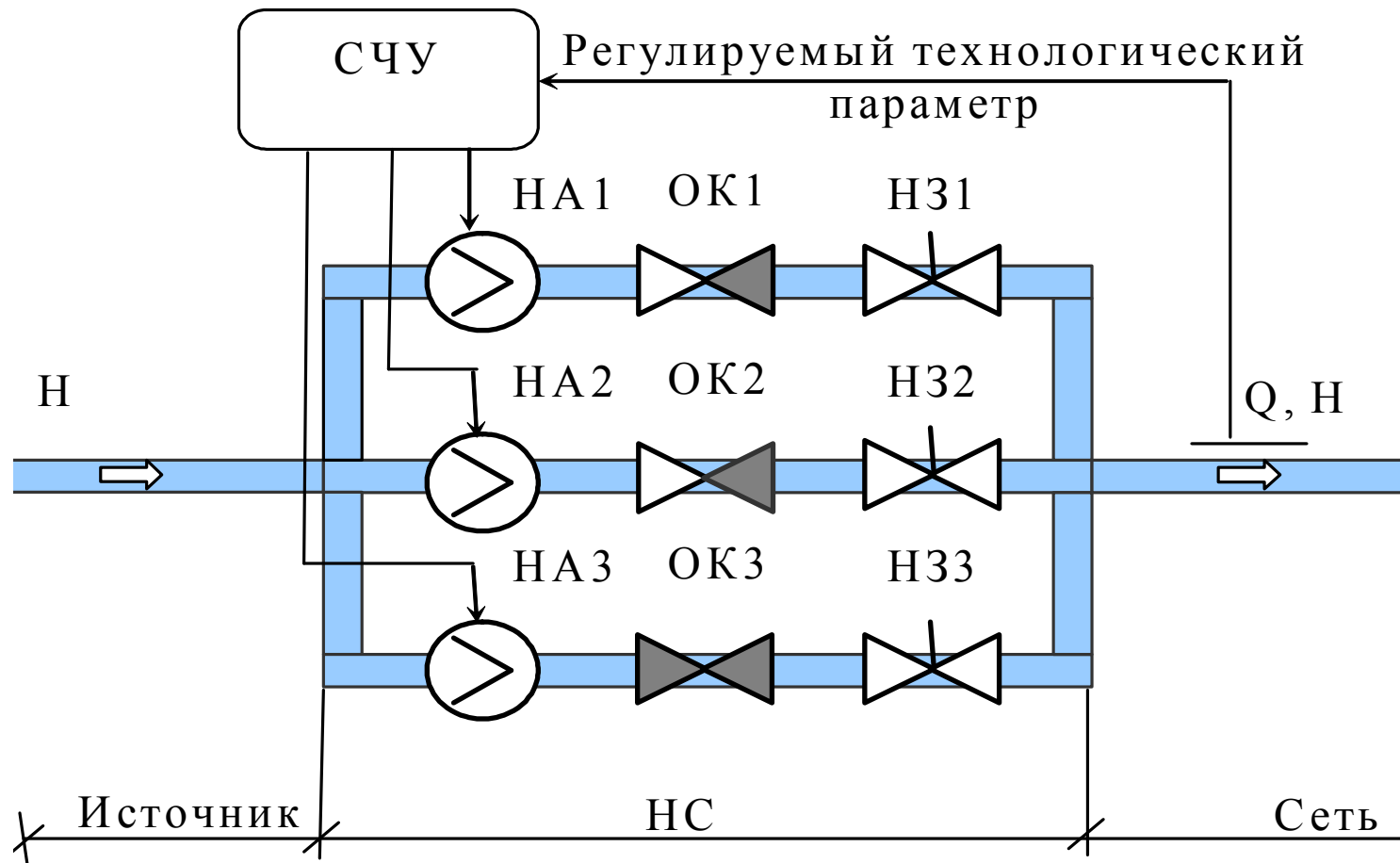


Технологические особенности частотного управления насосными агрегатами водопроводных и канализационных насосных станций

к.т.н., техн. директор ООО
«Сибирь-Мехатроника» Усачев А.П.

