



8. Современные мобильные технологии NOTEBOOK CENTER. Электронный журнал «Радио Лоцман». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.notebook-center.ru/articles_89.html Дата обращения: 21.03.2018.
9. Бутаков Н.А. Инерциальная навигация мобильных устройств (диссертация магистра). [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.linkstore.ru/articles/inertial_navigation.pdf Дата обращения: 21.03.2018.
10. Пестров Е.А. «Анализ и обработка данных акселерометра для задачи распознавания движения мобильным устройством». Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова. Москва. 2012. С.24. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.linkstore.ru/accelerometer.pdf> Дата обращения: 14.03.2018.
11. Дрыгин, М.Ю. Аппаратно-программный комплекс позиционирования в пространстве функциональных элементов горных машин/ М.Ю. Дрыгин, Н.П. Курьшкин, Я.Е. Мещеряков, О.В. Любимов//Вестник КузГТУ, 2014, №5. -С. 28-31.

Ш.Т. Дадабаев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАСОСА

(Худжандский политехнический институт таджикского технического университета имени академика М.Осими)

Оросительные насосные станции первого подъёма производят передачу больших объёмов воды на дальние расстояния и служат для орошения земель. Агрегаты оросительных насосных станций имеют большие мощности и обычно значительный запас напора. Подача воды в насосных агрегатах не регулируется, что приводит к значительным затратам и расходам. Сегодня энергосберегающие технологии внедряются во все отрасли народного хозяйства и насосные станции не исключения [1, 4].

В данной статье объектом исследования был принят оросительная насосная станция первого подъёма АНС-1 которая расположено в Аштском районе Республики Таджикистан. Данный объект служит для орошения земель сельского хозяйства данного района. Проектная производительность насосной станции АНС-1 составляет 1,77 млн.м³ воды в сутки. В машинном зале АНС-1 установлено 4 электродвигателя серии ВДС2-325 с мощностью $P_{ном}=8000$ кВт. Вертикальные центробежные насосы типа 1200В-6.3/100-А (52В-11), имеют следующие характеристики: $Q=22600$ м³/час, $H=88$ м., КПД 88%, $n_{ном}=375$ об/мин., диаметр рабочих колес 2200 мм.



С целью дальнейшего исследования и математического описания технологических процессов станции АНС-1, создано технологическая схема данного объекта, которая приведена на рисунке 1.

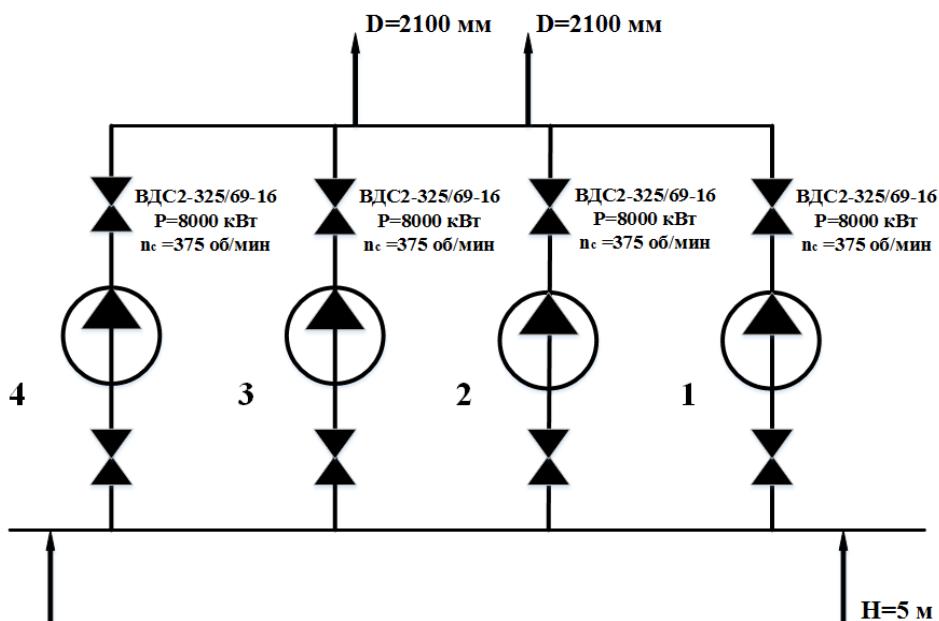


Рис. 1. Технологическая схема оросительной насосной станции первого подъема АНС-1

