

Ю.Г. Багаев, главный инженер, Н.В. Карпов, главный энергетик (МУП г. Новосибирска «Горводоканал»); А.П. Усачев, технический директор (ООО «Сибирь-мехатроника» г.Новосибирск).

Повышение энергоэффективности в системах водоснабжения и водоотведения

Проблема повышения энергоэффективности в водохозяйственной отрасли всегда была актуальной, а сегодня, в связи с реформой ЖКХ она приобрела государственный статус.

Известно, что водопроводно-канализационное хозяйство (ВКХ) одно из энергоемких. В себестоимости продукции водоканалов затраты на электроэнергию достигают 25 и более процентов. Основная доля потребления электроэнергии приходится на подъем и перекачивание воды насосными станциями водоснабжения и водоотведения. Традиционно регулирование параметров (расходы, напоры) на многих объектах до настоящего времени осуществляется путем дросселирования. В результате, непроизводительные затраты электроэнергии достигают 30-40%, а иногда и выше.

Одним из основных направлений повышения энергоэффективности в условиях технической модернизации является внедрение в практику водоснабжения и водоотведения частотно-регулируемых электроприводов (ЧРП). В МУП г. Новосибирска «Горводоканал» ЧРП успешно внедряется с середины девяностых годов прошлого столетия и на водопроводных насосных станциях и на канализационных. Нижеприведенным примером наглядно иллюстрируется принцип повышения энергоэффективности работы одной из насосных станций.

На рис.1 приведена упрощенная схема работы водопроводной насосной станции (ВНС) с одним насосным агрегатом (НА) Д3200-75 и напорной задвижкой (НЗ). В данном примере ВНС обеспечивает подачу воды в сеть потребителя $Q=3000 \text{ м}^3/\text{час}$ и напор $H=55 \text{ м.в.ст.}$ (метров водяного столба).

При регулировании дросселированием рабочая точка насоса находится на его естественной характеристике. При подаче $3000 \text{ м}^3/\text{час}$ напор создаваемый насосом равен $H_{\text{НА}}=77 \text{ м.в.ст.}$ После НА, с учетом напора на всасе, создаваемого РЧВ и равным $2,5 \text{ м.в.ст.}$, напор будет равным $79,5 \text{ м.в.ст.}$ Для получения на выходе ВНС требуемого напора равного 55 м.в.ст. напорная задвижка должна быть прикрыта так, чтобы на ней падал весь избыточный напор равный $H_{\text{НЗ}}=24,5 \text{ м.в.ст.}$

При этом *мощность, потребляемая насосом будет равна* $N_{HA}=715\text{кВт}$ (КПД насоса равен 0,88). Потери мощности на напорной задвижке составят $N_{H3}=200,3\text{кВт}$.

