

# Микропроцессорный блок управления длинноходовой насосной установкой добычи нефти

Олег Жугин, Владимир Калинин, Борис Сирота, Вячеслав Сорокин  
 В статье описаны структура и состав блока управления, входящего в состав длинноходовой насосной установки для добычи нефти. Рассматриваются режимы работы установки, реализуемые блоком управления.

## Длинноходовые насосные установки с ленточным механизмом подъема

В настоящее время эксплуатация большинства нефтяных скважин обеспечивается штанговыми скважинными насосными установками (ШСНУ). К преимуществам данных установок относится простота конструкции, а следовательно, удобство их обслуживания и ремонта (рис. 1).

Однако во многих промысловых ситуациях возникают существенные проблемы использования штанговых насосных установок. К таким ситуациям можно отнести необходимость отбора нефти с аномальными свойствами (высоковязкая или высокогазированная нефть). Кроме того, одним из главных недостатков штанговой скважинной насосной установки является циклический характер ее работы с малым периодом цикла и большой асимметричностью нагрузок всех элементов установки, в результате чего они часто выходят из строя.

Одним из путей решения перечисленных проблем, а также задач, связанных с увеличением отбора жидкости из скважины, является создание длинноходовых насосных установок (ДНУ). В этом направлении интенсивно разрабатываются насосные установки с гибким (ленточным) тяговым механизмом.

Основным отличием работы длинноходовой насосной установки от штанговой является следующее. Длина рабочего хода штанговой насосной установки составляет порядка 6-8 метров. Глубина залегания нефти в скважине на порядок превышает рабочий ход насоса. Подъем нефти на поверхность земли осуществляется при помощи разрежения, создаваемого в стволе скважины при циклической работе насоса. При этом часто возникают ситуации «холостой» работы насоса, когда насос работает, а подъема нефти нет. В основном это связано с качеством добываемой нефти. Принцип работы длинноходовой насосной установки основан на поднятии нефти не только за счет создаваемого разрежения в стволе скважины, но и за счет непосредственного поднятия столба нефти конструкцией плунжера насоса, так как, имея неограниченную в пределах скважины глубину хода, плунжер насоса погружается непосредственно в нефтеносный слой.

Насосные установки с гибким тяговым механизмом имеют ряд существенных особенностей, которые обуславливают высокие технико-экономические показатели эксплуатации скважин и широкую область применения по дебитам и напорам. Это следующие особенности:

- неограниченная в пределах глубины скважин длина хода плунжера;

- применение специальной конструкции плунжера глубинного насоса, обеспечивающего сохранение герметичности пары поршень – цилиндр до полного износа уплотнительных элементов;

- применение в качестве штанги длиномерной высокопрочной ленты и замена толкания плунжера движением его под собственным весом дают возможность уменьшить износ плунжерной пары.

Возможность обеспечения большой длины хода установки позволяет:

- многократно сократить число циклов работы, что увеличивает долговечность установки, так как отдалается наступление усталости деталей;

- существенно снизить действие динамических сил;

- в несколько раз увеличить среднюю скорость движения плунжера, от которой зависит производительность установки.

Конструкция одной из таких установок была разработана Оренбургским государственным университетом совместно со специалистами Всероссийского научно-исследовательского института технической физики (ВНИИТФ, г. Снежинск). На рис. 2 представлен общий вид установки. В ее состав входят:

- двигатель вращения рабочего колеса;



Рис. 1. Традиционная насосная установка

- электропривод двигателя установки (РЭПСКН);
- редуктор;
- передвижная платформа с установленными на ней рабочим колесом и тяговой лентой;
- блок управления работой установки;
- электротормоз.

