

# Системы защиты **HIPPS**

Высочайшая надежность

## Введение

HIPPS – это аббревиатура слов “High Integrity Pressure Protection System” (Система защиты от превышения давления с высоким интегральным уровнем безопасности). Системы HIPPS используются для предотвращения превышения допустимого давления в трубопроводе или технологической установке путем изолирования источника высокого давления. В традиционных системах с предохранительными клапанами избыточное давление стравливается. Очевидными недостатками таких систем являются выброс технологических сред (огнеопасных и токсичных) в окружающую среду и большая занимаемая площадь, необходимая для размещения самой системы.

Система HIPPS обеспечивает технически обоснованное и экономически более привлекательное решение задачи защиты оборудования в тех случаях, где:

- имеют место высокие давления и/или расходы;
- высокие требования к защите окружающей среде;
- необходимо улучшение экономических показателей разрабатываемого месторождения;
- необходимо снижение уровня риска эксплуатации установки.

Система HIPPS – это приборная система защиты, которая проектируется и изготавливается в соответствии со стандартами IEC 61508 и IEC 61511.

## Что такое HIPPS?

Международные стандарты IEC 61508 и IEC 61511 касаются функций безопасности и приборных систем (SIS), предназначенных для защиты оборудования, персонала и окружающей среды.

В предшествующих стандартах использовались такие термины, как системы безопасного отключения, системы аварийного отключения или последний уровень защиты.

Систему, которая позволяет изолировать источник повышенного давления быстрее 2-х секунд с надежностью не менее, чем имеет место при срабатывании обычных предохранительных клапанов, обычно называют системой HIPPS.

Такая система защиты от превышения давления с высоким интегральным уровнем безопасности представляет собой функциональный контур, состоящий из:

- датчиков (или иницирующих устройств), которые обнаруживают высокое давление;
- логического вычислительного устройства, которое обрабатывает входной сигнал от датчиков и выдает свой сигнал на исполнительные органы;
- исполнительных органов, которые фактически осуществляют корректирующее воздействие, приводя технологический процесс в безопасное состояние. В случае HIPPS это означает изолирование источника высокого давления. Исполнительный орган состоит из клапана, привода и электромагнитных (соленоидных) клапанов.



Выброс углеводородов наносит вред окружающей среде, а CO<sub>2</sub> – противоречит Киотскому протоколу.



Системы HIPPS все чаще используются для защиты оборудования, персонала и окружающей среды.

## Стандарты и практика проектирования

Постоянно растущие объемы расхода жидкостей и газов в технологических установках, в сочетании с ограничениями, накладываемыми требованиями защиты окружающей среды, послужили причинами, вызвавшими в последние десятилетия широкое распространение и быстрое признание системы HIPPS в качестве основной и решающей системы защиты.

Международная Электротехническая Комиссия (IEC) ввела в 1998 и 2003гг. стандарты IEC 61508 и IEC 61511. Это не предписывающие стандарты, основанные на текущей практике и детально учитывающие весь жизненный цикл изделия, подход к проектированию, эксплуатации и управлению системами защиты, предназначенные для применения в различных областях с разными уровнями опасности. Эти стандарты применимы также и к системам HIPPS.

Стандарт IEC 61508 в основном ориентирован на системы защиты электрического, электронного и программируемого электронного оборудования. Однако он также определяет основные положения для систем защиты, базирующихся на других технологиях, включая механические системы. Стандарт IEC 61511 был создан дополнительно Международной Электротехнической Комиссией специально для проектировщиков, изготовителей и потребителей приборных систем защиты и более детально описывает другие компоненты контура защиты (датчики и исполнительные органы).

Отправной точкой в проектировании приборных систем защиты является интегральный уровень безопасности (SIL). Он определяется в процессе анализа показателя опасности установки или технологического процесса и отражает необходимое снижение этого показателя. Приборная система защиты должна удовлетворять требованиям соответствующих уровней SIL, которые находятся в диапазоне от 1 до 4. Стандарты IEC описывают требования по каждому уровню SIL для всего жизненного цикла изделия, включая его проектирование и обслуживание. Уровень SIL определяет также необходимую величину вероятности отказа в момент запроса (PFD) для всего контура защиты и ограничения, накладываемые на архитектуру контура и на его отдельные элементы.



На практике в нефтегазовой промышленности требуемым от системы HIPPS уровнем безопасности часто является SIL3. Но этот показатель должен всегда быть результатом сравнительного расчета уровней опасности и работоспособности (HAZOP).

