

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВИНТОВЫХ ШТАНГОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Никитин В.А.

Научный руководитель - профессор Л.А. Саруев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В сложившихся на данный момент 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 извлечение углеводородного сырья. Снижение затрат может быть обеспечено за счет оптимизации режимов работы насосов, повышения энергоэффективности и устранения частых и преждевременных отказов погружного оборудования.

Эффективность и ресурс винтовых установок во многом зависят от правильности их подбора. Разные модификации эластомеров, профили насоса, погружное и наземное оборудование применяются в зависимости от добываемой жидкости и условий, при которых эксплуатируется скважина.

Для эксплуатации скважин в осложненных условиях эффективным способом механизированной добычи нефти является использование установок винтовых насосов, которые в полной или частичной мере обеспечивают решение проблем добычи нефти осложненного фонда скважин.

Совершенствование и повышение долговечности винтовых штанговых насосных установок обусловлена тем, что наиболее эффективным, а иногда и единственно возможным, становится добыча нефти с помощью винтовых насосных установок. Вопрос надёжности и долговечности винтовых штанговых насосных установок является основной нерешенной задачей при их эксплуатации.

В последние годы для добычи высоковязкой нефти все больше используются штанговые винтовые насосные установки, реализующие одну из наиболее перспективных технологий. Относительная простота конструкции, способность откачки высоковязких нефтей и их эмульсий с повышенным содержанием газа и механических примесей, широкий диапазон рабочих дебитов и давлений, низкое энергопотребление, возможность использования без потери эффективности в наклонных скважинах – эти и другие достоинства винтовых насосов позволяют им успешно конкурировать с электроцентробежными и штанговыми насосами [1].

В настоящее время разработано значительное число типоразмеров винтовых штанговых насосных установок с диапазоном подач от 0,5 до 1000 м³/сут и давлением от 6 до 30 МПа. В состав установки входит скважинное и наземное оборудование. В скважинное оборудование входят: полированный шток, который передает вращение от привода на штангу, центратор и дальше на основные части винтового насоса (вращающийся ротор, размещенный в статоре). Наземное оборудование, как правило, установлено на трубной головке и отвечает за преобразование энергии приводного электродвигателя в механическую энергию вращающейся колонны штанг [2].

Принцип работы: откачиваемая жидкость через приемные отверстия всасывается одновременно верхней (левой) и нижней (правой) винтовыми парами. Левая и правая рабочие пары работают параллельно. Подача насоса равна сумме подач двух рабочих пар, а напор насоса равен напору каждой рабочей пары.

Преимущества насоса: возможность откачки жидкости с большим содержанием угольного шлама в начальный период и с большим содержанием газа на конечном этапе при условии использования газосепаратора; отсутствие в конструкции внутренних клапанов, подверженных закупорке или образованию газовых пробок; достаточно низкая потребляемая электрическая мощность; минимальные затраты, простота и лёгкость выполнения монтажа-демонтажа, техобслуживания.

К настоящему времени создано большое количество типоразмеров винтовых штанговых насосных установок с диапазоном подач от 0,5 до 1000 м³ /сут и давлением от 6 до 30 МПа [3]. Винтовые насосы работоспособны в следующих условиях: в наклонно направленных скважинах с углом кривизны до 28° при содержании механических примесей до 1000 мг/л, газовом факторе до 85 м³ /м³, наличии парафиноотложений, температуре воздуха на поверхности до минус 45 °С [2].

Конструкция скважинных насосов предусматривает их комплексное применение со всеми типами приводов винтовых насосов. Наличие такой единой системы существенно снижает эксплуатационные расходы. Роторы насосов изготавливаются из легированной стали (4140) с упрочненным хромистым покрытием, обеспечивающим устойчивость к износу и истиранию. Благодаря применению передовых производственных технологий и современного технологического оборудования поддерживается неизменное качество чистовой обработки и покрытия профиля ротора, что гарантирует достижение проектной производительности.

Таким образом, в состав винтовых штанговых насосных установок входят наземное и скважинное оборудование. Широкое применение винтовых штанговых насосных установок обусловлено технико-экономическими преимуществами оборудования по сравнению с другими механизированными способами добычи нефти.

Обеспечение безотказной работы скважин, оборудованных винтовыми насосами, достигается предварительной отработкой технологий на испытательных установках и стендах, на которых определяются оптимальные режимы эксплуатации.

При увеличении нагрузки на штанговую колонну и привод УШВН снижается СНО. Снижение значений напряжений, которые возникают в штанговой колонне, обеспечивается за счет уменьшения значений сил граничного трения. «Это обусловлено характерными зависимостями коэффициентов пар трения штанговая колонна – стенки НКТ, от числа Зоммерфельда, согласно которым при увеличении частоты вращения штанговой колонны, коэффициенты граничного трения элементов штанговой колонны и пар трения винтового насоса уменьшаются» [1]. При этом растут соответственно и значения коэффициентов запаса усталостной прочности.

