электронный научно-технический журнал
ИНЖЕНЕРНЫЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51036. ISSN 2307-0595

Герметичные центробежные насосные агрегаты с приводом через магнитную муфту

08, август 2015

Кукушкин П. А.[1,*]

УДК: 62-137

[1]Россия, ООО «Гидромос»
[*]teh@gidromos.ru

Введение

ООО «Гидромос» является торговым домом заводов производителей герметичных, центробежных насосных агрегаты с приводом через магнитную муфту ЗАО «Гидродинамика» г. Минск и ООО «ГидроСаф» г. Сафоново, Смоленская обл. Насосные агрегаты, поставляемые компанией ООО «Гидромос» зарекомендовали себя на добывающих, перерабатывающих, химических предприятиях; в области транспортировки нефти, нефтепродуктов, сжиженных газов, конденсата. Насосные агрегаты обеспечивают подачи от 4 до 750 м^3/час, напоры 18-1650 м при мощности приводных электродвигателей от 2,2 до 630 кВт.

1. Устройство герметичного центробежного насосного агрегата

Герметичный насосный агрегат состоит из: насоса, привода, электродвигателя, смонтированных на общей раме. Насос (Рисунок 1) включает в себя проточную часть, подшипниковые узлы (1), внутреннюю магнитную полумуфту (2), щит (3), пяту (4), герметизирующий экран (5). Привод (Рисунок 2) состоит из корпуса (6), наружной магнитной полумуфты (7), втулочно-пальцевой полумуфты (8). Герметичность обеспечивается установкой экрана (5), передача крутящего момента обеспечивается взаимодействием магнитов внутренней (2) и наружной (7) магнитных полумуфт. В процессе работы герметизирующий экран находится во вращающемся магнитном поле, в нем наводятся токи Фуко, что вызывает его нагрев. Охлаждается экран и подшипники скольжения насоса частью перекачиваемой жидкости, отбираемой с нагнетания.

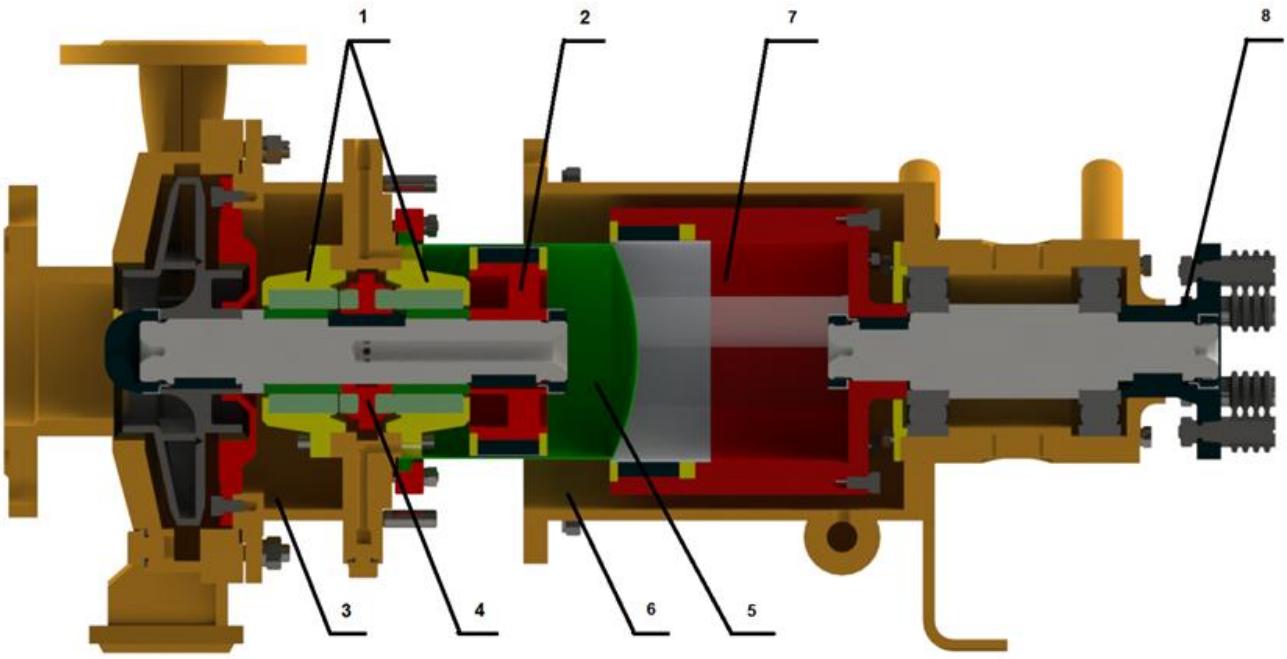

Рис. 1. Насос и привод

2. Герметизирующий экран насосного агрегата

К материалу экрана предъявляются следующие требования: высокие диэлектрические свойства, способность выдерживать высокие давления при малой толщине стенки (порядка 1 мм). На сегодняшний момент применяются следующие материалы: титановый сплав ВТ5-1, ВТ-6 и др., нержавеющие стали 12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т. Разработан новый энергоэффективный экран (Рисунок 2), состоящий из тонкостенной оболочки, служащей для создания герметизации экрана, толщина которой составляла от 0,4 до 0,5 мм (материал титан или нержавеющая сталь) и наружной оболочки, состоящей из волокнистых материалов (стеклопластика) и служащей как армируемый слой, т.е. увеличивающий прочностные свойства экрана.

