

Въпрос 23

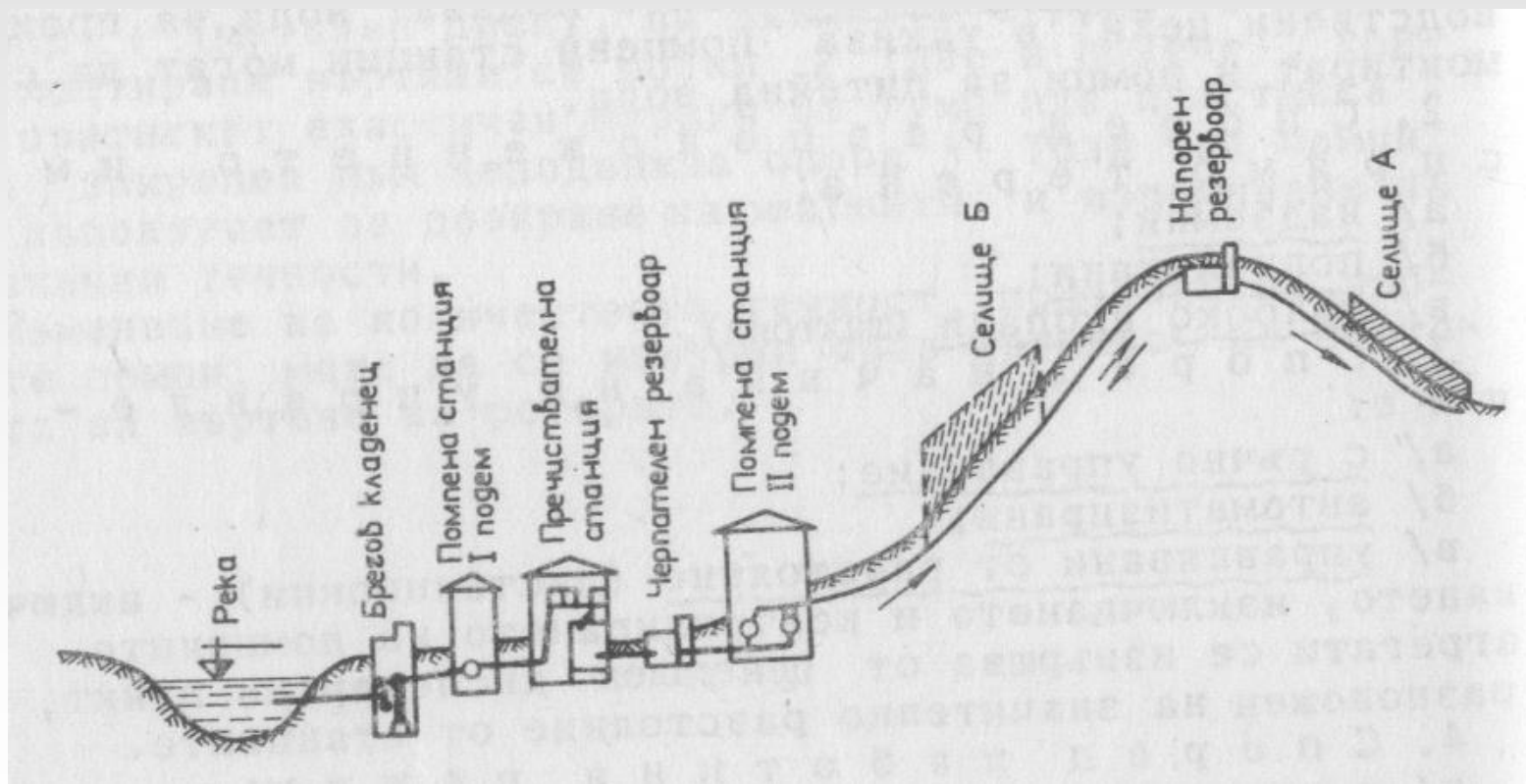
Водоснабдителни помпени станции

1) Видове водоснабдителни помпени станции

- Помпени станции са елемент от водоснабдителните системи и представляват сгради с инсталирани в тях помпени агрегати и спомагателно оборудване: смукателни и напорни тръбопроводи с необходимите арматури, системи за контрол, управление, смазване и охлаждане на помпените агрегати, електрооборудване, подемни устройства и др.
- В една и съща помпена станция може да има различни помпени групи.
- Водоснабдителните станции се класифицират:
 - 1. Според вида на обслужвания обект:
 - а) за питейно-битови нужди
 - б) за промишлени нужди
 - 2. Според разположението им спрямо терена:
 - а) надземни
 - б) полувкопани
 - в) дълбоко вкопани (шахтови)
 - 3. Според начина на управление:
 - а) с ръчно управление
 - б) автоматизирани
 - в) управлявани от разстояние (дистанционни) – включването, изключването и контролирането на помпените агрегати се извършва от централен диспечерски пункт, разположен на значително разстояние от станциите.
 - 4. Според работния режим:
 - а) с непрекъсната работа
 - б) с прекъсване на работата
 - в) със стъпаловиден график на работа

