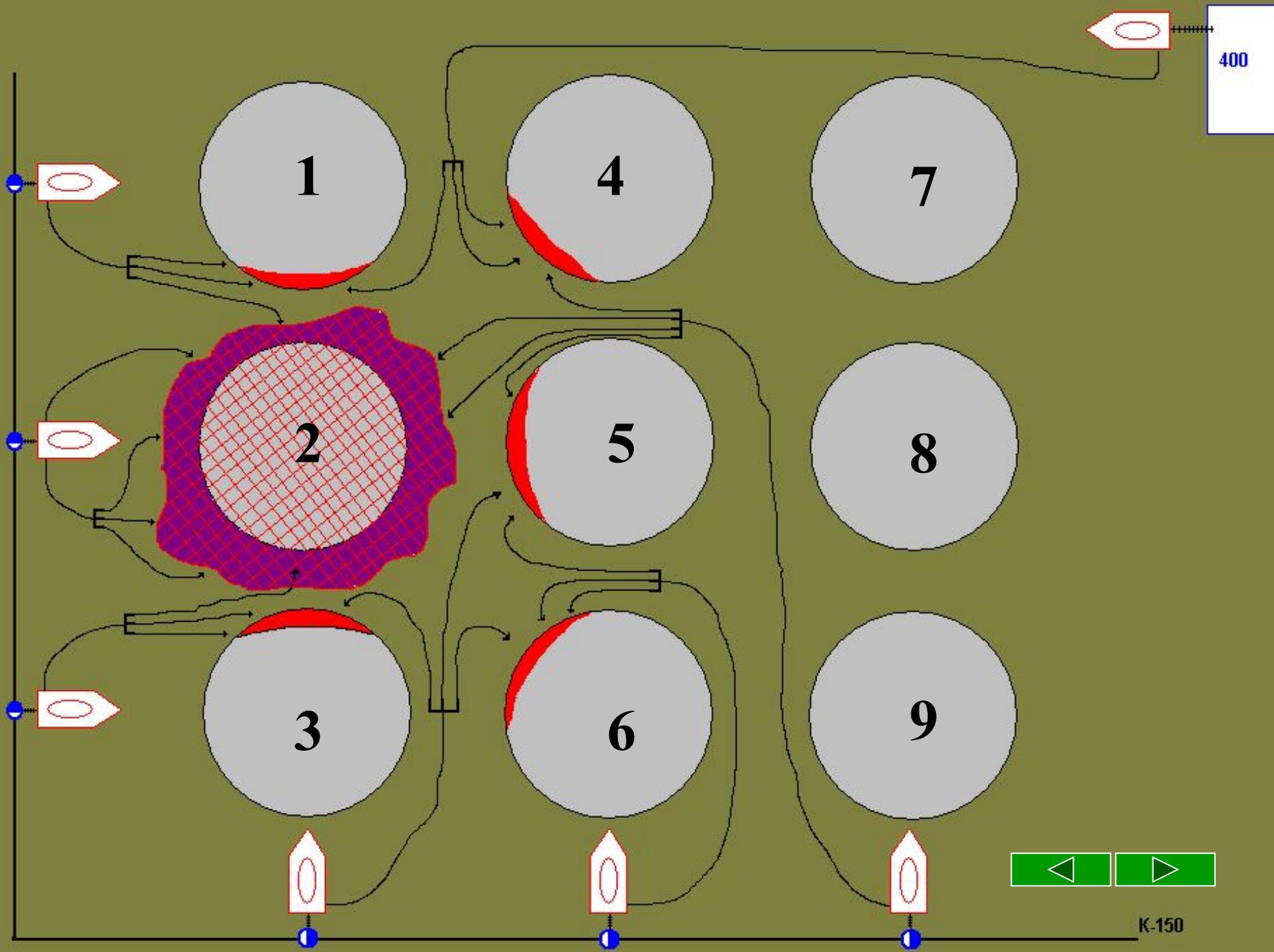
Водопровод не обеспечит необходимого расхода воды на охлаждение поэтому необходимо использовать дополнительно пожарные водоемы.



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

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





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

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



Для ЛВЖ

$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}}}{75}$$

Для ГЖ

$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}}}{120}$$

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



13. Определяем количество пенообразователя для тушения разлившегося нефтепродукта.

$$V_{\text{п.о.}} = \frac{S_{\text{п}} \cdot (q_{\text{п.о.}} \cdot \tau_{\text{р}} \cdot 60 \cdot J_{\text{тр.}})}{q_{\text{р-ра}}}$$

Для ЛВЖ

Для ГЖ

$$V_{\text{п.о.}} = S_{\text{п}} \cdot 4,4$$

$$V_{\text{п.о.}} = S_{\text{п}} \cdot 2,7$$

$$\tau_{\text{р}} = 15 \text{ мин.}$$



$$V_{\text{п.о.}} = \frac{S_{\text{п}} \cdot (q_{\text{п.о.}} \cdot \tau_p \cdot 60 \cdot J_{\text{тр.}})}{q_{p-pa}} =$$
$$= \frac{175 \cdot (0,36 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 0,08)}{6} = 756 \text{ л.}$$



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

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

Для ЛВЖ

$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}}}{75}$$

Для ГЖ

$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}}}{120}$$

$S_{\text{П}}$  - площадь резервуара.