На начальной стадии работ с центробежными насосами с магнитной муфтой наблюдалась проблема, без решения которой нельзя было заниматься насосами с магнитной муфтой. Суть проблемы в следующем. Перекачиваемая жидкость, как правило, содержит в своем составе примеси, в составе которых и феррочастицы. Потоком жидкости эти примеси попадают в зазор между экраном и ведомой полумуфтой. На расстоянии в 5…10 мм на выходе из зазора они останавливаются, т.к. перепад давления становится минимальным, и скапливаются на наружной поверхности ведомой полумуфты и по дуге в отдельных местах выбирают зазор. После этого присутствующие феррочастицы, которые прочно сидят на полумуфте за счет сил магнитного притяжения, вступают в контакт с экраном, в результате чего экран повреждался, а бывали случаи, что он полностью срезался по всей дуге и происходила полная разгерметизация насоса. В результате доводки насоса с магнитной муфтой был устранен дефект разгерметизации насоса следующим образом: для увеличения сил, выталкивающих из зазора накопившиеся примеси, в том числе и феррочастицы, на дне экрана были выполнены лопатки (Рисунок 3), которые при работе насоса возмущали поток жидкости и создавали разрежение на

выходе из зазора, тем самым появлялась дополнительная сила, способная удалять из зазора налипшие феррочастицы.