1) Видове водоснабдителни помпени станции

- В зависимост от качествата на водата, вида на водоизточника, височинното разположение на консуматорите спрямо него у теренните особености на водоснабдителната система може да включва помпени станции, изтласкващи вода на един, два или няколко подема.
- Станцията първи подем се налага, когато водата се взема от кладенци или открит водоизточник и трябва да се пречисти.



1) Видове водоснабдителни помпени станции

- Помпената станция за втори подем изтласква водата от пречиствателната станция до напорния резервоар, запазващ консуматорите.
- Препомпването на водата от пречиствателната станция до напорния резервоар може да се извърши на един или повече подема (с междинни помпени станции).
- В някои случаи помпените станции за първи и втори подем могат да бъдат обединени, като помпените агрегати са разположени в една и съща машинна зала. Това е възможно само ако пречиствателната станция е близо до помпената станция за първи подем и теренните условия са благоприятни.
- В много случаи водата не се нуждае от пречистване. Тогава тя се изкачва само с един подем.
- Напорният резервоар може да бъде преходен или краен (контрарезервоар)

2) Водоснабдителни помпени станции за първи подем

- При тези помпени станции водата се взема от повърхностен или подземен водоизточник.
- Когато водоизточникът е повърхностен, помпената станция и водовземното съоръжение се съчетават в технологично и конструктивно отношение.
- Помпената станция може да бъде в план кръгла или правоъгълна, вкопана или полувкопана, разположена непосредствено до водовземното съоръжение или на известно разстояние от него; с хоризонтални или вертикални помпи.
- Вариантните решения са в зависимост от водното количество, вида на водоизточника, релефа, геоложките и хидрогеоложките условия.
- Окончателното решение се установява след технико-икономическо сравнение.
- При наличие на подземен водоизточник се изграждат кладенци – тръбни, шахтови или с хоризонтални дренажни тръби, в които се монтират помпените агрегати. Отделните помпени агрегати подават вода в общ напорен тръбопровод.
- Помпено-напорните системи за първи подем се реализират по следните две основни технологични схеми:
 - а) водата се изпомпва в пречиствателна станция
 - б) водата се изпомпва в резервоар – черпателен за помпена станция втори подем или напорен резервоар за населено място, а също и непосредствено във водопроводна мрежа.

2) Водоснабдителни помпени станции за първи подем

- а) Подаване на водата в пречиствателна станция
- В този случай обикновено се предвижда постоянна работа на помпите. При сравнително неголям разход на вода и при наличие на съоръжения в пречиствателната станция, които допускат прекъсване в работата, подаването на вода може да бъде периодично.
- От режима на работа на помпите зависи обемът на резервоара за чиста вода след пречиствателната станция.
- Дебитът на помпите се определя по:

$$Q = \frac{\alpha \cdot Q_{\max d}}{3600 \cdot T}, l / s$$

α – коефициент, чрез който се отчита разходът на вода за собствени нужди на пречиствателната станция = 1,08 ÷ 1,30

$Q_{\max d}$ – максимално денонощен разход на вода, $m^3 d$

T – продължителност на работа на помпената станция;

при постоянна работа $T = 24 h$

- Режимът на работа на помпената станция се определя след технико-икономически анализ, като се има предвид технологичния процес на пречистване на водата. Препоръчва се непрекъснат режим на работа на помпите, което води до намаляване на инсталираната мощност и по-малки размери на машинната зала.

