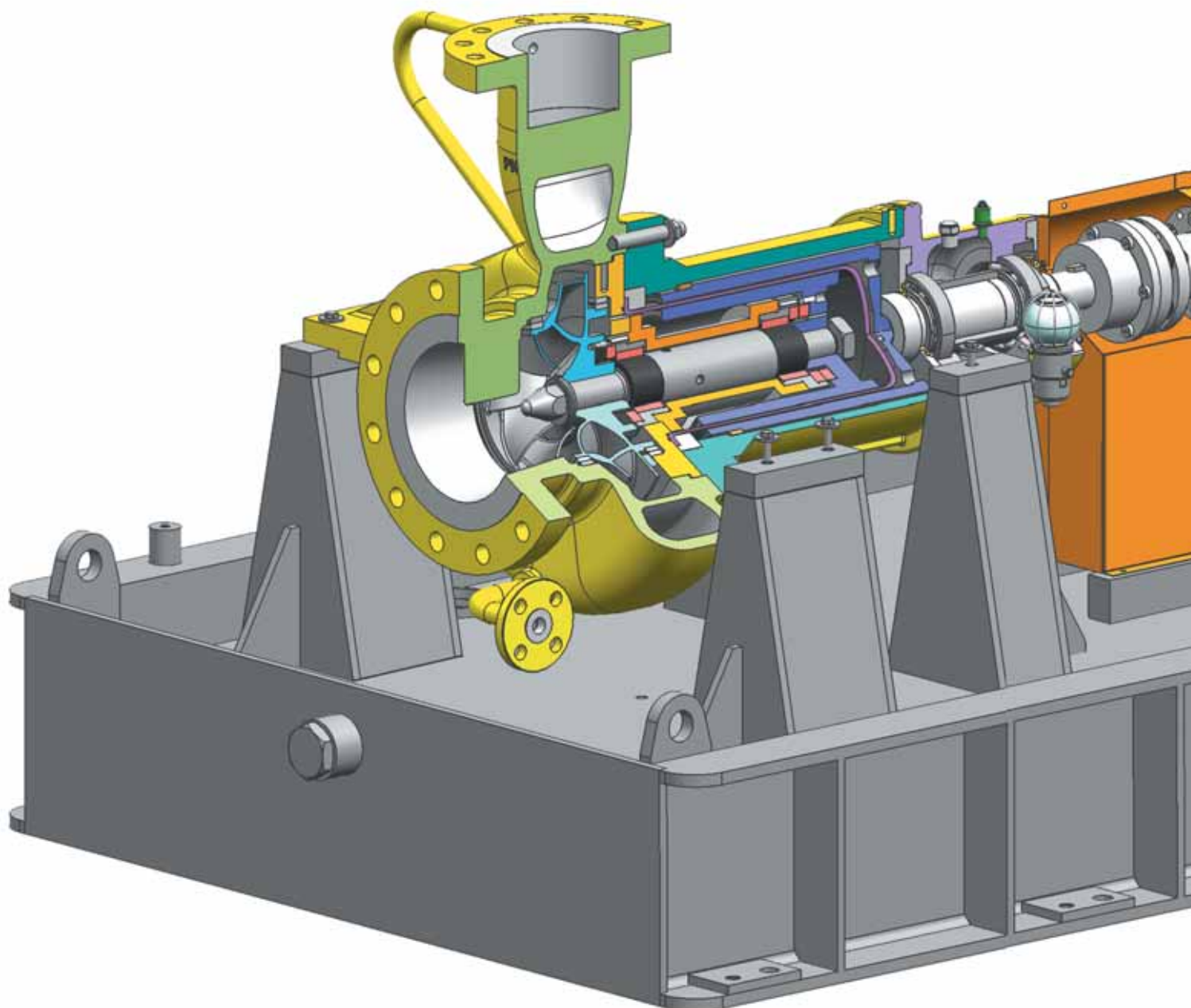


Техническая статья

**Композитные стаканы ZeroLoss™
для герметичных насосов с
магнитным приводом**

HMD Kontro



С момента издания стандарта API 685 для герметичных центробежных насосов компания HMD Kontro разработала и произвела широкий спектр технологических решений магнитного привода для центробежных насосов.