Вода поступает к рабочим колесам насоса из реки Сырдарья с напором 5 м, и пуск насосов выполняется только на открытую задвижку. После агрегата вода с напором 88 м поступает в стальные трубы диаметром 2,1 м. Таким образом, по двум стальным трубам длиной 1142 м вода транспортируется к резервуару второго подъёма и затем с резервуара вода прокачивается насосами второго подъёма [3].

Для математического описания технологических процессов насосной станции АНС-1 необходимо создание структурной схемы данного объекта, которая свою очередь требует составления уравнений математической модели. Работу нерегулируемого насоса можно описать следующим уравнением

$$H = H_0 - R_{BH} Q^2, \quad (1)$$

где R_{BH} – внутреннее сопротивление насоса.

С учетом дополнительных сопротивлений R_1 и R_2 составим уравнение:

$$H' = H_0 - (R_{BH} + R_2 + R_3) Q^2 = H_0 - R_2 Q^2 \quad (2)$$

где H' – напор в трубопроводе;

H_0 – напор насоса при $Q = 0$, которая можно взять из $Q - H$ характеристики насоса.

В результате составлена структурная схема насосной станции первого подъёма в соответствии уравнению 2, которая приведена на рисунке 2, блок 1.

Совместную работу 4-х не регулируемых насосов можно выразить следующим уравнением



$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 4\sqrt{\frac{H_0 - H'}{R^2_{\Sigma}}}. \quad (3)$$

Объем поступающей воды в резервуар (P) второго подъема из АНС-1 можно принять

$$Q_p = Q_{\Sigma} \quad (4)$$

где Q_{Σ} – суммарный объем подачи воды насосной станции.

Пополнение резервуара второго подъема можно описать таким уравнением [1, 3, 6]:

$$\Delta h_p = \frac{Q_p - Q_{pacx}}{S_p} \cdot t, \quad (5)$$

где Q_p – объем поступающей воды в резервуар;

Q_{pacx} – подача воды потребителю;

S_p – площадь резервуара.

Уравнение 5 в интегральной форме имеет вид [1, 3]

$$\Delta h_p(t) = \frac{1}{S_p} \int (Q_p - Q_{pacx}) dt \quad (6)$$

Уравнение 5 в операторной форме будет иметь вид

$$\Delta h_p(p) = \frac{Q_p - Q_{pacx}}{S_p \cdot p} \quad (7)$$

В соответствии уравнения 7 составлена структурная схема резервуара (P) (см. на рис. 2, блок 2).

В итоге составлена базовая структурная схема оросительной насосной станции, которая представлена на рисунке 2 [3, 6].

Данная модель будет основой для исследования различных способов регулирования насосных агрегатов насосной станции первого подъема.

Принцип регулирования путем изменения производительности насоса основано на том, что электродвигатель насосного агрегата питается от преобразователя частоты. При уменьшении частоты вращения электродвигателя, $Q-H$ характеристика перемещается вниз и рабочая точка, перемещаясь по характеристике трубопровода, соответственно подача и напор уменьшаются. При этом развиваемый насосом напор и напор в сети также уменьшаются. Это обстоятельство даёт возможность непрерывного поддержания оптимальных параметров системы в автоматическом режиме и тем самым сэкономить энергию. Такой принцип регулирования обеспечивает максимальное энергосбережение и стабильное поддержание производительности насосных агрегатов, а также является более экономичным [1, 4].

