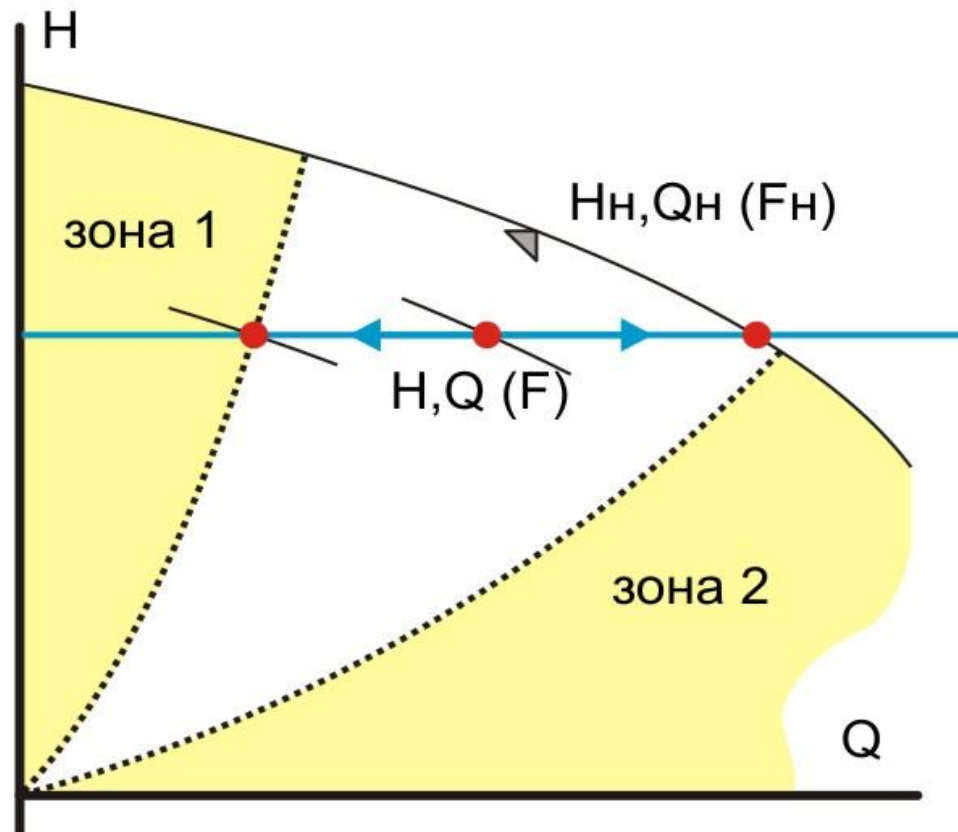
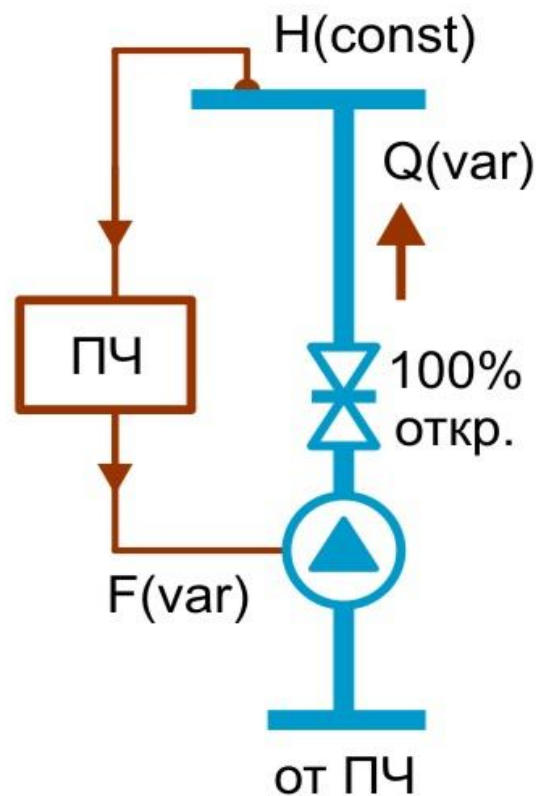