2) Водоснабдителни помпени станции за първи подем

- Общият напор на помпите зависи от височинното разположение на водоизточника и края на напорния тръбопровод, като се вземат под внимание загубите на напор в смукателния и напорния тръбопровод:

$$H = H_{\Gamma} + h_{CC} + h_{CH} + h_{CB}, m$$

H_{Γ} – обща геодезична височина, m

h_{CC} и h_{CH} – загуби на напор съответно в смукателния и напорния тръбопровод, m

h_{CB} – напор на излизащата струя, m ;

$$h_{CB} = 1,5 \div 2 m$$

- Геодезичната височина се определя в зависимост от разположението на водоизточника и края на напорния тръбопровод:

$$H_{\Gamma \max} = z_c - z_{b \min}, m$$

$$H_{\Gamma \min} = z_c - z_{b \max}, m$$

z_c – кота на края на напорния тръбопровод, m ;

$z_{b \min}$ и $z_{b \max}$ са съответно минималната и максималната кота на водното ниво във водоизточника.

2) Водоснабдителни помпени станции за първи подем

- б) Подаване на водата в резервоара или във водопроводната мрежа
- В този случай режимът на работа и дебитът се определят след технико-икономически анализ.
- Когато водата се изпомпва в резервоар – напорен за водоснабдявания обект или черпателен за помпена станция втори подем, общият напор се изчислява по предходната формула.
- Ако водата се подава директно във водоснабдителната мрежа на обекта, общият напор се определя по същата формула, но свободният напор в случая означава необходимия минимален свободен напор в най-неблагоприятно разположената точка от мрежата. Прием се в зависимост от етажността на застояването.
- Z_c – кота на най-неблагоприятно разположена точка (най-отдалечена от помпената станция и най-високо разположена) се установява след хидравлично оразмеряване на водопроводната мрежа.

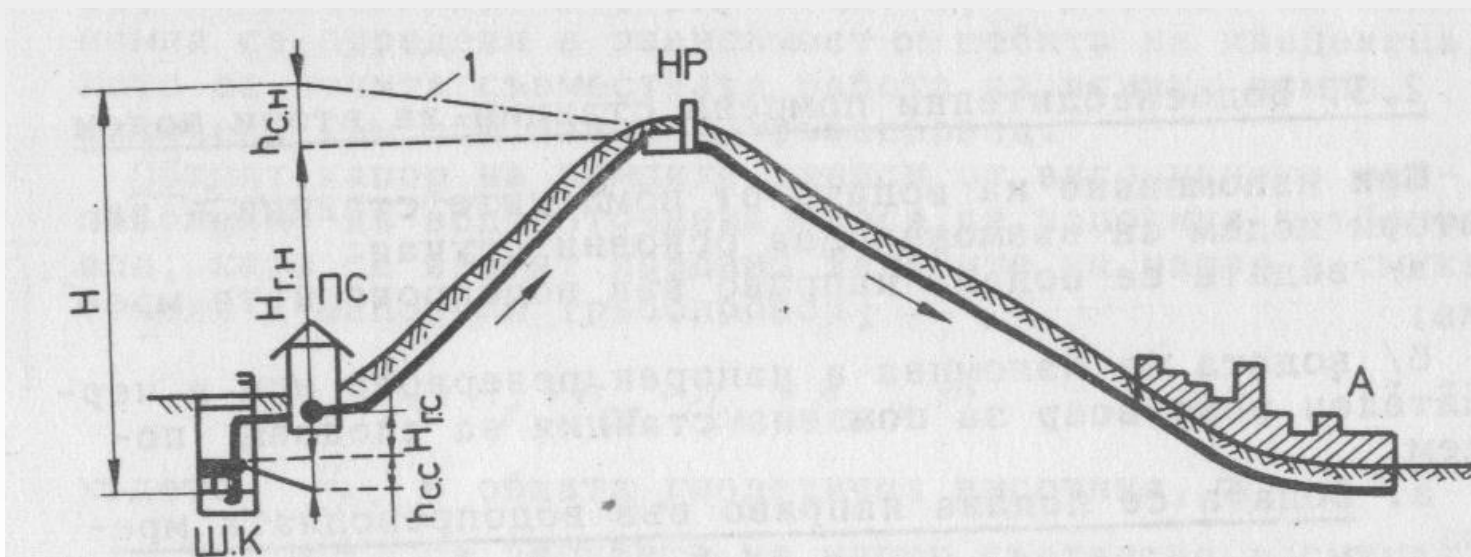
3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- При изпомпване на водата от помпена станция втори подем са възможни два основни случая:
 - а) водата се подава направо във водопроводната мрежа
 - б) водата се подава в напорен резервоар или в черпателен резервоар за помпена станция за следващ подем.