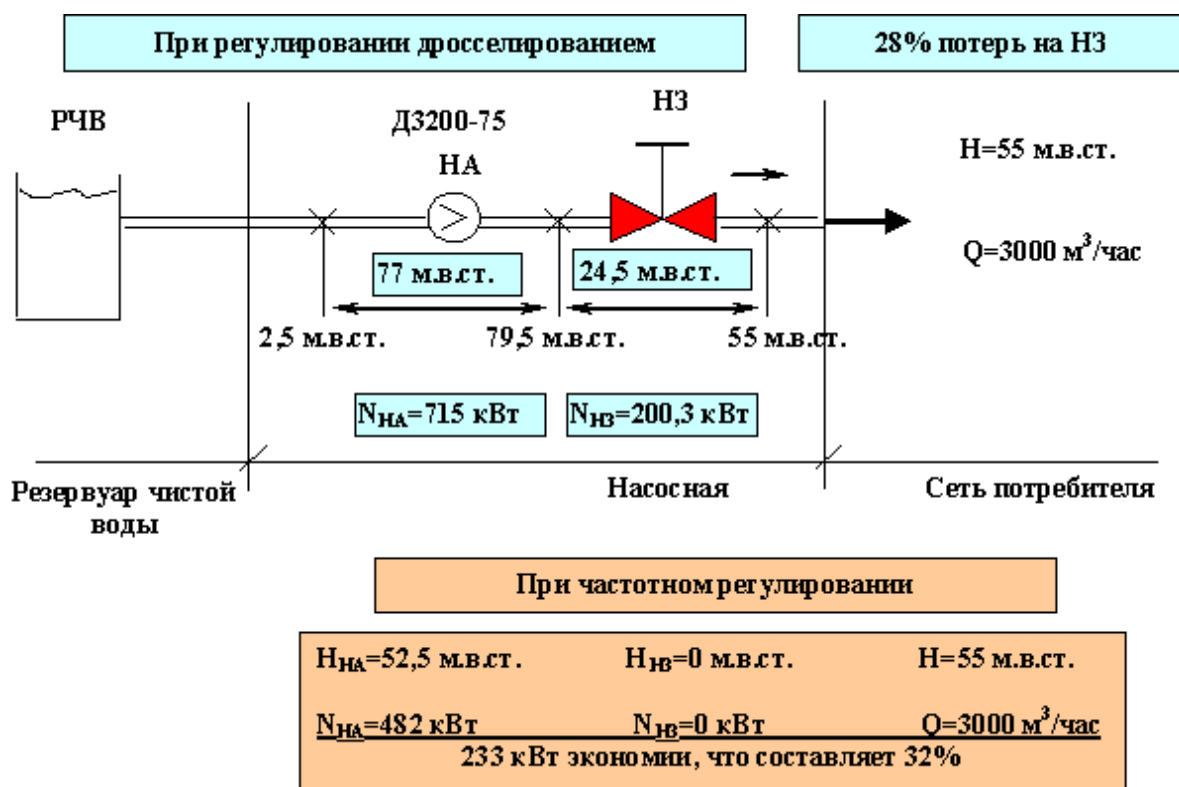


Рис.1. Сравнительный пример регулирования дросселированием и частотным регулированием.

$H_{НА}$; $H_{НЗ}$; H – напоры, соответственно, на насосном агрегате (НА); на напорной задвижке (НЗ) и на выходе насосной станции.

$N_{НА}$; $N_{НЗ}$; – мощности, соответственно, на насосном агрегате (НА) и на напорной задвижке (НЗ).

При частотном регулировании напорная задвижка полностью открыта ($H_{НЗ}=0$). Соответственно, насос должен создавать напор равный 52,5м.в.ст. С учетом изменения КПД НА в новой рабочей точке, **потребляемая насосом мощность будет равна 482кВт.**

Разница потребления мощности в этих режимах 233кВт, т.е. **величина непроизводительных затрат энергии в данном примере составляет 32%.**

В настоящее время ЧРП успешно эксплуатируются как на насосных станциях водоснабжения (ВНС), так и на насосных станциях водоотведения (КНС со старт-стопным режимом).

Опыт внедрения и эксплуатации ЧРП в течение более, чем 12 лет реально подтверждает эффективность применения частотного регулирования во всех случаях его применения, что выражается в следующем:

В системе водоснабжения – снижение потребления электроэнергии; оптимизация режимов работы водопроводной сети; сокращение потерь воды; повышение ресурса работы основного оборудования; сокращение порывов водопроводов.

В системе водоотведения - повышение ресурса работы всех составных частей технологического оборудования, системы электроснабжения и управления (за счет резкого снижения нагрузок на все элементы КНС, вследствие исключения старт-стопного режима); сокращение эксплуатационных расходов; в определенных случаях снижение потребления электроэнергии.

Максимальная единичная мощность ЧРП, установленных до 2008 года составляла 250 кВт (0,4кВ). Однако, основную долю потребления электроэнергии составляют магистральные насосные станции водоснабжения и водоотведения (насосные станции первого, второго, третьего и т.д. подъемов, а также районные и городские ГНС). В большинстве случаев они оснащены насосными агрегатами с электродвигателями напряжением 6,0-10 кВ и мощностью 315÷2500 кВт. В 2008 г. было произведено внедрение ЧРП на ВНС четвертого подъема НФС-3 мощностью 500 кВт 6,0 кВ (комплект оборудования на базе станции частотного управления серии ВСЧ500-ДТС, производства ООО «Сибирь-мехатроника», см. рис.2).