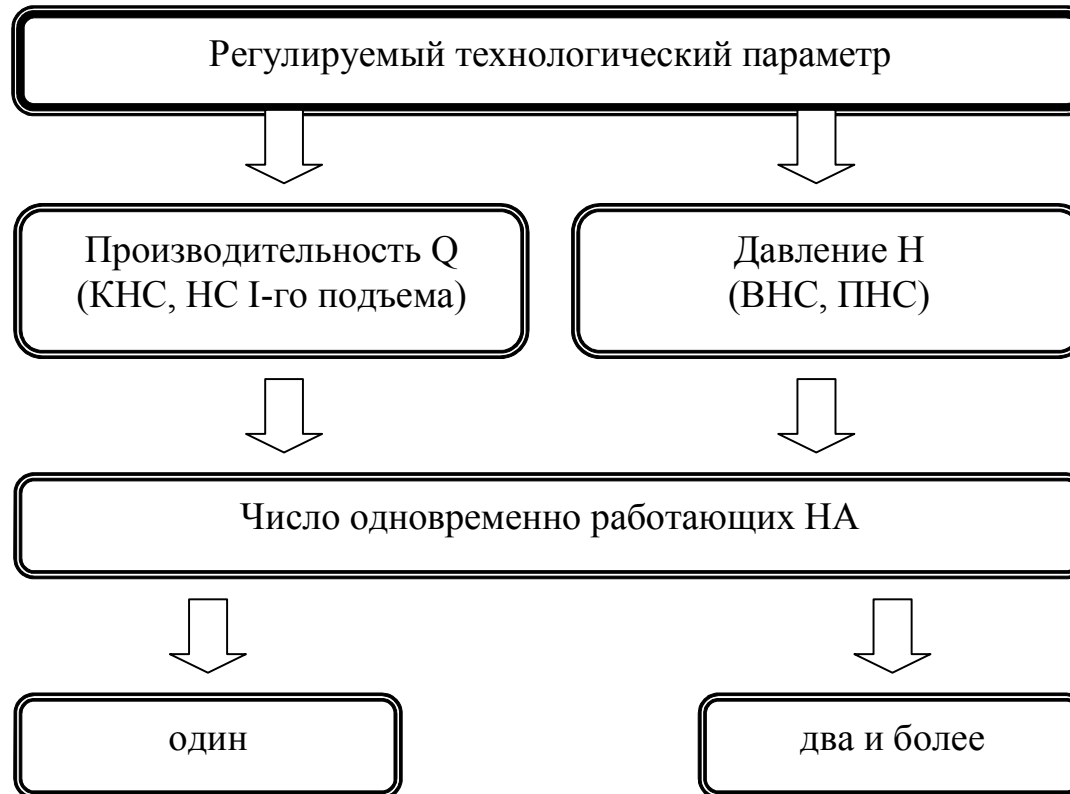
НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ



Здесь СЧУ- станция частотного управления группой НА, с помощью которой осуществляется частотное регулирование их производительности в функции технологического параметра

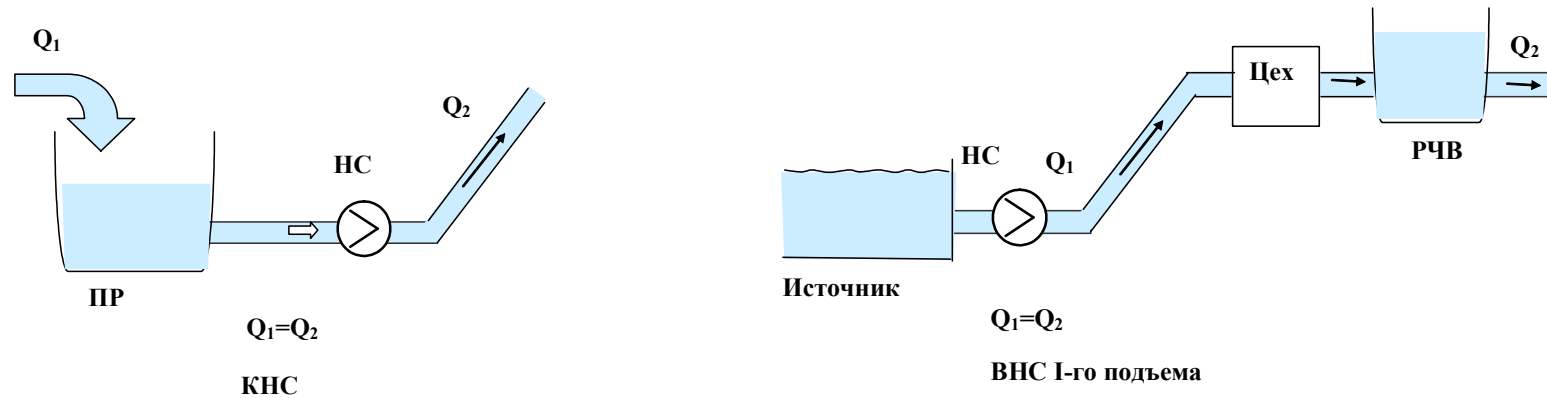
НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

Укрупненная классификация НС
с точки зрения управления



Далее рассматриваются
технологические
особенности частотного
управления в
соответствии с данной
классификацией

Технологические особенности частотного регулирования насосных станций по производительности (КНС, НС I-го подъема)