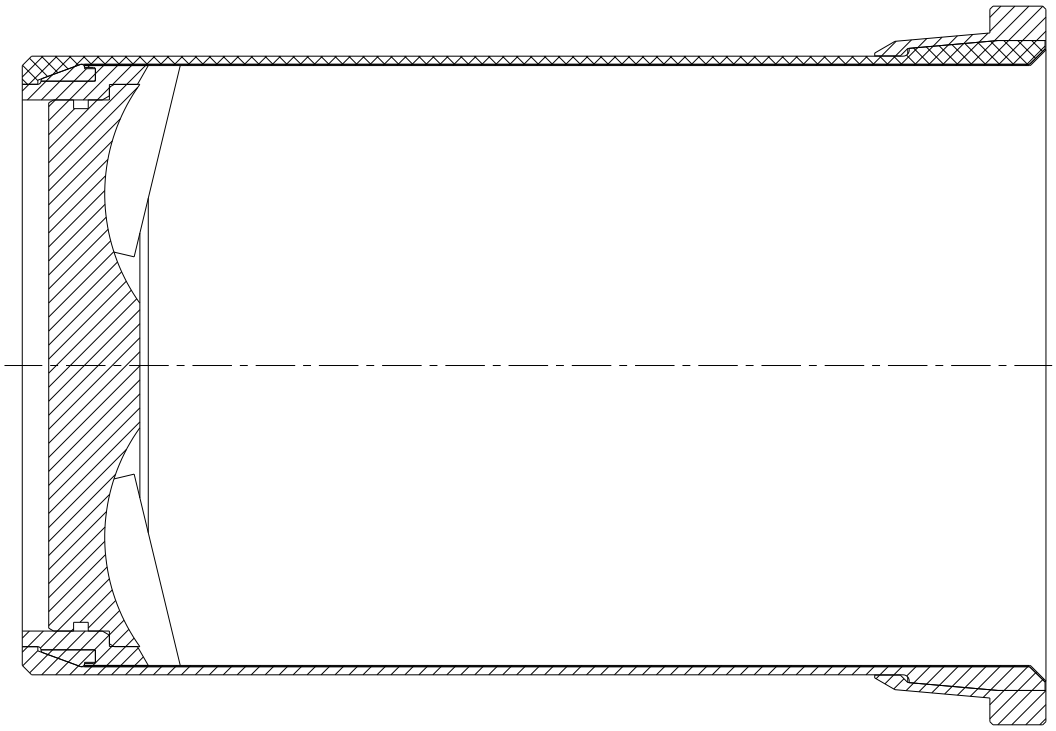

Рис. 2. Комбинированный экран с лопатками

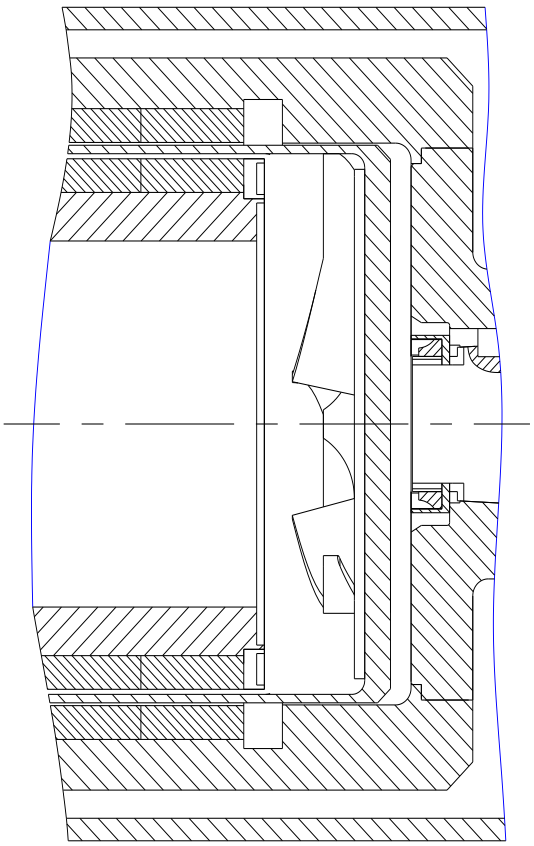

Рис. 3. Экран с лопатками

3. Высококоэрцитивные магниты

Таблица 1. Сравнительная таблица магнитов, устанавливаемых в магнитных муфтах

Свойство	Nd-Fe-B	Sm-Co
Магнитная индукция Br, Тл	1,0 – 1,4	0,8 – 1,1
Коэрцитивная сила по индукции Hcb, кЭ	12 кЭ	8-10 кЭ
Снижение индукции с повышение температуры температуры Tc of Br, % на °C	-0,07 до -0,13	~ -0,035
Диапазон рабочих температур Tmax-Tmin, °C	От -60 до +100-120	От -60 до +250-350
Коррозионная стойкость, +/-	-	+
Стоимость, +/-	+	-

В таблице 1 перечислены основные свойства магнитов из сплавов Nd-Fe-B и Sm-Co. Nd-Fe-B магниты обладают большей магнитной индукцией, коэрцитивной силой, для передачи одинакового крутящего момента, таких магнитов потребуется меньше, также они более дешевы в производстве. Область применения этих магнитов, ограничивается допускаемой рабочей температурой. Их применяют при температуре перекачиваемой среды до 100 °C, с ростом температуры на каждый °C их магнитные свойства снижаются более резко, чем у магнитов Sm-Co. В насосных агрегатах перекачиваемых жидкость с температурой более 100 °C применяются Sm-Co.

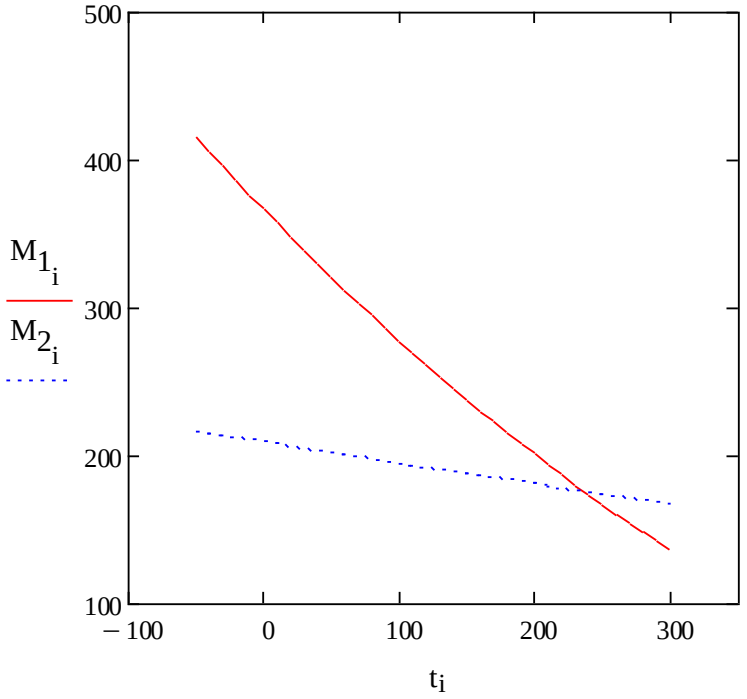

Рис. 4. Зависимость крутящего момента, передаваемого магнитной муфтой от температуры перекачиваемой жидкости

На графике (Рисунок 4) зависимости крутящего момента передаваемого магнитной муфтой $M_{1,2i}$ (Н*м) от температуры перекачиваемой жидкости t_i (°C) изображены 2

кривые. График (Рисунок 4) объясняет диапазоны применения магнитов из сплавов Nd-Fe-B и Sm-Co.