- а) Водата се подава направо във водоснабдителната мрежа.
- В този случай дебитът на помпената се изменя от максимално до минимално часовото водно количество.
- Максималният напор се определя като сума от денивелация между котата на най-неблагоприятно разположената точка от водопроводната мрежа и минималната кота на водното ниво в черпателния резервоар, необходимия свободен напор в тази точка и всички загуби на напор в смукателния и напорния тръбопровод.
- В зависимост от режима на консумация могат да се включат различен брой помпени агрегати. При разход на вода по-малък от максимално часов в мрежата възниква излишен напор, който намалява КПД на помпите. Максимален излишен напор възниква при работа на една помпа. При по-голям брой помпи средният излишен напор се намалява.
- Подаване на вода направо в мрежата се предвижда, когато изразходването на вода през денонощието е почти равномерно (големи градове със значителна консумация на вода).

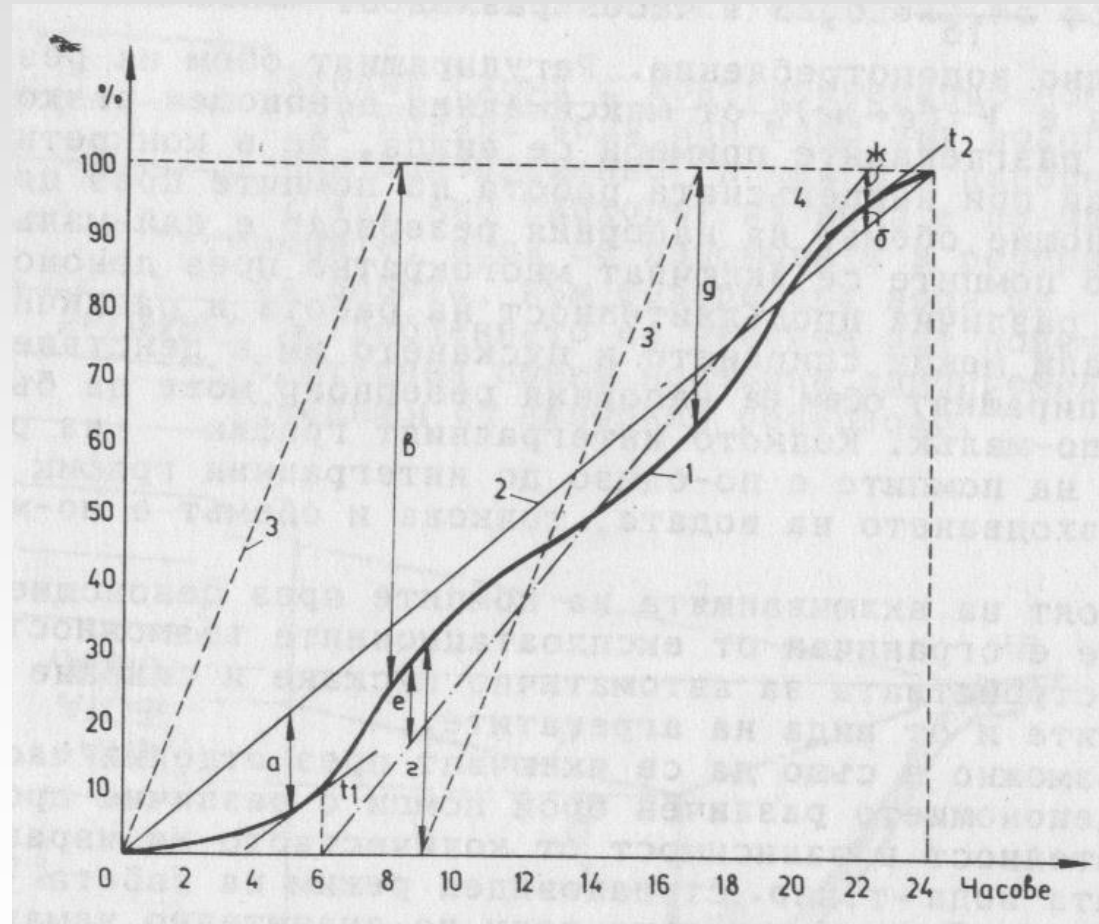
3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- б) Подаване на вода в резервоар
- Ако водата постъпва в черпателния резервоар на следващата помпена станция, тогава дебитът и напорът се определят при цялостно разглеждане на работата на всички помпени станции в системата от водоизточника до напорния резервоар на водоснабдявания обект.
- Когато водата се изпомпва към напорен резервоар, дебитът и напорът се определят в зависимост от вида на резервоара – преходен или контрарезервоар.
- При водоснабдителна схема с преходен резервоар дебитът на помпената станция се изменя в зависимост от продължителността на работата ѝ през денонощието.