Предприятие «Сибирь-мехатроника»,
г. Новосибирск

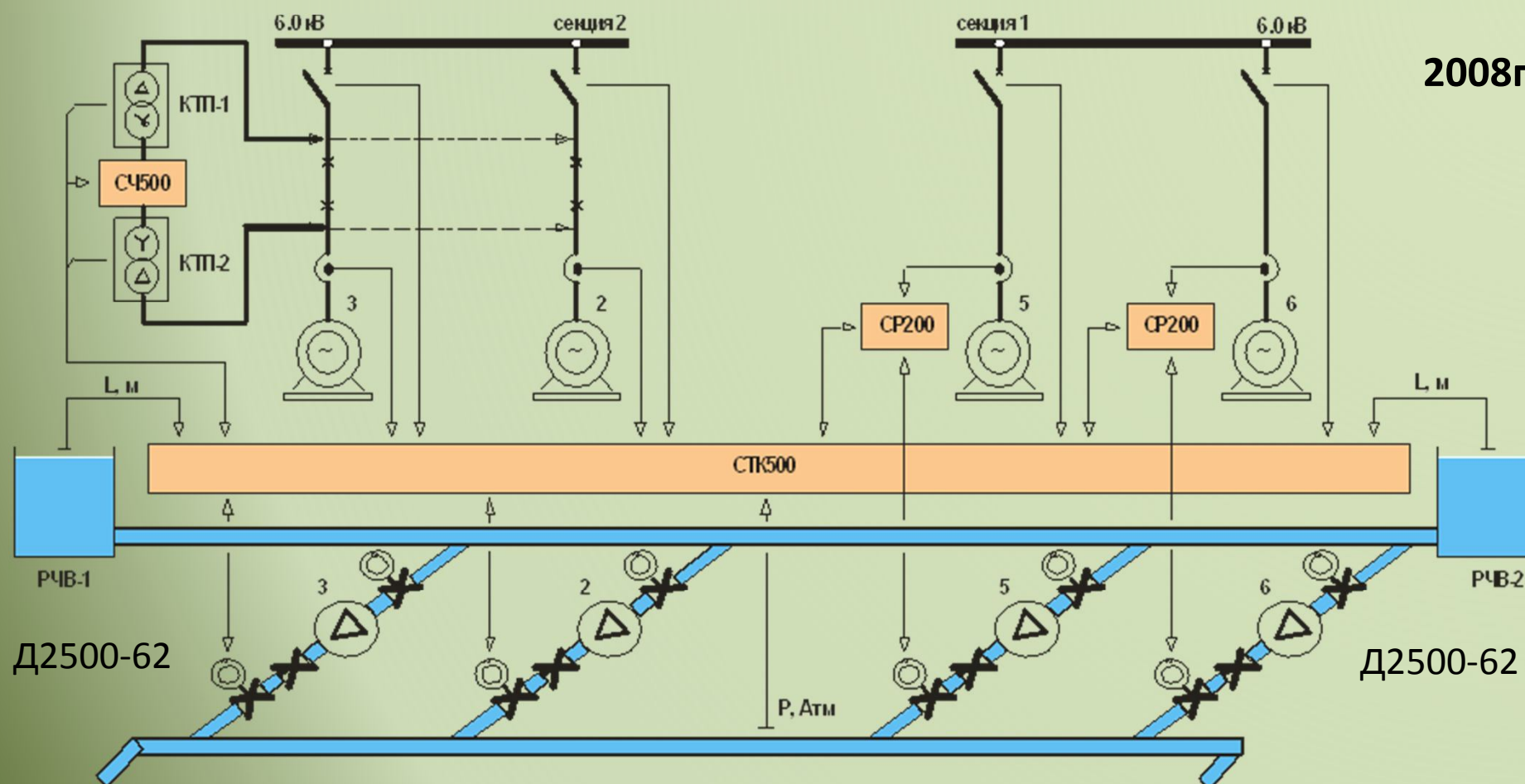
Особенности частотного регулирования насосами с учетом рабочего диапазона

Усачев А.П., *технический директор,*
Гордейчик А.В., *главный конструктор*

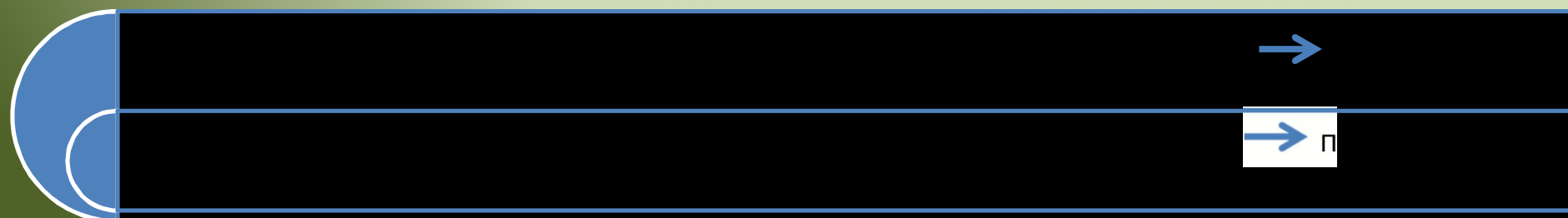
*Рассматриваются
проблемы работы насосного агрегата с
частотным управлением при изменении
производительности в широком диапазоне*



2008г.