ВСЧ500-ДТС (2-х трансформаторная схема)

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ СТАНЦИИ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ



Рис. 2. Фото высоковольтного преобразователя частоты, установленного на НС-4 НФС-3.

Это первое внедрение системы частотного регулирования высоковольтными электродвигателями (6,0 кВ). Основная цель внедрения – апробирование частотного регулирования в комплексе с локальной автоматикой на магистральных насосных станциях, оценка эффективности, надежности, эксплуатационных показателей. Результаты эффективности внедрения превысили ожидаемые.

В 2009г. были обследованы режимы работы основных магистральных насосных станций водоснабжения и сделана оценка непроизводительных затрат электроэнергии (таблица 1).

Таблица 1. Основные насосные станции водоснабжения. Обозначения в таблице:

НА-насосный агрегат; НЗ-напорная задвижка.

НС-2 НФС-1:

№ п/п	Марка насоса	Марка электродвигателя	Кол-во агрегатов
1.	Д 4000 – 95 (4000 м³/ч; 95м.в.ст.)	СДН-2-16-59-6У3 (1600 кВт)	5
2.	Д 2000-100 (2000 м³/ч; 100м.в.ст.)	2АДР-800-6000-6У3 (800 кВт)	2
Усредненные режимы в сутки (будни)		Потери на НЗ	Ср. знач.
6 часов: в работе 2 НА; Н = 45м.в.ст. 8 часов: в работе 2 НА; Н = 60м.в.ст. 10 часов: в работе 2-3 НА; Н = 77м.в.ст.		Потери на НЗ = 50м (52,6%) Потери на НЗ = 35м (36,8%) Потери на НЗ = 18м (19,0%)	33,3%

НС-2 НФС-2:

№ п/п	Марка насоса	Марка электродвигателя	Кол-во агрегатов
1.	18НДС (Д2500-62) (2500 м³/ч; 62м.в.ст.)	А13-37-6 (500кВт)	2
2.	300Д90 (1080 м³/ч; 90м.в.ст.)	А114-4 (320кВт)	6
2а.	Планируется вместо 300Д90 установить 3 шт. 18НДС (Д2500-62) (2500 м³/ч; 62м.в.ст.)	А13-37-6 (500кВт)	3
Усредненные режимы в сутки (будни)		Потери на НЗ	Ср. знач.
6 часов: в работе 1 НА; Н = 35м.в.ст. 8 часов: в работе 2 НА; Н = 50м.в.ст. 10 часов: в работе 2 НА; Н = 60м.в.ст.		Потери на НЗ = 27м (43,5%) Потери на НЗ = 12м (19,35%) Потери на НЗ = 2м (3,2%)	18,7%

НС-2 НФС-3:

№ п/п	Марка насоса	Марка электродвигателя	Кол-во агрегатов
1.	18НДС (Д2500-62) (2500 м³/ч; 62м.в.ст.)	А 13-37-6 (500кВт)	6
Усредненные режимы в сутки (будни)		Потери на НЗ	Ср. знач.
6 часов: в работе 2 НА; Н = 25м.в.ст. 8 часов: в работе 3 НА; Н = 45м.в.ст. 10 часов: в работе 4 НА; Н = 60м.в.ст.		Потери на НЗ = 37м (59,7%) Потери на НЗ = 17м (27,4%) Потери на НЗ = 2м (3,2%)	25,4%

НС-3 НФС-3:

№ п/п	Марка насоса	Марка электродвигателя	Кол-во агрегатов
1.	28М12×2 (ЦН3000) (3500 м³/ч; 170м.в.ст.)	СДН 15-64-6 (2500 кВт)	5
Усредненные режимы в сутки (будни)		Потери на НЗ	Ср. знач.
6 часов: в работе 3 НА; Н = 80м.в.ст. 8 часов: в работе 3 НА; Н=87м.в.ст.м 10 часов: в работе 3 НА; Н = 110 м.в.ст.		Потери на НЗ = 90м (52,9%) Потери на НЗ = 83м (48,8%) Потери на НЗ = 60м (35,3%)	44,2%

Рассматривается вопрос реконструкции насосов

Для этих объектов была разработана программа внедрения систем частотного регулирования и выполнена проектно-сметная документация. В настоящее время ведутся монтажные работы по установке систем частотного регулирования на НС-2 НФС-3 и НС-2 НФС-1. Внедрение ЧРП на НС-2 НФС-2 и НС-3 НФС-3 планируется в 2011 году.