Требования к системе HIPPS не должны ограничиваться только определением величины вероятности отказа PFD, поэтому количественные показатели и архитектурные ограничения составляют неотъемлемую часть требований к приборной системе защиты, какой является HIPPS.

В последние десятилетия для (механических) приборных систем защиты от превышения давления используются европейские стандарты – EN12186 (бывший DIN G491) и более конкретизированный EN14382 (бывший DIN 3381). Эти стандарты описывают требования к системам защиты установок газовой промышленности от превышения давления в целом, а также к их компонентам. Они устанавливают не только показатели быстродействия и точности контура защиты, но также и коэффициенты запаса при выборе размера привода исполнительного органа. Независимый контроль и испытания конструкции для проверки соответствия стандарту EN14382 обязательны. Поэтому при проектировании систем HIPPS часто обращаются к этому стандарту. В 1974 году немецкая организация DVGW сертифицировала исполнительный орган фирмы “Моквелд”, включая механическое реле давления, по стандарту DIN3381 (теперь EN14382). С тех пор наша фирма накопила обширный опыт эксплуатации на природном газе предохранительных отсечных клапанов (включая привод и датчик давления) с быстродействием на закрытие менее 2 секунд.

## Надежность

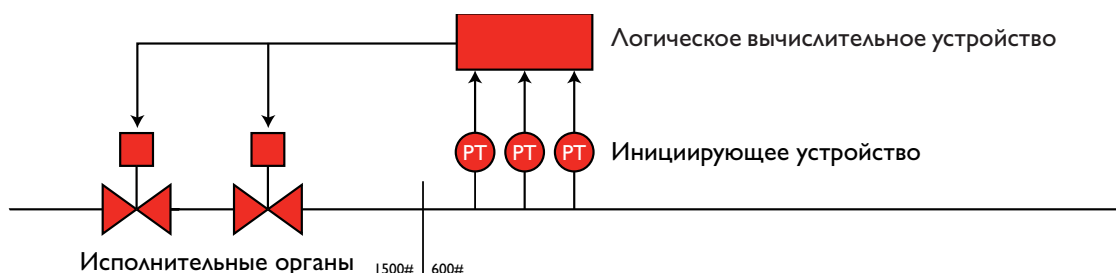
В настоящее время фирма “Моквелд” накопила опыт эксплуатации быстродействующих исполнительных органов, составляющий в общей сложности 19000 суммарных лет работы. Поэтому исключительно высокая надежность этих исполнительных органов (функциональных блоков, состоящих из отсечного клапана + привод + соленоид или реле давления) проверена на практике при работе на природном газе и двухфазных углеводородах. База данных фирмы “Моквелд” прошла соответствующую проверку. Полученные на ее основе показатели надежности, включая интенсивность отказов при работе как на чистых средах (прошедших подготовку), так и на загрязненных (неподготовленных, близких к пластовым флюидам), были подтверждены третьей стороной, а именно немецкой сертификационной организацией TÜV.

Подтвержденная интенсивность отказов исполнительного органа в системах HIPPS фирмы “Моквелд” (в составе клапан + привод) в части невозможности осуществления полного хода за 2 секунды при работе на неподготовленных углеводородах:  $I = 2,98 \times 10^{-4}$  / год. Интенсивность отказов механического реле давления (датчика) фирмы “Моквелд”, установленного на исполнительном органе:  $I = 1,96 \times 10^{-3}$  / год. Эти показатели позволяют нашей фирме предлагать системы HIPPS с интегральным уровнем безопасности SIL 3 или SIL 4 при интервале проверочных испытаний 1 год в полном соответствии стандартам EN12186 или EN14382.

