

УДК 628.517

СТЕНД ДЛЯ ВИБРОИСПЫТАНИЙ КОМПЕНСАТОРА КОЛЕБАНИЙ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСНЫХ

Зубаиров С.Г.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Яхин Р.Р.

ООО «РН-УфаНИПИнефть», г. Уфа

Халимов Ф.Г.

НГДУ «Нижнесортумскнефть», г. Нижнесортумский

Салихов И.А.

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа
e-mail: YahinRR@ufanipi.ru*

Аннотация. *Представлено устройство для борьбы с полетами установок электроцентробежных насосных, представляющее собой компенсатор колебаний с резиновым демпфирующим элементом. Даны конструкция, принцип работы и технология закрепления и раскрепления компенсатора колебаний в скважинных условиях. Показана конструкция стенда с вибронгружающим устройством, позволяющим исследовать динамические характеристики компенсатора колебаний в широком диапазоне регулируемой вибрации. Дана краткая методика проведения испытаний на стенде.*

Ключевые слова: *установка электроцентробежная насосная, УЭЦН, компенсатор колебаний, стенд, дифференциальный полый поршень, эластичная подложка, погружной агрегат, шлицсы, обсадная труба, насосно-компрессорная труба, НКТ, вибрo-анализатор*

Электроцентробежные насосные установки (УЭЦН), широко применяемые для подъема нефтегазовых флюидов из скважин, имеют довольно широкие функциональные возможности и хорошие технико-экономические показатели. Но при этом есть определенные проблемы, решение которых позволит еще более улучшить упомянутые показатели.

Одной из проблем является обрыв и падение на забой («полет») погружного агрегата УЭЦН в целом или отдельных его модулей: погружного электродвигателя, гидрозашиты, насоса. Как показано во многих работах, в основном, полеты являются следствием усталостных явлений в соединяющих модули элементах [1], которые в свою очередь появляются из-за вибраций погружного агрегата УЭЦН под действием различных факторов [2, 3].

Для борьбы с «полетами» за годы эксплуатации УЭЦН внедрено много технико-технологических новшеств – за счет чего МРП (межремонтный период)кратно возрос. Модернизация шла по двум направлениям:

– минимизация причин возникновения вибрации (исключение влияния газа, неточности изготовления и т.д.);

– увеличение прочности соединительных элементов или хотя бы предотвращение падения агрегата на забой за счет стопорения его на обсадной трубе в процессе падения с помощью противоположных устройств.

Авторами данной статьи разработана и запатентована установка электроцентробежная насосная [4], которая содержит в своем составе компенсатор, функционально представляющий собой сочетание якоря и демпфера.

Применение компенсатора позволяет повысить долговечность и работоспособность УЭЦН за счет:

– уменьшения амплитуды колебаний погружного агрегата, а значит и амплитуды напряжений,

– смягчения ударов погружного агрегата об обсадную колонну.

В случае расчленения погружного агрегата компенсатор удерживает его на глубине установки, не допуская падения, т.е. играет роль якоря или противоположного устройства.

Указанный компенсатор работает следующим образом (рис. 1).

