

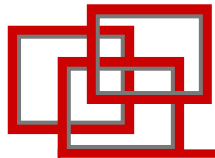
LISTEN.  
THINK.  
SOLVE.<sup>SM</sup>



## PowerFlex 700 с функцией контроля срыва подачи

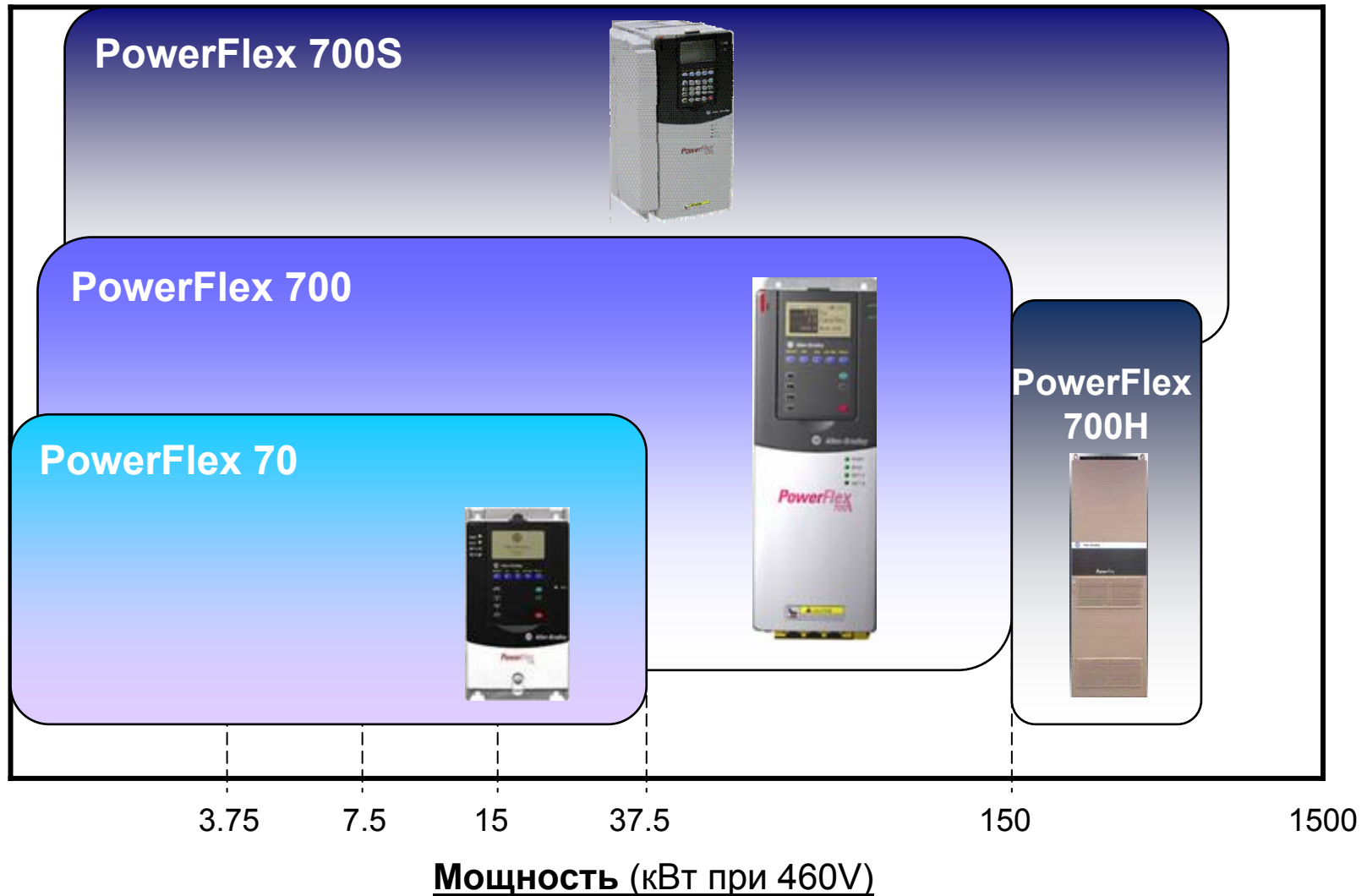
ALLEN-BRADLEY • ROCKWELL SOFTWARE

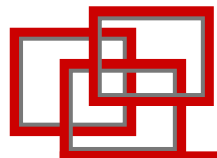
**Rockwell**  
**Automation**



# Преобразователи PowerFlex "7"

Производительность / Функциональность

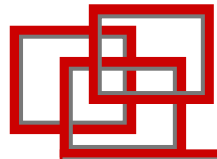




## PowerFlex 700 Общая информация

- PowerFlex одно из преобладающих в промышленности семейств преобразователей частоты с уникальными функциональными возможностями и широким мощностным рядом
- Производится и поставляется с 2001 г.
  - Средний объем продаж в 2006 году - 1000 ПЧ в неделю
  - На сегодняшний день в эксплуатации находится более 260,000 таких ПЧ
- Диапазон мощности:
  - **240V**: 0.37 to 75 кВт, 2.2 to 260A
  - **400V**: 0.37 to 132 кВт, 1.3 to 260A
  - **480V**: 0.37 to 150 кВт, 1.1 to 248A
  - **600V**: 0.75 to 115 кВт, 1.7 to 144A
  - **690V**: 45.0 to 132 кВт, 52 to 136A
- Условия эксплуатации / степень защиты
  - IP20: 40° С (стандартно)
  - IP20: 50° С (со снижением мощности)
  - IP54 Типоразмеры 5 и 6: Шкафной / Фланцевый
  - Сертифицирован для работы с ЭД по АTEX Group II Категории 2