Использование в ДНУ микропроцессорного блока управления, разработанного специалистами ВНИИТФ, позволило наиболее полно реализовать преимущества длинноходовых насосных установок, а именно:

- задавать количество подъемов/погружений в цикле;
- задавать скорости каждого подъема/погружения в цикле;
- задавать глубины для каждого спуска в цикле;
- задавать времена пауз в верхних и нижних точках каждого подъема/погружения в цикле;
- осуществлять самозапуск установки без участия оператора;
- осуществлять контроль состояния тяговой ленты установки (максимальное натяжение и обрыв во время заклинивания плунжера при ходе вверх, предотвращение образования петель во время заклинивания плунжера при ходе вниз);
- поддерживать постоянную заданную линейную скорость подъема/погружения в цикле;
- управлять работой установки в ручном, автоматическом и дистанционном режимах.

### Состав и структура блока управления

Схема управления электроприводом представлена на рис. 3. В состав блока управления входят следующие модули и блоки:



Рис. 2. Общий вид длинноходовой насосной установки

- блок питания (БП);
- модуль дискретного ввода (МДВВ) предназначен для ввода сигналов контроля работы электропривода РЭПСКН и сигналов с датчика: числа оборотов (ДЧО), датчика натяжения ленты (ДНЛ) и датчиков концевых выключателей (ДКВ);
- модуль вывода дискретных сигналов (МДВ) предназначен для вывода сигналов управления работой ДНУ (задание кода скорости подъема/погружения плунжера насоса, направления вращения рабочего колеса ДНУ и управление режимом работы установки);
- модуль аналогового ввода (МАВ) предназначен для ввода аналоговых сигналов контроля работы электропривода ДНУ;
- контроллер предназначен для обработки сигналов с первичных датчиков, отработки временных уставок и выработки сигналов управления работой электропривода РЭПСКН по заданной программе;
- клавиатура предназначена для задания основных параметров работы ДНУ;
- дисплей предназначен для отображения параметров работы при настройке ДНУ и при отработке заданных режимов ее работы.
- постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) предназначено для хранения заданной программы работы ДНУ;
- оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) предназначено для вре-

