

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА
НА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ**
(ПО МАТЕРИАЛАМ ВНЕДРЕНИЯ РЭП НА ДЕЙСТВУЮЩЕЙ КНС -12
Г. ОДЕССЫ)

Николова Р.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Проведен анализ работы канализационной насосной станции № 12 г. Одессы, по результатам внедрения автоматизированной системы управления асинхронными электродвигателями насосных агрегатов с применением частотно-регулируемого привода.

Впервые в практике отечественного водоотведения регулируемый электропривод (РЭП) был использован в насосной установке на Московской канализационной насосной станции в 1984г. За последние годы регулируемый электропривод получил широкое распространение в водопроводно-канализационном хозяйстве. В настоящее время энергосберегающие САУ в насосных установках, оснащенных РЭП, обеспечивают существенный экономический эффект.

Рассмотрим энергетические аспекты процесса регулирования центробежных насосов при постоянной и переменной угловой скорости рабочего колеса. Регулирование режима работы установки без регулируемого электропривода, т.е. при постоянной угловой скорости насоса, осуществлялось периодическим включением-отключением насосных агрегатов (так называемая циклическая работа). Число включений составляло 30-40 в сутки, а число работающих агрегатов в зависимости от притока изменялось от 1 до 3. В ряде насосных установок наблюдается изменение не динамической составляющей, а статической составляющей напора. Оно возникает преимущественно за счет колебаний уровня воды в приемном резервуаре установки. Такой режим характерен для насосных установок систем водоотведения. Эти установки обычно работают циклически (можно с уверенностью сказать, что 90% КНС работают циклически). При наполнении резервуара насосы включаются в работу, при опорожнении отключаются. Упрощенная схема такой установки представлена на рис.1., а график совместной работы на рис.2.

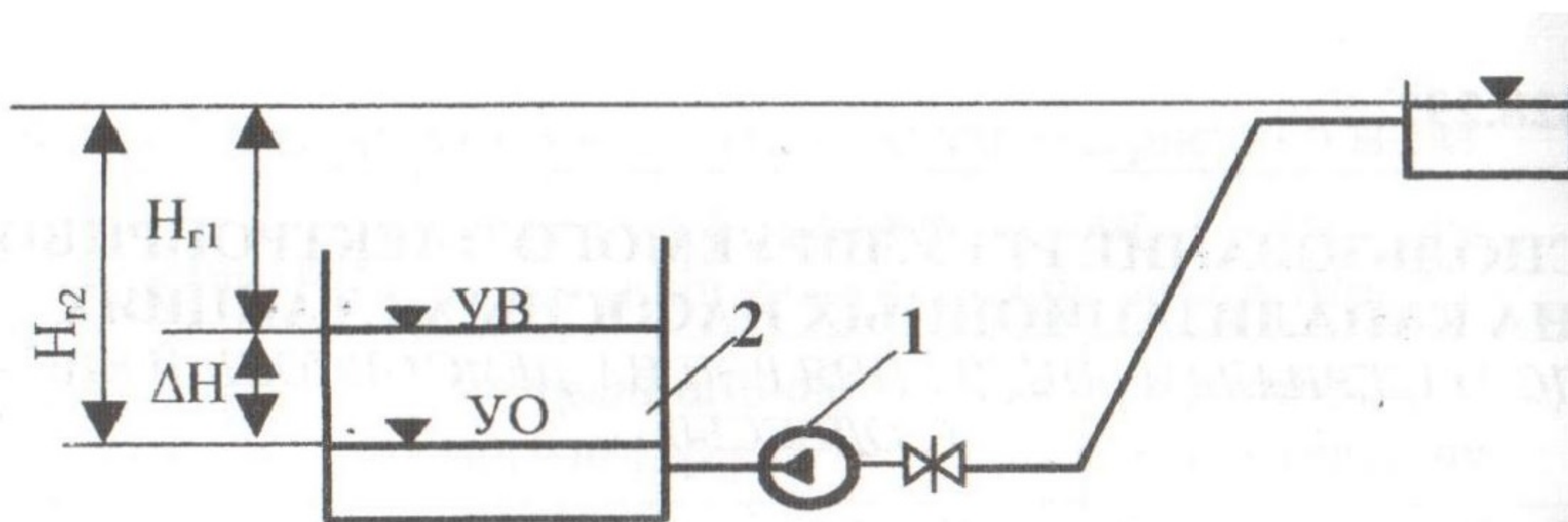


Рис.1. Схема насосной установки с переменным статическим напором.

