



УДК 622.06

ГИДРОЗАЩИТА ПЭД С УСИЛЕННОЙ ОСЕВОЙ ОПОРОЙ



HYDRAULIC PROTECTION PAD WITH REINFORCED AXIAL SUPPORT

Костилевский Валерий Анатольевич

кандидат технических наук,
Начальник управления
ПАО «Нефтяная компания Лукойл»

Шайдаков Владимир Владимирович

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры НГПО,
Уфимский государственный
нефтяной технический университет

Аюпова Алла Ринатовна

кандидат технических наук,
ведущий инженер технолог,
ООО «НПП АММА»
ljudvinickaja@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы гидравлической защиты погружного электродвигателя. Представлены виды защиты, приведено краткое описание основных конструктивных решений. Более подробно рассмотрена конструкция с усиленной осевой опорой. Приведены результаты внедрения данной гидрозащиты на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь», рассчитан экономический эффект от внедрения данного конструкторского решения.

Ключевые слова: погружной электродвигатель, гидрозащита, усиленная пята, однокорпусный, двухкорпусный, осевая нагрузка.

Kostilevsky Valery Anatolievich

Candidate of Technical Sciences,
Head of Department,
PJSC «Oil company Lukoil»

Shaydakov Vladimir Vladimirovich

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the NGPO Department,
Ufa State oil technical university

Ayupova Alla Rinatovna

Candidate of Technical Sciences,
Leading Engineer Technologist,
LLC NPP AMA
ljudvinickaja@yandex.ru

Annotation. The article deals with the issues of hydraulic protection of the submersible electric motor. The types of protection are presented, and a brief description of the main design solutions is provided. The construction with a reinforced axial support is considered in more detail. The results of the implementation of this hydro protection at the fields of LLC LUKOIL – Western Siberia are presented, and the economic effect of the implementation of this design solution is calculated.

Keywords: submersible electric motor, hydro protection, reinforced heel, single-hull, double-hull, axial load.

Гидрозащита погружного электродвигателя предназначена для предотвращения проникновения пластовой жидкости во внутреннюю полость электродвигателя, компенсации изменения объема масла во внутренней полости от температуры электродвигателя и передачи крутящего момента от вала электродвигателя к валу насоса.

Конструкция гидрозащиты электродвигателя бывает двух типов- открытого и закрытого. Гидрозащита открытого типа требует применения специальной барьерной жидкости плотностью до 2 г/см³, обладающей физико-химическими свойствами, которые исключают ее перемешивание с пластовой жидкостью скважины и маслом в полости электродвигателя. Верхняя камера заполнена барьерной жидкостью, нижняя – диэлектрическим маслом. Камеры сообщены трубкой. Изменения объемов жидкого диэлектрика в двигателе компенсируются за счет перетока барьерной жидкости в гидрозащите из одной камеры в другую.

В гидрозащитах закрытого типа применяются резиновые диафрагмы, их эластичность компенсирует изменение объема жидкого диэлектрика в двигателе.

В настоящее время погружные электродвигатели комплектуются либо однокорпусной, либо двухкорпусной гидрозащитой.

В двухкорпусной гидрозащите компенсатор располагается в отдельном корпусе ниже электродвигателя, а протектор устанавливается между насосом и двигателем. При спуске установки в скважину, пластовая жидкость, через отверстия в корпусе компенсатора, заполняет полость между корпусом и диафрагмой. Под действием давления столба жидкости в скважине, диафрагма сжимается, и масло из диафрагмы через перепускной клапан попадает в полость электродвигателя. Таким образом, происходит уравнивание давления во внутренней полости двигателя с давлением пластовой жидкости в скважине. При работе электродвигателя масло, нагреваясь, расширяется, при этом растягивает резиновую диафрагму и прижимает ее к внутренней поверхности корпуса компенсатора. Лишний объем масла сбрасывается наружу посредством системы последовательно расположенных газоотводных