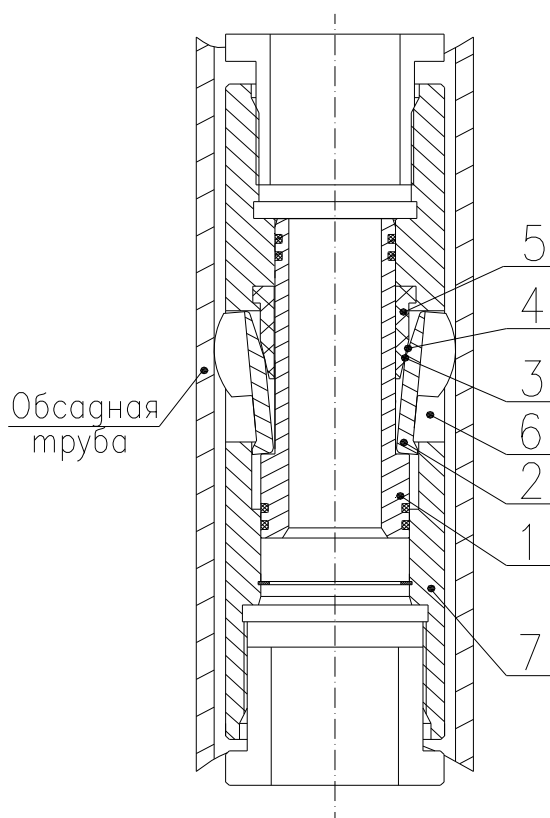


Рис. 1. Компенсатор колебаний

После спуска погружного агрегата в нерабочем положении компенсатора в добывающую скважину на требуемую глубину и включения в работу, насосом создается давление, которое, действуя на дифференциальный полый поршень 1 компенсатора, перемещает его вверх на расчетную величину осевого хода. В свою очередь дифференциальный полый поршень 1 перемещает кинематически связанные с ним опорные элементы 2 в виде рычагов со шлипсами, надвигая их внутренней конической расточкой 3 на наружную коническую поверхность 4 эластичной подложки 5. Из-за этого шлипсы опорных элементов 2, расположенные в продольных окнах 6 корпуса 7, выдвигаются до упора в обсадную трубу и фиксируют погружной агрегат во всех направлениях, т.е. компенсатор приводится в рабочее положение. Вибрационные нагрузки, возникающие в модулях УЭЦН, передаются опорным элементам и эластичной подложке. В результате компенсатор позволяет демпфировать ударные нагрузки за счет упругих деформаций эластичной подложки и уменьшать амплитуду продольных, а главное, поперечных и крутильных колебаний, и, следовательно, уменьшать усталостные изгибные напряжения в соединительных элементах модулей агрегата.

При необходимости подъема агрегата выключают насос и через клапан спускной стравливают жидкость из насосно-компрессорных труб (НКТ) в затрубное пространство. В результате дифференциальный полый поршень 1 полностью разгружается от гидравлической осевой силы и под действием силы тяжести перемещается вниз, увлекая с собой опорные элементы 2, за счет чего шлипсы рычагов утапливаются в продольных окнах 6 корпуса 7 и компенсатор этим приводится в нерабочее положение, а, следовательно, погружной агрегат освобождается и может беспрепятственно извлекаться из скважины.

Раскрепление гарантировано даже если силы тяжести дифференциального полового поршня 1 окажется недостаточно для его перемещения вниз. Действительно, в момент подъема НКТ и агрегата корпус компенсатора также перемещается вверх, выдергивая эластичную подложку из-под опорных элементов, перемещению вверх которых препятствуют силы трения шлипс об обсадную трубу. Благодаря относительному смещению корпуса с эластичной подложкой опорные элементы в виде рычагов со шлипсами утапливаются в продольных окнах, освобождая агрегат.

В случае обрыва колонны НКТ или расчленения агрегата выше компенсатора, вес нижерасположенной части установки стремится переместить корпус компенсатора вниз, что при неподвижных за счет сил трения опорных элементах способствует еще более сильному закреплению, предотвращая «полет». Аналогичный процесс происходит и при залавливании оторвавшейся части установки, когда ловильный инструмент действует сверху вниз на зависший агрегат.

Для оценки демпфирующих характеристик при различных частотах колебаний и различных материалах эластичной подложки разработан и изготовлен вибрационный стенд (рис. 2).