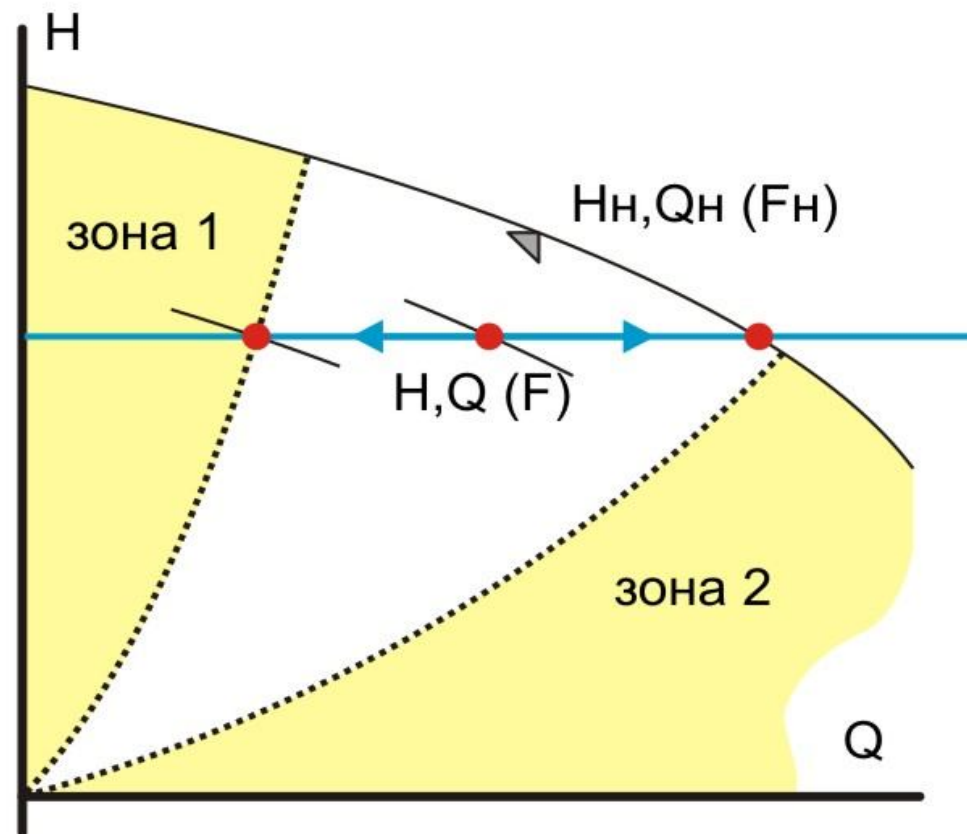
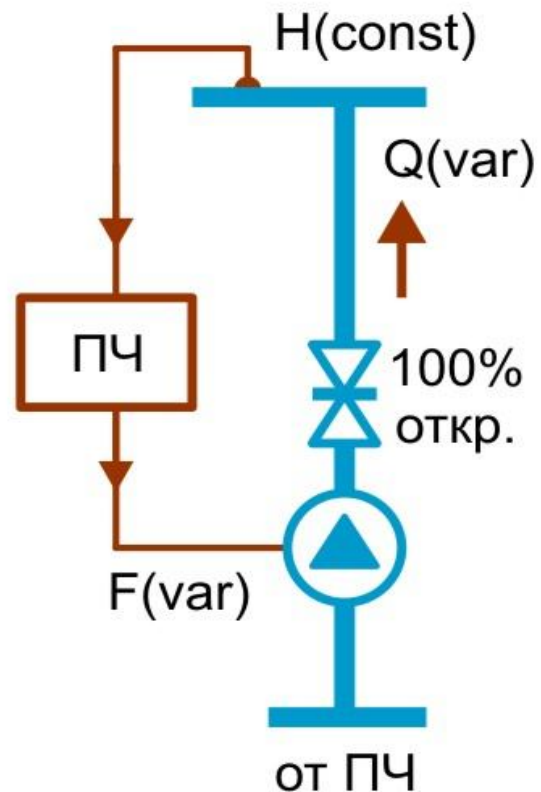
Высоковольтная станция частотного управления серии ВЧ500-ДТС (500 кВт, 6.0кВ), установленная на ВНС-4 НФС-3 МУП г. Новосибирска "Горводоканал".





**г. Новосибирск,
НФС-3, ВНС-4,
ВСЧ500-ДТС-06-500(кВт)**

Станция укомплектована четырьмя
насосами Д2500-62 с асинхронными
электродвигателями

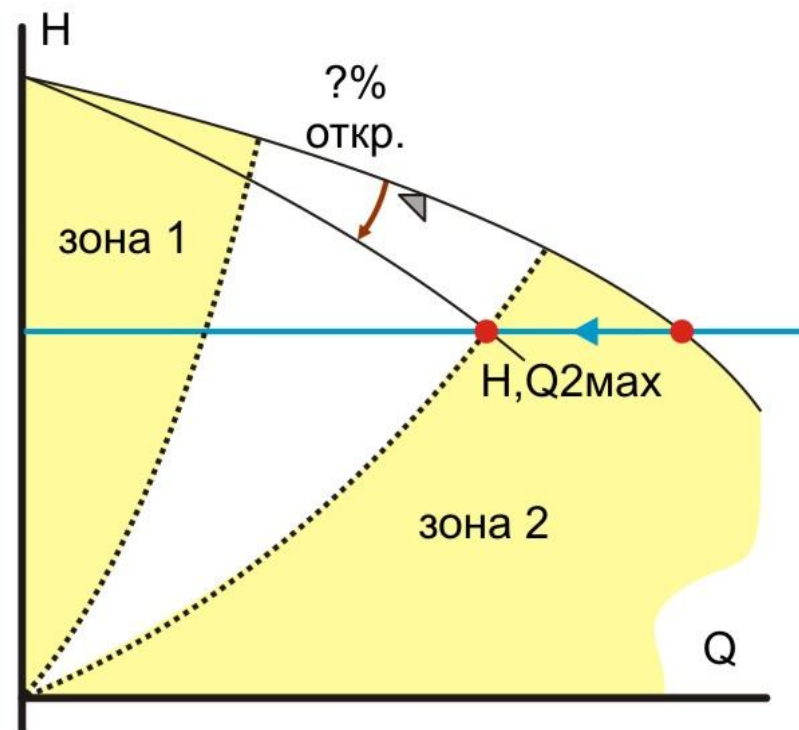
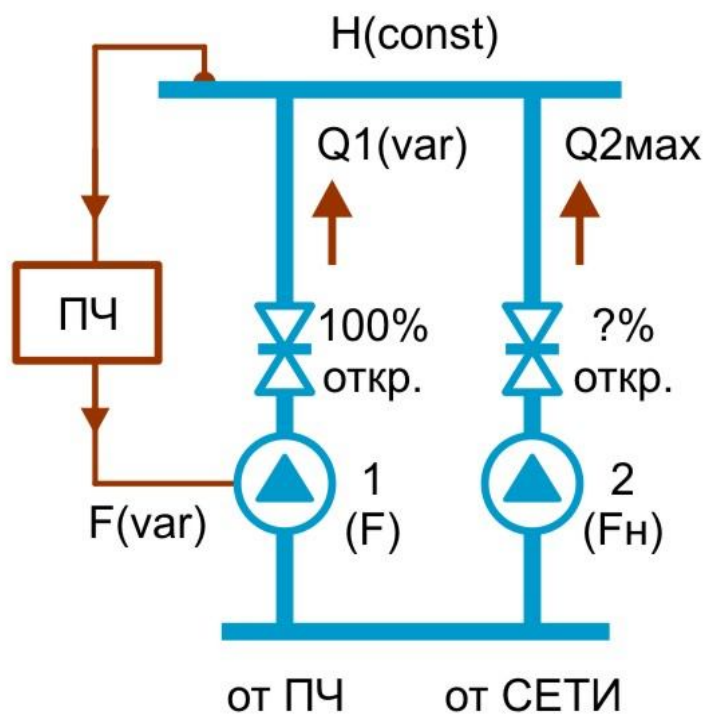


Смещение рабочей точки в зону 2.

