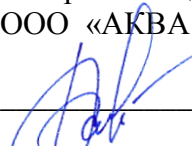


УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «АКВА МИРАС»


Р.Р. Халитов

30 мая 2014г.



Отчёт

«Расчёт прогнозных данных по экономии электроэнергии от реализации энергосберегающих мероприятий для насосной установки II-ого подъема технической и производственной воды ЗАО «Челныводоканал»»

Исполнитель:  к.т.н. Чебанов В.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Термины и определения	3
Введение	4
1. Исходные данные для расчетов и анализа режимов работы и энергопотребления насосной установки.....	7
2. Расчет прогнозного энергопотребления насосной установки	8
3. Анализ технических решений по созданию энергосберегающей системы автоматического управления (САУ) насосной установки с использованием ЧРП	10
Заключение.....	12
Литература.....	14

Термины и определения.

1. Насосная установка – комплекс оборудования, обеспечивающий работу насосов в требуемом режиме и состоящий из одного и или нескольких насосных агрегатов, трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры, контрольно-измерительной аппаратуры, а также аппаратуры управления и защиты.

2. Фактическая годовая подача насосной установки – объем подаваемой насосами воды за год, измеренный расходомерами, установленными на напорных трубопроводах насосной станции.

3. Расчетная годовая подача насосной установки - объем подаваемой насосами воды за год, рассчитанный по модели насосной установки.

4. Фактическое годовое потребление электроэнергии насосной установкой – суммарная величина электроэнергии потребляемой за год, измеренная счетчиками электроэнергии каждого насоса насосной установки.

5. Расчетное годовое потребление электроэнергии насосной установки – величина электроэнергии, затрачиваемая на подачу воды за год, рассчитанная по модели насосной установки для различных режимов. Например, для регулирования подачи воды дросселированием напорных задвижек или для применения в насосной установки частотно-регулируемого привода (ЧРП), а также для случаев замены типа насосов или для изменения комбинации работающих насосов.

6. Теоретическое минимальное годовое потребление электроэнергии насосной установки – величина электроэнергии, затрачиваемая на подачу воды за год, рассчитанная по модели насосной установки при условии, что геометрическим местом рабочих точек насосов является кривая характеристики эквивалентного водовода, а КПД насосов при изменении подачи остаются равными номинальному значению.

7. Потенциальная экономия электроэнергии – разность между фактическим и теоретическим минимальным годовым потреблением электроэнергии насосной установкой.

8. Расчетная (прогнозная) экономия электроэнергии – разность между фактическим и расчетным годовым потреблением электроэнергии насосной установки.

9. Реализация потенциальной экономии электроэнергии – отношение величины расчетной (прогнозная) экономии электроэнергии к величине потенциальной экономии электроэнергии.

10. Текущий коэффициент полезного действия (кпд) параллельно работающих двух насосов определяются по формуле:

$$\eta_{1..n} = (Q_1^I + Q_2^I) / (Q_1^I / \eta_1 + Q_2^I / \eta_n),$$

где - η_1 и η_2 кпд соответственно 1 и 2 насоса при работе в режиме текущей подачи Q_1^I и Q_2^I .

11. Средний (за год) кпд насосов определяется по формуле:

$$\eta_{ср.} = (\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_n) / n,$$

где - $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ текущее значение кпд параллельно работающих насосов в режиме подачи насосной установки Q_1, Q_2, \dots, Q_n

n - число членов арифметической прогрессии, которые соответствуют возрастающему ряду дискретных значений расходов в диапазоне подачи насосной установки.

Введение.

Настоящая работа выполнена на безвозмездной основе для Центра энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете министров РТ.

Цель работы: предоставить возможность оценить точность расчётных (прогнозных) данных ООО «АКВА МИРАС» по экономии электроэнергии от реализации энергосберегающих мероприятий для насосных установок.