$$N_{\text{ГПС-600}} = \frac{S_{\text{П}} \cdot J_{\text{тр}}}{q_{\text{ГПС-600}}^{\text{р-ру}}} = \frac{78,5 \cdot 0,08}{6} = 2 \text{ ствола}$$



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

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

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

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

**K=3;**

**q<sub>п.о.</sub>** -расход ГПС по пенообразователю

**τ<sub>р</sub>** - расчетное время тушения 15 минут



$$V_{\text{п.о.}} = N_{\text{ГПС-600}} \cdot 972 =$$
$$= 2 \cdot 972 = 1944 \text{ литра}$$



16. Определяем количество пенообразователя необходимое для тушения пожара.

$$\begin{aligned} V_{\text{П.О.}}^{\text{общ}} &= V_{\text{П.О.}(\text{разлив})} + V_{\text{П.О.}(\text{горящего})} = \\ &= 756 + 1944 = 2700 \text{ литров} \end{aligned}$$



# 17. Определяем количество АВ-40(375)ц50

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



# 18. Определяем количество пеноподъемников.

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



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

$$\begin{aligned} N_{лс}^{общ} &= (N_{ГПС-600.обв} \cdot 2 + N_{п-под} \cdot 6) + 25\% = \\ &= (3 \cdot 2 + 1 \cdot 6) + 25\% = 15 \text{ человек} \end{aligned}$$

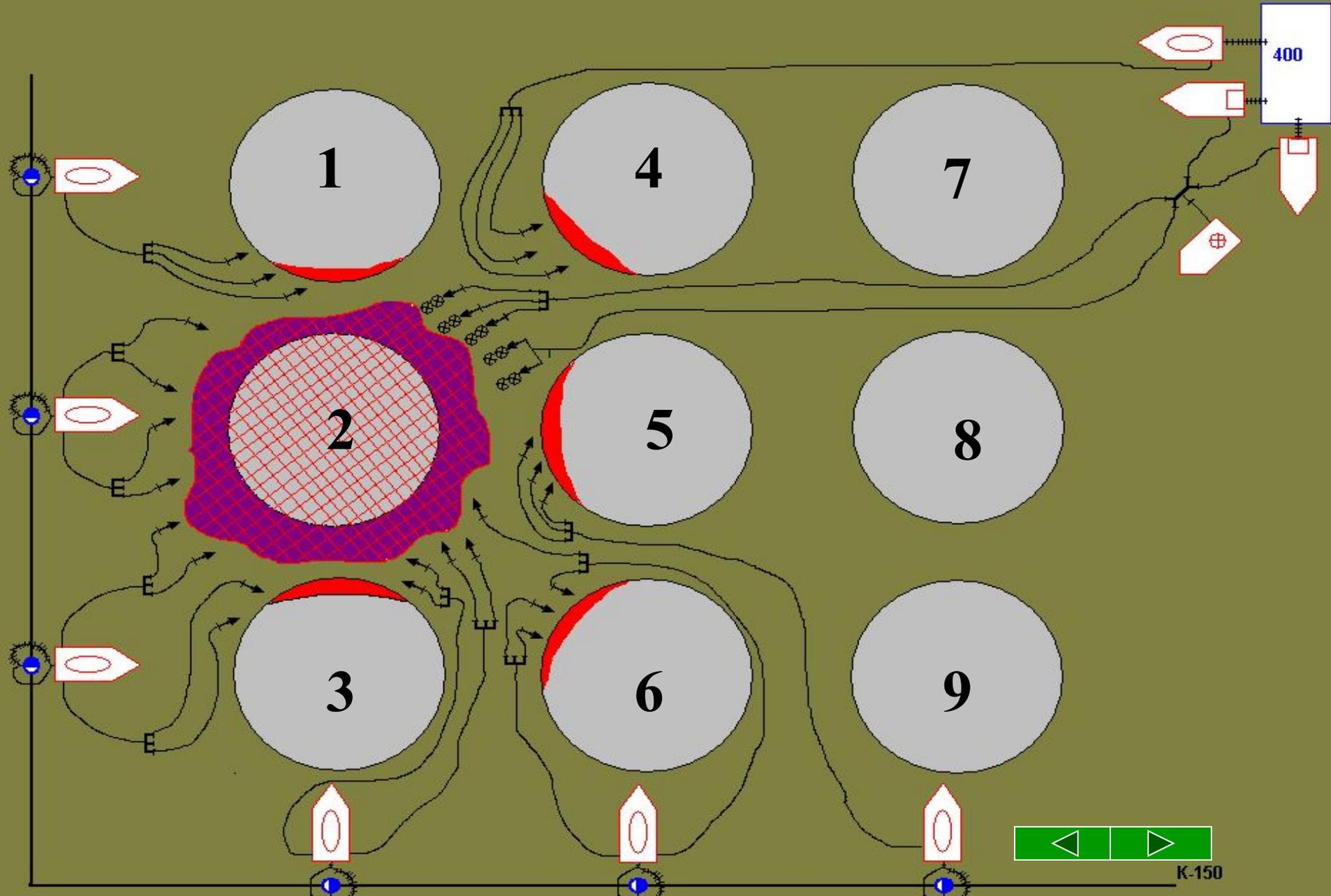


20. Определяем требуемое число отделений.

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



# 21. Определяем схему тушения пожара.





**Тема № 16 Занятие № 2**

***Задание на самоподготовку***