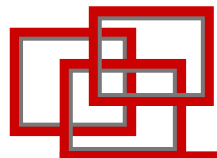




# PowerFlex 700 Отличительные особенности

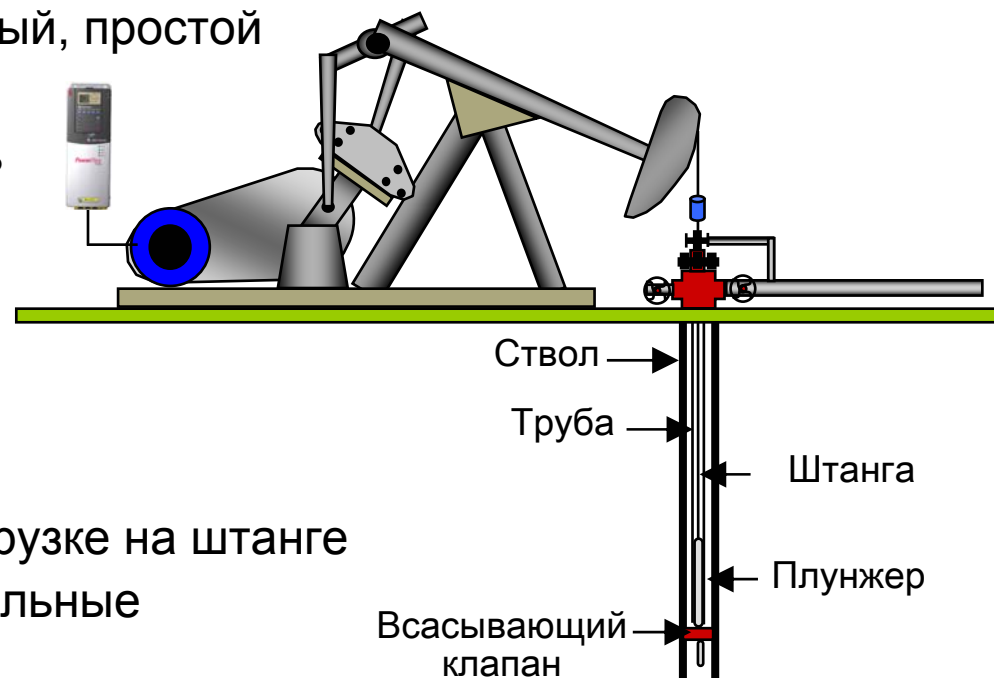
- Простота использования
  - Интерфейс с полноцифровой клавиатурой и ЖК дисплеем
  - Программный мастер наладки позволяет параметрирование без использования руководства по эксплуатации
  - Съёмные модули ввода / вывода
  - Универсальный модуль управления для всей серии
- Массо-габаритные показатели
  - Встроенные тормозной транзистор, платы связи, фильтр ЭМС и реактор позволяют экономить место в шкафу и сокращать время монтажа
  - Компактная конструкция, позволяющая монтаж ПЧ бок о бок без зазора по типу «книжная полка»
- Прекрасные характеристики
  - Векторное управление позволяет регулировать скорость в широком диапазоне с крайне высокой точностью регулирования момента
  - Максимальная степень интеграции с системами Logix, NetLinx & View
  - Гибкость в применении от простых до сложных:
    - TorqProve™ система удержания груза для подъемных механизмов
    - Профилирование тахограммы / точек останова по положению
    - Регулирование напряжение для не электроприводного применения
    - **Встроенный макрос для насосов качалок нефтяных скважин**

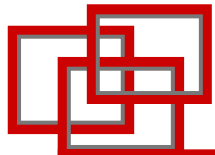




# Эволюция СУ насосов качалок

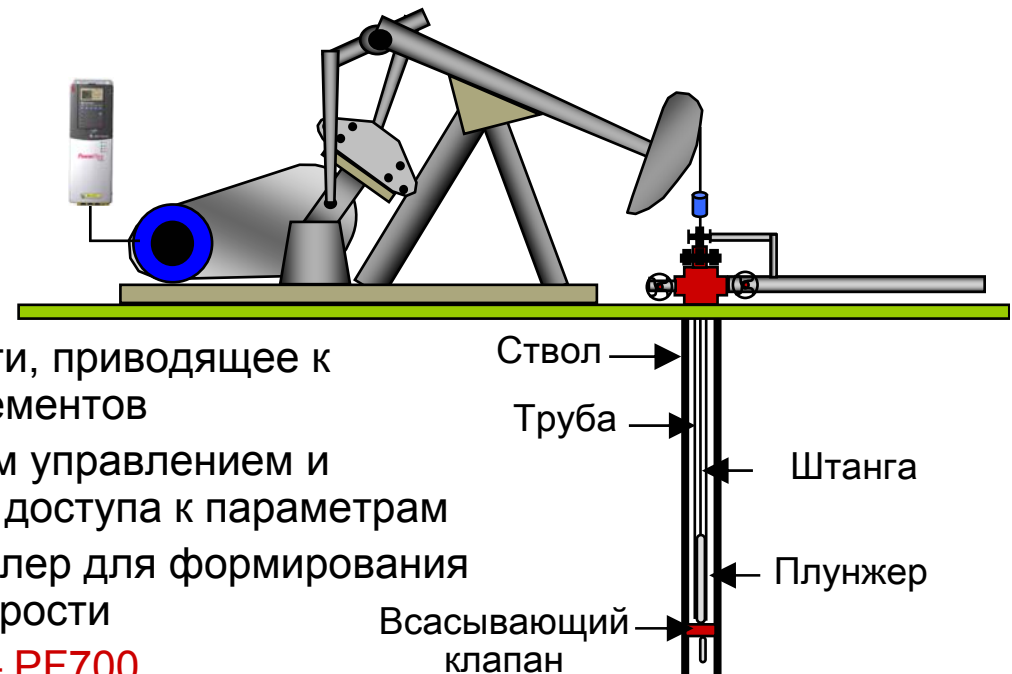
- Пускатель:
  - Контактор
  - Защита двигателя
  - Надежный, относительно дешевый, простой
  - Нет гибкости в управлении
  - Ограниченная информативность
- Плавный пуск:
  - Защита двигателя
  - Ограничение тока
  - Ограниченная гибкость
- Динамометрическое управление:
  - Останов двигателя / Пуск по нагрузке на штанге
  - Дорогие датчики момента и остальные элементы управления
  - Требуется более сложный контроллер СУ
  - Пуск / Стоп / Задание скорости на простой регулятор