При принятии основных проектных решений были рассмотрены практически все возможные варианты частотного регулирования, начиная от установки ПЧ в цепь каждого электродвигателя до установки одного ПЧ только на один электродвигатель.

Первый крайний вариант соответствует технической целесообразности. Второй крайний вариант является исключительно бюджетным. В конечном итоге в каждом конкретном случае был принят свой компромиссный вариант. Определяющим фактором явилось наличие свободного места для установки оборудования в существующих помещениях.

На рис.3 приведена функциональная схема, принятая для НС-2 НФС-3 (комплект оборудования на базе станции частотного управления серии ВСЧ500-ВПЧА, производства ООО «Сибирь-мехатроника»).

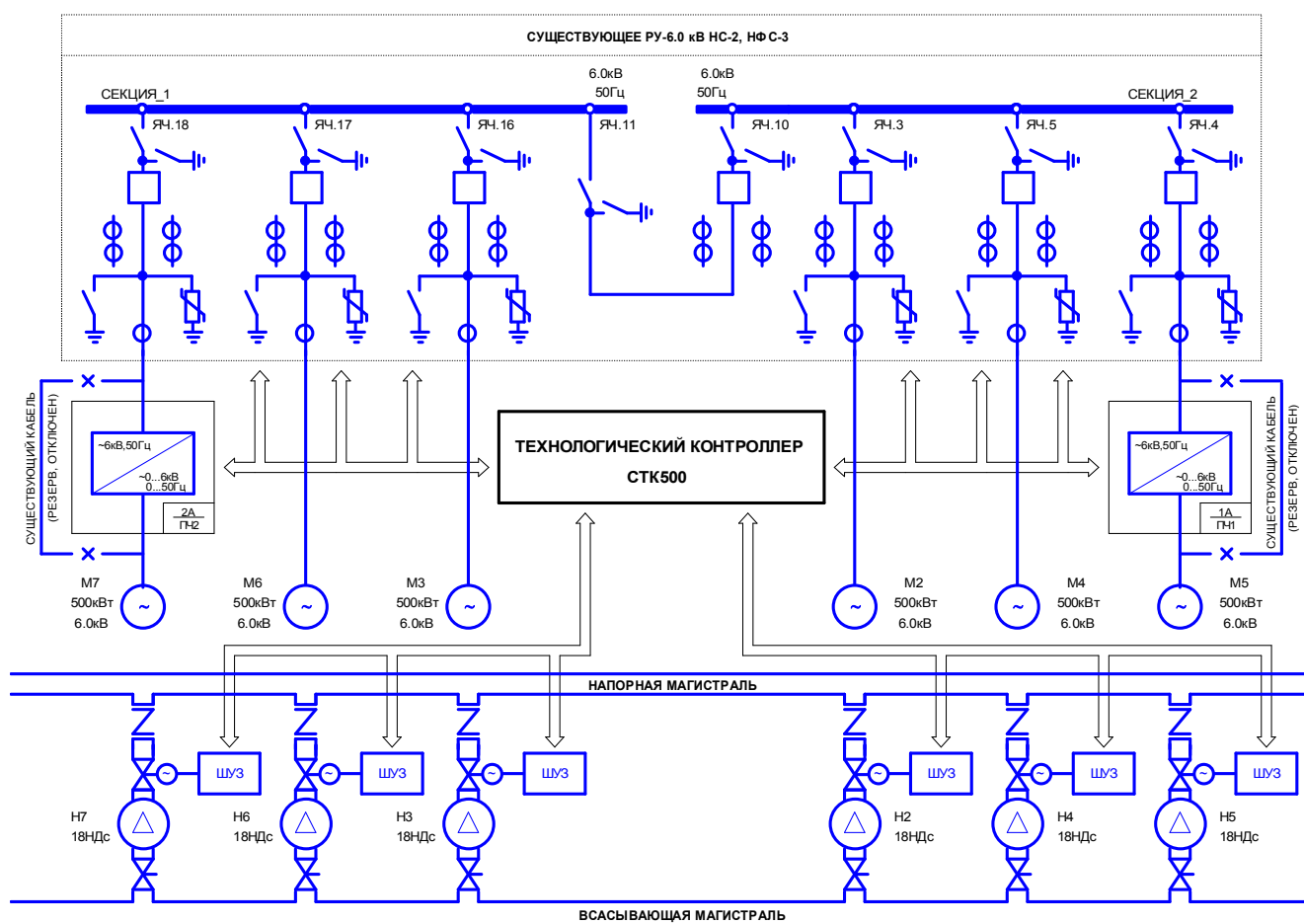


Рис.3. Функциональная схема частотного регулирования на НС-2 НФС-3.

Преобразователи частоты установлены в разрывы цепей питания двух электродвигателей. Электроприводы напорных задвижек всех насосных агрегатов оснащены блоками управления серии СР210 (на схеме - ШУЗ), что обеспечивает