При частотном регулировании смещение рабочей точки в зону 2 практически не встречается. Ограничения по перегрузке преобразователя частоты (ПЧ), как правило, вступают раньше.

Смещение рабочей точки в зону 2.

а) при параллельной работе двух насосных агрегатов (с ПЧ и без ПЧ).

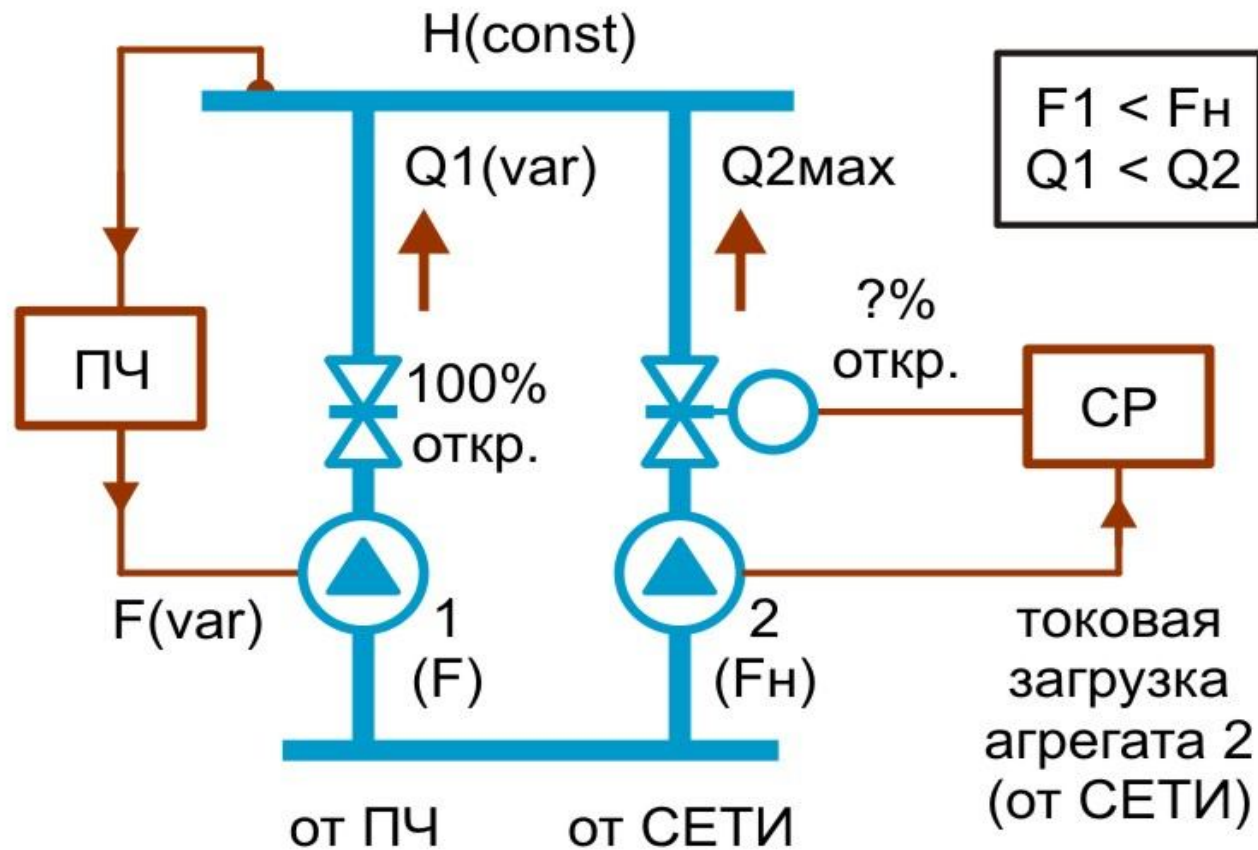


При параллельной работе двух насосных агрегатов по схеме один с ПЧ, а второй с непосредственным питанием от сети, попадание рабочей точки второго насоса в зону 2 вполне вероятно.

Вывести ее в рабочую область можно *только путем прикрытия задвижки (путем перераспределения расходов между насосами).*

Ограничение степени открывания задвижки насоса без ПЧ по нагрузке приводного двигателя.