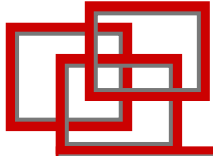




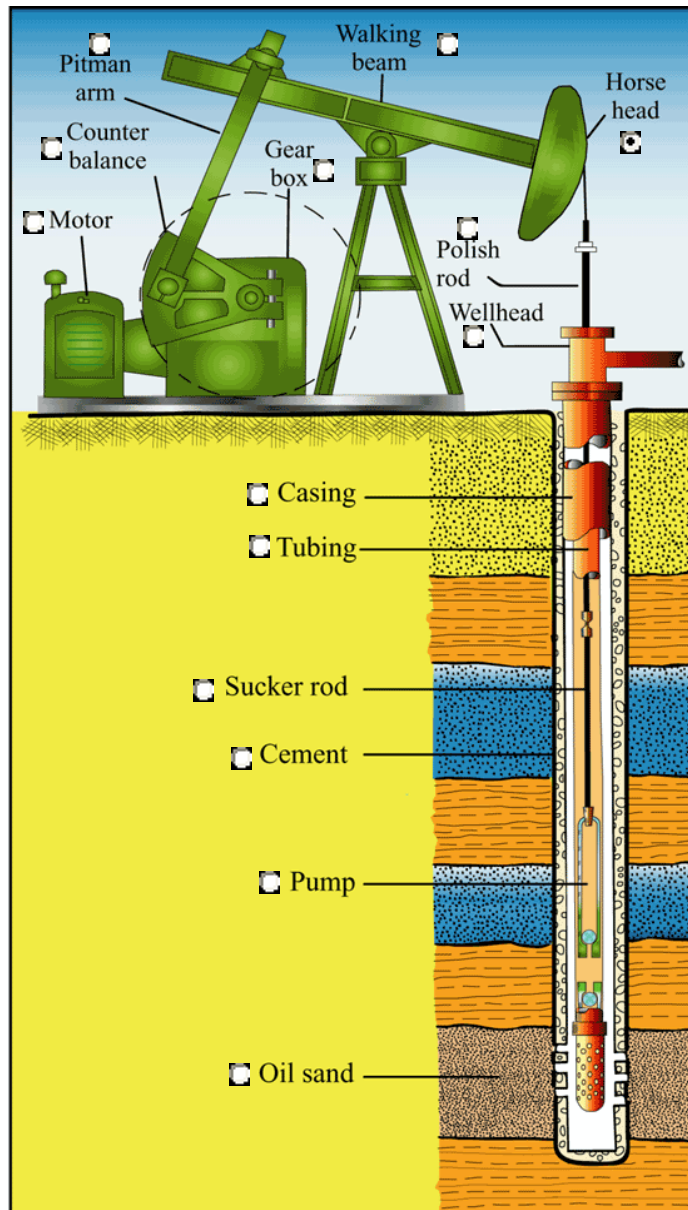
## Эволюция СУ насосов качалок

- Привод с преобразователем частоты:
  - Динамическое торможение
  - Контроль напряжения шины ПТ
  - Точное регулирование момента
  - Встроенные защиты двигателя
  - Регулирование производительности, приводящее к оптимизации добычи и защиты элементов
  - Встроенная связь с дистанционным управлением и возможность местного/удаленного доступа к параметрам
  - Увы! – по прежнему нужен контроллер для формирования сигналов Пуск / Стоп / Задание скорости
- **Автоматическое управление насосом – PF700**
  - Исключается необходимость в контроллере
  - Состояние скважины контролируется по моменту привода
  - Уникальная гибкость заданных реакций привода – останов насоса, снижение скорости, комбинированный тип
  - Все преимущества ПЧ – Входы, Выходы, Связь
  - Защита насоса – ресурс штанги



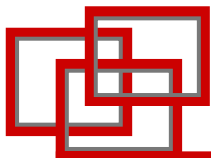


Укажите элемент для описания левой кнопкой



Поворотная головка с подвеской

подвеска является гибким звеном между колонной штанг и балансиром. Состоит из двух траверс – верхней и нижней, разделенных втулками зажимов канатов. На верхней траверсе лежит узел крепления полированного штока. Траверсы могут быть раздвинуты винтами для установки динамографа. Обеспечивает прямолинейное движение полированного штока.



## Термины использованные на изображении скважины

**Walking beam - "Балансир"** предназначен для передачи возвратнопоступательного движения колонне штанг. Со стороны скважины балансир заканчивается поворотной головкой. Опора балансира - ось, оба конца которой установлены в сферических роликоподшипниках, расположенных в чугунных корпусах. К средней части оси, имеющей квадратное сечение, приварена планка, через которую опора балансира с помощью болтов соединяется с балансиром.

**Horse head - "Поворотная головка с подвеской"** подвеска является гибким звеном между колонной штанг и балансиром. Состоит из двух траверс – верхней и нижней, разделенных втулками зажимов канатов. На верхней траверсе лежит узел крепления полированного штока. Траверсы могут быть раздвинуты винтами для установки динамографа. Обеспечивает прямолинейное движение полированного штока.

**Pitman arm - "Шатун"** трубная заготовка со специальными головками по концам; с помощью верхней головки шатун соединяется пальцем с траверсой и затем с балансиром, нижней – кривошипом через палец и сферический подшипник.

**Gear - "Редуктор"** Снижает скорость двигателя до требуемой скорости вращения и увеличивает крутящий момент.

**Counter balance = "Кривошип"** основной элемент кривошипно-шатунного механизма, предназначенный для преобразования вращательного движения вала редуктора в возвратно-поступательные колонны штанг. Выполнен в виде прямоугольных пластин с отверстиями для крепления к шатунам и ведомому валу редуктора. Оборудован пазами для установки и перемещения противовесов.

**Motor - "Двигатель"** Привод станка качалки осуществляется от трехфазного, асинхронного электродвигателя во влагоморозостойком исполнении с короткозамкнутым ротором.

**Polish rod - "Полированный шток"** Снижает износ и потери на трение в устье скважины.

**Well head - "Устье скважины"** Включает сальник, устьевую арматуру и рабочий манифольд.

**Casing - "Обсадная колонна"** Стальная труба, являющаяся стенками скважины.

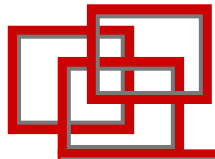
**Tubing - "Подземный цилиндр"** Стальная труба меньшего диаметра, чем обсадная. Обеспечивает ток извлекаемой жидкости.

**Sucker rod - "Насосные штанги"** Передает движение от станка качалки на подземный насос.

**Cement - "Цемент"** Заполняет пространство между обсадной колонной и грунтом

**Pump - "Насос"** Нагнетает нефте-песчаную смесь в цилиндр и поднимает ее на поверхность.

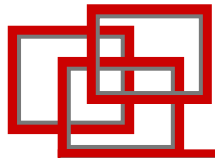
**Oil Sand - "Пласт"** Резервуар с нефтью и примесью песка.