Одним из значительных потребителей электроэнергии в нашей стране являются насосные установки систем водоснабжения и водоотведения предприятий жилищно-коммунального хозяйства. Наиболее эффективным способом экономии электроэнергии в насосных установках, работающих с переменной подачей, является применение частотно-регулируемого привода (ЧРП). Однако, при использовании ЧРП на насосных установках в системах водоснабжения и водоотведения, в одних случаях его установка приводит к ощутимой экономии энергии, в других – она незначительна, в-третьих, установка частотно-регулируемого привода не обеспечивает получение её экономии. Эти факты являются следствием, того что на практике чаще всего ограничиваются технически наиболее простым и не всегда экономически эффективным способом управления насосными установками, таким как, автоматическая стабилизация давления на напорном коллекторе. Вопрос о том, какова же общая величина потенциала экономии электроэнергии на данном объекте и какая ее часть реализована фактически, как правило, не рассматривается. Такой подход к разработке и реализации энергосберегающих мероприятий приводит к тому, что значительная часть потенциала экономии электроэнергии в насосной установке даже после установки частотно-регулируемого электропривода может остаться не реализованной. Основными причинами такого положения является:

1). Отсутствие законодательно утверждённого в нормативных документах объективного критерия для оценки энергоэффективности работы насосных установок систем водоснабжения и водоотведения - "теоретическое минимальное энергопотребление насосной установки", как «точка отчета» для определения потенциала энергосбережения в виде разности фактических затрат энергии, потребляемой насосной установкой, и значением теоретического минимального энергопотребления.

2). Несовершенство государственной тарифной политики для организаций водоснабжения и водоотведения и, как следствие, отсутствие заинтересованности последних в реальной экономии электроэнергии и формальному отношению к внедрению ЧРП.

3). Отсутствие понимания, что внедрение частотно-регулируемого электропривода для насосных установок систем водоснабжения и водоотведения только часть комплекса мероприятий, позволяющих снизить энергопотребление. Экономить электроэнергию можно не только за счет снижения избыточных напоров, но и путем повышения средних значений КПД насосных установок, что, в первую очередь, достигается подбором насосов в соответствии с режимом работы водопроводной или канализационной сети. Также на величину КПД насосной установки в заданном диапазоне расходов существенно влияет количество работающих регулируемых насосов и алгоритмы их взаимодействия с нерегулируемыми насосами.

Исходя из вышесказанных положений, разработка энергосберегающих мероприятий для насосных установок, выполняемых ООО «АКВА МИРАС», включает в себя следующие основные этапы:

1. Обследование, сбор и обработку информации о характеристиках и режимах работы насосной установки.
2. Моделирование* процесса энергопотребления насосной установки.
3. Калибровку модели** энергопотребления насосной установки и расчет потенциально возможной экономии электроэнергии в зависимости от существующего способа регулирования подачи воды:
 - дросселированием задвижек на напорном патрубке;
 - включением/отключением насосных агрегатов;
 - регулированием частоты вращения рабочего колеса насоса с применением частотно-регулируемого электропривода;
4. Энергетический и экономический анализ модели энергопотребления виртуальной насосной установки (модель, которой возможно заменить реальную насосную установку) для множества разных условий эксплуатации:
 - разного типа насосных агрегатов;
 - разного числа насосных агрегатов с ЧРП;
 - различного сочетания числа регулируемых и нерегулируемых насосных агрегатов;
 - различных диапазонов подачи воды насосной установкой;
5. Разработку оптимальных технических решений для создания энергосберегающей системы автоматического управления (САУ) насосной установки:
 - выбор типа насосных агрегатов;
 - выбор числа и типа ЧРП;
 - повышение КПД насосной установки;
 - расчет алгоритма взаимодействия регулируемых и нерегулируемых насосных агрегатов;
 - выбор аппаратуры управления (шкафов автоматики) насосными агрегатами;
6. Разработку плана мероприятий по созданию энергосберегающей САУ насосной установки: определение перечня и последовательности этапов инвестиций, проектирования, закупки оборудования и реализации САУ.

* Модель процесса энергопотребления насосной установки – это численная модель, реализованная в виде программно-аналитического комплекса моделирования и анализа влияния режимов работы и параметров насосных агрегатов на энергопотребление насосной установки в целом, разработанного нашим сотрудником к.т.н. В.Б. Чебановым [Л1,Л2]. Результат моделирования – определение текущего и интегрального значений энергопотребления насосной установки при подаче воды достигается путем численного расчета системы общеизвестных уравнений гидравлики и энергетики насосов, водоводов и регулируемого электропривода [Л3,Л4]. В систему уравнений также входят оригинальные экспериментальные зависимости, которые заимствованы из разработанной д.т.н. Б.С. Лезновым «Методики оценки эффективности применения регулируемого привода в водопроводных и канализационных насосных установках» [Л5].