УВ - уровень включения; УО – уровень отключения; 1 – насос; 2 – приемный резервуар.

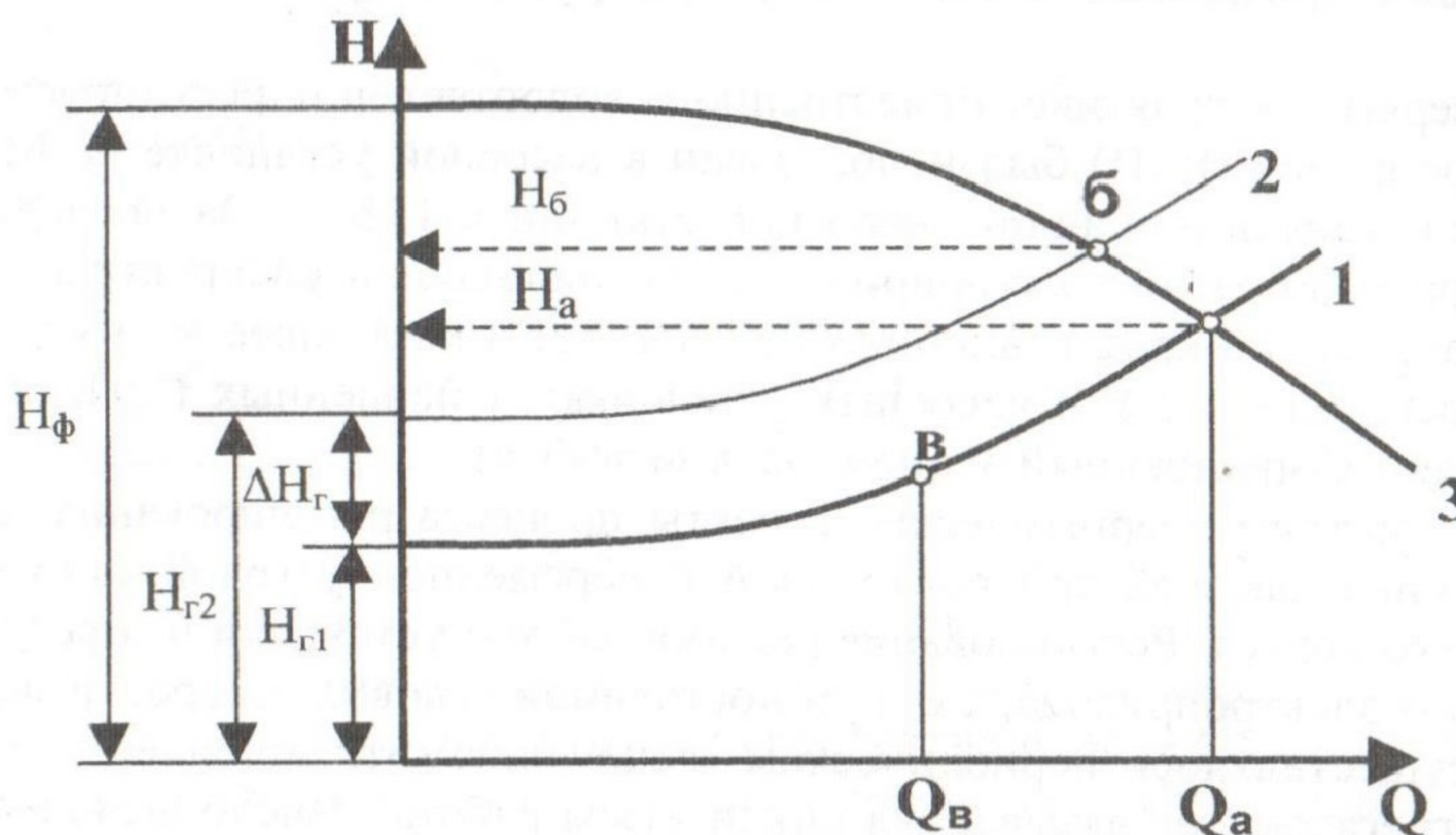


Рис.2. График совместной работы насоса, трубопровода и резервуаров с переменным статическим напором:

1 – характеристика трубопровода при нижнем уровне; 2 – то же при верхнем уровне; 3 – характеристика насоса

В циклическом режиме работы (рис.2) при включении в работу насоса статический напор равен H_{r1} , а при отключении соответственно становится равным H_{r2} . Изменение статического напора определяется разностью отметок включения (УВ) и отключения (УО) насоса. В связи с этим характеристика трубопровода в начальный период откачки будет занимать положение 1, а в конце – положение 2. При этом режимная точка насоса, работающего с постоянной частотой вращения, пе-

перемещается по напорной характеристике насоса от точки a до точки b , т. е. насос работает с переменным напором от H_a до H_b . Очевидно, что перекачка жидкости с более высокого уровня требует меньших затрат электроэнергии, чем с нижнего, т.е. обеспечивает более экономичный режим работы насосной установки. Такой режим может быть обеспечен изменением частоты вращения насоса. При этом режимная точка насоса перемещается по характеристике трубопровода от точки a до точки b . Насос будет работать с переменным напором от H_a до H_b . Нетрудно видеть, что в таком режиме работы насос развивает меньший напор, чем в предыдущем. Следовательно, и расход электроэнергии на перекачку одного и того же объема жидкости меньше при стабилизации уровня в резервуаре на верхней отметке $УВ$, чем при циклическом режиме работы.

Кроме того, равномерная работа насосных агрегатов исключает их многократные включения и отключения, что благотворно влияет на повышение надежности и долговечности работы технологического и электротехнического оборудования насосных установок. Из приведенных выше рассуждений видно, что для устранения потерь электроэнергии в насосных установках систем водоотведения, вызванных превышением напора, необходимо обеспечить такой режим, при котором рабочая точка насоса перемещалась бы по характеристике трубопровода, а уровень в приемном резервуаре стабилизировался бы на верхнем максимальном уровне.

В современных отечественных и зарубежных системах стабилизация уровня жидкости на высоких отметках осуществляется посредством автоматизированного регулируемого электропривода. Экономичное регулирование достигается при изменении скорости вращения центробежных насосов, что может быть реализовано при использовании одной из трех возможных систем: индукторные муфты скольжения (ИМС); тиристорный асинхронно-вентильный каскад (АВК); тиристорный преобразователь частоты. Электрическая схема ИМС отличается предельной простотой. Однако использование ИМС показало их низкое качество и, как следствие, невысокую надежность, что не позволяет считать эту схему перспективной. Недостатком системы АВК является необходимость применения двигателя с фазным ротором.

Решающим преимуществом преобразователей частоты является возможность их использования без реконструкции насосного агрегата, так как преобразователь позволяет регулировать скорость наиболее распространенных в коммунальном хозяйстве асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Основой регулируемого привода является тиристорный преобразователь, служащий для преоб-

разования постоянной частоты питающей сети f_1 в переменную f_2 . Пропорционально частоте f_2 изменяется угловая скорость двигателя и, соответственно, насоса. Регулирование частоты на выходе преобразователя осуществляется изменением частоты открытия тиристорov инвертора. В 2004 г. на канализационной насосной станции №12 г. Одессы была внедрена автоматизированная система управления асинхронными электродвигателями с применением преобразователя частоты фирмы "НІТАСНІ" (Япония).

На насосной станции установлены 4 насосных агрегата (2 - рабочих и 2 - резервных) марки СД800/32. Номинальные параметры агрегатов: подача $800\text{ м}^3/\text{ч}$ ($0,22\text{ м}^3/\text{с}$), напор 32м (0,32 МПа), КПД номинальный насоса - 0,62, обычный короткозамкнутый асинхронный электродвигатель, мощностью 125кВт, КПД электродвигателя - 0,91, частота вращения 960 об/мин, $\cos\varphi$ - 0,8. Задача заключалась в стабилизации максимального уровня воды в приемном резервуаре с помощью преобразователя частоты. В качестве регулируемого параметра принят уровень сточных вод в грабельном отделении приемного резервуара. Отметка стабилизируемого уровня сточных вод в резервуаре принята на 30-40см ниже максимально допустимой верхней отметки. В случае подъема уровня сточных вод выше этой отметки из-за выхода из строя системы автоматического регулирования происходит автоматическое включение нерегулируемых резервных насосов. Выбор принятого параметра регулирования поясняется графиком совместной работы насосной установки и водовода (рис.3). На рисунке показаны напорные характеристики насоса, соответствующие различным значениям угловой скорости, и характеристики водоводов, соответствующие различным уровням СВ в резервуаре. Из графика наглядно видно, что при работе с постоянной скоростью рабочая точка насоса перемещается по характеристике насоса (отрезок *а-г*). При работе с переменной скоростью и стабилизации уровня сточных вод геометрическое место рабочих точек располагается на характеристике водоводов (отрезок *а-б*).