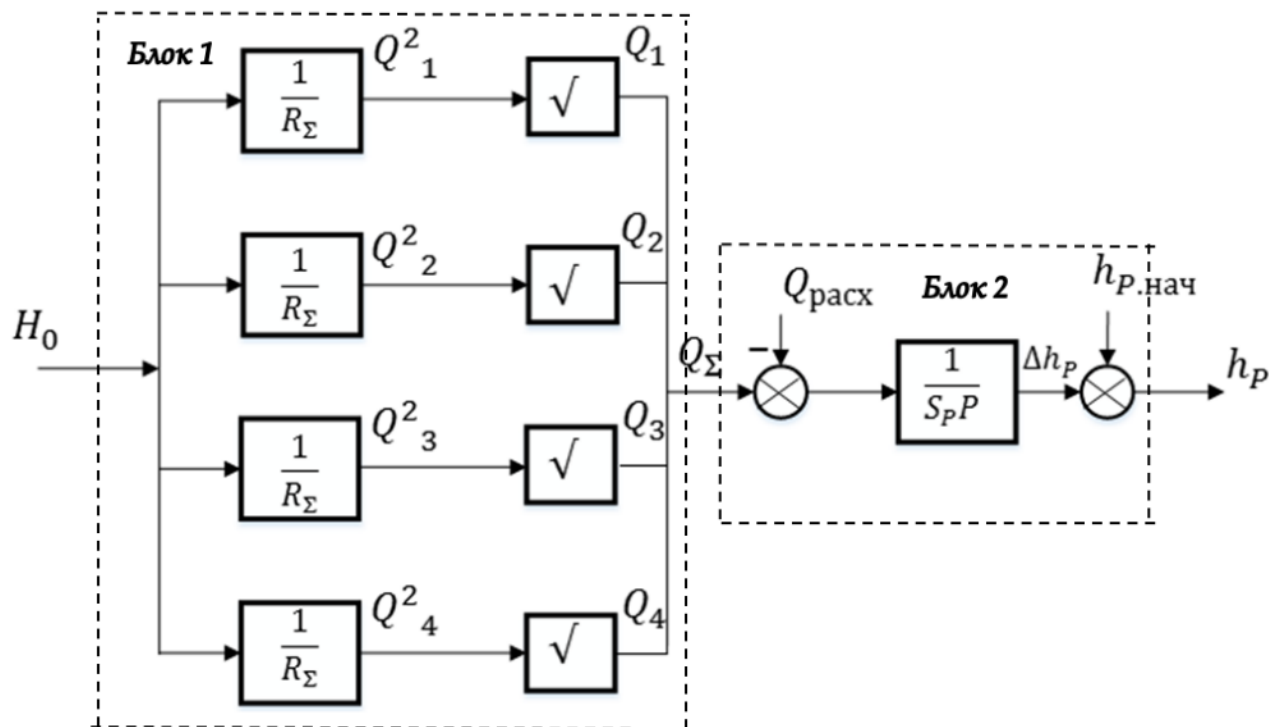


Рис. 2. Структурная схема оросительной станции первого подъёма АНС-1

Структурная схема модели оросительной станции с регулированием производительности путем изменения частоты вращения насоса приведена на рисунке 3.

Агрегат №3 подключен к частотному преобразователю $K_{нч}$ и сигнал управления преобразователя определяется ошибкой регулирования Δh_z , а точность регулирования определяет коэффициент усиления K_{oh} . В данной модели один насос регулируется, а остальные работают с постоянной скоростью. При этом не требуется включения или отключения насосных агрегатов. Изменение частоты ПЧ пропорционально приводит изменению скорости электродвигателя, в данном случае синхронного двигателя и тем самым скорость насосного агрегата. Данный способ позволяет непрерывное регулирование производительности насоса и к тому же с меньшими затратами энергии. Частотное регулирование позволяет получить экономичное, устойчивое и плавное регулирование частоты вращения синхронных двигателей [4].