Следует отметить, что увеличение частоты вращения, приводит к пропорциональному увеличению количества циклов нагружения штанговой колонны на участках искривления скважины. Так, при частоте вращения 100 об/мин, 10 млн циклов совершается в течение 69 суток, а за один год непрерывной работы – более 50 млн циклов. При таких количествах циклов нагружения, проводить оценку усталостной прочности затруднительно [2].

В процессе эксплуатации штанговой колонны, на искривленных участках скважины значительное влияние на наработку оказывает и интенсивный износ элементов штанговой колонны, особенно при наличии механических примесей. Соответственно, при увеличении частоты вращения будет наблюдаться снижение числа рабочих циклов СНО.

Увеличение вязкости откачиваемой жидкости приводит, с одной стороны, к росту напряжения кручения, вызванного ростом момента трения штанг о жидкость и моментом на вращение ротора насоса, а с другой стороны к уменьшению составляющей граничного трения штанг о стенки НКТ. Кроме того, «значение крутящего момента, затрачиваемого на трение штанг о жидкость вязкостью до 500 мПа·с, согласно расчетам, не превышает 15 Н·м, что не превышает 5% от общих затрат крутящего момента, а дополнительный момент затрачиваемый на подъем жидкости вязкостью 500 мПа·с в сравнении с жидкостью вязкостью 10 мПа·с не превышает 12 Н·м» [1].

Соответственно, в рассматриваемом диапазоне, значение эквивалентных напряжений практически не изменяется. В связи с этим, вязкость откачиваемой жидкости оказывает незначительное влияние на напряженное состояние штанговой колонны. При этом увеличение вязкости с 25 до 500 мПа·с может способствовать значительному повышению выноса механических примесей на поверхность, что в свою очередь приводит к увеличению износа и увеличению нагрузок на трение штанговой колонны о стенки скважины.

Увеличение углов искривления скважины ведет к росту радиуса изгиба штанговой колонны и в результате – изгибающих напряжений, которые возникают в насосных штангах [1]. Поскольку, при вращении колонны насосных штанг значения изгибающих напряжений будут являться амплитудами знакопеременных напряжений, то рост кривизны ствола скважины при больших циклах нагрузки может снизить СНО.

Таким образом, долговечность винтовых штанговых насосных установок зависит от геолого-технических параметров добывающих скважин с УШВН и реологических свойств откачиваемых жидкостей на наработку на отказ. Влияние частоты вращения колонны на наработку на отказ обусловлено увеличением числа циклов изгибающих напряжений, действующих на штанговую колонну, а влияние углов искривления скважины объясняется ростом изгибающих напряжений штанговой колонны.

Литература

1. Латыпов, Б.М., Топольников, А.С., Комков, А.Г., Исмагилов, Р.Р. Влияние условий эксплуатации на наработку штанговых винтовых насосных установок / Б.М. Латыпов, А.С. Топольников, А.Г. Комков, Р.Р. Исмагилов // Нефтегазовое дело, 2016. – Том 14, № 2. – С. 55 – 60.
2. Монтаж и эксплуатация скважинных штанговых винтовых насосных установок. Учебное пособие / Ф.Д. Балденко, С.В. Кривенков, В.Н. Протасов. – Москва: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2017. – 45 с.
3. Феофилактов, С.В., Холин Д.С. Система управления и мониторинга для установок штанговых винтовых насосов // Инженерная практика, 2017. – № 9. – С. 21 – 23.
4. Шишкин, Н.Д., Терентьев, И.С. Винтовые штанговые насосные установки для добычи нефти с приводом от вертикально-осевых ветродвигателей / Н.Д. Шишкин, И.С. Терентьев // Вестник Астраханского государственного технического университета, 2016. – № 2 (62). – С. 11 – 15.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИНЕРЦИОННО-УДАРНОГО РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Фокин А.Б.

Научный руководитель - доцент С.Я. Левенсон

Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия

В горнодобывающей промышленности буровзрывная отбойка горных пород является основным способом разупрочнения породного массива при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Однако, в сложных горнотехнических условиях, при сложных условиях залегания полезных ископаемых, близости жилых районов и других факторах, затрудняющих и ограничивающих проведение буровзрывных работ, на замену взрывной отбойке приходят безвзрывные технологии. Наиболее перспективным среди безвзрывных способов механического разрушения горных пород является ударный. Это связано с его малой энергоемкостью и высокими показателями усилий разрушения, поэтому актуальной задачей является создание новых устройств и машин для безвзрывного разрушения массивов горных пород, оснащенных ударными рабочими органами.

Ударный способ разрушения обладает наименьшей энергоемкостью среди прочих механических способов за счет высоких ударных усилий и интенсивности воздействия на породный массив. С помощью ударного способа можно разрабатывать крепкие горные породы прочностью на сжатие до 100 МПа [1].

В Институте горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН на основании проведенных исследований [2] было предложено использовать в качестве породоразрушающего устройства вращательный рабочий орган инерционно-ударного действия, применение которого позволит успешно разрабатывать горные породы в условиях открытых и подземных горных работ.