M_{1i} (t_i) – зависимость крутящего момента Nd-Fe-B магнитной муфты (24 магнита в 1 ряд) от температуры перекачиваемой жидкости;

M_{2i} (t_i) – зависимость крутящего момента Sm-Co магнитной муфты (24 магнита в 1 ряд) от температуры перекачиваемой жидкости.

Согласно графику (Рисунок 4) крутящий момент магнитной муфты с магнитами из сплава Nd-Fe-B становится равным крутящему моменту магнинитной муфты с магнитами из сплава Sm-Co при температуре перекачиваемой жидкости около 220 °С. Исходя из опыта конструирования на магниты из сплава Sm-Co переходят при более низких значениях перекачиваемой жидкости. Это объясняется тем, что в контуре охлаждения температура перекачиваемой жидкости повышается (примерно на 20 °С от температуры на входе в насос). Кроме того, магнитная индукция магнитов из сплава Nd-Fe-B выше чем у магнитов из сплава Sm-Co. Это приводит к тому, что герметизирующий экран при одинаковом числе магнитов в муфте нагревается больше, КПД магнитной муфты Nd-Fe-B ниже чем у магнитной муфты Sm-Co при одиноковом числе магнитов.

4. Подшипники скольжения

Подшипниковый узел скольжения (Рисунок 5) содержит корпус(1) с цилиндрической посадочной поверхностью, в пазы которой установлены упругие элементы(2). На упругих элементах(2) расположена втулка с лыской(4) наружу. В лыску(4) развальцована часть корпуса(5). Для облегчения развальцовки, на торце корпуса(1) подшипника скольжения, со стороны втулки(3) проточена канавка(6). При наличии на втулке(3) подшипника скольжения фаски, часть торца корпуса(1) равномерно развальцована на поверхность фаски по всей окружности. Использования изобретения позволяет упростить конструкциюи монтаж подшипника скольжения. Концентраторы напряжения находятся на наименее нагруженной – торцевой части втулки подшипника скольжения, что увеличивает показатели надежности узла и насосного агрегата в целом.

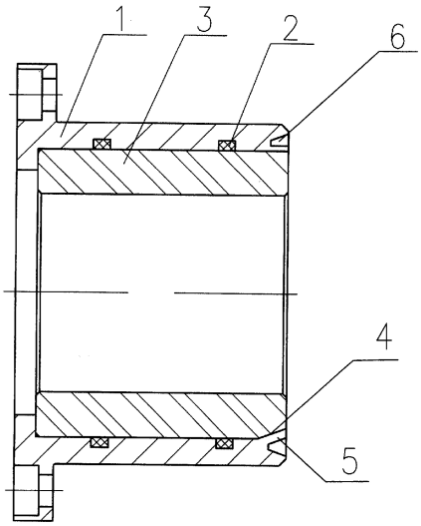

Рис. 5. Подшипник скольжения

Заключение

Герметичные насосные агрегаты в последние годы все шире применяются на ОПО. Они обеспечивают необходимый уровень безопасности выполнения технологических процессов, повышают экологичность производств, позволяют избежать запахов при работе насосного оборудования. Продукция ООО «Гидромос» постоянно совершенствуется:

- решены проблемы вызавающие разгерметизацию экрана при перекачке жидкостей с содержанием механических примесей;
- разработан комбинированный герметизирующий экран, повышающий КПД магниной муфты и насоса в целом;
- внедрена конструкция подшипникового узла с концентратором напряжения в наименее нагруженной части.

Заводы ЗАО «Гидродинамика» и ООО «ГидроСаф» проводят НИОКР с целью совершенствования своей продукции и сохранения репутации поставщика надежной, высокотехнологичной продукции для предприятий нефтегазохимического комплекса Российской Федерации.

Список литературы

1. Субботин С.П. Создание и совершенствование нового поколения герметичных динамических насосов с магнитной муфтой типа ГДМ: дис. … доктора технических наук. Минск. 2008. 204 с.
2. Субботин С.П. (патентообладатель), Мурашко А.В., Кислейко П.В., Яхницкий А.В. Экран магнитной муфты герметичного центробежного насоса: пат. 79627 Российская Федерация. 2009. Бюл. №1. 4 с.
3. Субботин С.П. (патентообладатель), Мурашко А.В., Кислейко П.В. Герметичный центробежный насос: пат. 009595 Евразийское патентное ведомство. 2008. Бюл. №1. 1 с.
4. Субботин С.П. (патентообладатель), Мурашко А.В., Лобач А.Н. Подшипниковый узел скольжения: пат. 58635 Российская Федерация. 2006. Бюл. №33. 3 с.