

Арсентьев Олег Васильевич,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: arsentyevov@mail.ru

Головатюков Леонид Константинович,

обучающийся гр. ЭЭ-22-1, Ангарский государственный технический университет,

Шитенков Григорий Александрович,

обучающийся гр. ЭЭ-22-1, Ангарский государственный технический университет,

Терехова Анна Андреевна,

обучающаяся гр. ЭЭ-22-1, Ангарский государственный технический университет

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СТАНЦИЯ ИСПЫТАНИЯ КОМПРЕССОРА ПНЕВМОСИСТЕМЫ БУРОВОЙ УСТАНОВКИ

Arsentiev O.V., Golovatyukov L.K., Shitenkov G.A., Terehova A.A.

AUTOMATED COMPRESSOR TESTING STATION PNEUMATIC SYSTEMS OF THE DRILLING RIG

Аннотация. Рассмотрены особенности применения пневматических систем в буровом оборудовании для добычи нефти и газа. Для повышения надежности предлагается ввести регламент испытательных мероприятий для основного элемента пневмосистемы – компрессора. Разработана автоматизированная система для испытаний компрессоров, реализующая все программные режимы и позволяющая определить степень работоспособности компрессора.

Ключевые слова: энергоносители, энергоснабжение, нефть и газ, буровые установки, пневмосистема, преобразователи частоты, автоматизированное управление, контроллер.

Abstract. The features of the use of pneumatic systems in drilling equipment for oil and gas production are considered. To improve reliability, it is proposed to introduce a test procedure for the main element of the pneumatic system - the compressor. An automated system for testing compressors has been developed, which implements all program modes and allows you to determine the degree of compressor performance.

Keywords: energy carriers, energy supply, oil and gas, drilling rigs, pneumatic system, frequency converters, automated control, controller.

Уровень энергопотребления определяет качественные и количественные характеристики промышленных предприятий. Энергохозяйство является неотъемлемой частью большинства добывающих, промышленных, бытовых, энергетических предприятий. Одним из основных видов энергоносителей является сжатый воздух. Он необходим для многих технологических процессов, поэтому такое оборудование используется на разных предприятиях. Наличие пневмосистемы, ее характеристики и технические решения, определяются видом технологического процесса.

Добыча углеводородов является важной и ответственной работой, от результатов которой зависит нормальная деятельность большинства потребителей энергии. Технология добычи большинства жидких и газообразных энергоносителей связана с бурением скважин, с последующим извлечением ископаемых с помощью насосного оборудования, либо за счет внутреннего давления в газовых и нефтяных пластах. Современные буровые установки являются сложными многофункциональными техническими объектами, в которых реализуются разнообразные формы преобразования и потребления электроэнергии:

- механическое вращение сверлильного долота, поступательные движения обсадной колонны;
- гидравлические перемещения бурового раствора;
- пневматические перемещения сжатого воздуха для управления агрегатами и механизмами в процессе бурения.

Пневматическая система (ПС) служит для дистанционного управления агрегатами и механизмами буровой установки при эксплуатации, а также для питания сжатым воздухом пневмораскрепителей, пневматических двигателей буровых ключей, применяемых для свинчивания и развинчивания труб [1].

В ПС управления входят:

- агрегаты и оборудование снабжения сжатым воздухом — компрессорные установки (станции), воздухохраники (ресиверы), охладители, устройства для очистки и осушения воздуха, предохранительные разгрузочные и обратные клапаны, клапаны-разрядники, вертлюжки, трубопроводы;
- исполнительные устройства — пневматические муфты, при помощи которых соединяются или разобщаются валы трансмиссий, и цилиндры, посредством которых приводятся в действие механизмы;
- управляющие устройства — краны различных конструкций, вентили и регуляторы, смонтированные на пультах, при помощи которых управляют оборудованием буровой установки;
- контрольно-измерительные приборы для контроля за исправностью пневмосистемы.

ПС буровой установки является сложной технической системой, являющейся неотъемлемой частью основного бурового оборудования. Надежность работы ПС определяет работоспособность и производительность всей буровой установки. Анализ статистики неисправностей элементов пневмосистемы позволил определить наиболее слабые элементы пневмоустройства. При этом следует учитывать специфику работы буровых установок, связанную с удаленным расположением и ограниченными ремонтными возможностями (как правило, использование собственных ремонтных ресурсов). Специфика устройства ПС определяет наличие только одного источника сжатого воздуха – компрессорной установки. От ее исправности зависит работоспособность всей ПС буровой установки. В зависимости от типа привода компрессора в буровом оборудовании применяется либо механический привод с шинно-пневматической муфтой, либо электропривод с упругой муфтой. Качественный ремонт компрессора в «полевых» условиях практически исключен, и, целесообразно максимально повысить надежность его работы путем проведения комплексных испытаний для определения соответствия требуемых и имеющихся характеристик.