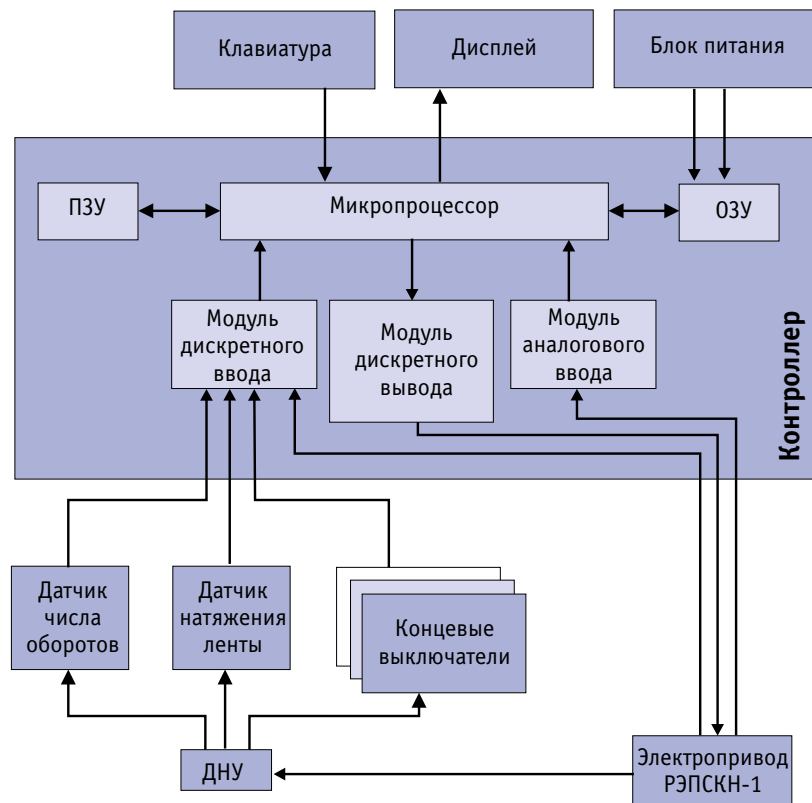


Рис. 3. Схема блока управления электроприводом длинноходовой насосной установки

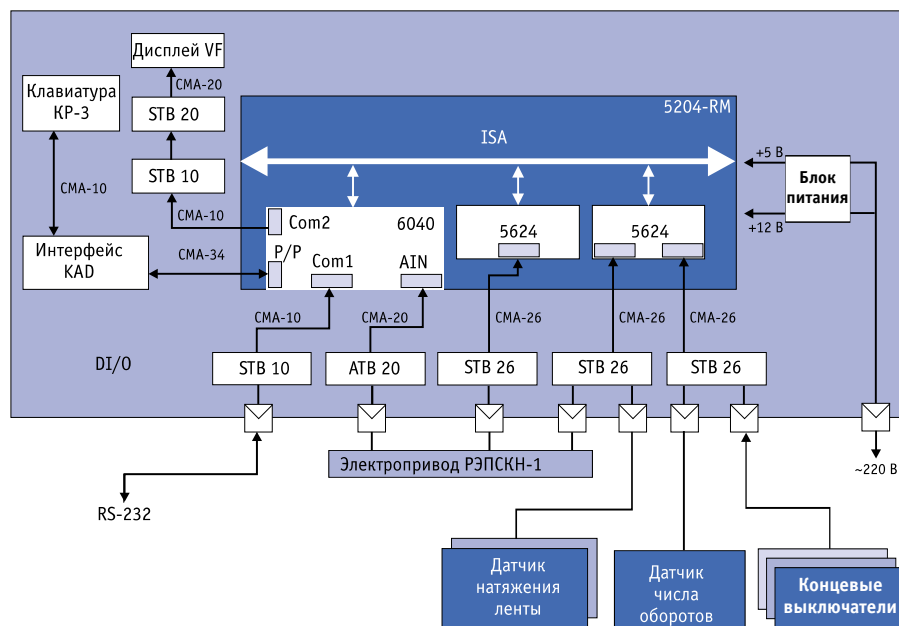


Рис. 4. Структурная схема блока управления насосной установкой

менного хранения промежуточных данных и результатов обработки сигналов контроля и управления работой ДНУ.

Эксплуатацию длинноходовой насосной установки предполагается осуществлять в полевых условиях. Следовательно, все ее компоненты, в том числе и блок управления, должны быть работоспособны в широком температурном диапазоне. Наиболее полно этим требованиям отвечают устройства фирмы Octagon Systems. Поэтому в качестве базы при разработке блока управления были использованы модули этой фирмы серии MicroPC.

Схема электрическая структурная блока управления ДНУ представлена на рис. 4. В состав контроллера блока управления входят:

- а) модуль микроконтроллера 6040;
- б) два модуля изолированного дискретного ввода-вывода 5624.

Модуль 6040 имеет в своем составе:

- порт аналогового ввода (АИН);
- процессор 386SX с тактовой частотой 25 МГц и со встроенной операционной системой DOS 6.22;
- параллельный порт (P/P);
- 2 последовательных порта (COM1 и COM2);
- постоянное запоминающее устройство (ПЗУ);
- оперативное запоминающее устройство (ОЗУ);

Параллельный порт модуля 6040 используется для подключения герметичной 16-клавишной клавиатуры КП-3, а через последовательный порт COM2 реализовано соединение с газоразрядной

индикаторной панелью (дисплей VF) формата 4 строки по 20 символов (модель 03612 Century® фирмы Industrial Electronic Engineers).

Модули микроконтроллера 6040 и изолированного дискретного ввода-вывода 5624 монтируются в 4-слотовый каркас 5204 RM фирмы Octagon Systems.

Подключение клавиатуры, дисплея и внешних сигналов контроля и управления к модулям осуществляется при помощи кабелей серии CMA, малогабаритных клеммных плат серии STB и монтажной платы АТВ-20.