обратных клапанов протектора. При остановке и охлаждении двигателя объем масла будет уменьшаться и резиновая диафрагма, воспринимая давление окружающей среды, будет втягиваться внутрь и пополнять маслом полость двигателя. При последующем включении двигателя процесс изменения объема масла повторится, т.е. при любых изменениях давления масла диафрагма компенсатора будет «дышать» и уравнивать давление в полости двигателя с давлением окружающей среды. Однокорпусная гидрозашита представляет собой протектор, в корпусе которого размещается компенсатор. Протектор устанавливается над электродвигателем. При спуске установки в скважину пластовая жидкость через отверстие в головке гидрозашиты по каналу в верхнем ниппеле поступает в полость за диафрагмой. По мере погружения уртановки, вследствие увеличения гидростатического давления жидкости, диафрагма сжимается, тем самым, уравнивая давление масла в двигателе с давлением окружающей среды [1].

Все крупные производители погружных электродвигателей постоянно совершенствуют свою продукцию. В нефтяной компании «Лукойл» на основе большого опыта и при сотрудничестве с ведущими производителями, специалистами НИИ и университетов совершенствуются типы гидравлической защиты ПЭД.

Под научным руководством Костилювского В.А. была разработана конструкция гидрозашиты с усиленной осевой опорой [2]. Применение данного устройства позволяет увеличить допустимую осевую нагрузку до 800 кг, что влечет снижение потери мощности, увеличение срока эксплуатации и повышение надежности установки электроцентробежного насоса.

Устройство для гидравлической защиты погружного маслозаполненного электродвигателя состоит из корпуса, внутри которого размещены не менее двух эластичных диафрагм, закрепленных на опорах при помощи кольцевых пружин, выполняющих функцию предохранительного клапана для сброса избыточного давления от температурного расширения масла в эластичных диафрагмах. Осевая опора вала включает в себя подвижную пятю, установленную на валу, и неподвижный подпятник. Пята и подпятник выполнены в виде упорного подшипника скольжения, включающего в себя металлическую обойму с установленной в ней керамической опорой. Рабочая поверхность керамической опоры пяты выполнена гладкой, а на рабочей поверхности керамической опоры подпятника выполнены радиальные канавки.

Устройство гидрозашиты погружного маслозаполненного электродвигателя при монтаже в составе установки электроцентробежного насоса размещается между электродвигателем и электроцентробежным насосом. Крепление гидрозашиты осуществляется специальными гайками через резьбовые шпильки. Крутящий момент от вала электродвигателя передается на вал электроцентробежного насоса через муфты шлицевые и вал гидрозашиты погружного маслозаполненного электродвигателя.

На рисунке 1 представлен общий вид гидрозашиты ПЭД. Она состоит из двух корпусов 1, головки верхней 2, ниппеля верхнего 3, ниппеля нижнего 4 и головки нижней 5, соединенных между собой резьбовыми соединениями, вала 6, двух эластичных диафрагм 7.

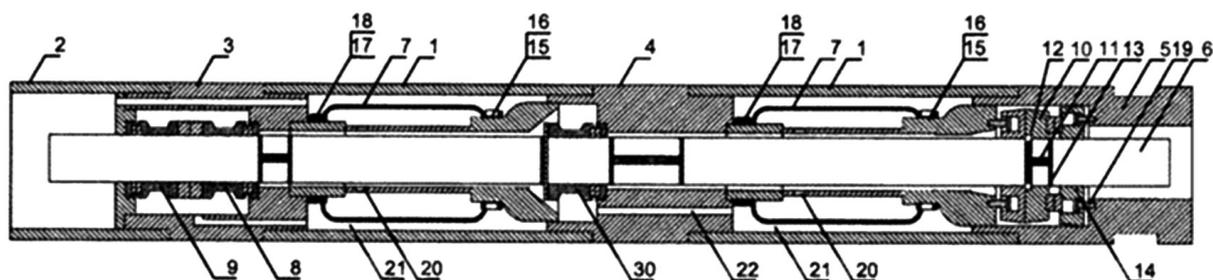


Рисунок 1 – Общий вид гидравлической защиты

Герметичность по валу от проникновения пластовой жидкости и между секциями диафрагм обеспечивается торцовыми уплотнениями 8, 9, 30, при этом смазывание нижнего торцевого уплотнения 30 обеспечивается заполненным маслом, а верхних торцевых уплотнений 8, 9 – пластовой жидкостью.