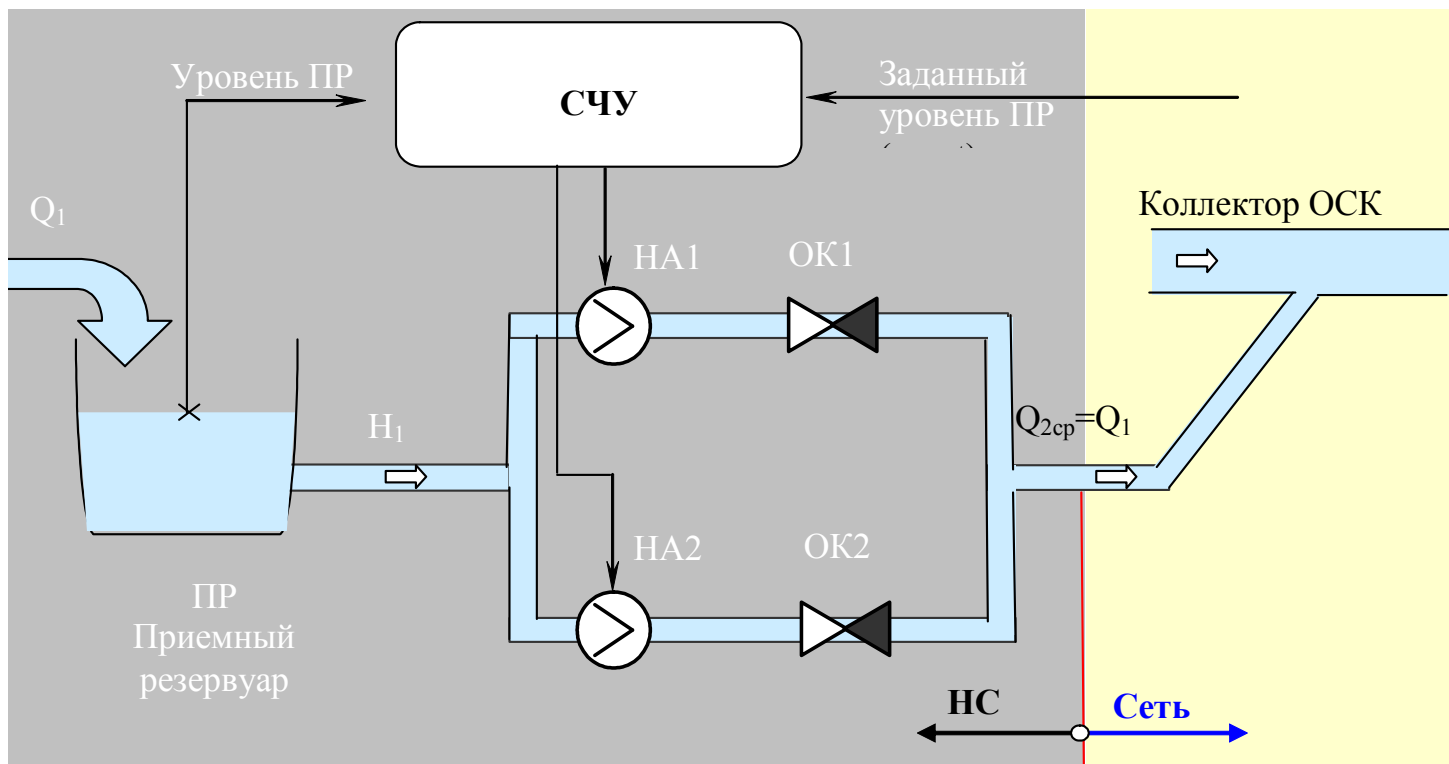
Основной задачей управления является:

- Для КНС: обеспечение **производительности** насосной равной притоку стоков
- Для ВНС I-го подъема: обеспечение производительности насосной равной расходу

Особенности данных НС- наличие буферных резервуаров. На КНС – это приемный резервуар стоков (ПР). На НС I-го подъема- резервуары чистой воды (РЧВ)

Наличие буферных резервуаров позволяет в данном случае регулирование производительности осуществлять путем стабилизации уровня в резервуарах (уровень в резервуарах всегда будет постоянным, если приток равен оттоку)

Частотное регулирование на примере КНС с двумя НА

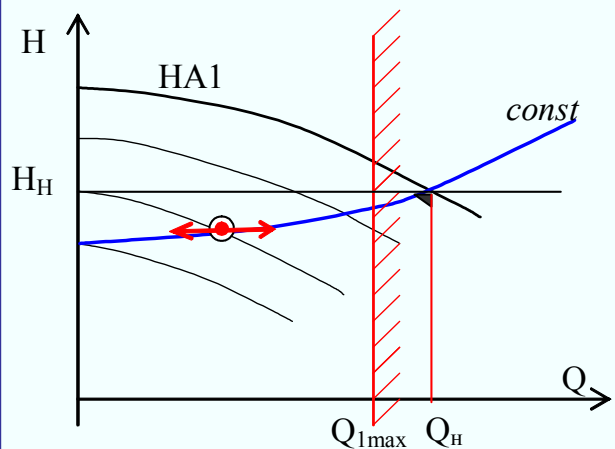


Особенности объекта:

- ♦ Постоянная (не меняющаяся характеристика сети)
- ♦ Регулирование производительности осуществляется путем изменения напора в сети, т.е. перемещением рабочей точки по характеристике сети.