Главной целью разработки насосов с магнитным приводом была и остается безопасность, на данный момент большую роль также играют их существенные преимущества с точки зрения охраны окружающей среды. Они обусловлены необходимостью полностью изолировать опасные технологические жидкости внутри герметичного стакана.

На сегодняшний день герметичный стакан насосов с магнитным приводом имеет металлическую конструкцию, что позволяет достигнуть требуемой прочности при относительно небольшой толщине стенок.

Металлическое исполнение герметичного стакана для вращающихся муфт ведет к появлению вихревых токов в герметичном стакане, что в следствии приводит к снижению эффективности всей системы. В результате воздействия этих токов герметичный стакан нагревается.

На протяжении многих лет инженеры компании HMD Kontro отслеживали все разработки новых материалов в поисках изоляционного высокопрочного материала, пригодного для создания герметичного стакана ZeroLoss™, обеспечивающего отсутствие каких-либо потерь мощности.

Технические характеристики герметичного металлического стакана

Количество теряемой мощности в магнитной муфте, зависит от следующих факторов:

- Удельного электрического сопротивления материала герметичного стакана;
- Толщины материала герметичного стакана;
- Силы магнитов;
- Линейной скорости муфты.

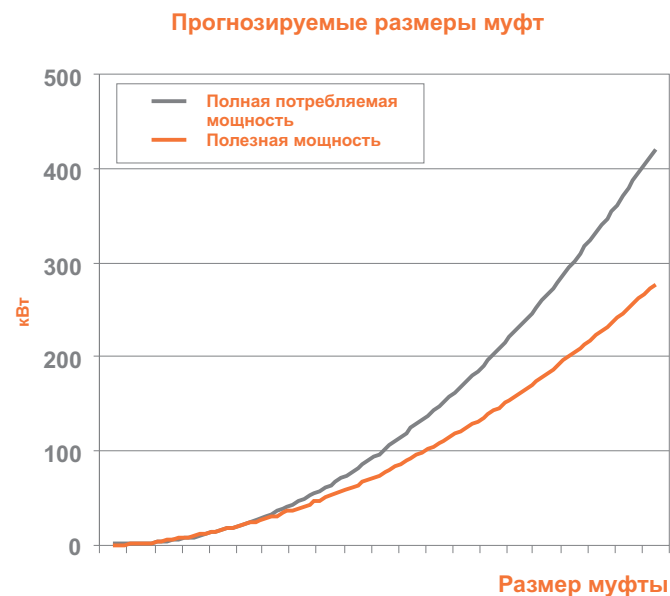
Для узла магнитной муфты и герметичного стакана «удельное электрическое сопротивление» представляет собой постоянную величину, обусловленную свойствами материала, а «магнитная сила» – постоянную величину, обусловленную типом и размером магнитов, используемых в различных магнитных муфтах.

Потери мощности изменяются пропорционально квадрату изменения скорости вращения. Например,

если первоначальная скорость насоса составляет 1750 об/мин с известной потерей мощности, то при увеличении скорости вращения насоса в 2 раза до 3500 об/мин, количество теряемой мощности увеличится в 4 раза.

Влияние линейной скорости означает, что муфты большого диаметра будут иметь более высокие потери в связи с увеличением линейной скорости.

Для стандартного ассортимента магнитных муфт насосов HMD Kontro и для более крупных размеров, это влияние показано на графике ниже:



Потеря мощности представляет собой разницу между кривой «полезной» и кривой «полной» мощности. В муфтах большого диаметра, поставляемых компанией HMD Kontro с металлическим исполнением герметичного стакана потери мощности являются довольно значительными.

Очевидно, что при использовании металлического герметичного стакана имеются ограничения, связанные с экономической целесообразностью увеличения размера магнитной муфты (за счет увеличения габаритов и большего числа магнитов и т.д.), а также с ростом соответствующих потерь мощности и её рассеиванием на стенке герметичного стакана. Это может стать непреодолимой проблемой для некоторых сфер применения.