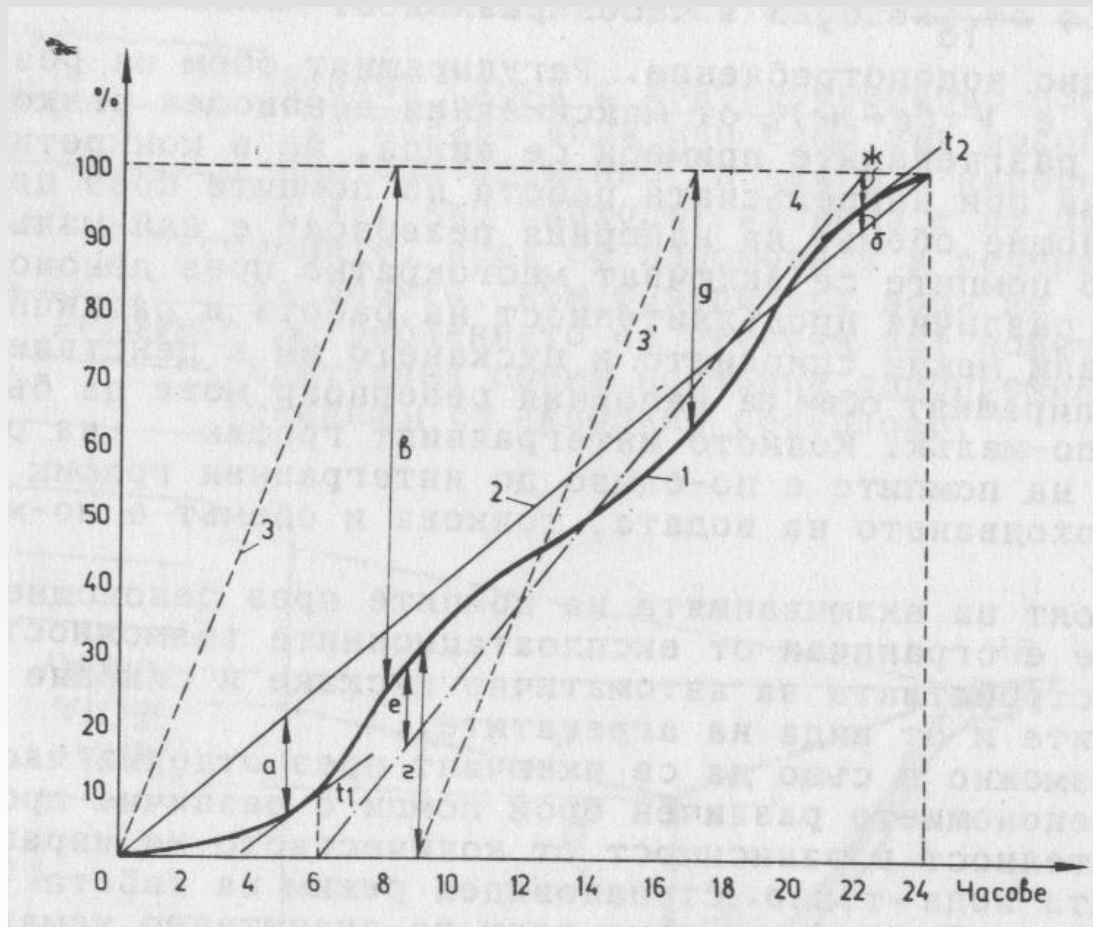
3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- б) Подаване на вода в резервоар
- Продължителността на работа на помпената станция се определя след технико-икономически анализ върху цялата водоснабдителна система: черпателен резервоар, помпена станция, смукателен и напорен тръбопровод, напорен резервоар, външния тръбопровод след резервоара и водопроводната мрежа на водоснабдявания обект.
- Влиянието, което оказва продължителността на работа на помпената станция върху регулирания обем на напорния резервоар е показана на следната графика.