## Насосные функции

---

- PowerFlex 700 имеет в прошивке ПО встроенный макрос, специально разработанный для:
  - Станков Качалок и
  - Винтовых скажинных насосов
- Этот макрос автоматически отображает специальные комбинации параметров, которые обеспечиваю максимально простую и быструю настройку работы насоса:
  - Выбор предустановленных настроек по умолчанию либо для станка качалки, либо для винтового насоса
  - Конфигурация предупреждений по моменту и реакций ривода (для винтовых)
  - **Разрешение и конфигурация без датчиковой функции защитного останова насоса (для станков качалок)**
  - Конфигурации для отображения на дисплее преобразователя выбранных параметров работы насоса
- **Встроенная функция без датчикового защитного останова насоса**
  - Данная функция PowerFlex 700 обеспечивает замедление, либо полный останов насоса (конфигурируется), когда в скважина не успевают заполняться нефтью
  - Функция реализована на базе запатентованного алгоритма, который использует мониторинг динамических параметров двигателя для определения режима работы насоса, исключая таким образом необходимость во внешних динамометрических датчиках.



## Преимущества метода

- Функция без датчикового останова насоса исключает необходимость использования дорогих динамометрических датчиков и дополнительной системы управления обработке их показаний и формирования реакции
- Функция сокращает затраты и время обслуживания насоса, за счет снижения кол-ва повреждений штанговой колонны:
  - Каждая поломка штока выливается в \$10,000 – \$80,000 затрат
  - На насосе может повреждаться до 4 штоков в год!
  - Поток может быть уменьшен замедлением насоса, вместо полного останова насоса
- Возможна экономия благодаря отсутствию динамических торможений
  - Увеличение скорости опускания штока (регулированием напряжения на звене постоянного тока преобразователя)

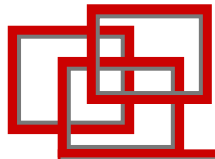




## Работа функции

---

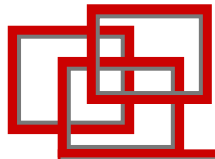
- Функция включается параметром P682 [Pump Off Control]
- Может быть выбран один из 2 типов управления:
  - Baseline Set
  - Fixed Setpoint
- **Baseline Set** (режим по умолчанию) использует кривую момента снятую при первом пуске привода. Рассчитанное среднее значение записывается в память преобразователя при каждом запуске привода, в том числе при выходе из спящего режима Sleep Mode. Очень важно, чтобы при этом скажина была заполнена.
- **Fixed Setpoint** использует опорную величину момента из параметра P685 [Torque Setpoint]. Этот режим полезен если привод не может получить надежное среднее значение момента по специфике скважины. В этом режиме преобразователь не будет автоматически рассчитывать новое опорное значение момента.



## Функция защитного отключения

---

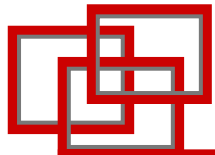
- Существует **3 возможных типа реакции привода** на ненормальные условия работы насоса при использовании P684 [Pump Off Action]:
  - Изменение скорости вращения (Change speed)
  - Останов при любых условиях (Always stop)
  - Останов после 1 (Stop after 1)
  - Останов после 2 (Stop after 2)
- **“Change Speed”** при необходимости снижает скорость
- **“Always Stop”** переводит привод в спящий режим “sleep”
- **“Stop after 1”** привод замедляется и, если ненормальный режим сохраняется, то затем переходит в спящий режим.
- **“Stop after 2”** привод дважды пытается снизить скорость перед применением полного останова, если ситуация не выправляется.
  - Параметр 178 [Sleep Wake Mode] должен быть установлен в “Direct”
  - Уставка времени в параметре P183 [Sleep Time] будет управлять длительностью выключенного состояния насоса.