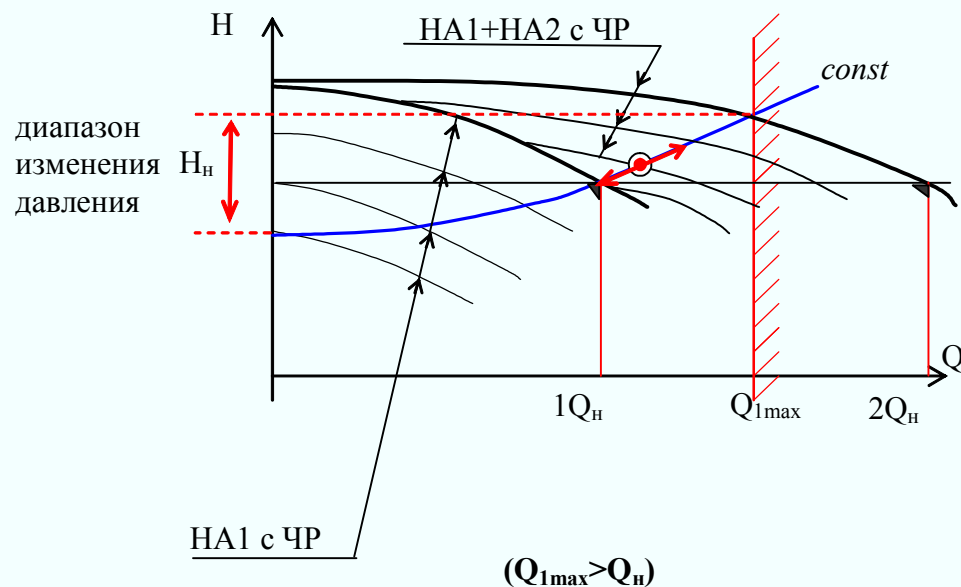
Частотное регулирование на примере КНС с двумя НА

Диаграммы частотного регулирования с одним НА

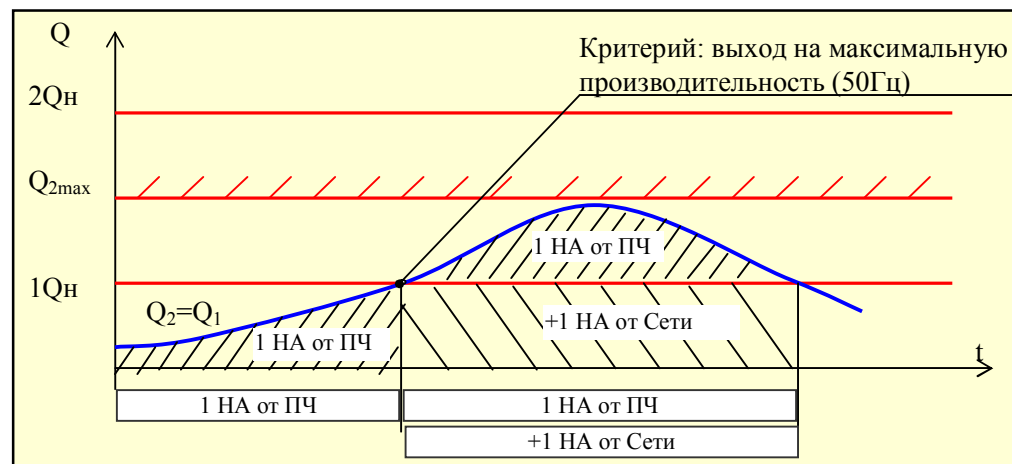
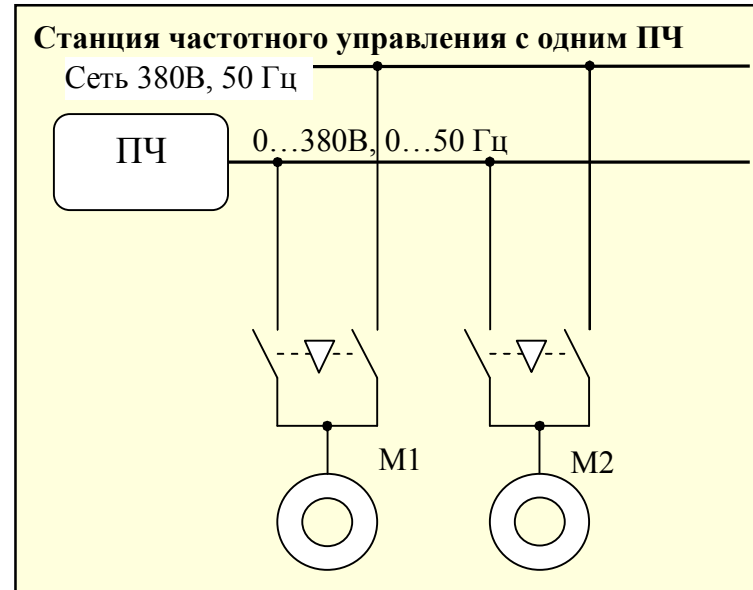