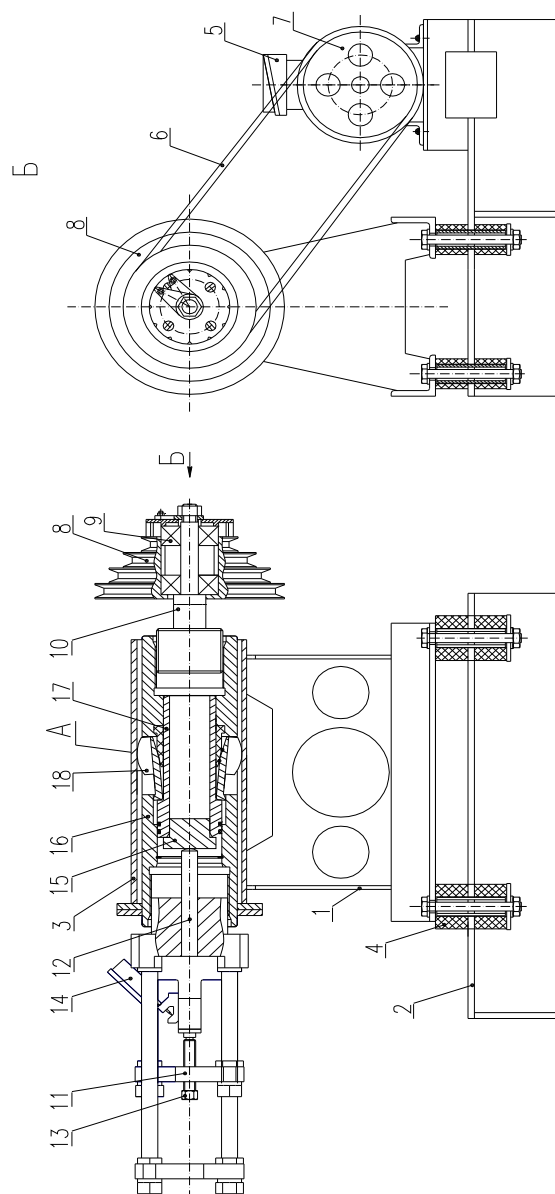


Рис. 2. Вибрационный стенд

Вибрационный стенд позволяет измерять величину вибрации:

- при разных скоростях вращения вибронагружающего устройства;
- при разной величине дисбаланса вибронагружающего устройства;
- при изменении осевого усилия на дифференциальном полем поршне.

Вибрационный стенд представляет собой раму 1, установленную на пьедестале 2, на которой закреплен корпус 3, выполненный из обсадной трубы. Для изолирования пьедестала от вибрационной нагрузки, передаваемой через раму, между ними установлены резиновые амортизаторы 4. Стенд снабжен съемным нагружающим устройством для создания осевой силы и вибронагружающим устройством. Вибронагружающее устройство состоит из электродвигателя 5, ременной передачи 6 с многоручьевым шкивом 7 закрепленным на валу электродвигателя.

теля и ведомым многоручьевым шкивом 8, установленным на подшипниках 9 на невращающейся оси 10. Ведомый многоручьевой шкив 8 снабжен грузиками с возможностью установки их под разными углами. Съёмное нагружающее устройство состоит из опоры 11, толкателя 12 с возможностью осевого хода, нажимного болта 13, с помощью которого создается осевое усилие в устройстве, динамометра 14 системы Н.Т. Токаря для измерения этого усилия с индикатором часового типа, вкладыша 15. Перед началом испытаний с помощью нажимного болта 13 съёмного нагружающего устройства на дифференциальном полем поршне создается осевое усилие, величина которого регистрируется индикатором часового типа динамометра 14. После запуска электродвигателя 5 вибрация, возникающая за счет искусственно созданного дисбаланса ведомого шкива 8 через ось 10 передается корпусу компенсатора 16, а затем через дифференциальный полый поршень 17 и опорные элементы 18 корпусу 3 стенда. Вибрация корпуса 3 стенда регистрируется виброанализатором Корсар++.

Замер вибрации на стенде приходится в вертикальном и горизонтальном направлениях в точках опирания опорных элементов 18 в корпус 3 стенда (поз. А).