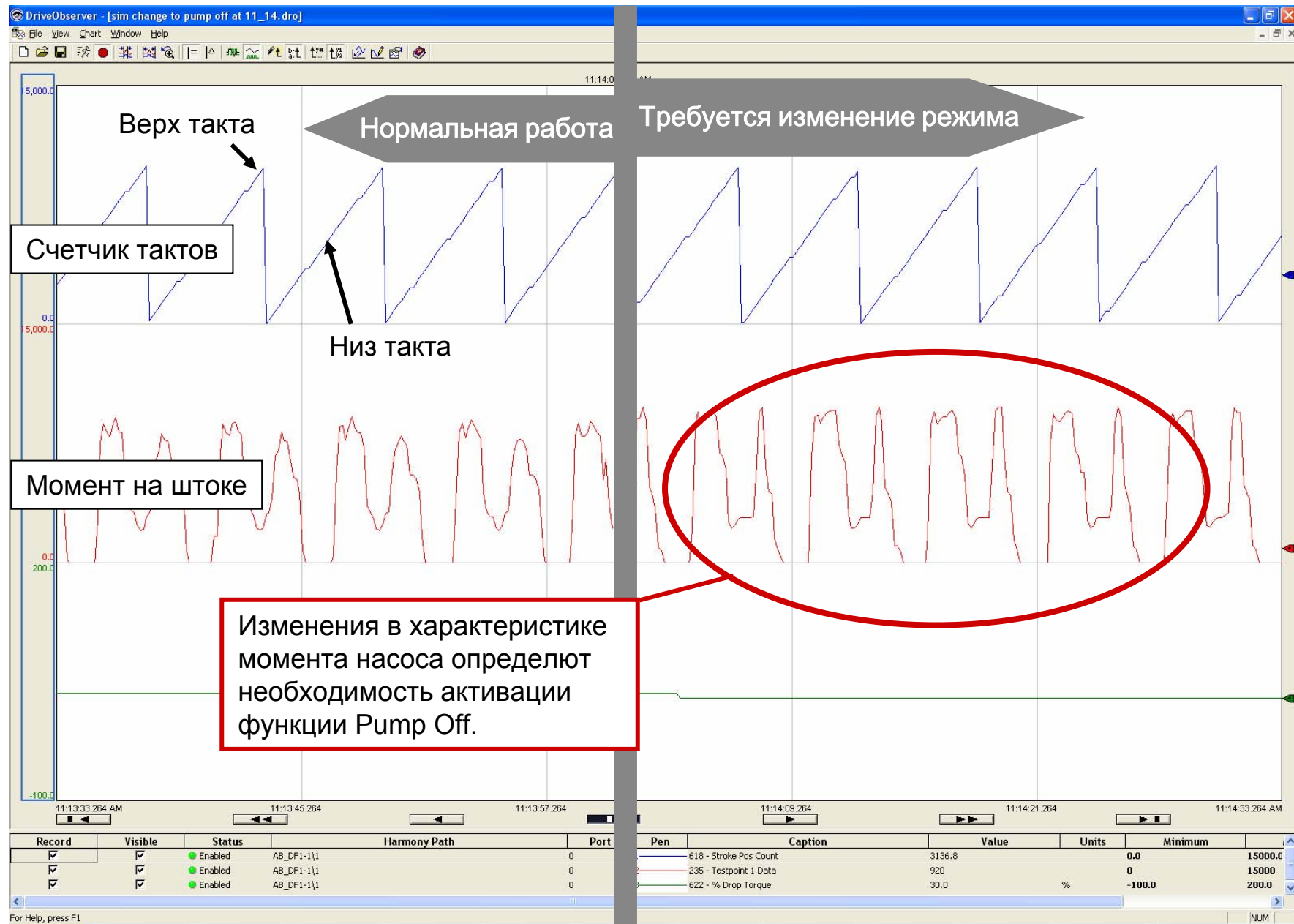
## Работа функции

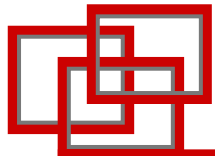
---

- **P686 [Pump Off Level]** задает в % отклонение момента, по которому определяется необходимость изменения режима.
  - Когда привод запускается, он рассчитывает среднее опорное значение момента, полагая что скважина заполнена.
  - Пример: при опорном значении момента в 45% от номинала и заданном отклонении Pump Off Level 10%, скорость будет автоматически снижена, когда момент упадет до 40.5% от номинального.
- **P687 [Pump Off Speed]** задает величину снижения скорости в процентах от заданной.
- **P688 [Pump Off Time]** задает время в течении которого привод должен работать на пониженной скорости.
  - После отработки этого времени привод вернется к основному заданному значению скорости, если момент не продолжает падать.
  - Если момент продолжает снижаться, то скорость будет снижена еще раз, либо привод полностью остановится.

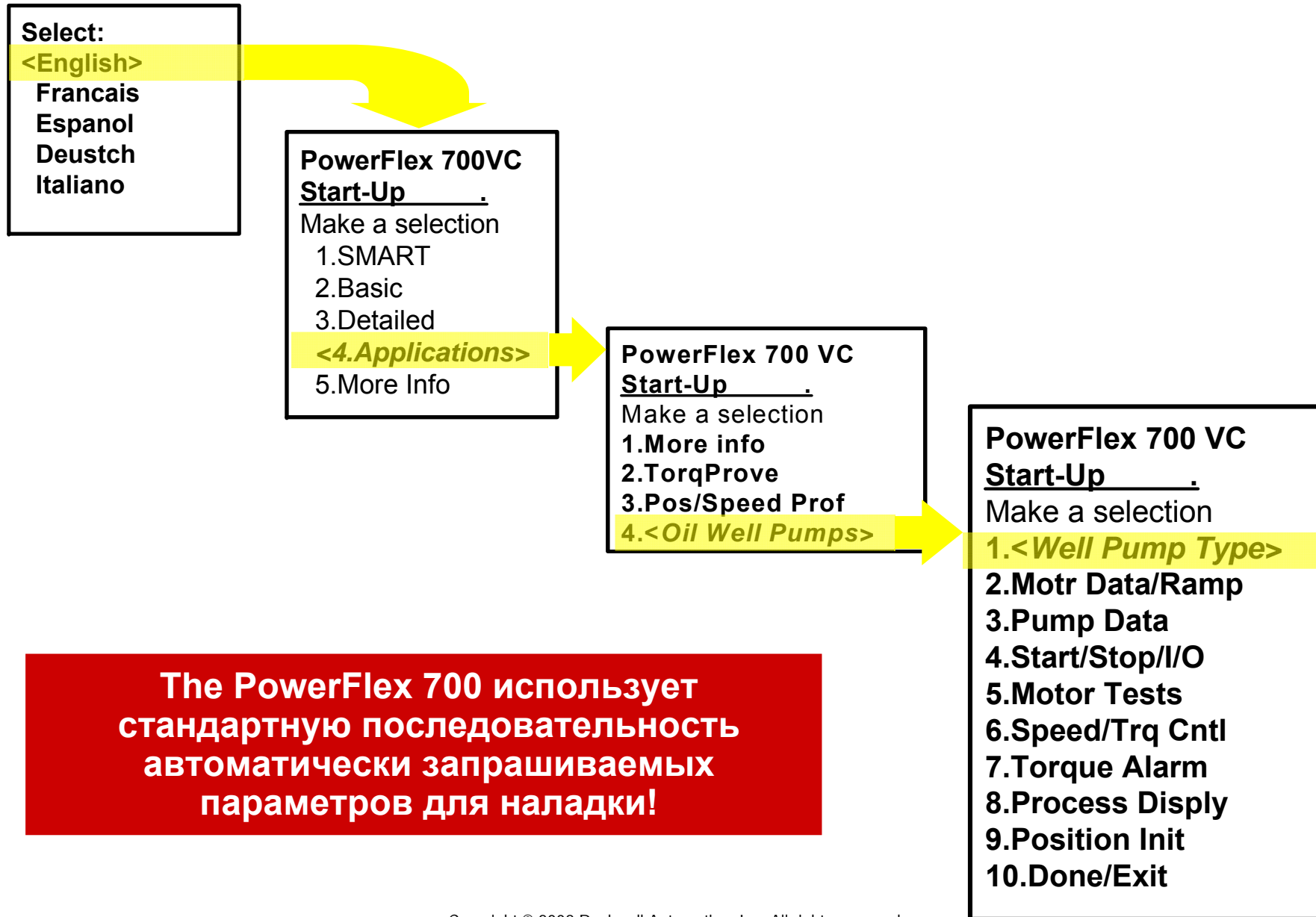


# Работа функции

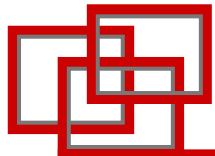




# Настройка с панели привода



**The PowerFlex 700 использует стандартную последовательность автоматически запрашиваемых параметров для наладки!**



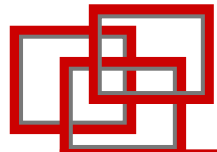
# Выбор типа скажинного насоса

**Start-Up**  
**1.Well Pump Type**  
Oil well type  
sets default  
settings for  
drive.

**Start-Up**  
**1.Well Pump Type**  
Select Oil Well  
Pump option:  
**Disable**  
**<Pump Jack>**  
**PC Oil Well**

**Start-Up**  
**1.Well Pump Type**  
Set defaults for  
drive based on  
pump selection?  
**Yes**  
**<No>**

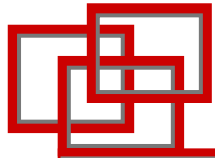
What parameters change?



