

6. Пат. 2162966 Россия МКИ F04В 53/14. Поршень скважинного штангового насоса/Захаров Б. С., Богомольный Е. И., Драчук В. Р., Шариков Г. Н.; патентообладатель: Захаров Б. С.; Заявлено 28.03.2000; Оpubл. 10.02.2001 Бюл. №4 - С. 4.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ВИНТОВЫХ НАСОСОВ В ОСЛОЖНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Г.Х. Пак, Р.В. Пантелеев

Научный руководитель – старший преподаватель Ю.А. Максимова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В сложившихся рыночных условиях, в частности при установившихся низких ценах на нефть, на первый план выходят вопросы повышения эффективности механизированной добычи нефти и снижения общих затрат на подъем углеводородного сырья. Снижение затрат может предполагать оптимизацию режимов работы насосов, повышение энергоэффективности и устранение преждевременных отказов погружного оборудования.

Винтовые насосы представляют собой разновидность объемного насоса, состоящую из однозаходного спиралевидного стального ротора, вращающегося внутри двухзаходного спиралевидного статора из эластомера. При вращении ротора внутри статора образуется цепочка двойных водонепроницаемых полостей, которые перемещаются вдоль оси без изменения формы и объема. К ключевым преимуществам винтовых насосов можно отнести ровный поток, высокую энергоэффективность, низкие показатели взбалтывания жидкости (уменьшение образования эмульсий), а также низкое минимально необходимое давление на входе насоса. Эффективность и ресурс винтового насоса во многом зависят от правильности его подбора. Разные эластомеры, профили насоса, погружное и наземное оборудование применяются в зависимости от добываемой жидкости и условий эксплуатации: вязкость и температура жидкости, содержание механических примесей и/или газа, наличие ароматических соединений, интенсивность набора кривизны ствола скважины, давление в пласте, ожидаемый суточный объем добычи и другие параметры [3].

Однако истощенные скважины обладают определенной тенденцией к повышенному газообразованию, что может вызвать известные проблемы в случае использования насосной системы механизированной добычи. Опыт эксплуатации винтовых насосов показывает, что, как и классические ШГН, они также уязвимы перед рядом проблем, возникающих при добыче жидкости с высоким содержанием газа. В их число входят закупоривание газосепараторов, возникновение газовых пробок, а также значительное содержание газа на входе насоса приводит к неравномерному распределению давления вдоль насоса, при этом основное нарастание давления наступает на последних ступенях статора, находящихся на выходе насоса. Это способствует увеличению напряжения и температуры в эластомере статора. Данный феномен известен как гистерезис и характеризуется сжатием газа, сосредоточенным на выходе насоса.

В 2007 году была разработана и успешно внедрена по всему миру технология насоса РСМ Moineau™ HR, которая позволяет перекачивать нефть с особенно высоким содержанием свободного газа (до 90%).

В основе технологии РСМ Moineau™ HR лежит изменение конструкции традиционного объемного винтового насоса путем добавления гидравлических регуляторов. Регуляторы обеспечивают наилучшее распределение наращиваемого давления по гидравлическому профилю, что приводит к равномерному распределению градиента давления и, следовательно, градиента температуры вдоль насоса. Несмотря на беспорядочные мультифазные структуры потока, объемный винтовой насос с гидравлическими регуляторами показывает стабильную работу и длительные сроки эксплуатации даже при высоком содержании свободного газа (высоком газовом факторе).

В качестве полностью интегрированного решения компания РСМ также может предложить автономный гидравлический привод для газовых скважин с первичным двигателем, работающим на добываемом газе, что позволяет снизить эксплуатационные расходы и обеспечить автономность скважины.

Повышенная концентрация твердых взвешенных частиц (КВЧ) в добываемой жидкости часто становится причиной высокого крутящего момента и преждевременного выхода из строя насосной системы механизированной добычи [2]. Накопление твердых частиц или механических примесей может повредить входную часть насоса и привести к неисправности рабочих органов. Винтовой насос способен работать с жидкостями с высоким содержанием твердых частиц, и для каждого набора условий применения используется соответствующий эластомер. Особое внимание уделяется подбору геометрии обкладки ротора для обеспечения наилучшего прохождения твердых частиц (механических примесей) через насос и предотвращения их дробления в насосе.

Двухфутовое удлинение ротора, известное как «лопастной ротор», может применяться для рыхления плотных отложений твердых частиц, оседающих на входе насоса. Еще один элемент – верхняя упорная втулка – обеспечивает свободное всасывание на входе любых потоков без каких-либо ограничений, сопряженных с использованием стопорных пальцев или классического упорного ниппеля. Верхняя упорная втулка – это встроенный в отверстие выхода статора инструмент, обеспечивающий простую процедуру подгонки ротора. Таким образом, нагрузка на головку ротора снижается, что способствует более эффективной эксплуатации и долговечности насоса.

Для случаев добычи жидкости с особенно высокой концентрацией твердых взвешенных частиц предлагается использовать систему винтовых насосов реверсивного потока, состоящую из двух последовательно соединенных насосов: верхнего (добывающего) и нижнего (рециркуляционного). Это позволяет создавать циркуляцию жидкости на достаточно протяженном интервале вокруг насосной системы [5].