Свойства материала герметичного стакана ZeroLoss™

Герметичный стакан ZeroLoss™ насосов HMD Kontro – это специально разработанный композитный материал, сочетающий в себе полиэфирэфиркетоновую смолу (ПЭЭК/PEEK) и углеродное волокно. Герметичный стакан ZeroLoss™ – это квазиизотропная многокоординатная конструкция, что означает практически одинаковую прочность материала по всем направлениям.

Материал герметичного стакана ZeroLoss™ имеет следующие свойства:

- Высокая прочность на растяжение
- Высокое электрическое сопротивление ($> 1,56 \text{ E} - 04 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$)
- Температурный диапазон – от -40°C до $+120^{\circ}\text{C}$ / -40°F – $+250^{\circ}\text{F}$
- Стойкость к воздействию широкого ряда химических веществ
- Лучшие по сравнению с металлом усталостные свойства
- Огнестойкость
- Не подвержен ломкости при минусовых температурах
- Сопротивляемость температурным ударам
- Ударостойкость
- Упругость и эластичность
- Отличная механическая обрабатываемость после формования
- Пригодность для вторичного использования (экологичность)
- Приблизительно 20% процентов от веса стали со схожими свойствами
- Приблизительно 50% процентов от коэффициента расширения стали со схожими свойствами

Прочность на растяжение

Определение прочности композитного материала в данной форме герметичного стакана выполняется с использованием теорий разрушения материалов, основывающихся на «классической теории слоистых материалов», позволяющих получить требуемые данные. Эти данные вводятся в расчет «квадратичного

критерия на отказ». Вследствие этого, значения прочности на растяжение могут немного различаться, поэтому они не были указаны в перечне.

Электрическое сопротивление

Утверждение о том, что герметичный стакан ZeroLoss™ обеспечивает нулевые потери мощности, обосновано электрическим сопротивлением материала конструкции. Измеренное электрическое сопротивление разработанного композитного материала составляет $1,56 \text{ E} - 04 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$.

Такое электрическое сопротивление в 212 раз выше, чем сопротивление нержавеющей стали, которая может использоваться в конструкции защитной оболочки. Однако измерение электрического сопротивления данного композитного материала выполнялось при расположении углеродных волокон вдоль направления измерения сопротивления

Силовые линии магнитного поля муфты насоса будут возбуждать вихревые токи, пересекающие секцию направленных углеродных волокон, т.е. они не будут проходить в том же направлении, что и волокна. Вследствие этого электрическое сопротивление нашего разработанного композитного материала, в том виде, в котором он используется в герметичном стакане ZeroLoss™, будет гораздо больше $1,56 \text{ E} - 04 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$, а потери мощности (из-за вихревых токов), зарегистрированные в ходе испытаний, подходят к нулевой отметке.



Герметичный стакан ZeroLoss насосов серии GSP с рамой 3



Картридж насоса с
герметичным стаканом
ZeroLoss™

Преимущества герметичного стакана ZeroLoss™

Герметичный стакан ZeroLoss™ насосов HMD Kontro дает следующие преимущества:

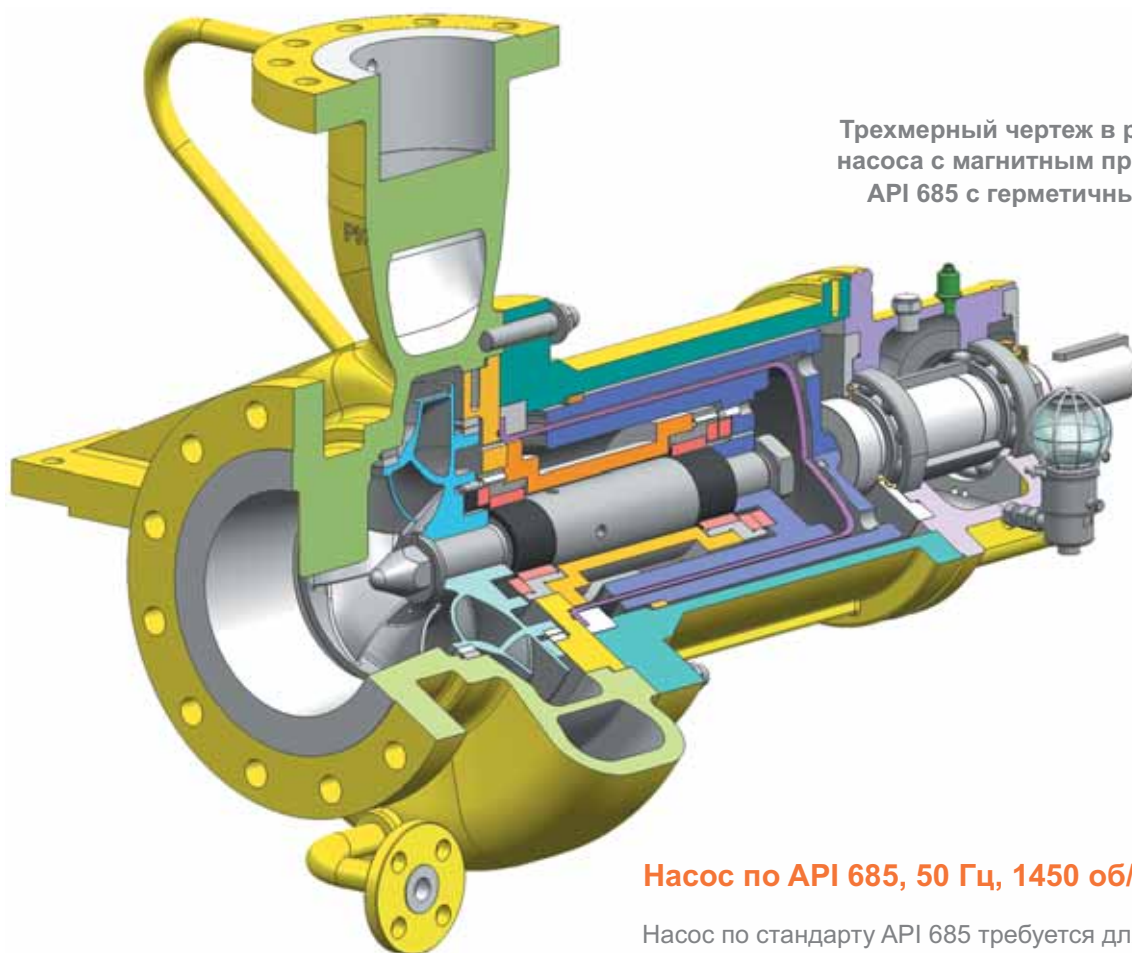
- **Низкие текущие или эксплуатационные расходы.** Текущие расходы по эксплуатации насосов HMD Kontro стандарта API 685, оборудованных герметичным стаканом ZeroLoss, значительно ниже, поскольку устранение потери мощности из-за вихревых токов позволяет снизить энергопотребление.
- **Низкие капитальные затраты.** Применение в оборудовании герметичного стакана ZeroLoss™, существенно позволяет уменьшить размер двигателя и, соответственно, всего насосного агрегата. Вследствие этого снижаются капитальные затраты пропорционально изменению спецификаций требуемого оборудования.
- **Прогресс в перекачке сжиженных газов.** Во время технологического процесса, если жидкость закачивается с давлением и температурой, близкой к ее испарению, устранение вихревых токов и теплового воздействия происходит с помощью герметичного стакана ZeroLoss™ — что, в свою очередь, позволяет избежать перехода жидкости в газообразное состояние, а также устраняет потенциальную опасность повреждения подшипников скольжения в следствии работы всухую и прочих последствий.
- **Прогресс в перекачке теплочувствительных жидкостей.** Подобным же образом герметичный стакан ZeroLoss™ предотвращает ухудшение свойств теплочувствительных жидкостей из-за эффекта нагрева от воздействия вихревых токов.
- **Повышенная устойчивость и улучшенная способность выдерживать условия закрытого клапана на нагнетании и частичной работы всухую.** Эффективность теплосъема на стенке герметичного стакана напрямую связана со свойствами перекачиваемой среды. При отсутствии жидкости, герметичный металлический стакан очень быстро нагревается до температуры, способной вызвать повреждения деталей насоса. При использовании герметичного стакана ZeroLoss отсутствует эффект нагрева под воздействием вихревых токов, благодаря чему герметичный стакан из композитного материала имеет повышенную устойчивость к условиям полной или частичной работы всухую, так как она не нагревается и потому не требует постоянного контакта с жидкостью для отвода тепла.
- **Позволяет разрабатывать насосы с большим типоразмером магнитного привода.** При использовании герметичного стакана ZeroLoss™, потеря мощности, т.е. разница кривых полной потребляемой и полезной мощностей, равна нулю. Ограничения в экономической целесообразности использования, присущие металлическим герметичным стаканам, значительно уменьшаются в случае герметичного стакана ZeroLoss™. Очевидно, что такие факторы, как увеличение затрат на материалы деталей больших размеров и большее количество магнитов, также присущи герметичным стаканам ZeroLoss™ больших размеров, однако, отпадает необходимость принимать во внимание значительное увеличение потерь мощности из-за вихревых токов.
- **Позволяет разрабатывать насосы с более высокой скоростью вращения.** Потери мощности на вихревые токи увеличиваются пропорционально квадрату скорости вращения. Однако, если потери мощности из-за вихревых токов равны нулю, что достигается благодаря композитному герметичному стакану ZeroLoss™, то скорость вращения может быть увеличена по сравнению с приводом вихревого тока.