# Какие параметры устанавливаются для насосов на спец. значения по умолчанию?

40	Motor Type	Induction
46	Mtr NP Pwr Units	Horsepower
48	Motor OL Factor	1.25
53	Motor Cntl Sel	FVC Vector
79	Speed Units	Convert Hz
80	Feedback Select	Slip Comp
81	Minimum Speed	0 Hz
82	Maximum Speed	90 Hz
83	Overspeed Limit	20 Hz
90	Speed Ref A Sel	Analog In 2
92	Speed Ref A Lo	0 Hz
93	Speed Ref B Sel	Analog In 1
95	Speed Ref B Lo	0 Hz
96	TB Man Ref Sel	Analog In 1
98	TB Man Ref Lo	0 Hz
117	Trim In Select	Preset Spd1
128	PI Feedback Sel	Preset Spd1
142	Decel Time 1	30 Sec
153	Regen Power Lim	-10 %
155	Stop/Brk Mode A	Coast
156	Stop/Brk Mode B	Coast
157	DC Brake Level	DC Brake Lvl
158	DC Brake Time	0 Sec
161	Bus Reg Mode A	Both-DB 1st
162	Bus Reg Mode B	Both-DB 1st

163	DB Resistor Type	External Res
179	Sleep Wake Ref	Analog In 1
185	Power Loss Time	0 Sec
196	Param Access Lvl	Advanced
238	Fault Config 1	UnderVoltage, Motor OverLd
320	Anlg In Config	Volts
322	Analog In 1 Hi	10 Volts
323	Analog In 1 Lo	0 Volts
325	Analog In 2 Hi	10 Volts
326	Analog In 2 Lo	0 Volts
340	Anlg Out Config	Volts
341	Anlg Out Absolut	Absolute
342	Analog Out1 Sel	Speed Fbdk
343	Analog Out1 Hi	10 Volts
344	Analog Out1 Lo	0 Volts
345	Analog Out2 Sel	Torque Est
346	Analog Out2 Hi	10 Volts
347	Analog Out2 Lo	-10 Volts
361	Digital In1 Sel	Stop - CF
362	Digital In2 Sel	Start
363	Digital In3 Sel	Auto/Manual
364	Digital In4 Sel	Speed Sel 1
365	Digital In5 Sel	Speed Sel 2
366	Digital In6 Sel	Speed Sel 3
380	Digital Out1 Sel	Power Loss
388	Digital Out3 Sel	Fault
450	Total Inertia	1 Secs



# Ввод параметров насоса

---

## PowerFlex 700 VC

### Start-Up

Make a selection

1. Well Pump Type

2. Motr Data/Ramp

3. *<Pump Data>*

4. Start/Stop//O

5. Motor Tests

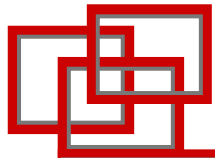
6. Speed/Trq Cntl

7. Torque Alarm

8. Process Disply

9. Position Init

10. Done/Exit



# Для штангового насоса

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Entering pump data automatically sets torque limits in drive which protects the pump

**Start-Up  
3.Pump Data**  
Enter value for  
**Maximum Speed**  
123.4 Hz  
xxx.x <> yyy.y

Enter

**Start-Up  
3.Pump Data**  
Enter value for  
**Motor OL Factor**  
12.34  
xx.xx <> yy.yy

Enter

**Start-Up  
3.Pump Data**  
Is a DB Resistor  
present?  
Yes  
<No>

Yes

**Start-Up  
3.Pump Data**  
Enter value for  
**DB Resistor**  
12.34  
xx.xx <> yy.yy

**Start-Up  
3.Pump Data**  
Set up Pump  
Off feature?  
<Yes>  
No

Yes

**Start-Up  
3.Pump Data**  
Enter value for  
**Pump Off Level**  
123.4 %  
xxx.x <> yyy.y

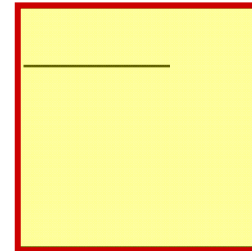
Enter

**Start-Up  
3.Pump Data**  
Enter value for  
**Pump Off Speed**  
123.4 %  
xxx.x <> yyy.y

Enter

**Start-Up  
3.Pump Data**  
Enter value for  
**Pump Off Time**  
123.4 Secs  
xxx.x <> yyy.y

Enter



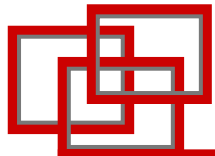
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

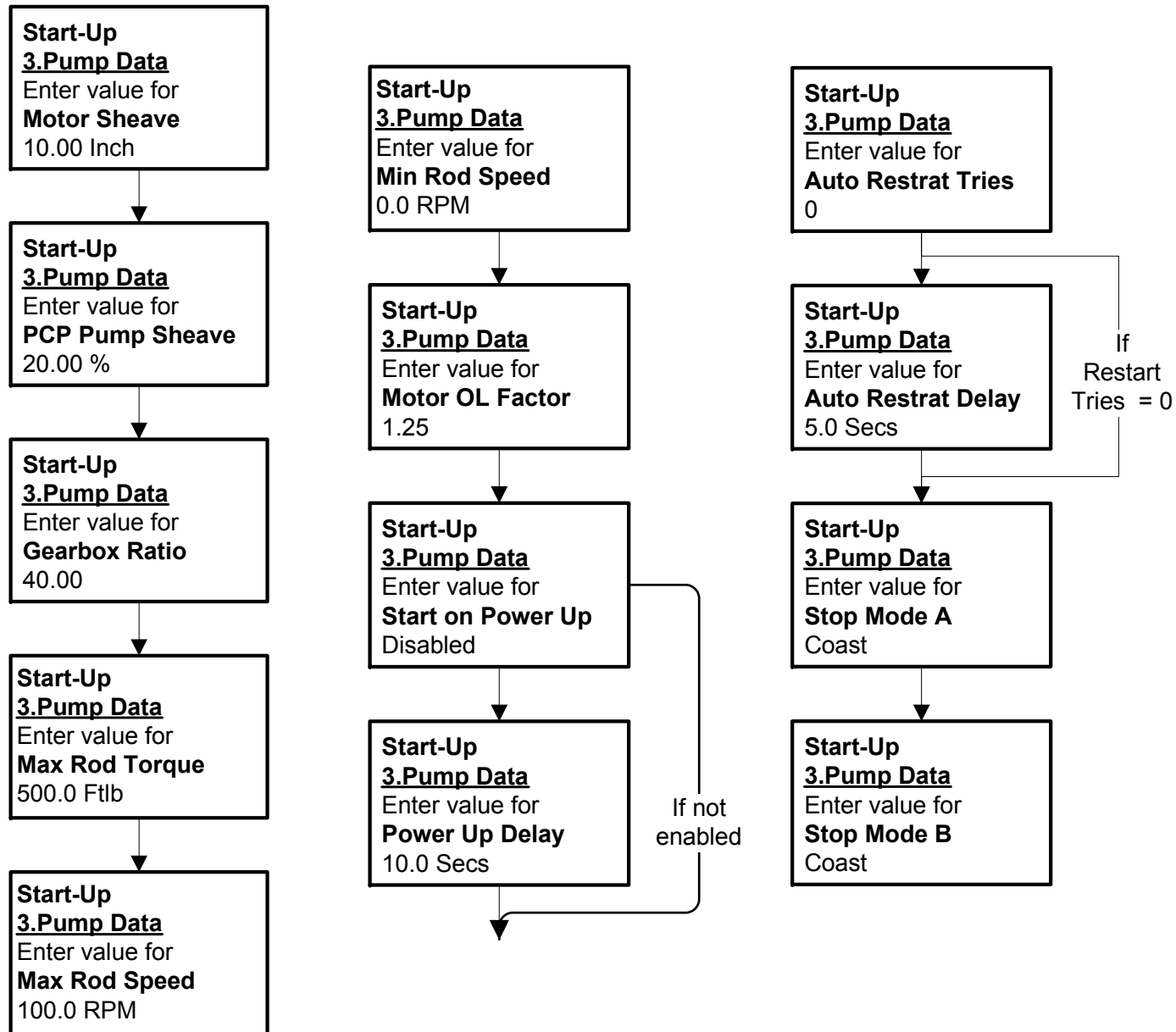
**Start-Up  
3.Pump Data**  
Enter value for  
**Gearbox Rating**  
123.4 Kin#