Компрессор имеет следующую программу испытаний:

- а) обкатка без клапанных коробок, холодильника и вентилятора;
- б) испытание на нагрев;
- в) испытание при противодавлении 10 кгс/см²;
- г) проверка на производительность;

д) проверка плотности.

Обкатку компрессора следует проводить при следующих режимах, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Режимы обкатки компрессоров

Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Продолжительность обкатки, мин	Примечание
270-300	30	На режимах компрессор должен работать безостановочно
400-440	30	
750-850	30	

Стендовые испытания компрессора предполагают собой применение определенного типа привода, позволяющего регулировать обороты, соответствующие режимам обкатки:

- механически, переключением ступеней редуктора, изменением диаметров ведущего и ведомого шкивов и пр.;
- электрически, путем изменения частоты вращения приводного асинхронного электродвигателя.

Более перспективным определен второй способ регулируемого привода, электромеханический. Проведен расчет требуемых нагрузок для выбора мощности приводного двигателя. Для проведения испытаний подходит двигатель АИР 280 S6, параметры которого приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики двигателя

Наименование показателя	Номинальное значение
Мощность на валу (P_2), кВт	75
Напряжение линейное ($U_{1л}$), В	380
Ток фазный, ($I_{1ф}$), А	142
Частота тока статора, Гц	50
Частота вращения (n), об/мин	1000
Момент на валу (M), Н*м	716,25
КПД, (%)	93,5
Коэффициент мощности ($\cos \varphi$)	0,86
Соединение фаз обмотки	Звезда
Масса, кг	590

Для этого электродвигателя произведен выбор преобразователя частоты (ПЧ), способного регулировать частоту вращения по заданному закону с требуемыми параметрами [2]. Для этого в ПЧ должен быть встроен ПИД-регулятор, а также реализована возможность подключения датчика обратной связи какого-либо технологического параметра. Всем необходимым параметрам соответствует ПЧ серии Altivar 71 ATV 71hd75m3x. Он отвечает самым строгим требованиям по применению, благодаря использованию разнообразных законов управ-

ления двигателем и многочисленным функциональным возможностям. На рисунке 1 приведена схема подключения электродвигателя к ПЧ.