** Калибровка модели энергопотребления - уточнение диапазона подачи воды и параметров эквивалентного водовода при сопоставлении расчетных данных с данными фактических значений годовой подачи и энергопотребления действующей насосной установки.



Технология энергоаудита ООО «АКВА МИРАС» позволяет проводить расчеты и анализ энергетических режимов работы насосной установки, как с регулируемым электроприводом, так и без него, а также для случаев, когда применяются различные по типу и количеству насосные агрегаты. В процессе расчетов определяется величина потенциальной (теоретически возможной) экономии электроэнергии в реальной насосной установке и та её часть, которую можно получить практически путем создания энергосберегающей САУ частотно-регулируемым приводом насосной установки. Полнота реализации потенциальной экономии в насосной установке с ЧРП зависит от параметров насосных агрегатов и их количества, от количества насосных агрегатов, оборудованных ЧРП, от диапазона подачи воды, от КПД насосной установки, от алгоритма взаимодействия работающих регулируемых и нерегулируемых насосов. Поэтому для насосных установок, в которых одновременно работают два и более насоса, сами расчеты и их результаты многовариантны. С помощью технологии энергоаудита ООО «АКВА МИРАС» можно определить, какой фактор или факторы в конкретной насосной установке являются важнейшими для достижения максимальной величины фактической экономии электроэнергии. В общем случае эти факторы могут быть различными. В одном случае, для получения максимальной фактической экономии электроэнергии насосную установку достаточно оснастить ЧРП с САУ. В другом случае, дополнительно потребуется замена существующих насосных агрегатов, причем, экономия, достигаемая заменой насосов, может превосходить величину экономии от применения ЧРП. В третьем случае, для поддержания высокого КПД насосной установки требуется разработать определенный алгоритм взаимодействия нескольких насосных агрегатов, обеспечивающий требуемую подачу воды и т.д.

Выявление всех факторов фактической экономии электроэнергии позволяют осуществлять при необходимости энергосберегающие мероприятия поэтапно, определяя для реализации каждого фактора экономии фактическую экономию, стоимость оборудования и строительно-монтажных работ, объём инвестиций и срок их окупаемости.

Такой подход к определению и к реализации потенциала экономии электроэнергии является наиболее прогрессивным при определении сроков окупаемости инвестиций, особенно, в энергосервисных контрактах и частно-государственных проектах и может стать базовым в реализации концепции оперативного управления городским хозяйством «Умный город» в части систем водоснабжения и водоотведения.

В настоящей работе для оценки достоверности прогнозных (расчётных) данных ООО «АКВА МИРАС» по экономии электроэнергии от реализации энергосберегающих мероприятий для насосных установок по предложению Центра энергосберегающих технологий Республики Татарстан при Кабинете министров РТ выбрана насосная установка 2-го подъема технической и производственной воды ЗАО «Челныводоканал» (г.Набережные Челны, Республика Татарстан). Данные о гидравлических режимах работы насосной установки представлены для периодов до внедрения и после внедрения ЧРП в 2011г. Расчет энергопотребления насосной установки после внедрения ЧРП и определение прогнозной экономии электроэнергии является результатом настоящей работы. Полученные результаты позволяют сравнить прогнозные

данные с фактической экономией электроэнергии после внедрения ЧРП для насосной установки 2-го подъема технической и производственной воды ЗАО «Челныводоканал» и сделать выводы о достоверности прогнозных расчетов. Другой результат настоящей работы состоит в том, что выбор типа насосного агрегата, рекомендуемого для подключения к ЧРП, обоснован конкретными расчетами. Это позволяет на количественном уровне сравнить реализованное в ЗАО «Челныводоканал» техническое решение с решениями, рассчитанными ООО «АКВА МИРАС», чтобы оценить перспективы энергосбережения в рассматриваемой насосной установке.

В соответствии с поставленной задачей для насосной установки 2-го подъема технической и производственной воды ЗАО «Челныводоканал» в отчёте выполнены следующие работы:

1. Построены графики совместной работы разнотипных насосов и сети.
2. Произведен расчет величины потенциальной (теоретически возможной) экономии электроэнергии.
3. Произведен расчет величины практически достижимой (прогнозной) экономии электроэнергии от применения ЧРП для разного типа насосов.
4. Вычислены средние значения КПД насосной установки с применением ЧРП и без применения ЧРП и для разного типа насосов.
5. Построены графики изменения КПД насосов при регулировании подачи воды с применением ЧРП.
6. Произведены расчеты, позволяющие выбрать тип насоса, наилучшим образом удовлетворяющего условию энергосберегающей надежности насосной установки.