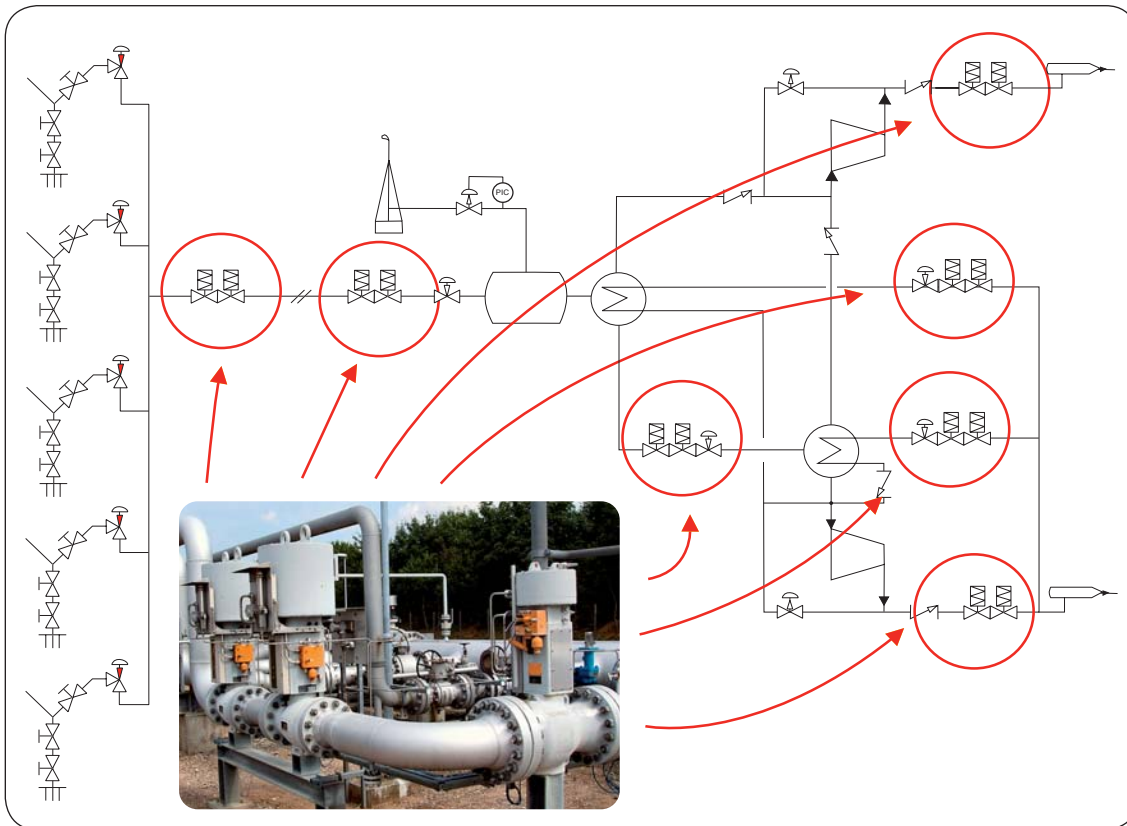
Исполнительные органы систем фирмы “Моквелд” не требуют дополнительных электронных устройств для проведения испытаний с частичной длиной хода, чтобы соответствовать уровню SIL 3 с 1-летним интервалом испытаний. Мы располагаем отдельной технической спецификацией по этому вопросу.

Интегральный уровень безопасности SIL	Вероятность отказа в момент запроса PFD
4	$\geq 10^{-5}$ to $< 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4}$ to $< 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3}$ to $< 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2}$ to $< 10^{-1}$

Связь между величинами PFD и SIL. Требуемый показатель избыточности здесь не показан.



Типичный контур защиты системы HIPPS, состоящий из 3-х датчиков давления, логического вычислительного устройства и 2-х исполнительных органов (клапан + привод).



Пример того, где и как могут быть использованы системы HIPPS в типичной технологической установке на месторождении

## Иницирующие устройства или датчики

Иницирующие устройства или датчики служат для обнаружения высокого давления (или высокого уровня, или температуры). Это могут быть механические реле давления фирмы “Моквелд” или специальные датчики давления, предназначенные для предохранительных систем. Контур защиты может включать один датчик или больше, в зависимости от требуемого уровня безопасности.

Реле давления фирмы “Моквелд” сертифицированы по стандарту DIN 3381 и имеют погрешность установки давления менее 1%. Как пневматическое, так и гидравлическое реле сертифицированы в соответствии со стандартом EN14382, и мы располагаем данными об их надежности, подтвержденными третьей стороной. Системы защиты, использующие эти реле, достаточно просты и позволяют легко оценить отдельные параметры, не создавая сложностей в эксплуатации. Это делает систему безопасной даже по сути своей конструкции.

Система HIPPS с реле давления фирмы “Моквелд” автономна, не требует никакого внешнего источника энергии и пригодна для установки в отдаленных районах без обслуживания.



Система HIPPS с двумя реле давления фирмы “Моквелд” на ГИС “Tutong” фирмы “Shell” в Брунее.