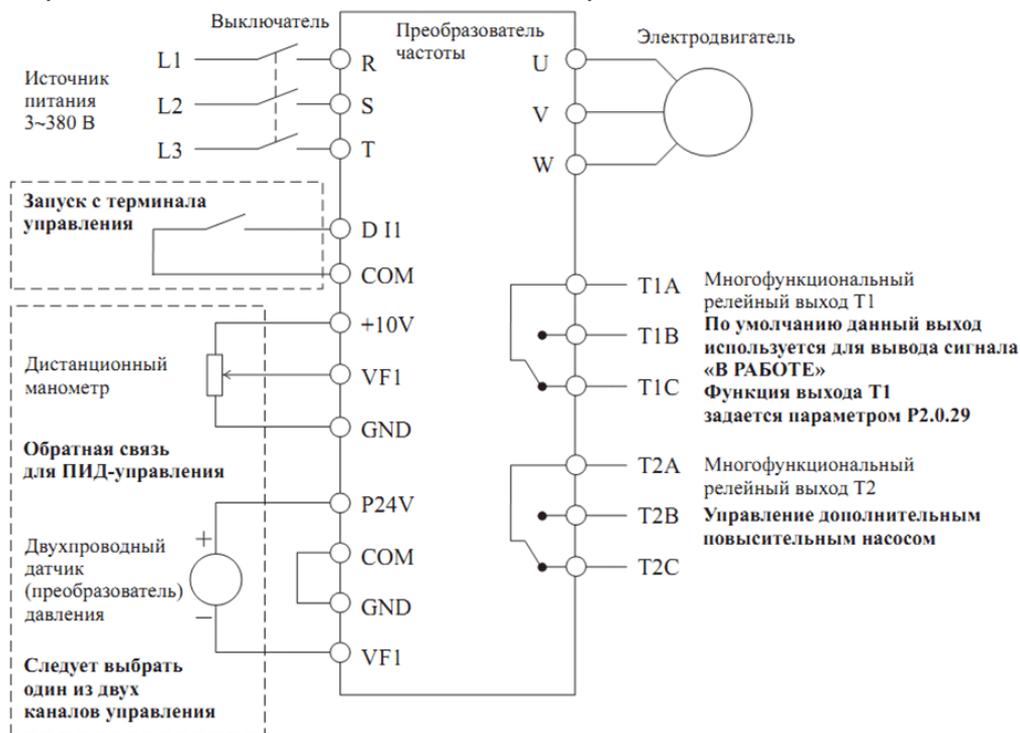


Рисунок 1 – Схема подключения ПЧ серии Altivar 71 ATV 71hd75m3x

ПЧ адаптирован для решения наиболее сложных задач электропривода:

- ✓ момент и повышенная точность при работе на очень низкой скорости и улучшенные динамические характеристики с алгоритмами векторного управления потоком в разомкнутой или замкнутой системе привода;
- ✓ расширенный диапазон выходной частоты для высокоскоростных двигателей;
- ✓ параллельное включение двигателей и специальные приводы с использованием скалярного закона управления;
- ✓ точность поддержания скорости и энергосбережение для разомкнутого привода с синхронным двигателем;
- ✓ плавное, безударное управление несбалансированными механизмами с помощью системы адаптации мощности (Energy Adaptation System – ENA).

ПЧ обеспечивает надежное в заданном диапазоне регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Это позволяет провести качественные испытания компрессора в соответствии с заданной программой.

Для управления работой автоматизированной станции испытания компрессора пневмосистемы буровой установки предлагается использовать компактный модульный программируемый контроллер, полностью отвечающий требованиям концепции Totally Integrated Automation. По классификации

SIEMENS программируемые контроллеры S7-1200 относятся к классу базовых контроллеров. Он управляет работой ПЧ и специальной аппаратура: термореле, электроконтактные манометры, датчики давления. Режимы испытаний и результаты измерений выводятся на экран компьютера (рисунок 2).

Автоматизированный комплекс испытания компрессоров

Температура окружающего воздуха: 23.8 °C

Тип компрессора: КТ6.ЭП
 Номер компрессора: 123456

Испытание не запущено
 Время испытания: 0:00

Позиция испытания: 1
 Оператор: Иванов Иван Иванович

Компрессор:
 Частота вращения, об/мин: 0
 Давление масла, МПа: 0
 Температура масла в картере, °C: 0
 Температура воздуха на выходе компрессора, °C: 0

Измеренные параметры:
 Производительность компрессора, м³/мин: 0
 Падение давления, МПа: 0

Воздухоборник А:
 Температура воздуха, °C: 0
 Давление воздуха, МПа: 0

Воздухоборник Б:
 Температура воздуха, °C: 0
 Давление воздуха, МПа: 0

Задание скорости, об/мин: 0
 +1 +10 +100
 -1 -10 -100
 Задать

Задание времени, мин: 0
 +1 +10
 -1 -10
 Задать

Задание давления, МПа: 0
 +0.01 +0.1
 -0.01 -0.1
 Задать

Запустить испытание Приостановить испытание Прекратить испытание

Предварительный прогресс
 Проверка производительности
 Проверка плотности

Рисунок 2 – Окно программного испытания компрессора

Совместная работа ПЧ и контроллера реализует мощную систему программирования, конфигурирования и технической диагностики.

Разработанное техническое решение позволяет проводить испытания основного элемента ПС буровой установки - компрессора. Технические возможности автоматизированной установки позволяют реализовать комплекс испытаний в соответствии с заданной программой, обработку и фиксацию полученных результатов, их наглядное отображение на экране компьютера. Проведение испытательных мероприятий позволит повысить надежность работы как пневмосистемы, так и всего бурового оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мухин, В.М.** Бурение нефтяных и газовых скважин : учебно-методическое пособие / В. М. Мухин, А. Д. Коробов. — Москва; Саратов : ОАО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2015. — 44 с. : 21 см. — Библиогр.: с. 41-42. — 100 экз. — ISBN 978-5-905563-57-7. — Тест непосредственный.

2. **Муминов, М. М.** Частотно-регулируемый асинхронный электропривод буровой лебедки / М. М. Муминов, З. У. Бойхонов, Ф. Н. Юлдашев, А. А. Хашимов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 20 (124). — С. 176-179. — URL: <https://moluch.ru/archive/124/34266/> (дата обращения: 10.05.2023).