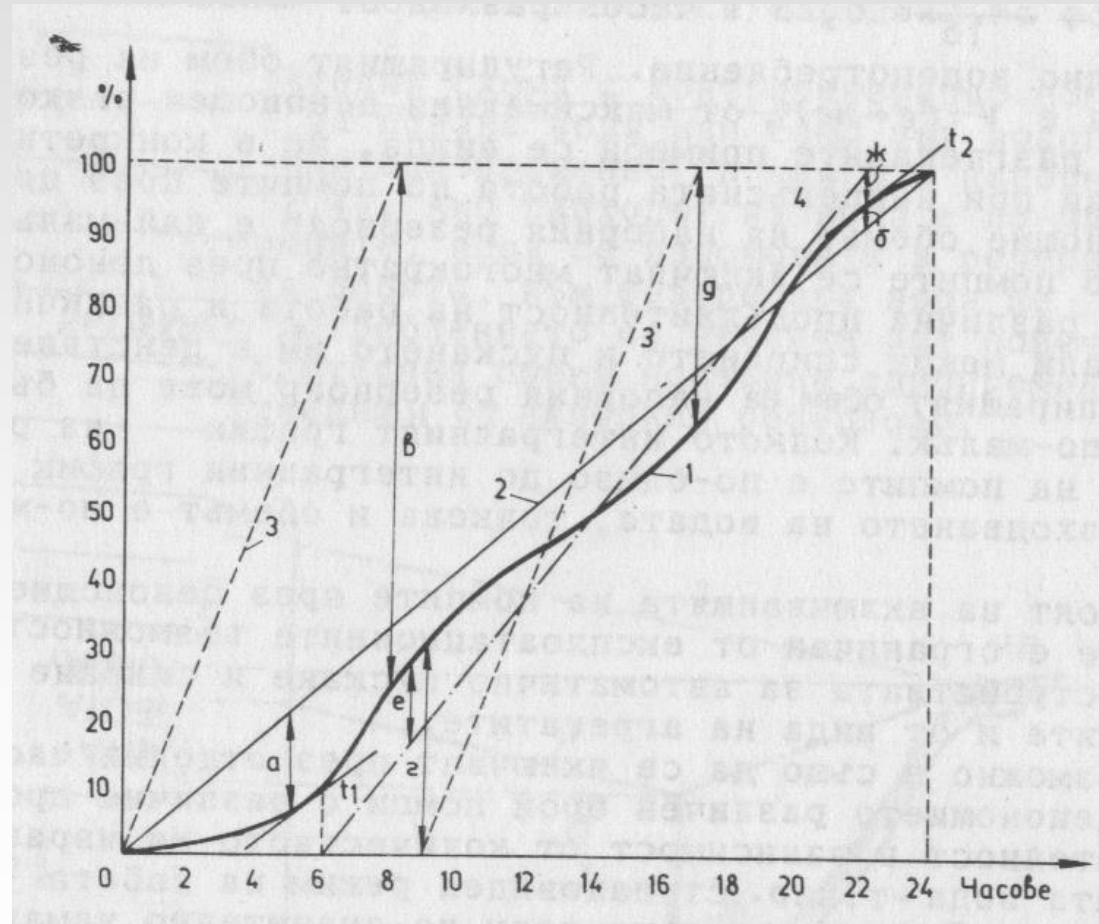
3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- б) Подаване на вода в резервоар
- 1-интегрален график на водопотребление; ордината на всяка точка означава водното количество, изразено в процент от максимално денонощния разход на вода.
- При непрекъсната работа на помпите интегралният график на изпомпаното количество е линия 2.
- Регулиращ обем на напорния резервоар $V = a+b$, % (отсечки между тангенти t_1 , t_2 към кривата 1, които са прекарани успоредно на 2)
- При равномерна работа на помпите в продължение на 8 часа, регулиращият обем на напорния резервоар ще има различна стойност в зависимост от началния и крайния час на работа.



3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- б) Подаване на вода в резервоар
- Дебитът на помпите ще бъде винаги $Q=100/8=12,5\%$ часов разход от максимално денонощния разход на вода.
- Ако началото на работа е 0 часа, интегралният график ще бъде линия 3, а обемът, изразен в проценти, ще бъде ординатата в.
- При друг начален и краен час на работа (напр. от 9 до 17 часа), дебитът ще бъде същия, а обемът на резервоара $V=(\gamma+d)\%$ от максимално денонощния разход на вода.
- Линия 4 – 16 часова продължителност на работа на помпите от 6 до 22 часа. В този случай $Q=100/16=6,25\%$ часов разход от максимално денонощното водопотребление.
- Регулиращият обем е $V=(e+j)\%$ от максимално денонощния разход.