возможность параллельной работы насосных агрегатов с частотным регулированием и без частотного регулирования (рис.4). Блоки СР210 работают в автоматическом режиме, исключая перегрузку насосного агрегата (по току электродвигателя насосного агрегата).

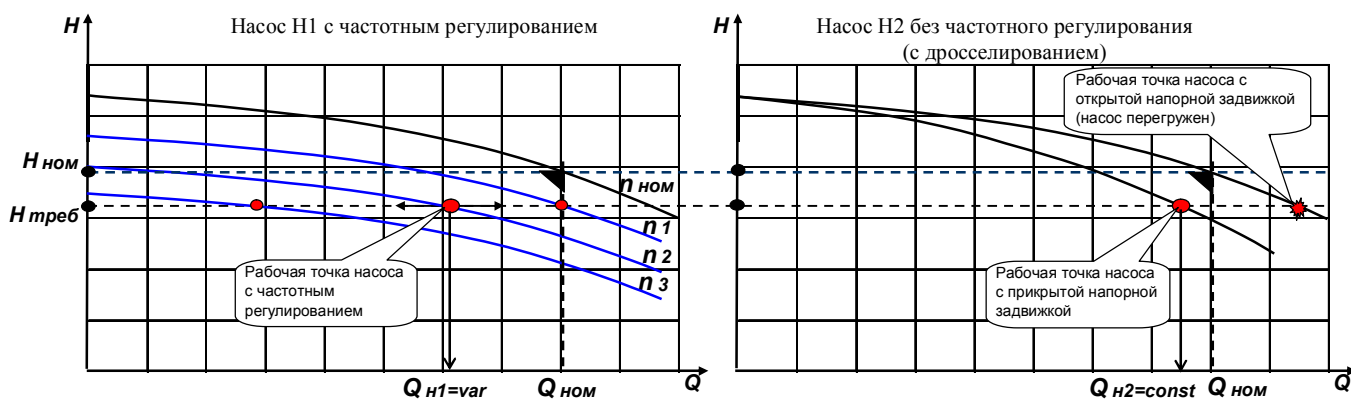


Рис.4. Параллельная работа двух НА: один с ЧР, второй с дросселированием.

При изменении расхода рабочая точка насоса **НА1 перемещается по прямой** пропорционально изменению расхода, а рабочая точка насоса **НА2 зафиксирована** на характеристике, заданной положением напорной задвижки, в точке, соответствующей $H=H_{\text{треб}}$. Положение напорной задвижки автоматически регулируется блоком СР210,

таким образом, чтобы ток приводного электродвигателя

НА2 был равен заданному значению

(обычно близко к номинальному).

Автоматическое управление и контроль за насосным оборудованием, включая задвижки, осуществляется с помощью технологического контроллера СТК500 и соответствующего комплекта датчиков.



Рис. 5. Фото технологического контроллера СТК500.