1. Исходные данные для расчетов и анализа режимов работы и энергопотребления насосной установки

Источниками исходных данных для расчетов и анализа являются:

- отчёт ЗАО «УК Энергосервис» - Промышленная Группа Приводная Техника» по теме «Разработка и реализация энергосберегающей САУ на основе использования регулируемого электропривода». Работа была выполнена в 2010г. для обоснования применения частотно-регулируемого привода (ЧРП) в насосной установке 2-го подъема технической и производственной воды ЗАО «Челныводоканал». Соисполнитель отчета: ООО «Ягорба», г.Москва, рецензент: д.т.н. Б.С. Лезнов, ОАО «НИИ ВОДГЕО», г.Москва;

- данные опросного листа для насосной установки 2-го подъема технической и производственной воды ЗАО «Челныводоканал» по состоянию на май 2014г;

1. По данным отчета ЗАО «УК Энергосервис» рассматриваемая насосная установка (по состоянию на 2010г.) характеризуется следующими показателями:

1.1. Установка оснащена пятью насосными агрегатами Д4000-95 (22НДС). У трех насосов подрезаны рабочие колеса: 765, 740 и 700 мм. Технические данные насосных агрегатов приведены в табл. 1:

Технические данные насосных агрегатов

Таблица 1

№ насосного агрегата	22	23	24	25	26
Тип насоса	Д4000-95 (22НДС)	Д4000-95 (22НДС)	Д4000-95 (22НДС)	Д4000-95 (22НДС)	Д4000-95 (22НДС)
Номинальная подача, м ³ /час	4700	4700	4700	4700	4700
Номинальное давление, м. вод.ст.	95	95	95	95	95
Частота вращения насоса, об/мин	1000	1000	1000	1000	1000
КПД насоса, %	92	92	92	92	92
Диаметр рабочего колеса, мм	825	740	765	700	825
Тип электродвигателя	СДН-2-16-49-6У3				
Мощность электродвигателя, кВт	1250				
Напряжение электродвигателя, кВ	6				
Ток статора двигателя, А	139				
Кратность пускового тока	7				
Частота вращения двигателя, об/мин	1000				
КПД двигателя, %	95,9				
Коэффициент мощности	0,9				

1.2 Минимальная подача насосной установки составляет – 2400 м³/час, максимальная – 3850 м³/час.

1.3 Гидравлическое сопротивление водовода, на который работает насосная установка, равно 2,86 с²/м⁵, а статическое противодействие в сети – 53,7м.

1.4 Для экономии электроэнергии предложено пять вариантов применения в насосной установке частотно-регулируемого электропривода (ЧРП). Наиболее перспективными являются вариант №1 и вариант №3а, когда ЧРП оснащаются насосы Д4000-95-2 и 2Д3200-75а-2, соответственно.

1.5 Ожидаемая экономия от внедрения ЧРП составляет 1600 тыс.кВт.ч/год.

2. Согласно данным опросного листа по состоянию на май 2014г на насосной установке реализовано техническое решение по варианту №3а и произошли следующие изменения:

2.1 На насосных агрегатах №23 и №26 насосы 22 НДС заменены на насосы Д3200-75а-2.

2.2 Установлен один частотный преобразователь типа ВЧРП производства ЗАО «НТЦ Приводная Техника», который может подключаться к любому из двух насосных агрегатов Д3200-75а-2.

2.3 Минимальная подача насосной установки составляет – 1200 м³/час, максимальная – 4100 м³/час.

2. Расчет прогнозного энергопотребления насосной установки

До внедрения в 2011г ЧРП на насосной установке 2-го подъема технической и производственной воды регулирование подачи осуществлялось преимущественно дросселированием задвижкой на напорном трубопроводе насоса №23 типа Д4000-95 с рабочим колесом 740мм (8043 часа в год). Ввиду отсутствия фактических данных по годовому энергопотреблению насосной установки, для определения экономии электроэнергии от применения ЧРП

будем использовать расчётные значения годового энергопотребления.