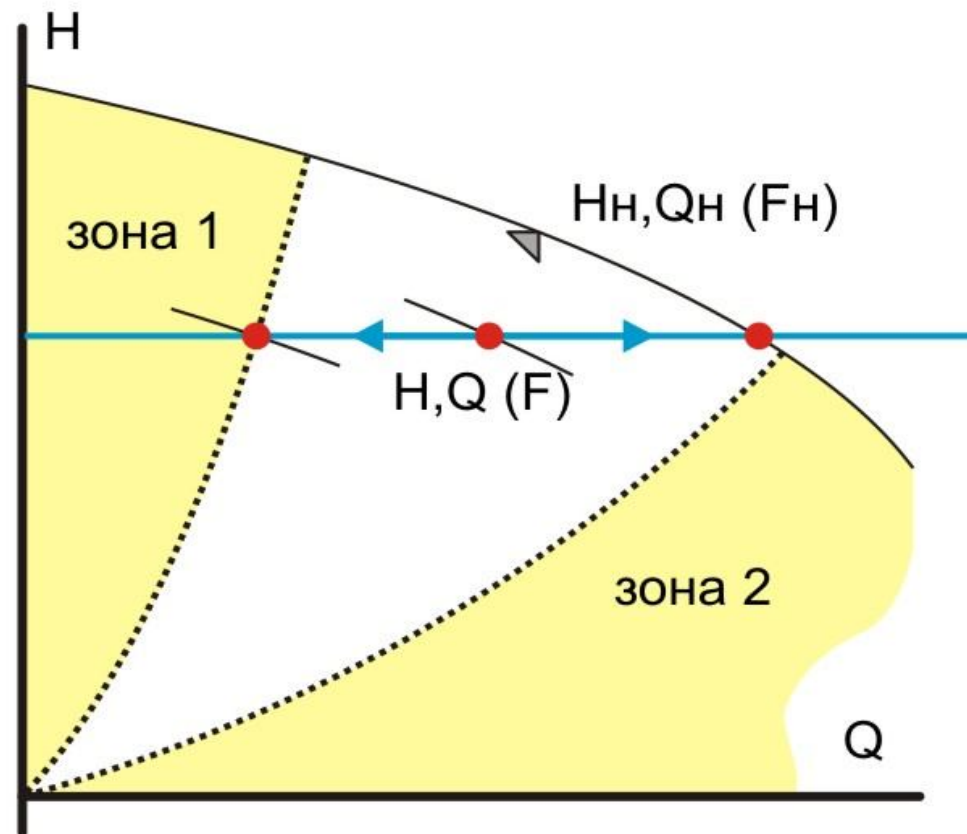
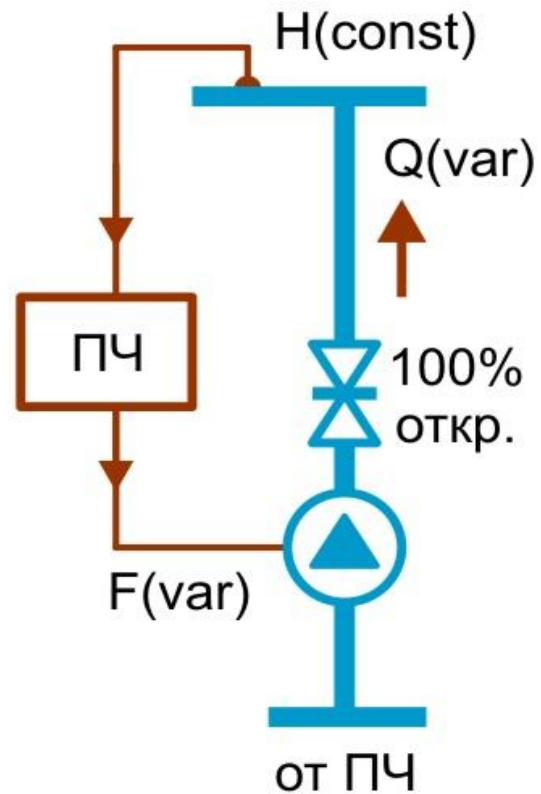
Зона 2



Это возможно либо «ручным» способом, либо автоматически путем ограничения степени ее открывания по нагрузке приводного двигателя насоса.

Смещение рабочей точки в зону 1.
а) при работе одного насосного агрегата.

Зона 1



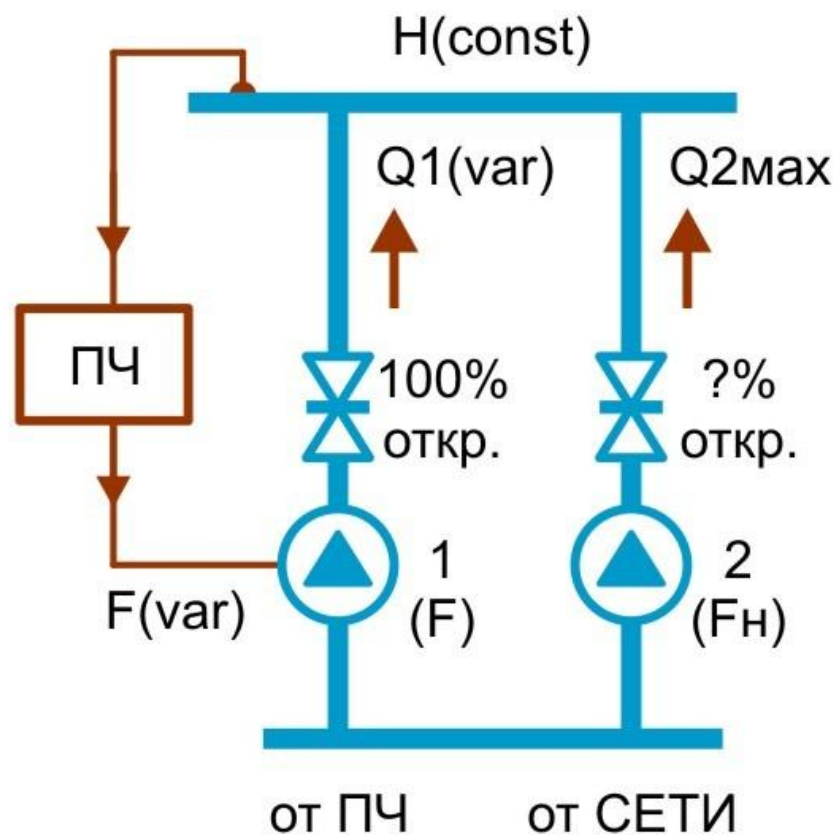
Смещение рабочей точки в зону 1 возможно в случае уменьшения расхода ниже минимального проектного значения.