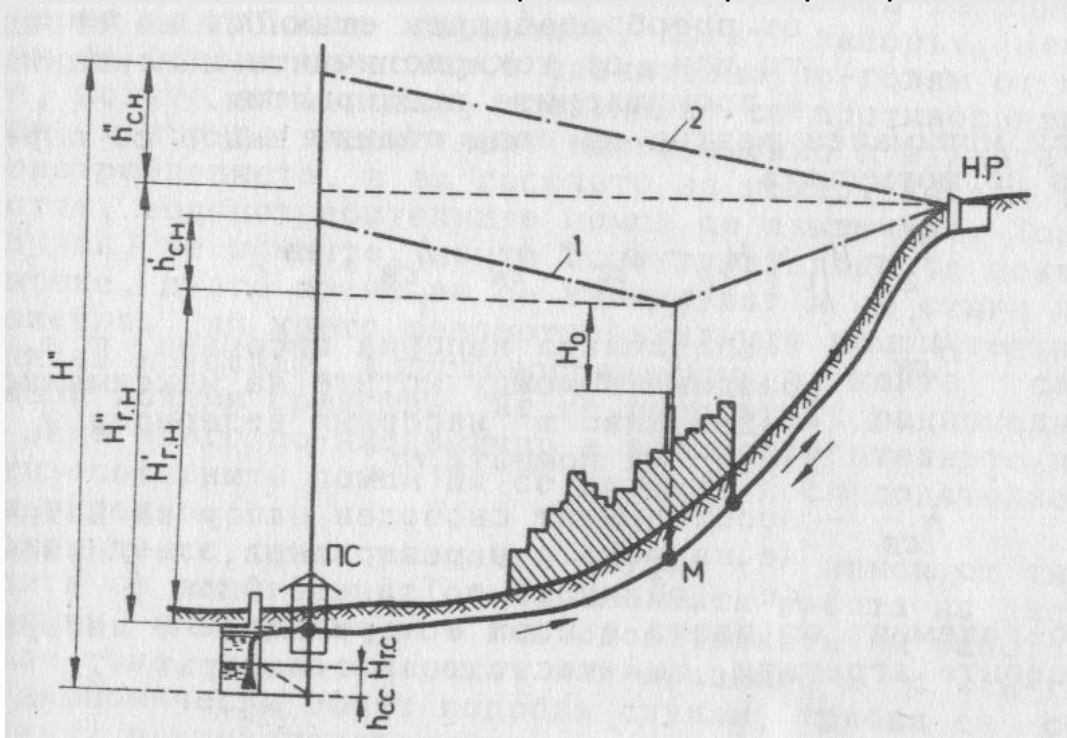


3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- б) Подаване на вода в резервоар
- От разглежданият случай се вижда, че при непрекъснатата работа на помпите се получава най-малък обем на напорния резервоар.
- Ако помпите се включват многократно през денонощието с различна продължителност на работа и различни интервали между спирането и пускането им, обемът на напорния резервоар може да бъде още по-малък.
- Колкото интегралният график на работа на помпите е по-близо до интегралният график на изразходването на водата, толкова обемът е по-малък.
- Броят на включванията на помпите през денонощието е ограничен.
- Възможно е през отделните часове от денонощието да се включват различен брой помпи с различна производителност – т. нар. съпаловиден режим на работа.
- Аналогично се определя и обемът на черпателния резервоар.
- При определяне на продължителността и режима на работа трябва да се отчита и тарифното заплащане на електроенергията.
- При непрекъснатата работа на помпените станции дебитът, мощността, диаметърът на тръбопроводите и обемът на напорния резервоар са най-малки. Разходите за електроенергия обаче са най-големи.
- Общият напор на помпите при схема с преходен резервоар се определя след хидравлично измеряване на водопроводната мрежа на водоснабдявания обект и определяне на котата на напорния резервоар. Тъй като напорът не зависи от режима на изразходване на водата, пиезометричната линия остава постоянна. Общият напор се определя по горната формула.

3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- б) Подаване на вода в резервоар
- При водоснабдителна схема с контрарезервоар помпената станция може да подава вода или само във водопроводната мрежа, или едновременно в нея и в напорния резервоар.
- Ако разходът на вода е по-малък от дебита на помпите, вода се изпомпва и в резервоара, а ако е равен – не се подава вода към резервоара. Когато водопотреблението се увеличи още, вода към обекта се подава едновременно от резервоара и от помпената станция.