$$(Q_{1max} < Q_H)$$

Диаграммы частотного регулирования параллельной работой 2-х НА



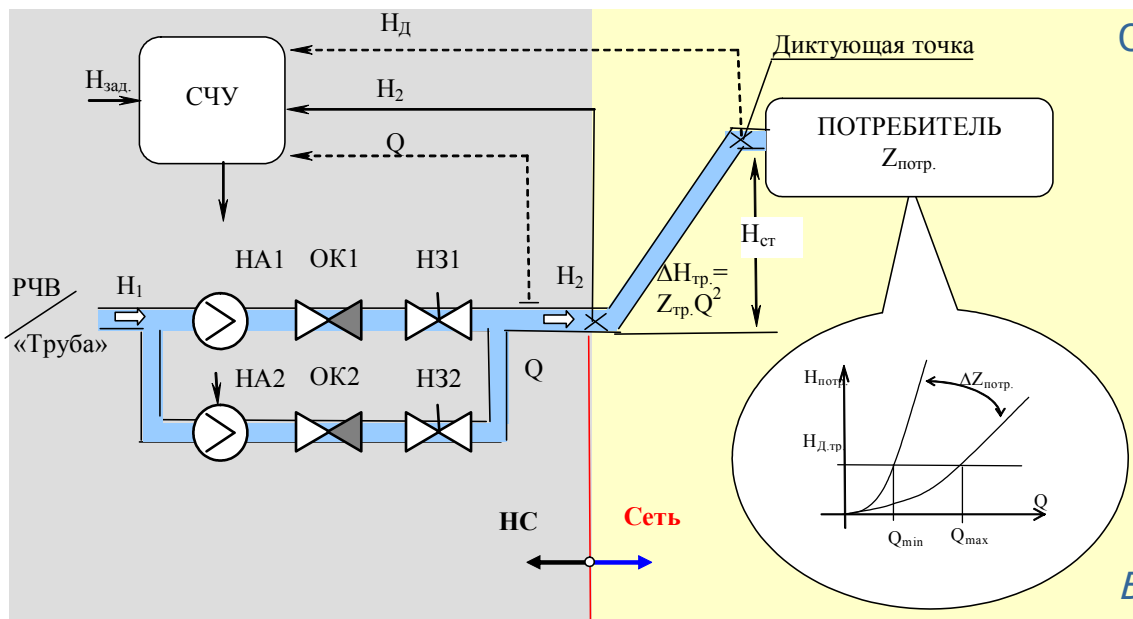
Для реализации частотного управления вполне достаточно структуры СЧУ с одним ПЧ и коммутационной аппаратурой группового управления. Упрощенная однолинейная схема силовых цепей приведена на рисунке.



В рамках данной структуры при параллельной работе НА реализуется последовательный (каскадный) алгоритм управления. Эпюры, поясняющие алгоритм приведены на рисунке.

Технологические особенности частотного регулирования насосных станций по давлению.

Основной задачей управления является обеспечение требуемого давления у **потребителя** (в диктующей точке H_d).



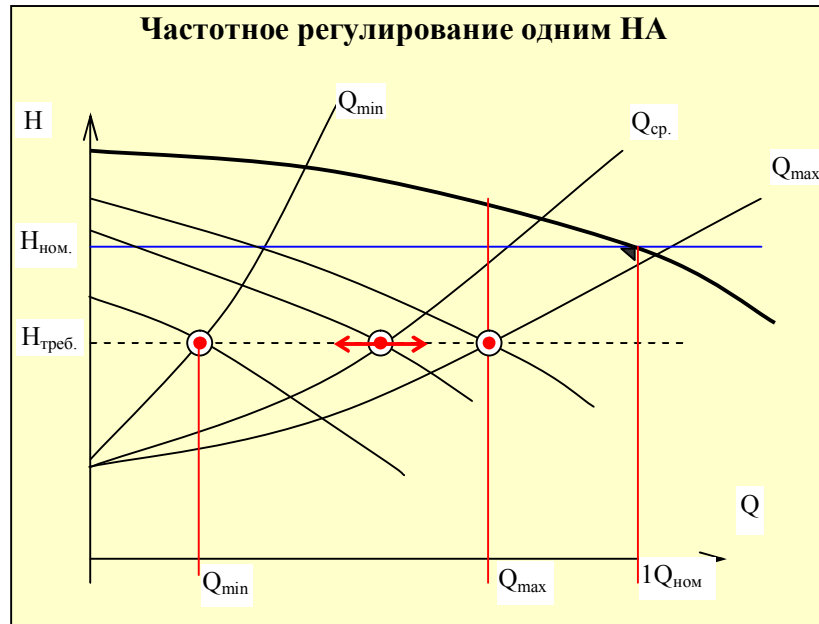
Однако, из-за ее удаленности обратную связь системы регулирования замыкают по давлению на выходе насосной H_2 . Для компенсации потерь напора в трубе до диктующей точки принципиально возможно введение в систему регулирования параметрической компенсирующей связи по «квадрату» расхода НС ($\Delta H_{тр.} = Z_{тр.} \cdot Q^2$).

В настоящее время опробование данной

компенсации проводится на Омском «Водоканале».

Технологической особенностью данных НС является то, что расход (т.е. требуемая производительность) **определяется потребителем**.

В результате эквивалентное гидравлическое сопротивление сети насосной меняется в широких пределах, что ведет к соответствующей нестабильности напорной характеристики сети.