Расчеты на конкретных примерах

Размещенные ниже конкретные примеры приводятся для демонстрации потенциальных преимуществ герметичного стакана ZeroLoss™, показывая конфигурацию насоса и эксплуатационные затраты для герметичного металлического стакана и композитного стакана ZeroLoss™.

В каждом примере предполагается, что как герметичный металлический стакан, так и композитный стакан ZeroLoss™ работают 24 часа в день, 256 дней (70%) в году, с эффективностью работы двигателя 92% и стоимостью электроэнергии 0,075 £ за кВт·ч.

В обоих случаях магнитная муфта и герметичный стакан были подобраны в соответствии с требованиями API 685.



Трехмерный чертеж в разрезе центробежного насоса с магнитным приводом HMD Kontro по API 685 с герметичным стаканом ZeroLoss™

Насос по API 685, 50 Гц, 1450 об/мин, 10x8x13"

Насос по стандарту API 685 требуется для перекачки жидкости с плотностью 1,0 для достижения указанных параметров расхода и напора. Насос работает от источника питания 50 Гц, выбранный размер 10x8x13", мощность двигателя 55 кВт, скорость вращения 1450 об/мин.

Эксплуатация выбранной магнитной муфты с герметичным металлическим стаканом будет стоить 22 163 £ в год.

Эксплуатация той же магнитной муфты с герметичным стаканом ZeroLoss™ будет стоить 20 035 £ в год.

Таким образом использование герметичного стакана ZeroLoss™ позволяет ежегодно экономить 10% эксплуатационных расходов.

Насос по API 685, 60 Гц, 1750 об/мин, 8х6х15"

Насос по стандарту API 685 требуется для перекачки жидкости для достижения указанных параметров расхода и напора. Насос работает от источника питания 60 Гц, выбранный размер 8х6х15", мощность двигателя 132 кВт, скорость вращения 1750 об/мин.

Эксплуатация выбранной магнитной муфты с герметичным металлическим стаканом будет стоить 53 293 £ в год.

Эксплуатация той же магнитной муфты с герметичным стаканом ZeroLoss™ будет стоить 48 083 £ в год, однако, также позволит использовать двигатель мощностью 110 кВт вместо 132 кВт.

Таким образом, использование герметичного стакана ZeroLoss™ позволяет ежегодно экономить 10% эксплуатационных расходов, кроме того при использовании двигателя мощностью 110 кВт вместо 132 кВт сокращаются капитальные затраты.