Так как в указанных выше источниках данных приведены разные значения диапазонов подач насосной установки, то расчет (прогноз) экономии электроэнергии от оснащения ЧРП насоса Д3200-75а-2 выполним для двух случаев:

- для диапазона подачи воды 2400 м³/час – 3850 м³/час (согласно данным отчета ЗАО «УК Энергосервис»)

- для диапазона подачи воды 1200 м³/час – 4100 м³/час (согласно данным опросного листа на май 2014г)

Одновременно можно будет показать, как зависит величина экономии электроэнергии от диапазона подачи воды насосной установки.

Результаты расчетов гидравлических и энергетических параметров с помощью программно-аналитического комплекса моделирования и анализа влияния режимов работы и параметров насосных агрегатов на энергопотребление насосной установки приведены в табл. 2, 3.

Таблица 2.

Тип насоса, диаметр рабочего колеса	Способ регул. подачи	Подача, м ³ /час		Годовая подача, тыс.м ³	Годовое потребление электроэнергии, тыс.кВт.ч		Экономия энергии тыс.кВт.ч/год			Реализация потенциала экономии	Среднее кпд насосов
		Min	Max	Расчетная	Теоретич. Min возможное	Расчетное	Потенциальная	Прогноз	%	%	
Д4000-95б-2, 740 мм	дресселирование	2400	3850	27346	-	7348	-	-	-	-	0,842
Д3200-75а-2, 705 мм	ЧРП	2400	3850	27346	5075	5642	2273	1736	23,6	76	0,847

Из табл. 2 видно, что при регулировании подачи насосной установки в диапазоне от 2400 м³/час до 3850 м³/час дросселированием насоса Д4000-95-2 расчетное (базовое) потребление электроэнергии за год составляет 7348 тыс. кВт.ч. Расчетная (прогнозная) экономия электроэнергии для насоса Д3200-75а-2 с ЧРП (вариант №3а) составляет 1736 тыс.кВт.ч/год (23,6% по отношению к базовому значению годового энергопотребления). Реализованная часть потенциальной экономии, которую можно получить практически в этих условия составляет 76% (от величины потенциальной экономии равной 2273 кВт.ч/год).

Таблица 3.

Тип насоса, диаметр рабочего колеса	Способ регул. подачи	Подача, м ³ /час		Годовая подача, тыс.м ³	Годовое потребление электроэнергии, тыс.кВт.ч		Экономия энергии тыс.кВт.ч/год			Реализация потенциала экономии	Среднее кпд насосов
		Min	Max	Расчетная	Теоретич. Min возможное	Расчетное	Потенциальная	Прогноз	%	%	
Д4000-95б-2, 740 мм	дресселирование	1200	4100	22841	-	6737	-	-	-	-	0,766
Д3200-75а-2, 705 мм	ЧРП	1200	4100	22841	4215	4820	2521	1913	28,5	76	0,814

Из табл. 3 видно, что при регулировании подачи насосной установки в диапазоне от 1200 м³/час до 4100 м³/час дросселированием насоса Д4000-95-2 расчетное (базовое) потребление электроэнергии за год составляет 6737 тыс. кВт.ч. Расчетная (прогнозная) экономия электроэнергии для насоса Д3200-75а-2 с ЧРП (вариант №3а) составляет 1913 тыс.кВт.ч/год (28,5% по отношению к базовому значению годового энергопотребления). Реализованная часть

потенциальной экономии, которую можно получить практически в этих условия составляет 76% (от величины потенциальной экономии равной 2521 кВтч/год).

Таким образом видно, что экономия электроэнергии при неизменном составе оборудования насосной установки зависит от режима ее работы - диапазона подачи воды. В конкретном случае, переход от диапазона подач 2400-3850 м³/час к диапазону 1200-4100 м³/час привел к увеличению экономии электроэнергии почти на 180 тыс.кВт.ч/год, с 1736 тыс.кВт.ч/год до 1913 тыс.кВт.ч/год.