Работе насоса с переменной скоростью без стабилизации уровня соответствует геометрическое место рабочих точек, расположенных на линии *а-б*. Последний режим имеет место в том случае, когда система регулирования изменяет угловую скорость насоса пропорционально уровню сточных вод в резервуаре. Нетрудно видеть, что работе с постоянной угловой скоростью соответствует средняя высота водоподъема H_1 , работе с переменной скоростью без стабилизации уровня - H_2 , работе с переменной скоростью со стабилизацией уровня - H_3 ($H_1 > H_2 > H_3$). Таким образом, перекачка одного и того же объема сточных вод за

расчетный период при меньшей высоте водоподъема требует меньших затрат энергии, чем при большей. Следовательно, в первом случае перекачка требует наибольших затрат энергии, в последнем - наименьших. Результаты эксплуатации насосных агрегатов с РЭП показали, что при регулировании скорости электродвигателя в диапазоне 2:1 и существующем суточном графике работы реальная экономия электроэнергии за счет поддержания максимально допустимого уровня в приемном резервуаре составляет примерно 6-8% в год.

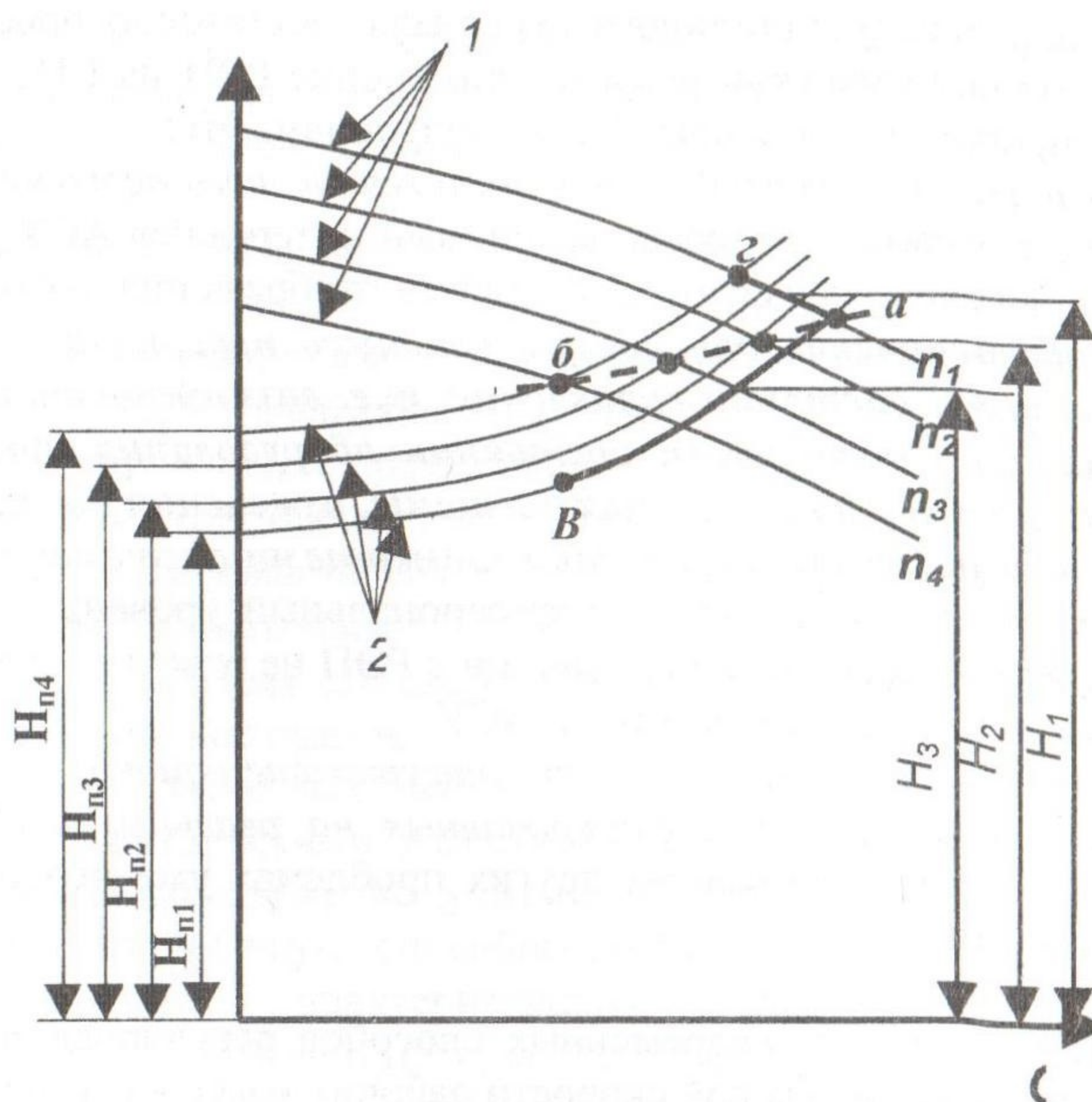


Рис.3. График совместной работы насоса и водовода
 1-характеристики насоса, соответствующие угловой скорости n_1 , n_2 , n_3 , n_4 ; 2- характеристики водовода, соответствующие статическому противодавлению H_{n1} , H_{n2} , H_{n3} , H_{n4} .

Также повышается надежность и долговечность двигателя и пусковой аппаратуры за счет плавного частотного пуска, при котором отсутствуют большие пусковые токи и исключаются гидравлические удары. В то же время особенности эксплуатации преобразователей на насосных станциях, заключающиеся в необходимости обеспече-

ния безаварийной работы при отсутствии специально обученного персонала, выдвигают повышенные требования к надежности и схемной простоте оборудования. Кроме экономии электроэнергии, применение частотных преобразователей значительно улучшает эксплуатационные показатели и обеспечивает ряд преимуществ: значительно уменьшает износ основного и вспомогательного оборудования. Насос всего один раз вышел из строя (с 04. 