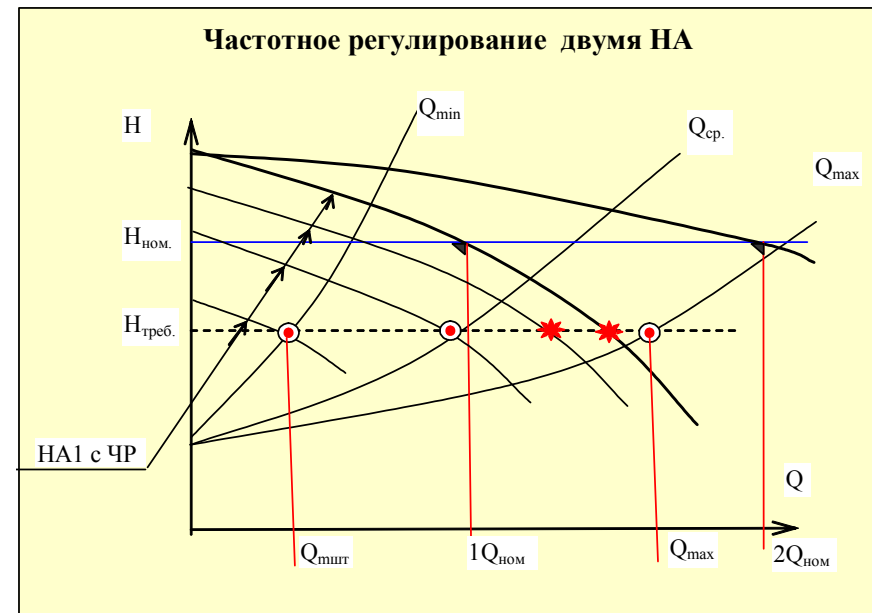
Рабочая точка перемещается по линии $H_{\text{треб.}} = \text{const}$ вместе с изменением характеристики сети. Каких-либо проблем реализации нет.

Частотное регулирование двумя НА

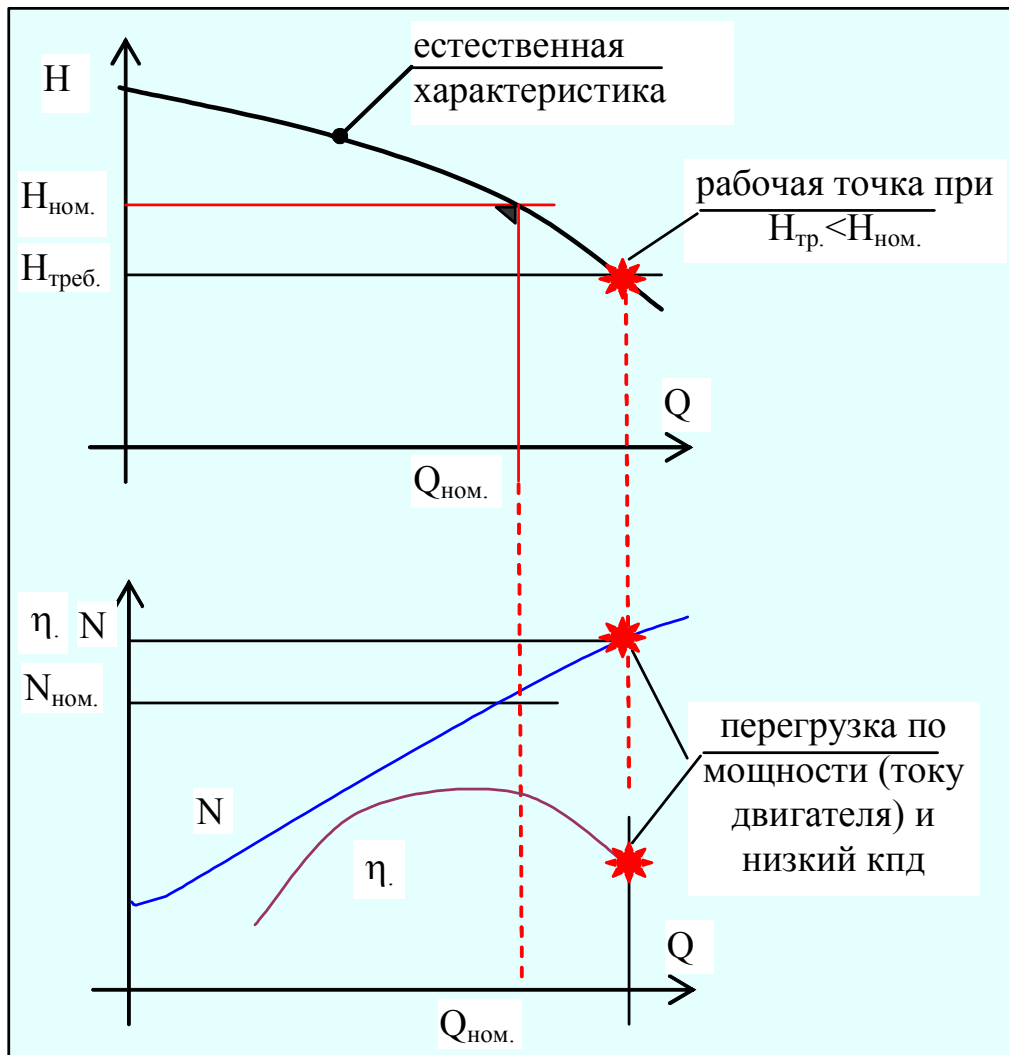
На рисунке приведены диаграммы для случая, когда требуемая максимальная производительность больше номинальной производительности одного НА.