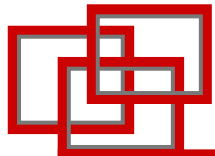
Pump can be set to Reduce Speed, Stop or Stop After Reducing Speed when pump-off condition is detected

Enter

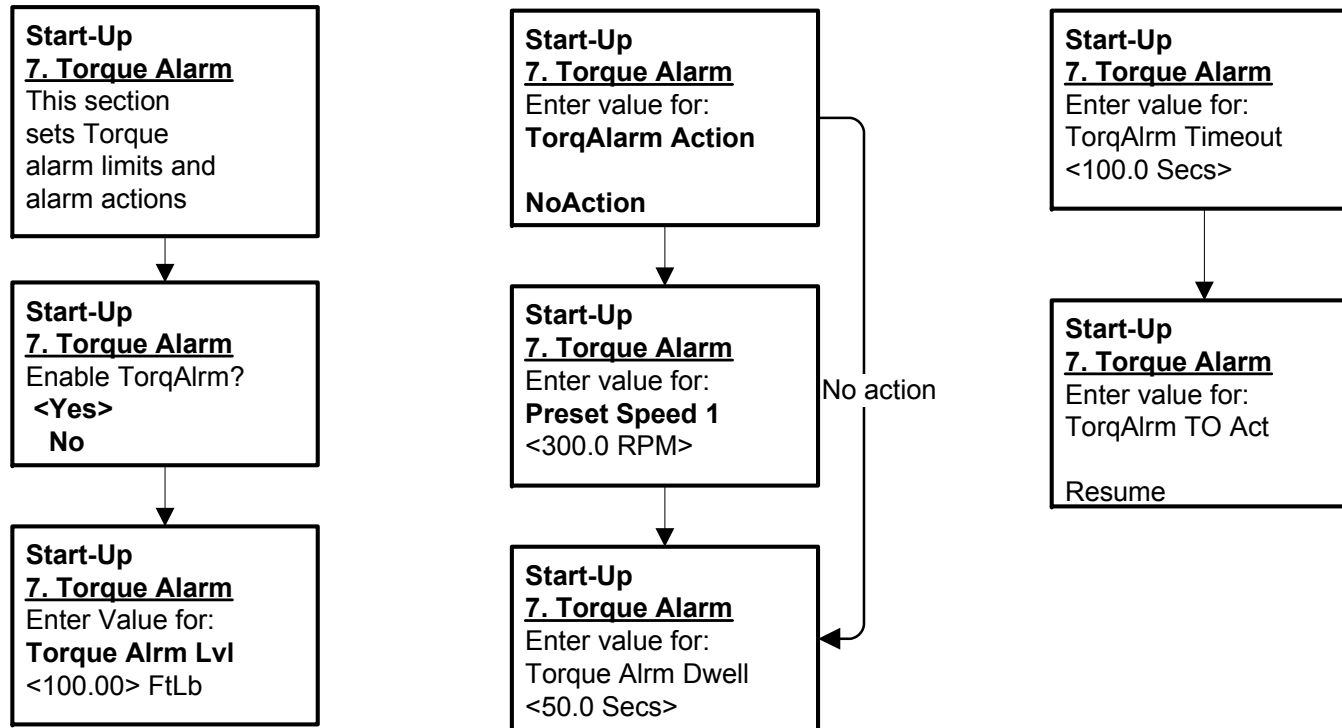


# Для винтового насоса

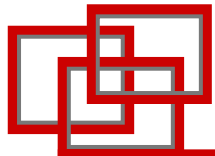




# Предупреждения по моменту

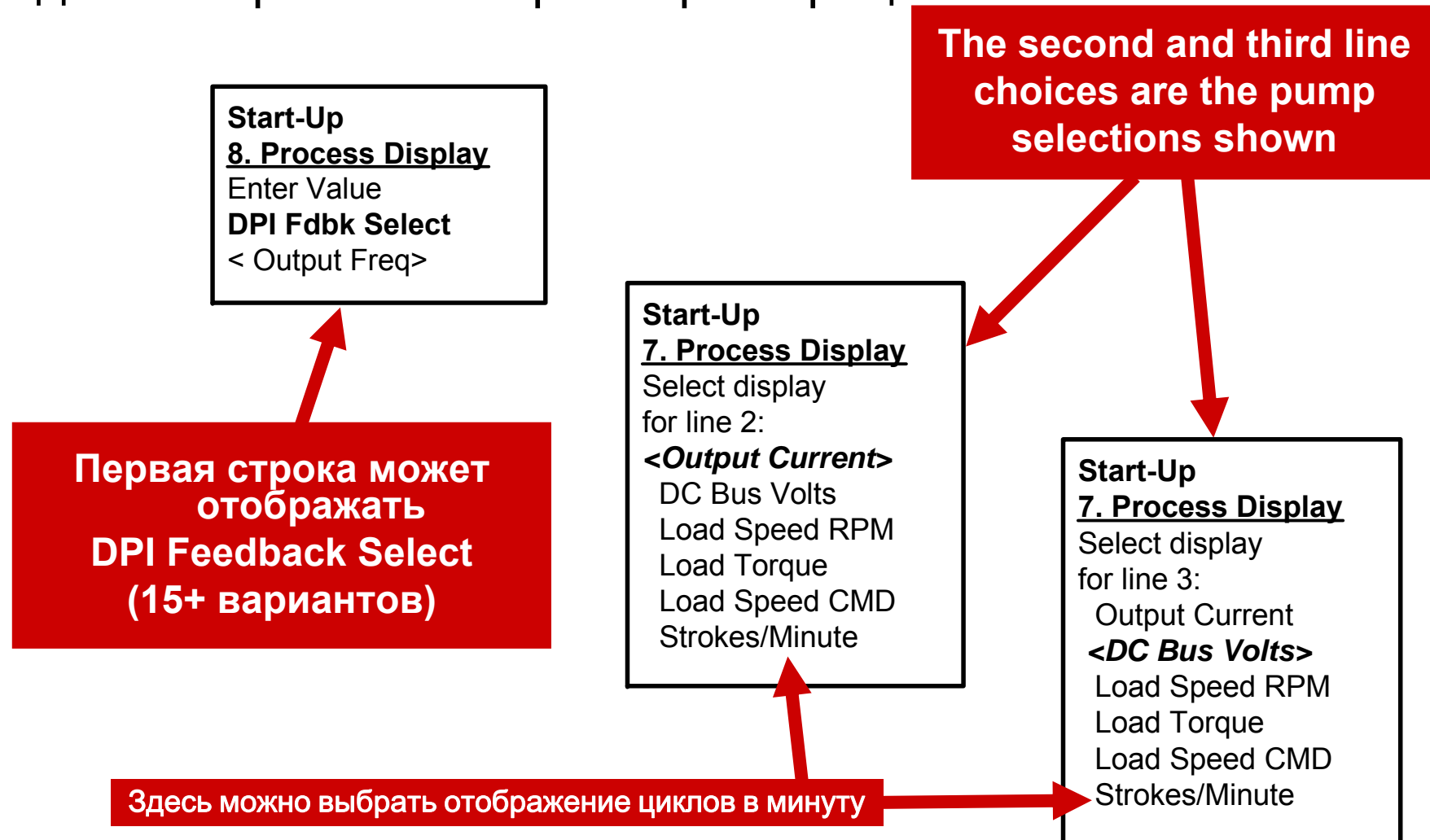


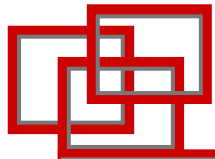
**ТОЛЬКО ДЛЯ ВИНТОВЫХ  
НАСОСОВ**



# Отображение информации при работе

- Пользователь может использовать 3 строки дисплея для отображения параметров процесса





# Описание работы функции

В этом разделе приведено описание работы и настройки функции Pump Off для Powerflex 700. По умолчанию используется момент нижнего такта с [Pump Off Config] в *Automatic (Автоматический)* или *Position (Позиционный)* режимах.

1. Изначально СУ проверяет статус At Speed.
2. Когда значение статус At Speed = истина, бит at speed устанавливается в 1 и текущее задание скорости запоминается.
3. По следующим 10 тактам запоминается выбора и моменты нижних тактов складываются.
4. Вычисляется среднее значение этого момента и сохраняется как опорное для данной скорости насоса.
5. Насос работает при нормальных условиях. Задание скорости проверяется на изменение каждые 5 тактов.
6. Если момент нижнего такта отличается от опорного больше, чем на Pump Off Level %, устанавливается флаг и привод ожидает выборки следующего цикла качания.
7. Если выборка за следующий цикл также показывает превышение отклонения то, задание скорости снижается на Pump Off Speed %.
8. Когда статус привода At Speed активируется при новом пониженном значении заданной скорости, вычисляется второе значение опорного момента. И снова проводится выборка и усреднение по следующим 10 циклам качания.
9. При изменении задания скорости оператором процесс начинается с шага 1.
10. При работе на пониженной скорости момент каждые 5 циклов сравнивается с опорным. Если 2 раза выборка покажет, что отклонение момента превышает допустимые пределы, то задание скорости будет еще раз снижено на Pump Off Speed %.