Осевые нагрузки на вал воспринимаются осевой опорой, состоящей из пяты 10, закрепленной на валу.

Эластичные диафрагмы обеспечивают рабочие циклы компенсации масла при тепловом изменении его объема в процессе работы погружного электродвигателя. Герметичность нижних концов диафрагм обеспечивают кольца под бандаж и хомуты, герметичность верхних концов диафрагм обеспечивают кольца под бандаж и кольцевые пружины, выполняющие роль предохранительного клапана, срабатывающего при избыточном давлении от температурного расширения масла в диафрагмах при работе погружного электродвигателя.

В процессе работы маслонаполненного электродвигателя происходит нагрев масла и соответственно его расширение. Увеличенный объем масла проникает во внутреннюю полость нижней



диафрагмы через кольцевые зазоры опоры диафрагмы вдоль вала. С ростом давления и за счет упругости диафрагмы происходит увеличение объема полости диафрагмы до ее соприкосновения с внутренней поверхностью корпуса. При достижении давления 0,05–0,17 МПа (0,5–1,7 кгс/см²) срабатывает кольцевая пружина и излишек масла вытесняется в задиафрагменное пространство. Через продольные отверстия нижнего ниппеля и кольцевые зазоры опоры диафрагмы вдоль вала масло перетекает во внутреннюю полость верхней диафрагмы. При дальнейшем увеличении объема и соответственно давления – цикл повторяется с верхней диафрагмой, где избыточное масло внутренней полости сбрасывается в задиафрагменное пространство и смешивается с пластовой жидкостью.

При этом за счет большой несущей способности осевой опоры осевые нагрузки от вала насоса, воспринимаемые парой пяты – подпятник, содержащих керамические опоры, не приводят к нагреву зоны трения осевой опоры, а соответственно и всего устройства гидрозащиты. Кроме того, наличие на верхней торцевой поверхности керамической опоры подпятника радиальных канавок, предназначенных для смазки поверхности трения маслом и вывода через них механических частиц, попадающих в зону трения, позволяет сократить потери мощности, снизить нагрев трущихся деталей и исключить их повреждение.

Таким образом, применение вместо опорных подшипников в устройстве гидрозащиты погружного электродвигателя, осевой опоры в виде упорных подшипников скольжения, позволяет сократить потери мощности на осевой опоре, обеспечив режим жидкостного трения при более высоких нагрузках и упростить конструкцию узла.

Данная гидрозащита ПЭД в период 2012 по 2015 годы была внедрена на месторождениях ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь». Всего было внедрено 11 гидрозащит с усиленной осевой опорой. Средняя наработка на отказ составила 616 суток. Расчет экономической эффективности от внедрения данного устройства показал, что экономия денежных средств от внедрения 11 устройств составила более 90 тыс. рублей без НДС.

Литература

1. URL : <https://rengm.ru/rengm/gidrozashhita-pjed.html>
2. Костиловский В.А., Кочкуров С.А., Зубарев В.П., Ткач А.В., Хайретдинов Р.Р., Цепилов М.А. Устройство гидравлической защиты погружного электродвигателя с усиленной осевой опорой : патент на полезную модель RUS № 193137. Заявка № 2018141993 от 29.11.2018. – Оpubл. 16.10.2019.

References

1. URL : <https://rengm.ru/rengm/gidrozashhita-pjed.html>
2. Kostilevsky V.A., Kochkurov S.A., Zubarev V.P., Tkach A.V., Khayretdinov R.R., Tsepilov M.A. Device for hydraulic protection of a submersible hydraulic motor with a reinforced axial support patent for utility model RUS № 193137. Application № 2018141993 dated 29.11.2018. – Publ. 16.10.2019.