3. Анализ технических решений по созданию энергосберегающей САУ насосной установки с использованием ЧРП

Внедрение частотно-регулируемого привода в насосной установке окупается лишь в тех случаях, когда можно гарантировать стабильное получение экономии на всех режимах работы установки, как характерных на текущий момент внедрения ЧРП, так и в перспективе, при увеличении подач и напоров. Способность обеспечить стабильные показатели экономии электроэнергии на широком диапазоне изменения подач и напоров можно охарактеризовать как *энергосберегающую надежность* насосной установки с ЧРП. Мерой энергосберегающей надежности следует считать величину экономии электроэнергии. Теория и практика показывает, что для данной насосной установки с ЧРП эта величина не является постоянной, а зависит от диапазона подач и напоров. В свою очередь стабильность показателя экономии электроэнергии на различных диапазонах подач зависит от того, насколько правильно подобрано оборудование и каким образом осуществляется управление насосной установкой. Существуют показатели, которые прямо позволяют оценить правильность выбора оборудования и управления насосной установкой. Такими показателями являются средняя величина КПД насосов, текущие значения КПД и мощности на диапазоне подач насосной установки.

Чтобы показать, как влияет выбор оборудования на экономию электроэнергии в насосной установке, произведем расчеты для условий оснащения ЧРП насосов Д4000-95-2 и Д3200-75а-2 для диапазона подачи воды от 3000 м³/час до 4500 м³/час. Такой режим подачи вполне возможен на ближайшую перспективу эксплуатации установки. Для анализа этого режима построим графики совместной работы упомянутых насосов и водовода:

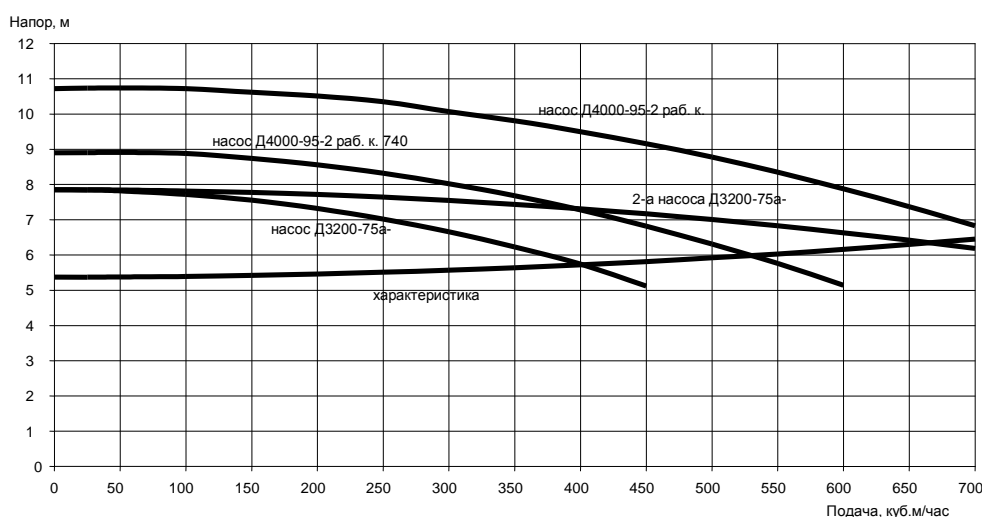


Рис 1. Графики совместной работы насосов и водовода

Из графика совместной работы насосов и водовода (см. рис.1) видно, что при расходе около 4100 м³/час возможности насоса Д3200-75а-2 с ЧРП для дальнейшего увеличения подачи исчерпаны. Для повышения подачи требуется подключить второй насос – нерегулируемый насос Д3200-75а-2. Поэтому в варианте №3а оснащения ЧРП насоса Д3200-75а-2 расход равный 4100 м³/час можно назвать «критической точкой». В этой точке происходит резкое изменение энергетических характеристик насосной установки.

С помощью программно-аналитического комплекса, произведем расчеты энергопотребления, экономии электроэнергии, среднего и текущего значений кпд насосов для диапазона подач насосной установки от 3000 м³/час до 4500 м³/час. Результаты расчетов приведены в табл. 4 и на рис. 2:

Таблица 4.