Величину вибрации на стенде можно регулировать, изменяя затяжку нажимного болта 13 и (или) изменяя дисбаланс вибронгружающего устройства, который зависит от количества и массы грузиков, угла их установки, скорости вращения. При сближении грузиков друг к другу дисбаланс увеличивается и достигает максимума при максимальном сближении. Скорость вращения ведомого шкива изменяется путем смены рабочих ручьев на шкивах двигателя и вибронгружающего устройства.

Литература

1. Пахаруков Ю.В., Бочарников В.Ф., Петрухин В.В. Механизм усталостного разрушения деталей погружных центробежных электронасосов для добычи нефти от вибрации // Известия вузов. Нефть и газ. 2001. № 1. С. 51 - 55.
2. Матаев Н.Н., Кулаков С.Г., Никончук С.А., Сушко О.А. Диагностирование установок центробежных электронасосов без вмешательства в режим их эксплуатации // Нефтяное хозяйство. 2004. № 2. С. 124 - 125
3. Чукчеев О.А., Рублев А.Б., Сушко В.В. Оценка технического состояния погружных установок электроцентробежных насосов на специализированных стендах // Известия вузов. Нефть и газ. 2002. № 6. С. 49 - 52.
4. Пат. 2386055 РФ. F04D 13/10, F04D 29/62. Установка электроцентробежная насосная / Зубаиров С.Г., Яхин Р.Р., Салихов И.А., Халимов Ф.Г., Урихин А.А. Опубл. 10.04.2010 // Бюл. 2010. № 10. С. 6.

VIBRATION TESTING RACK FOR TESTING ESP VIBRATION DAMPERS

S.G. Zubairov

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

R.R. Yahin

“RN-Ufanipineft” LLC, Ufa, Russia

F.G. Khalimov

Nizhnesortymskneft NGDU, Nizhnesortymskii, Russia

I.A. Salikhov

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

e-mail: YahinRR@ufanipi.ru

Abstract. *The paper describes a motion/vibration arresting device for electric submersible pumps (ESP) consisting of a vibration compensator with a rubber damper. Detailed are the construction, working principle and the mounting/dismounting technology for ESP vibration compensators both in wellbore conditions and mounted on a testing stand fitted with a vibration generator that allows investigating the compensator's dynamic parameters across a wide range of adjustable vibration conditions. The stand-mounted test procedure is outlined.*

Keywords: *Electric submersible pump, vibration damper, testing rack, differential hollow piston, elastic bed, ESP, slips, casing, tubing, vibration analyzer*

References

1. Pakharukov Yu.V., Bocharnikov V.F., Petrukhin V.V. Mekhanizm usta-lostnogo razrusheniya detalei pogruzhnykh tsentrobezhnykh elektronasosov dlya dobychi nefi ot vibratsii (The mechanism of fatigue failure of parts of submersible centrifugal pumps for oil extraction from vibration). *Izvestiya vuzov. Neft' i gaz*, 2001, Issue 1, pp. 51 - 55.
2. Mataev N.N., Kulakov S.G., Nikonchuk S.A., Sushko O.A. Diagnostirovanie ustanovok tsentrobezhnykh elektronasosov bez vmeshatel'stva v rezhim ikh ekspluatatsii (Diagnosis of units of centrifugal pumps without interfering with the mode of operation). *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2004, Issue 2, pp. 124 - 125.
3. Chukcheev O.A., Rublev A.B., Sushko V.V. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya pogruzhnykh ustanovok elektrotsentrobezhnykh nasosov na spetsializirovannykh stendakh (Evaluation of technical condition of submersible electric centrifugal pumps installations on specialized stands). *Izvestiya vuzov. Neft' i gaz*, 2002, Issue 6, pp. 49 - 52.
4. Patent 2386055 of Russian Federation. IPC F04D 13/10, F04D 29/62. Electric centrifugal pump installation / Zubairov S.G., Yakhin R.R., Salikhov I.A., Khalimov F.G., Urikhin A.A. Date of publication: 10.04.2010.