Разработка математической модели и анализ способов регулирования подачи насосных агрегатов АНС-1 показали, что внедрение и использование регулируемых электроприводов имеет ряд преимуществ и весьма эффективны по сравнению с не регулируемыми электроприводами. За счет плавных пусков электродвигателя увеличится технический ресурс и срок службы электрооборудования. Как показала практика на других объектах предполагаемая экономия электроэнергии при внедрении регулируемого электропривода составляет около от 15 до 25% [1, 4].

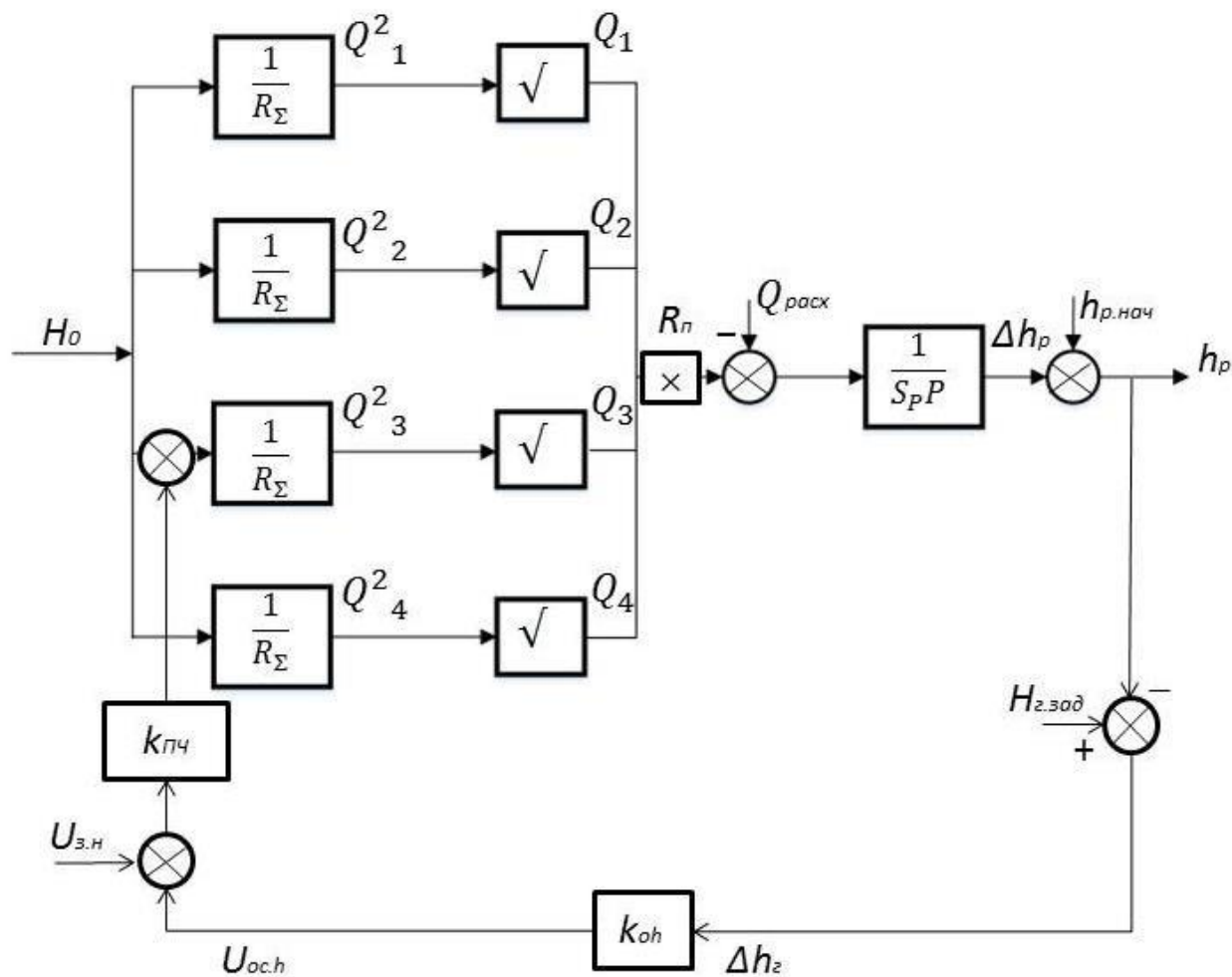


Рис.3. Структурная схема модели системы регулирования путем изменения производительности насоса

Литература

1. Горюнов А.Н. Исследование эффективности применения регулируемого электропривода насосных агрегатов первого подъема. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва 2013.
2. Горюнов А.Н. «Технологические особенности режимов работы насосных станций первого подъема на станциях водоподготовки». «НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» -№6, г. Москва 2010.
3. Дадабаев Ш.Т. Математическая модель оросительной насосной станции первого подъема. Вестник Оренбургского государственного университета. 2015/03(178). с. 239-242.
4. Дадабаев Ш.Т. Обзор и оценка способов управления насосными установками. // М.: Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013. №12. с. 28-30.
5. Дадабаев Ш.Т. Особенности механических характеристик электроприводов с вентиляторным характером нагрузки. // М.: Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013. №11. с. 29-34.



6. Дадабаев Ш.Т. Разработка математической модели системы регулирования насосных агрегатов оросительной станции первого подъема. «Известия Тульского государственного университета» Технические науки. 2017. Вып. 9. Ч. 1. с. 532-536.

Т.В. Долгова, А.У. Алпаров

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОПОЛЯРНОЙ И ДВУХПОЛЯРНОЙ ШИМ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н.Туполева-КАИ)