Насос по API 685, 50 Гц, 2900 об/мин, 4х3х15"

Насос по стандарту API 685 требуется для перекачки жидкости для достижения указанных параметров расхода и напора. Насос работает от источника питания 50 Гц, выбранный размер 4х3х15", мощность двигателя 185 кВт, скорость вращения 2900 об/мин.

Эксплуатация выбранной магнитной муфты с герметичным металлическим стаканом будет стоить 74 029 £ в год.

Эксплуатация той же магнитной муфты с герметичным стаканом ZeroLoss™ будет стоить 62 108 £ в год, однако, также позволит использовать двигатель мощностью 150 кВт вместо 185 кВт.

Таким образом использование герметичного стакана ZeroLoss™ позволяет ежегодно экономить 16% эксплуатационных расходов, кроме того при использовании двигателя мощностью 150 кВт вместо 185 кВт сокращаются капитальные затраты.

Насос по API 685, 60 Гц, 3500 об/мин, 6х4х13"

Насос по стандарту API 685 требуется для перекачки жидкости для достижения указанных параметров расхода и напора. Насос работает от источника питания 60 Гц, выбранный размер 6х4х13", мощность двигателя 250 кВт, скорость вращения 3500 об/мин.

Эксплуатация выбранной магнитной муфты с герметичным металлическим стаканом будет стоить 110 993 £ в год.

Эксплуатация той же магнитной муфты с герметичным стаканом ZeroLoss™ будет стоить 90 157 £ в год, однако, также позволит использовать двигатель мощностью 200 кВт вместо 250 кВт.

Таким образом использование герметичного стакана ZeroLoss™ позволяет ежегодно экономить 19% эксплуатационных расходов, кроме того при использовании двигателя мощностью 200 кВт вместо 250 кВт сокращаются капитальные затраты.



Sundyne HMD Kontro ZeroLoss™ Герметичные насосы



Параметры насосов

- Температура – от -40°C до +120°C (-40 – +250°F)
- Расход – До 2000 м³/ч / 8800 ам. гал/мин
- Напор – До 350 м / 1140' (дифференциальный)
- Вязкость – Макс. 200 сСт
- Давление – До 40 бар / 580 фунт/кв. дюйм
- Содержание мех.примесей – До 5% масс., размер частиц 150 микрон
- Содержание мех.примесей – До 8% масс., 250 микрон с фильтрацией
- Мощность – 365 кВт 50 Гц / 400 кВт 60 Гц
- Стандарты: API685 (API610) / ANSI B73.1M





Экологичность



Экономичность



**Прочность и
долговечность**



Энергоэффективность



**Высокие
температуры**



**Высокое
давление**

Чтобы более подробно ознакомиться с преимуществами герметичных насосов ZeroLoss™ и получить дальнейшие технические данные, пожалуйста, посетите наш специализированный веб-сайт www.hmdkontro.com/zeroloss или свяжитесь с компанией HMD Kontro, используя приведенную напротив контактную информацию.

Sundyne
HMD Kontro

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
HMD В МОСКВЕ:**

129223, МОСКВА,
ПРОСПЕКТ МИРА, ВВЦ
БИЗНЕС-ЦЕНТР "ТЕХНОПАРК",
ОФИС 58

ТЕЛ.: (495) 234-51-02,
(495) 234-51-08

ФАКС: (495) 234-51-01

Эл. почта: hmdpumps@orc.ru

Веб-сайт: www.hmdpumps.ru

Sundyne Corporation

14845 West 64th Avenue
Arvada
Colorado 80007
USA

ТЕЛ.: +1 303 425 0800

ФАКС: +1 303 425 0896

Эл. почта: pumps@sundyne.com

Веб-сайт: www.hmdpumps.ru

HMD Kontro Sealless Pumps

Hampden Park Industrial Estate
Marshall Road
Eastbourne
East Sussex
BN22 9AN
United Kingdom

ТЕЛ.: +44 (0)1323 452000

ФАКС: +44 (0)1323 503369

Эл. почта: info@hmdkontro.com

Веб-сайт: www.hmdkontro.com