Сделать практически ничего не возможно (только увеличить расход).

Смещение рабочей точки в зону 1.

Зона 1

б) при параллельной работе двух насосных агрегатов (с ПЧ и без ПЧ).

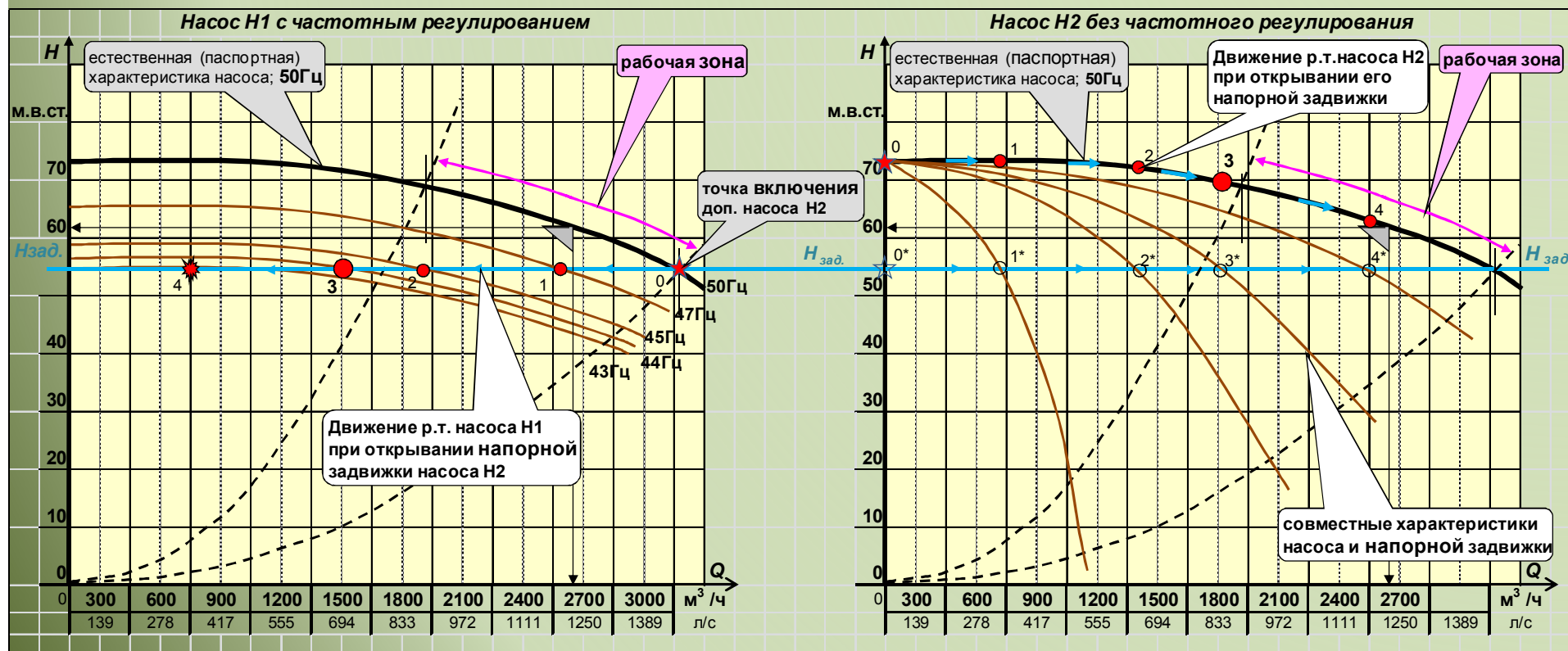


Если требуется производительности «немножко больше, чем обеспечивает один насос», то попадание рабочей точки первого насоса в зону 1 вполне вероятно.

Далее подробнее на конкретном вышеописанном примере ВНС-4.

Параллельная работа насосного агрегата Н1 с ПЧ и насосного агрегата Н2 без ПЧ в замкнутой системе поддержания давления в напорном коллекторе.