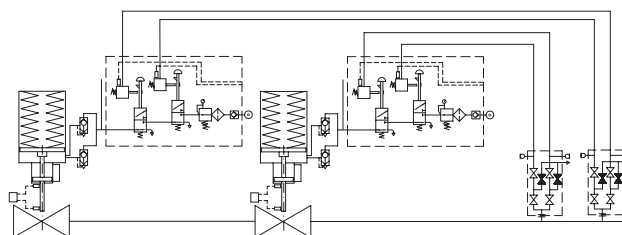


Схема системы HIPPS, состоящей из 2-х исполнительных органов, каждый из которых оснащен 2-мя реле давления. Тестирование осуществляется через коллекторный блок с системой блокировки.



## Логическое вычислительное устройство

Логическое вычислительное устройство обрабатывает сигналы от датчиков и закрывает исполнительный орган, например, отключая соленоидные клапаны. Системы с использованием механических реле давления не требуют отдельного логического вычислительного устройства. Приборные системы защиты HIPPS с датчиками давления и логическим вычислительным устройством обычно используется в тех случаях, когда требуется дистанционное определение величины давления. Обычно устанавливается 3 датчика давления, а логическое устройство отключает соленоидные клапаны, когда от 2-х датчиков поступает высокий сигнал (выборка 2 из 3-х).

Логическое вычислительное устройство – это, пожалуй, самое сложное устройство в контуре защиты, особенно, если оно программируемое. В настоящее время имеется много таких устройств с сертификатами, подтверждающими их пригодность для использования в контурах защиты с интегральным уровнем безопасности SIL 3.

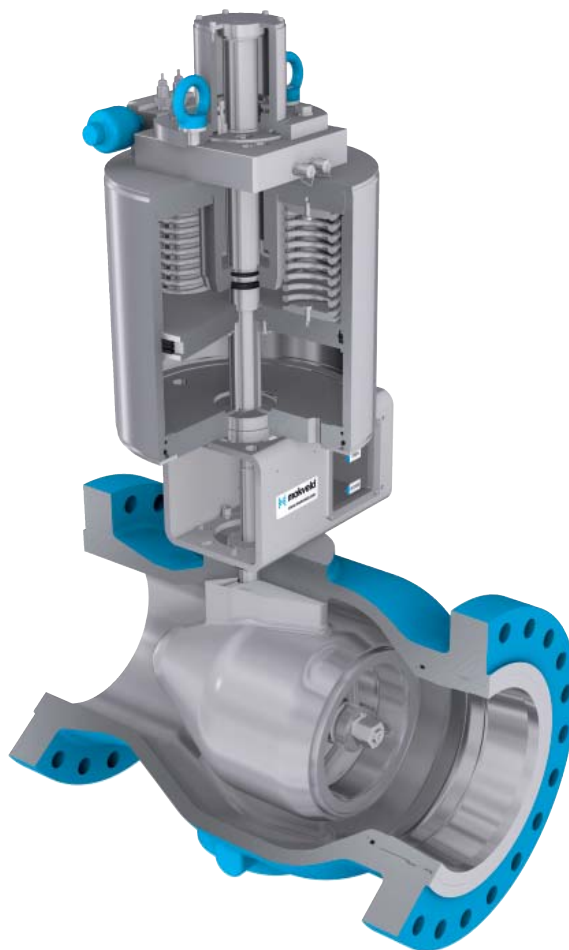
В основном фирма “Моквелд” использует аппаратно-полупроводниковые логические вычислительные устройства, основанные на технологии с магнитными сердечниками. Такие системы имеют высокую надежность в силу своей конструкции и поэтому сертифицированы для использования в контурах защиты с интегральным уровнем безопасности SIL 4.

## Исполнительный орган

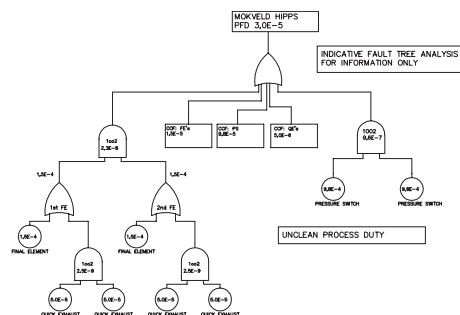
Стандарт IEC 61508 не уделяет исполнительным органам того внимания, которого они заслуживают, поэтому IEC 61511 уже более сфокусирован на этой части контура защиты.