Каркас с платами, источником питания, дисплеем, клавиатурой и элементами коммутации (соединительные кабели и клеммные платы) монтируются в корпусе Conceptline фирмы Schroff/Hoffman (рис. 5).

Входными сигналами для блока управления являются:

- сигналы с выходов датчиков числа оборотов, натяжения ленты, конечных выключателей;
- дискретные сигналы контроля работы электропривода;
- аналоговые сигналы, характеризующие режим работы электропривода.

Выходными сигналами блока управления являются сигналы управления работой электропривода РЭПСКН установки ДНУ. К ним относятся:

- код задания скорости (6-разрядный двоичный код);
- сигнал управления направлением вращения электропривода;
- сигнал управления режимом работы (ручной/автоматический);

- сигнал управления работой электро- тормоза установки.

## Программное обеспечение

Программное обеспечение ДНУ разработано на языке Си и позволяет управлять работой установки в ручном, автоматическом, дистанционном режимах и в режиме программирования.

Ручной режим предназначен для отработки цикличности спусков ДНУ и выбора оптимальных параметров работы установки в цикле (скорости подъема и погружения, времени останова в крайних точках). Команды управления (включение/выключение электропривода, задание скорости подъема и спуска тяговой ленты, направления движения рабочего колеса) выполняются вручную с выносного пульта управления. После выбора оптимальных параметров работы установки они заносятся в энергонезависимую память в режиме программирования.

Режим программирования предназначен для задания параметров работы ДНУ в автоматическом режиме.

Ввод параметров осуществляется в диалоговом режиме. Параметры делятся на две группы. К первой группе относятся параметры автоматического управления:

- толщина ленты;
- количество спусков в одном цикле;
- глубина каждого спуска;
- скорость каждого подъема в цикле;
- время остановки в верхнем и нижнем положениях плунжера для каждого спуска в цикле.

Ко второй группе относятся параметры автоматического контроля работы ДНУ:

- максимальное значение рабочего момента на валу электропривода;
- время автоматического запуска ДНУ.

Ввод параметров работы установки ДНУ осуществляется с клавиатуры. Контроль правильности ввода данных производится визуально по параметрам, отображенным на дисплее. По окончании ввода все параметры работы ДНУ запоминаются в энергонезависимом перепрограммируемом постоянном запоминающем устройстве (ППЗУ), в качестве которого используется флэш-память микроконтроллера 6040.

Автоматический режим предназначен для работы ДНУ по заданной программе. При этом блок управления электроприводом осуществляет контроль:

- количества погружений/подъемов в каждом цикле;
- скорости погружения и подъема в соответствии с заданными параметрами;



Рис. 5. Внешний вид блока управления

- глубины погружения в каждом спуске;
- состояния тягового органа (обрыв ленты, заклинивание плунжера насоса);
- времени останова в верхнем и нижнем положениях плунжера для каждого спуска в цикле;
- технологических параметров работы электропривода;
- состояния датчиков конечных выключателей.

В дистанционном режиме работы управление электроприводом осуществляется с удаленного компьютера, подключенного к блоку управления по последовательному интерфейсу RS-232. В этом режиме все команды управления, технологические сообщения, выводимые на дисплей блока управления, транслируются на удаленный компьютер. Время обновления информации составляет 5 секунд. Кроме того, в дистанционном режиме имеется возможность загружать и редактировать параметры работы ДНУ.

## Заключение

В разработке и создании длинноходовой установки наряду с сотрудниками РФЯЦ ВНИИТФ принимали участие специалисты Оренбургского государственного университета (ректор Бондаренко В.А.). В настоящее время на производственном объединении ПО «Стрела» (г. Оренбург) изготовлен опытный образец установки, который проходит полевые испытания на одной из скважин нефтяного месторождения Оренбургской области. ●