Следует сказать, что по сравнению с системой регулирования производительности (КНС) здесь дело обстоит сложнее.

Проблема заключается в возможности параллельной работы НА питающегося от сети ($n = n_{\text{ном.}}$) и НА с частотным управлением ($n < n_{\text{ном.}}$) в системе по давлению.



Дело в том, что при отсутствии дросселирования, рабочая точка НА, питающегося от сети может перемещаться только по его естественной характеристике. в результате, для обеспечения напора меньше его номинального значения рабочая точка НА будет находиться в **области перегрузки**. Сказанное поясняется диаграммой.



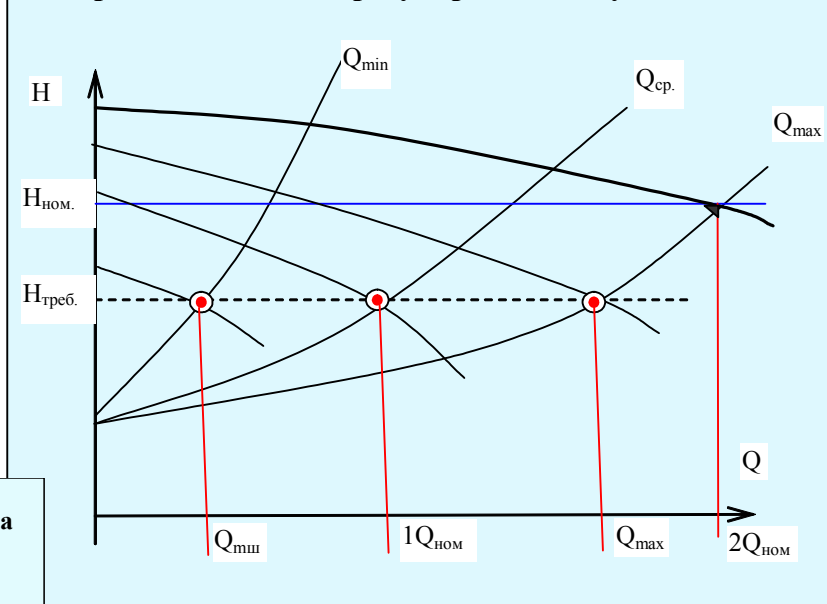
Маломощные агрегаты в большинстве случаев допускают перегрузку по мощности и соответственно позволяют работать в области $Q > Q_{ном.}$. Частотное регулирование в этом случае возможно с одним ПЧ и последовательным алгоритмом. Более «крупные» НА, как правило, этого не допускают.

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ

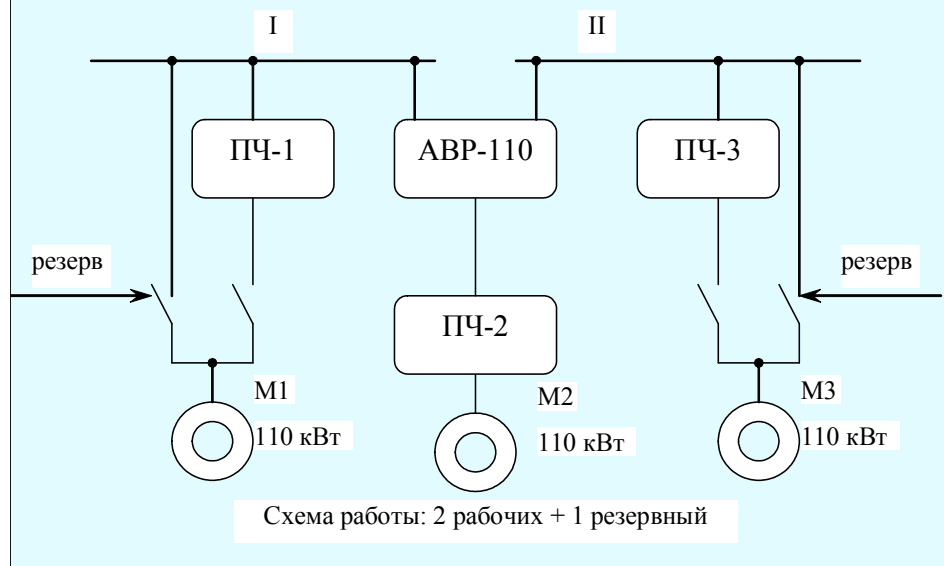
Полноценный вариант-
индивидуальное частотное
управление каждым НА,
работающим параллельно.