Тип насоса, диаметр рабочего колеса	Способ регул. подачи	Подача, м3/час		Годовая подача, тыс.м3	Годовое потребление электроэнергии, тыс.кВт.ч		Экономия энергии тыс.кВт.ч/год			Реализация потенциала экономии	Среднее кпд насосов
		Min	Max		Расчетная	Теоретич. Min возможное	Расчетное	Потенциальная	Прогноз	%	
Д4000-956-2, 740 мм	дресселирование	3000	4500	32702	-	8215	-	-	-	-	0,86
Д3200-75а-2, 705 мм	ЧРП	3000	4500	32702	6170	7366	2045	849	10,3	41,5	0,78
Д4000-956-2, 816 мм	ЧРП	3000	4500	32702	5974	6608	2241	1607	19,6	72	0,87

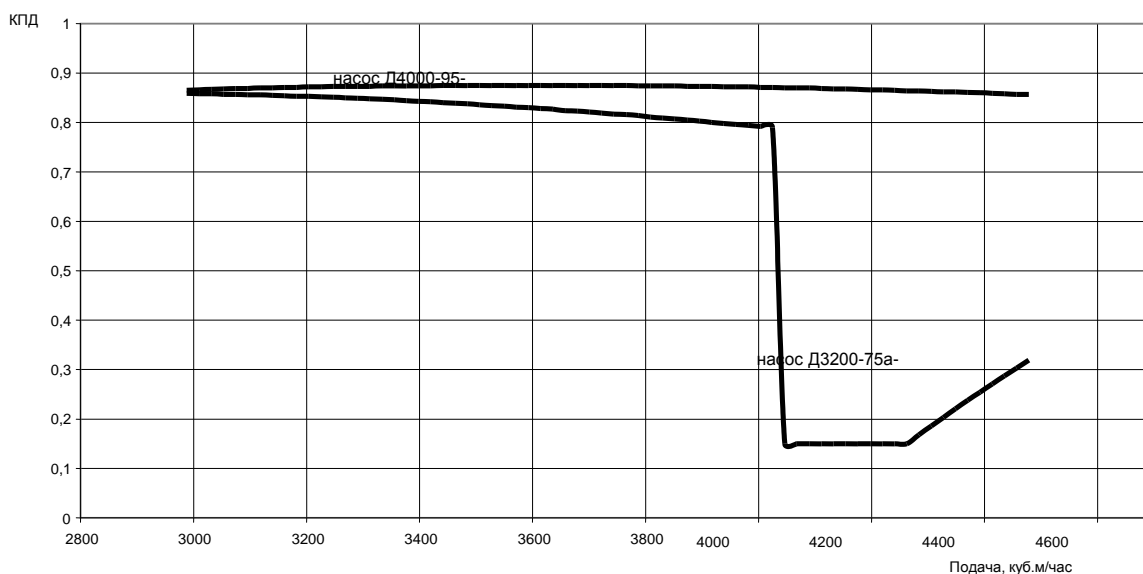


Рис.3 График изменения кпд насосов с ЧРП

Из табл. 4 видно, что экономия электроэнергии насосной установки при подаче воды в диапазоне от 3000 м³/час до 4500 м³/час для насоса Д4000-95-2 с ЧРП (вариант №1) на много больше, чем для насоса Д3200-75а-2 с ЧРП (вариант №3а) и составляет 1607 тыс.кВт.ч/год (19,6%) и 849 тыс.кВт.ч/год (10,3%), соответственно. Такой результат является следствием существенного различия средних значений кпд работающих насосов: равного 0,87 для насоса Д4000-95-2 с ЧРП и равного 0,78 в случае регулирования подачи двумя насосами Д3200-75а-2, один из которых оснащен ЧРП (см. табл.4). Очень низкое значение имеет текущий кпд регулируемого насоса Д3200-75а-2 при подачах насосной установки в зоне после 4100 м³/час, т.е. после «критической точки», когда происходит подключение второго нерегулируемого насоса Д3200-75а-2 (см. рис 2). При

малых подачах кпд регулируемого насоса Д3200-75а-2 резко падает и лишь при подачах более 4200 м³/час начинает повышаться.

Из данных табл. 4 и графика на рис.3 следует, что в диапазоне подач от 3000 м³/час до 4500 м³/час на величину экономии электроэнергии насосных установок влияет не только устранение потерь давления на задвижке, но и величина текущего значения кпд насоса с ЧРП. В данном случае у насоса Д4000-95-2 с ЧРП величина кпд существенно выше, чем у насоса Д3200-75а-2 с ЧРП. Влияние кпд на экономию электроэнергии показывает, чтобы реализовать потенциально возможную экономию электроэнергии, которая присутствует на объекте, недостаточно применить только частотно-регулируемый привод. Необходимо правильно подобрать насосы с учетом текущего и перспективного режимов работы насосной установки.