3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- б) Подаване на вода в резервоар
- Продължителността на работа на помпите и дебитът им се определя аналогично , както и при схемата с преходен резервоар.
- Напорът се изменя в зависимост от изразходваната вода.
- При максимално водопотребление общият напор се определя по:

$$H = H_{GC} + H_{ГН} + h_{CC} + h_{CH} + H_{CB}, m$$

H_{GC} – геодезична смукателна височина, m

$H_{ГН}$ – геодезична напорна височина, m

h_{CC} и h_{CH} – загуби на напор съответно в смукателния и напорния тръбопровод до M , m

H_{CB} – необходим минимален свободен напор в $m.M$, m ;

3) Водоснабдителни помпени станции за втори ПОДЕМ

- б) Подаване на вода в резервоар
- При минимално водопотребление:

$$H_2 = H_{GC} + H'_{GH} + h_{CC} + h_{CH} + h_{CB}, m$$

H_{GC} – геодезична смукателна височина, m

H'_{GH} – геодезична напорна височина, разлика между максимално водно ниво в резервоара и оста на помпата, m

h_{CC} и h_{CH} – загуби на напор съответно в смукателния и напорния тръбопровод до M , m

h_{CB} – необходим минимален свободен напор за изтичане в резервоара, m ;

$$h_{CB} = 1,5 \div 2 m$$

4) Противопожарен обем

- Определяне на противопожарния обем
- Необходимата вода за пожарогасене може да се съхранява в напорния резервоар или в черпателния резервоар на помпената станция.
- Когато се съхранява в черпателния резервоар, помпите трябва да задоволяват предвиденото водопотребление, както за пожарогасене, така и за питейно-битови и производствени нужди.
- Ако водоснабдителната схема е с преходен резервоар – препоръчително е противопожарният запас да бъде в напорния резервоар, а не в черпателния. Така водата по-бързо и по-сигурно достига до пожара.
- По-сложен е случаят с контрарезервоар: оразмеряването на мрежата се извършва за максимална консумация и се проверява за пожар. За съвместната работа на противопожарните помпи с водоснабдителните са меродавни дебитът и напорът при максимално потребление и пожар.
- Прието е противопожарните помпи и помпите за водопотребление да работят паралелно. Когато напорът, необходим за гасене на пожар, е значително по-голям от напора, когато няма пожар, предвижда се противопожарните помпи да се използват за водопотребление и пожар. Когато те работят, водоснабдителните се изключват.
- Противопожарният запас може да се възстанови:
 - А) от работните помпи за питейни и производствени нужди
 - Б) от специални противопожарни помпи

5) Избор на работни и резервни помпени агрегати

- Когато се определя броят на помпите трябва да се има предвид:
 - - помпите трябва да работят в областта на най-високия КПД
 - - за удобство и разположението и особено на експлоатацията е желателно да са еднотипни – опростява се обслужването им и се изискват еднакви резервни помпи и части.
 - - по-големи помпи имат по-голям КПД. Поради това не трябва да се прибегва до голям брой малки помпи, ако това не се налага по някакви други причини.
 - - в посочените граници на голям КПД помпите трябва да работят с дебити, които траят по-продължително време. Кратковременните дебити могат да бъдат и при по-малки КПД.
 - - степента на използваемост на помпите трябва да бъде по-голяма, т.е. да работят по-продължително време от денонощието
- Броят и вида на резервните помпи зависи от изискванията за сигурност на водоснабдителните системи. Резервните помпи трябва да могат да се включат всеки един момент в действие. Ако работната помпа е една, трябва да има една резервна и тогава резервът е 100%. Ако работните помпи са две еднакви и се предвижда една резервна, тогава резервът е 50%.

5) Избор на работни и резервни помпени агрегати

- Според нормите за проектиране на водоснабдителни системи:

Брой на работните агрегати в една помпена станция	Брой на резервните агрегати, монтирани в помпена станция		
	Категория на водоснабдителна система		
	I	II	III
1	1	1	1
от 2 до 6	2	1	1
от 7 до 10	2	1	-
над 10	2	2	-

- I категория водоснабдяван обект – за питейно-битово водоснабдяване на населени места от 1-ва и 2-ра категория - допуска се намаляване на подаваната вода до 30% от размерителния разход за 72 часа.
- II категория водоснабдяван обект – за питейно-битово водоснабдяване на населени места от 3-та и 4-та категория - допуска се намаляване на подаваната вода до 30% от размерителния разход до 10 дни или прекъсване на водоснабдяването до 6 часа.
- III категория водоснабдяван обект – за питейно-битово водоснабдяване на населени места от 5-та, 6-та и 7-ма категория - допуска се намаляване на подаваната вода до 30% от размерителния разход до 15 дни или прекъсване на водоснабдяването до 24 часа..