При этом два НА, можно сказать,
вырождаются в один
эквивалентный агрегат с двойной
производительностью

Синхронное частотное регулирование двумя НА

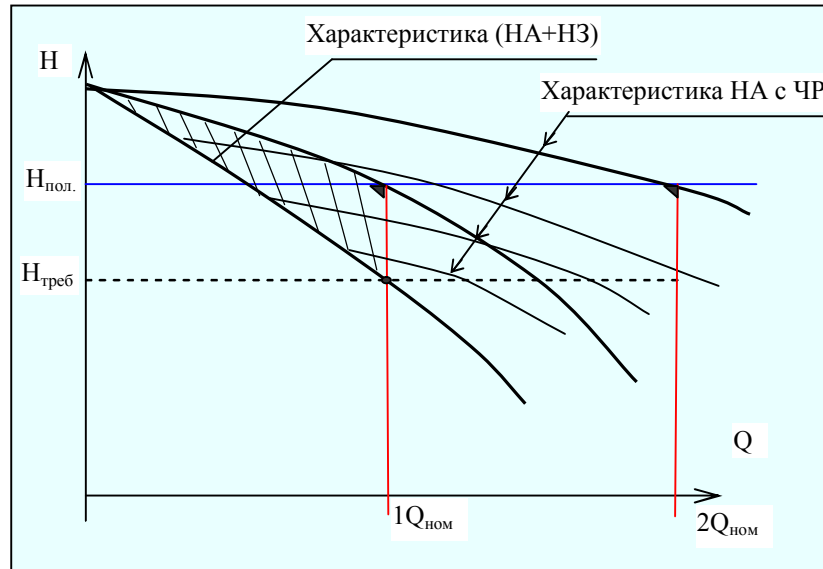


Пример схемы частотного регулирования с индивидуальным ПЧ на
ВНС «Воронежская» г. Хабаровска.



Данная структура не имеет
проблем параллельной
работы НА. Однако, этот
вариант достаточно
«дорогой»

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ



Компромиссный вариант- частотное управление одним НА и дроссельное регулирование параллельно работающим НА.

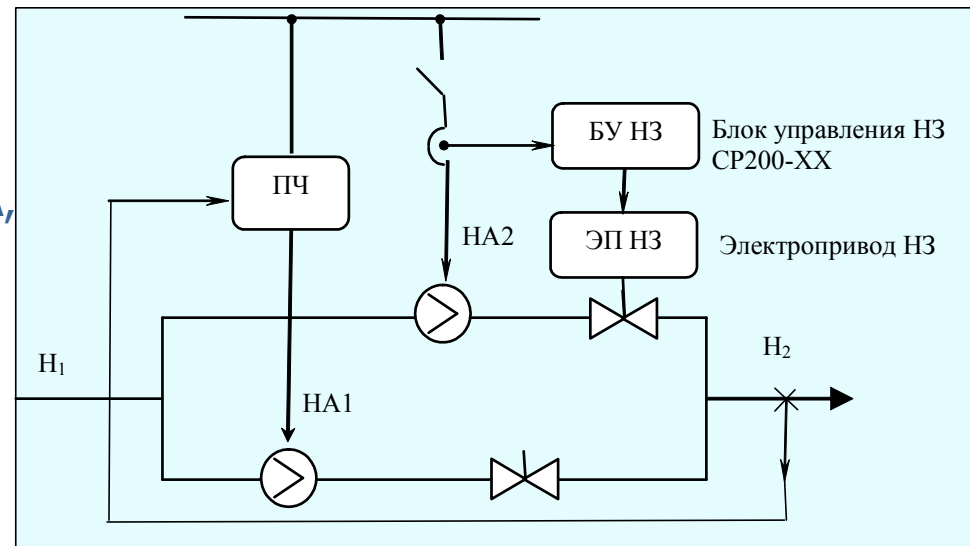
Принцип поясняется диаграммой:

Параллельная работа двух НА: один с ЧР, второй с дросселированием.

При этом НА с ЧР замкнут по давлению, чем обеспечивается поддержание требуемого напора $H_{треб.}$. У неуправляемого НА «прикрыта» напорная задвижка НЗ. **Степень «прикрытия» НЗ должна исключать перегрузку НА.**

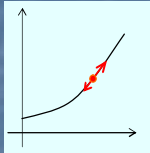
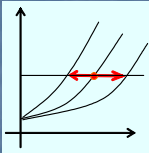
Управление НЗ может осуществляться «ручным» способом машинистом с наблюдением за величиной тока НА, либо автоматически с обратной связью по току НА.

Функциональная схема управления в этом случае будет выглядеть следующим образом.



Блок управления НЗ СР200



	КНС, НС-I	ВНС, ПНС
САР	По уровню в резервуаре	По давлению с компенсацией $\Delta H_{тр.}$
Сеть	С постоянной характеристикой	С переменной характеристикой
Регулирование		
Реализация ЧР		
1 НА	1 НА от ПЧ	1 НА от ПЧ
≥2 НА	(1 НА от ПЧ)+ (n НА от сети)	а) (1НА от ПЧ)+(nНА от сети) с перегрузкой б) каждый НА с инд. ПЧ в) (1НА от ПЧ)+ (nНА от сети) с дросселированием
ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ		
1	Стремиться к режиму НС: 1 раб. + 1 рез.	
2	Каждый НА с индивидуальным ПЧ (по крайней мере- по числу рабочих НА)	
3	Вполне удовлетворительно СЧУ с одним ПЧ и последовательным алгоритмом	Удовлетворительно- компромиссный вариант (+ дополнительный с дросселированием) при пиковых (сезонных) нагрузках