11. Если снижение момента не продолжается в течении заданного времени Pump Off Time, задание скорости возвращается на исходный уровень и процесс продолжится с шага 5.
12. Когда статус At Speed активируется на 2 пониженной скорости, вычисляется третье значение опорного момента усреднением за следующие 10 циклов.
13. При работе на второй пониженной скорости момент каждые 5 циклов сравнивается с опорным. Если 2 раза выборка покажет, что отклонение момента превышает допустимые пределы, то таймер Pump Off Time сбрасывается на 0.
14. Если снижение момента не продолжается в течении заданного времени Pump Off Time, задание скорости возвращается на исходный уровень, сравнение будет проводиться с исходным опорным моментом и процесс продолжится с шага 5. Привод может длительное время работать на второй пониженной скорости, если момент не стабилизируется.

Единственная разница между режимами, какая часть кривой момента используется для определения необходимости снижения скорости. Может использоваться либо нижний такт цикла, либо полный цикл.

Когда P683 [Pump Off Config] установлен в значение *Cycle*, используется полный цикл. Включается отдельный счетчик положений, который использует передаточное отношение редуктора и ОС по скорости для вычисления положения. Для работы важно, чтобы передаточное отношение редуктора было задано правильно.

Значение положения инкрементируется каждые 2 мс на основании выходной частоты. Мгновенное значение момента добавляется в буфер и счетчик инкрементируется.

Когда значение счетчика достигает 10000, он сбрасывается на 0. Содержимое буфера момента делится на значение счетчика, для вычисления среднего значения момента за цикл.

Этот момент затем используется как опорный, таким же образом как это делалось в обычном процессе анализа по моменту нижнего такта.

LISTEN.  
THINK.  
SOLVE.<sup>SM</sup>



**Спасибо за внимание!**

ALLEN-BRADLEY • ROCKWELL SOFTWARE

**Rockwell  
Automation**