При проектировании и схемотехнической реализации систем автоматического управления самолетов, роботов, промышленных станков, в судостроении широко применяются двигатели постоянного тока, в гидравлических системах пропорциональные электрогидравлические клапаны. Для управления ими нужен сигнал постоянного тока. Для того чтобы получить достаточно мощный сигнал постоянного тока нужно иметь усилитель постоянного тока. Однако усилитель постоянного тока имеет низкий КПД, большие габариты и низкую надежность. Появилась возможность использовать широтно-импульсное модулирование, которое позволяет построить усилитель постоянного тока для потребителей с ограниченной полосой пропускания любой мощности, малых габаритов и при этом обеспечивая очень высокий КПД системы модулятор+потребитель. Стоит отметить, что КПД самого модулятора очень высок, практически стремится к 100%, так как КПД определяется потерями, а потери на модуляторе минимальны, потому что в разомкнутом состоянии нет тока, а в замкнутом состоянии мало падение напряжения.

В основном используются два вида реверсивной ШИМ. Модуляция при которой в выходном сигнале модулятора постоянная составляющая изменяется за счет изменения соотношения между длительностями положительного T_+ и отрицательного T_- импульсов, чаще всего при постоянном периоде сигнала T . При этом амплитуды положительного и отрицательного импульсов одинаковы, а коэффициент команды $K_k = \frac{T_+ - T_-}{T}$ характеризуется соотношением между T_+ и T_- . Существует и другой вид модуляции, при которой для изменения постоянной составляющей выходного сигнала изменению подвергается соотношение между длительностью импульса $T_{и}$ и паузы $T_{п}$, причем в выходном сигнале присутствуют импульсы одной полярности, зависящей от необходимой полярности выходного сигнала. Коэффициент команды определяется выражением $K_k = \frac{T_{и}}{T}$, где $T_{и}$ длительность импульса, а T – период сигнала. Длительность паузы равна $T_{п} = T - T_{и}$ [1].

Статическая характеристика однополярной реверсивной ШИМ с периодом T и длительностью импульса $T_{и}$ представлена на рис.1.