Следует сказать, что специфическим требованием является высокое быстродействие контура (с закрытием клапана в пределах 2 секунд) в режиме низкой частоты обращения к нему. Стандарт EN12186 констатирует это и обращается к норме EN14382 в части проектирования исполнительного органа.

Отсечные клапаны в системах HIPPS обычно в течение длительного периода находятся в режиме ожидания (клапан при этом долгое время остается полностью открытым). Поэтому их конструкция должна быть такой, чтобы это не влияло на время реакции клапана и на его быстродействие в момент запроса.



Типичная панель логического вычислительного устройства.

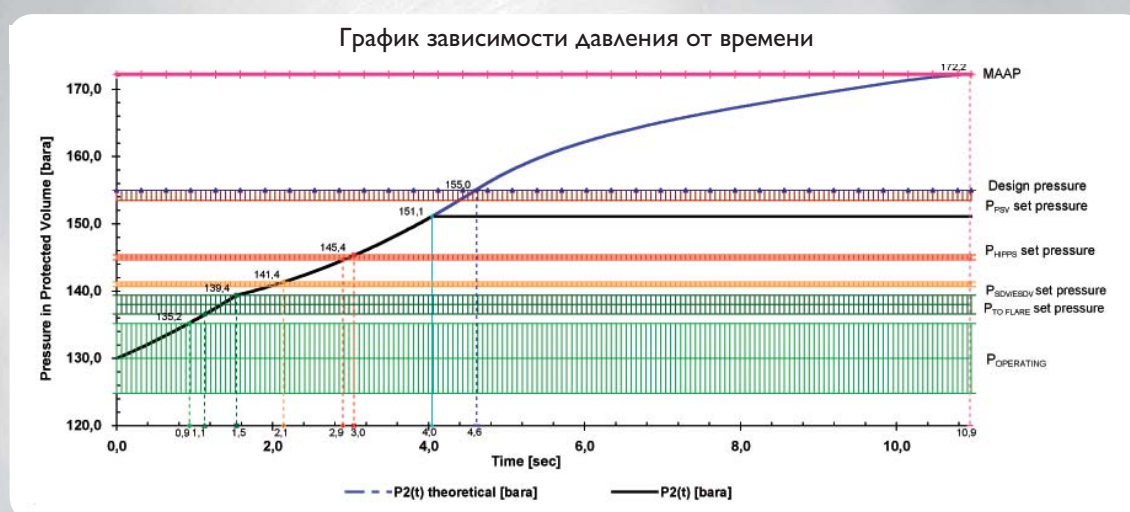


Инженеры фирмы “Моквелд” выполняют анализ древа отказов Вашей системы на стадии технического предложения.

Отсечные клапаны осевого типа фирмы “Моквелд” отличаются следующими особенностями, которые делают их высоконадежными и особо пригодными для использования в составе систем HIPPS:

- а) Усилие страгивания минимально даже после длительного бездействия клапана.
- б) Эрозионный износ и снижение герметичности главного уплотнения отсутствуют.
- в) Требуемое усилие привода незначительно и не зависит от перепада давлений.
- г) Очень высокое быстродействие ( $\leq 2$  сек. даже у клапанов DN 24”) благодаря малой массе движущихся частей.
- д) Поршень не ударяет в седло, а входит в него с демпфированием в приводе, а не в клапане.
- е) Интегрированная конструкция клапана и привода обеспечивает постоянный достаточный запас по усилию привода.

Более детальное описание преимуществ отсечных клапанов осевого типа фирмы “Моквелд” дано в проспекте этого вида оборудования.



Фирма “Моквелд” также может помочь Вам в определении времени реакции Вашей системы на стадии технического предложения.

## Инжиниринговая помощь фирмы “Моквелд”

Инженеры фирмы “Моквелд” могут оказать Вам помощь на самой ранней стадии Вашего проекта. Мы можем помочь в выборе наиболее подходящей архитектуры системы HIPPS, анализе древа отказов, определении величины роста давления в защищаемом объеме трубопровода или технологической установки, а также требуемого быстродействия и значений уставок давления всей системы.

Для получения более  
подробной информации  
просьба обращаться:

**СП Моквелд Маркетинг**  
mokveld.marketing@mokveld.com  
www.mokveld.com

© Mokveld Valves,  
Нидерланды.  
июнь 2008 г.