2005- 06.2005г) и увеличивает его межремонтный цикл из-за снижения механических нагрузок за счет плавной остановки насосных агрегатов; снижает вибрацию и шум; гарантирует удобства для эксплуатационного персонала; достаточно просто поддерживает технологический режим. Применение РЭП на КНС выявил некоторые проблемы, связанные с его внедрением. Это:

а) недостаточная квалификация обслуживающего персонала.

Есть такое понятие «человеко-машинный интерфейс» АСУ. Это совокупность органов управления и устройств отображения информации, *которые обеспечивают для обслуживающего персонала возможность общения с системой управления, т.е. возможность проведения визуальной диагностики состояния оборудования, получения информации о текущих режимах системы, изменения технических параметров и режимов, управления элементами системы в ручном режиме.* Конечно же, сегодня профессиональный уровень специалистов, обслуживающих насосные станции с РЭП не отвечает требованиям, предъявляемым к обслуживанию АСУ.

б) немаловажная проблема – это отсутствие единых рекомендаций по применению РЭП, апробированных на реальных внедренных системах в Украине. О многих других проблемах уже неоднократно были публикации.

Вывод: Применение современных способов регулирования, основанных на изменении угловой скорости рабочих колес в соответствии с изменением притока сточных вод и стабилизация верхнего уровня СВ в приемном резервуаре являются эффективным средством экономии электроэнергии на КНС.

1. Лезнов Б.С. Экономичное регулирование режимов работы канализационных насосных станций//Водоснабжение и санитарная техника. М.,1983.Деп. в ВНИИС , №4651. 2.Лезнов Б.С. Технологические основы энергосбережения в насосных установках// Водоснабжение и санитарная техника. М.,2004. №7.3. А.А.Шихов, В.А. Андрианов, Применение частотно-регулируемого привода в энергосберегающих системах управления насосными установками // Водоснабжение и санитарная техника. М.,2004. №7.