насосные агрегаты Д2500-62

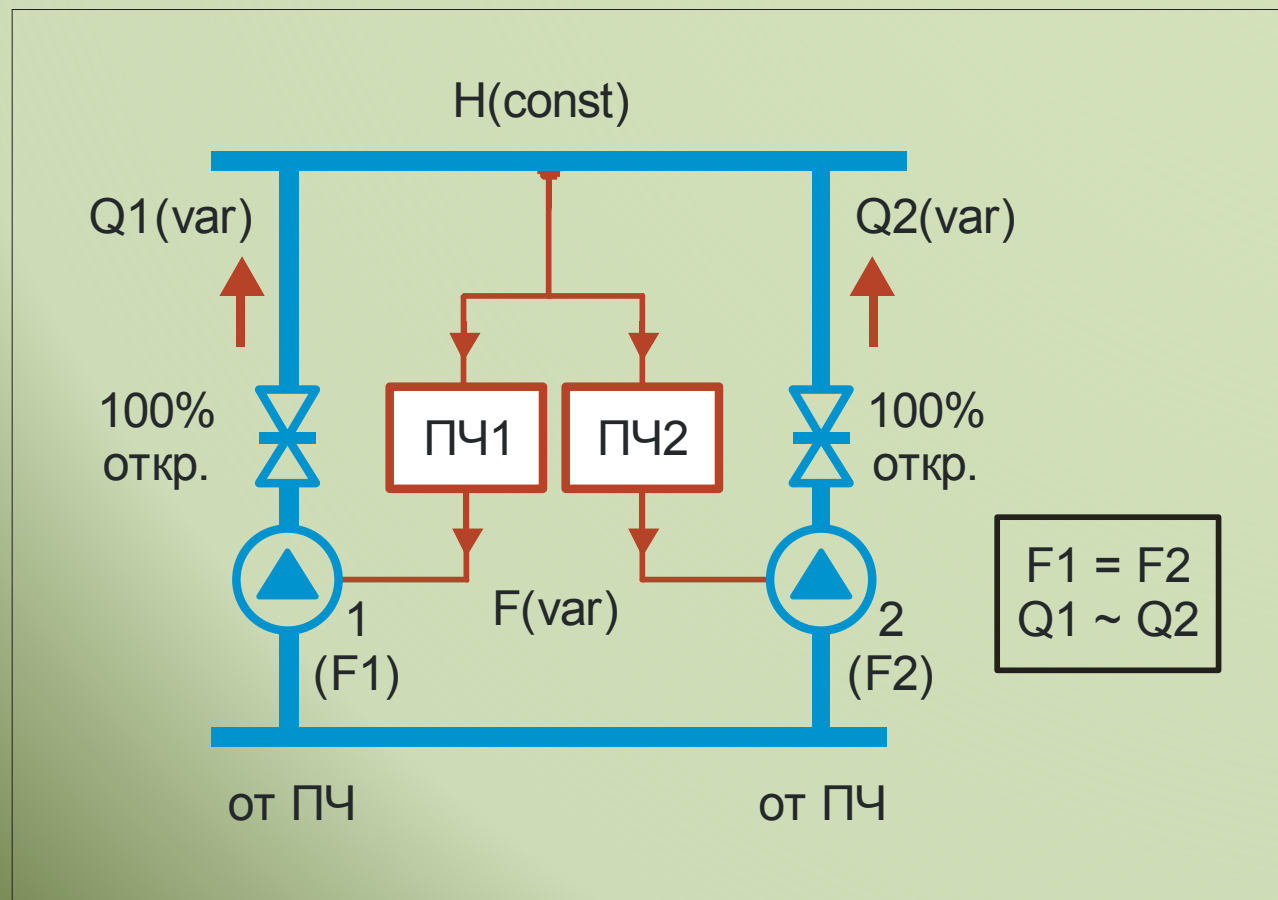


Режим - $H_{зад.} = 54$ м.в.ст., $Q = 3000$ м³/ч.

Точки 0, 1, 2, 3 и 4 соответствуют траектории движения рабочей точки насосов Н1 и Н2 при включении дополнительного насоса Н2 и процессу открывания его напорной задвижки. Рабочая точка Н1 смещается в зону-1.

Выход здесь может быть только один – распределить нагрузку параллельно работающим насосам путем:

- а) остановить открытие напорной задвижки насоса Н2 в точке 3 (способ не экономичен и для автоматизации практически не пригодный).*
- б) индивидуальное частотное регулирование каждым насосом.*



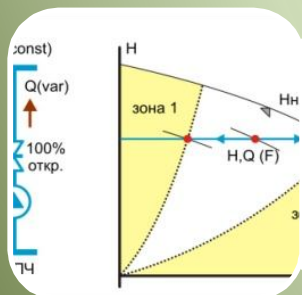
*«требуется
немножко больше, чем обеспечивает
один насос»*

*в расчете, что им будет
добавляться нехватаемая часть
подачи*

Вывод: при регулировании должны быть приняты меры по обеспечению нахождения рабочей точки каждого насоса в его рабочей зоне.

В рамках локальной системы управления автоматизировать процесс практически не реально (режимы работы определяются недетерминированными внешними воздействиями, либо расходом, либо притоком).

Участие оператора практически неизбежно.



*Первым этапом решения задачи является определение нахождения рабочей точки насоса в разрешенной (запрещенной) зоне **и** соответствующее оповещение оператора.*

Задача вполне реализуема средствами технологического контроллера при достаточной его вычислительной мощности. В основе лежат уравнения аппроксимирующие характеристики насоса:

Аппроксимация напорной характеристики

$$H = H_{\phi} \frac{n^2}{n_{HOM}^2} - S_{\phi} Q^2$$

$$H_{\phi} = H_1 + S_{\phi} Q_1^2$$

$$S_{\phi} = \frac{H_1 - H_2}{Q_2^2 - Q_1^2}$$

Граница рабочей зоны

$$Q_{A(B)} = \frac{n}{n_{HOM}} \sqrt{\frac{H_{\phi}}{K_{A(B)} + S_{\phi}}}$$

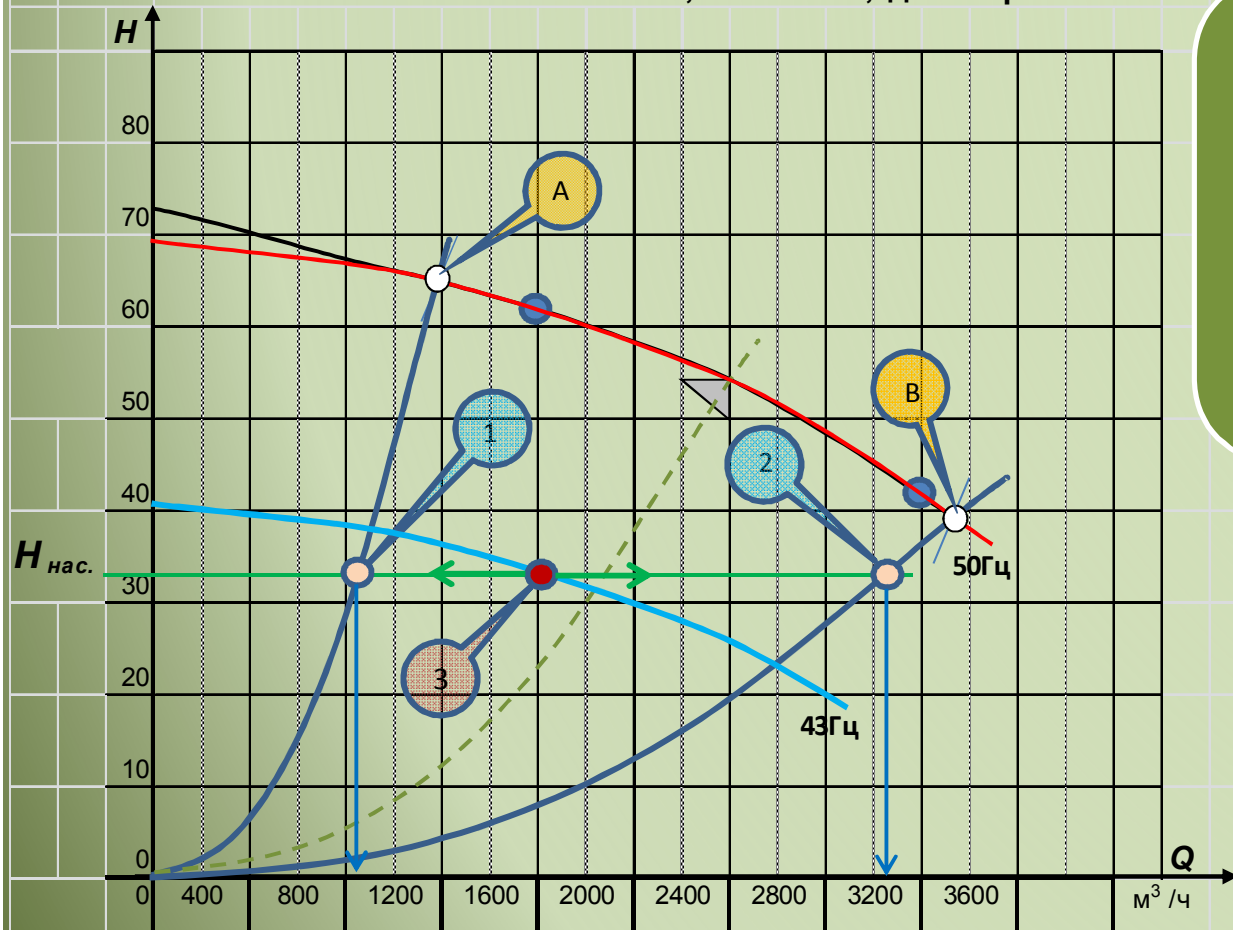
$$H_{A(B)} = K_{A(B)} * Q_{A(B)}^2 = \frac{n^2}{n_{HOM}^2} * \frac{K_{A(B)} H_{\phi}}{K_{A(B)} + S_{\phi}}$$

Текущее положение рабочей точки

$$Q = \sqrt{\left(\frac{H_{\phi}}{S_{\phi}} \frac{n^2}{n_{HOM}^2} - \frac{H}{S_{\phi}} \right)}$$

М.В.СТ.

Насос: тип VENUS-V1-400.650С, 990об/мин, диаметр 666мм



Алгоритм
нахождения рабочей
точки насоса в
разрешенной
(запрещенной) зоне

A, B - паспортные границы рабочей зоны

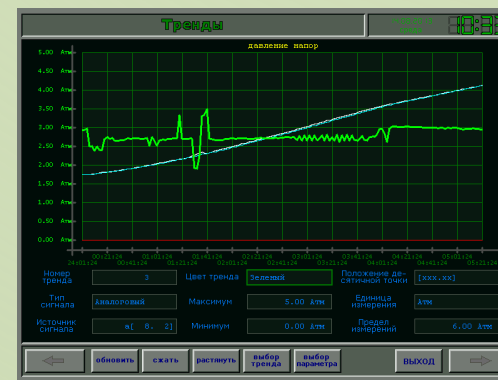
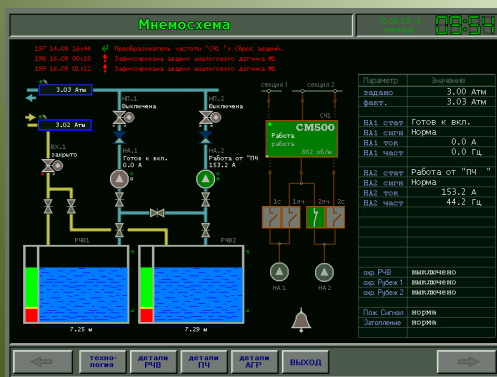
1, 2 - границы рабочей зоны при $H_{\text{нас.}}$ (вычисление)

3 - текущее положение рабочей точки при $H_{\text{нас.}}$ и $n_{\text{нас.}}$ (вычисление)



Реализация прорабатывается на базе

технологического контроллера СТК500



Предприятие «Сибирь-мехатроника»,
г. Новосибирск

Особенности частотного регулирования насосами с учетом рабочего диапазона

наш стенд № 7 С 11.2, зал 7

Усачев А.П., *технический директор,*
Гордейчик А.В., *главный конструктор*