По этим обстоятельствам на диапазоне подач 3000...4500 м³/час для разных типов насосов доля потенциальной экономии электроэнергии, которую возможно получить практически, существенно отличается (см. табл.4).

Далее, сравним вариант №1 и вариант №3а ЗАО «УК Энергосервис» создания энергосберегающей САУ с использованием ЧРП насосной установки по двум показателям: экономии электроэнергии и срокам окупаемости.

По отчету ЗАО «УК Энергосервис» затраты на внедрение и сроки окупаемости вариантов имеют следующие значения:

- вариант №1: затраты на реализацию варианта составляют 11,49 млн.руб., в том числе стоимость оборудования 9,8 млн.руб. Срок окупаемости энергосберегающей САУ с учетом амортизационных отчислений составляет 6,8 года.

- вариант №3а: затраты на реализацию варианта составляют 12,252 млн.руб., в том числе стоимость оборудования 10,764 млн.руб. Срок окупаемости энергосберегающей САУ с учетом амортизационных отчислений составляет 7,6 года.

Поэтому, по результатам проведенных расчетов и данным стоимости энергосберегающих САУ на насосной установке 2-го подъема технической и производственной воды ЗАО «Челныводоканал» для реализации предпочтительней вариант №1.

Заключение:

1. Выполнены прогнозные расчеты экономии электроэнергии, средних значений кпд насосов, мгновенных значений кпд и мощности насосных установок, оборудованными ЧРП и насосами Д4000-95-2 (вариант №1), а также насосами 2Д3200-75а-2 (вариант №3а) для трех диапазонов подачи воды 1200...4100м³/час, 2400...3850м³/час и 3000...4500м³/час.
2. Прогноз годовой экономии электроэнергии для реализованного на насосной установке в 2011г варианта №3а с насосами Д3200-75а-2 при подаче воды в диапазоне:
 - от 1200 м³/час до 4100 м³/час составляет 1913 тыс.кВт.ч/год (28,5%)
 - от 2400 м³/час до 3850 м³/час составляет 1736 тыс.кВт.ч/год (23,9%)

3. Прогноз годовой экономии электроэнергии на насосной установке при возможном в перспективе изменении диапазона подач от 3000 м³/час до 4500 м³/час составляет:
 - для насоса Д4000-95-2 (вариант №1) - 1607 тыс.кВт.ч/год (19,6%)
 - для насосов Д3200-75а-2 (вариант №3а) - 849 тыс.кВт.ч/год (10,3%)
4. Доля экономии электроэнергии, которую возможно практически получить в данной насосной установке колеблется от 41% до 78% от потенциально возможной экономии и зависит от диапазона подачи воды и типа насосов, которые выбраны для оснащения ЧРП.
5. Вариант №1, когда регулируемым электроприводом оснащают насос Д4000-95-2, предпочтителен, чем Вариант 3-а, когда регулируемым электроприводом оснащают насос Д3200-75а-2, так как Вариант 1 обеспечивает стабильно высокую экономию электроэнергии при повышении напоров и подач насосной установки, т.е. обладает большей энергосберегающей надежностью.

Литература

1. Чебанов В.Б. «Системы автоматического управления насосными станциями», «Водоснабжение и санитарная техника» №1.1994г.
2. Чебанов В.Б. «Технико-экономические аспекты применения регулируемого электропривода в насосных установках», «Водоснабжение и санитарная техника» №1.2012г.
3. Турк В.Н., Минаев А.В., Карелин В.Я. «Насосы и насосные станции. Учебник для вузов». М., Стройиздат, 1976 г.
4. Черкасский В.М. «Насосы, вентиляторы, компрессоры. Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов». М., Энергоиздат, 1984г.
5. Лезнов Б.С. «Методика оценки эффективности применения регулируемого электропривода в водопроводных и канализационных насосных установках». Машиностроение, М., 2011.

Общество с ограниченной ответственностью «АКВА МИРАС»

Россия, 141108, Московская область, г.Щёлково, Пролетарский пр-т, д.3, оф.1

Тел.: +7 (495) 767-24-74, (495) 789-92-36

Сайт: www.akvamiras.ru Электронная почта: info@akvamiras.ru