В процессе эксплуатации добывающий насос подает жидкость на поверхность, в то время как рециркуляционный насос с обратным геометрическим строением обеспечивает рециркуляцию потока на входе насоса, предотвращая оседание механических примесей и твердых частиц.

Добывающий и рециркуляционный насосы соединяются при помощи перфорированного патрубка, который служит главным входным отверстием для обоих насосов, тогда как гибкий вал используется для соединения роторов рециркуляционного и добывающего насосов. Гибкий вал был специально спроектирован с применением высокопрочных материалов, позволяющих справляться с совмещенным эксцентрическим движением двух роторов, и располагается внутри перфорированного патрубка.

Бесштанговые установки винтового насоса с погружным электродвигателем (УЭВН) служат эффективной альтернативой винтовым насосным системам с верхним приводом и электроцентробежным насосным установкам при добыче нефти из скважин с высокой интенсивностью кривизны ствола. Высокая интенсивность набора кривизны повышает риск обрыва штанг и возникновения негерметичности НКТ при добыче нефти установками с верхним приводом. В свою очередь, наработка УЭЦН на отказ в таких условиях часто оказываются низкими вследствие возникновения газовых пробок, абразивного износа или срыва подачи.

Основные преимущества УЭВН для названных условий эксплуатации в сравнении с установками других типов следующие [1]:

- пониженная вероятность возникновения неисправностей;
- возможность использования установок более высокой производительности ввиду отсутствия штанг;
- более низкие эксплуатационные затраты благодаря более низкому удельному энергопотреблению и меньшими затратами на ремонт скважины;
- возможность применять винтовые насосы на шельфовых месторождениях (в сочетании с забойным предохранительным клапаном SSSV).

Стандартные приводы погружных винтовых насосов включают индуктивные электродвигатели ЭЦН в сочетании с редуктором. Чаще всего это индукционные (асинхронные) погружные электродвигатели (ПЭД), разработанные для эксплуатации на скорости 3000 об/мин (50 Гц) с номинальной мощностью от 10 до 2000 лошадиных сил. Также возможны альтернативные решения с четырех - или шестиполусными двигателями, номинальная скорость вращения которых ниже в два или три раза, соответственно. Однако увеличение количества полюсов требует увеличения длины двигателя для обеспечения той же мощности (так как увеличивается количество электрических обмоток), что может послужить ограничением для наклонно-направленных скважин.

В качестве энергоэффективного решения вместо асинхронных ПЭД могут использоваться вентильные (синхронные) электродвигатели (ВЭД) на постоянных магнитах, не требующие применения редукторов. ВЭД создают мощный крутящий момент при низкой скорости вращения вала.

С момента появления винтового насоса с погружным электродвигателем для применения в механизированной добыче основным препятствием для освоения рынка оставалась низкая надежность гибкого вала и редуктора. Однако за последние несколько лет быстрое развитие математического моделирования гибкого вала и применения вентильных двигателей сделало УЭВН весьма привлекательным решением для механизированной добычи.

Литература

1. Дроган Н.Ю. Опыт эксплуатации одновинтовых насосных установок на месторождениях НГДУ «ТАЛАКАННЕФТЬ» ОАО «СУРГУТНЕФТЕГАЗ» // Инженерная практика. – 2017. – № 3. – с. 16–18.
2. Луи-Этьенн П. Опыт успешного применения объемных винтовых насосов в механизированной добыче // Инженерная практика. – 2017. – № 2. – с. 36–38.
3. Максимов В.П. Эксплуатация нефтяных месторождений в осложненных условиях. – М.: Недра, 2006. – 240 с.
4. Фастовец А.В., Шарманов С.А. Мониторинг и оптимизация работы скважин с УЭЦН. Повышение эффективности эксплуатации скважин с помощью УЭВН // Инженерная практика. – 2015. – № 12. – с. 4–6.
5. Феофилактов С.В., Холин Д.С. Система управления и мониторинга для установок штанговых винтовых насосов // Инженерная практика. – 2017. – № 9. – с. 21–23.
6. Ямалиев Р.Р., Мотин А. А. Технологии и оборудование для повышения эффективности эксплуатации осложненного фонда скважин // Инженерная практика. – 2017. – № 9. – с. 24–26.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЭФФЕКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ ЗАВОДНЕНИЕМ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Р.В. Пантелеев, Г.Х. Пак

Научный руководитель – старший преподаватель Ю.А. Максимова

Научный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время в мире становится все меньше запасов нефти. В связи с этим остро встает проблема неэффективной разработки нефтяных месторождений. При разработке нефтяных месторождений для вытеснения нефти к добывающим скважинам, повышения текущих темпов отбора запасов и увеличения конечного коэффициента извлечения нефти (КИН) широко используется закачка воды в нефтяной пласт. Система разработки с использованием системы поддержания пластового давления закачкой воды является весьма сложным процессом, в связи с тем, что месторождения характеризуются сложным, разнообразным строением пластов, а так же сложностью процессов, происходящих внутри них, при воздействии тем или иным способом. В настоящее время в мире все