

ЗАВИСИМОСТЬ АВАРИЙНЫХ ОТКАЗОВ УСТАНОВОК ПОГРУЖНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ОТ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ В СКВАЖИНЕ

Ишмурзин А.А.

УГНТУ, г. Уфа

Пономарев Р.Н.

ЗАО «Центрофорс», г. Нижневартовск

Основным показателем работы скважинного оборудования является наработка на отказ, отражающая потерю работоспособности из-за износа [1]. Однако в последние годы участились случаи преждевременных отказов, осложненных полетом оборудования на забой (РС – отказы). В промежутке с 01.01 2004 до 01.07 2005 количество РС - отказов в ОАО СНГДУ-2 составило 90 случаев. В связи с этими изменениями возникла необходимость провести анализ зависимости аварийных отказов установок погружных центробежных насосов от времени работы в скважине. Этот показатель даст возможность предварительно установить характер возникновения отказов, следовательно, выработать мероприятия по их устранению.

В таблице 1 приведены данные о количестве аварий с графическим повтором на рисунке 1 в зависимости от наработки УЭЦН после его спуска в скважину. Аварии, как видим из рисунка 1, носят более интенсивный характер в начальный стодневный период эксплуатации УЭЦН, затем, убывая по логарифмической закономерности [2]. При наработке оборудования более 400 суток аварийные отказы становятся единичными. Это свидетельствует о том, что аварийные отказы к износу отдельных узлов оборудования прямого отношения не имеют. Осмотр мест обрывов указывает на их усталостный характер разрушений. Некачественная сборка насосной установки как сопутствующая причина отвергается, ибо все насосы перед отправкой на скважину проходят тестирование на вибрацию.

Места расчленения, их характер, а также их количество по 90 РС- отказам оборудования УЭЦН приведены на рисунке 2, откуда видно, что наибольшее количество аварий происходит в соединениях узлов, меньшее количество - по корпусу оборудования. Поскольку жесткость соединений по отношению к жесткости корпусных деталей меньше, то очевидно, что изгиб происходит в

первую очередь в узлах соединений. Следовательно, при вибрациях там и происходит усталостное разрушение.

Из рисунка 2 также видно, что основную долю (26 из 90) аварийных отказов по всем наработкам УЭЦН составляет расчленение соединений ЭЦН, т.е. истинные РС-отказы. Причем, как это мы видели, отказы в основном происходят за незначительное время работы установки. Затем идут отказы по убывающей плотности – слом по корпусу приемного модуля, слом нижней шейки ЭЦН, слом по корпусу протектора, слом по корпусу сепаратора и слом по корпусу компенсатора. Отказы остальных узлов составляют менее 5 % от общего количества отказов.

Таблица 1

Аварийность оборудования от наработки УЭЦН

| Показатели | Численные значения | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|-----------|-------|
| | 0-100 | 101-200 | 201-300 | 301-400 | 401-500 | 501-600 | 601-700 | 701-800 | 801-900 | 901-1000 | 1001-1100 | >1100 |
| Интервалы наработки, сут | | | | | | | | | | | | |
| Количество аварий | 37 | 20 | 13 | 6 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |

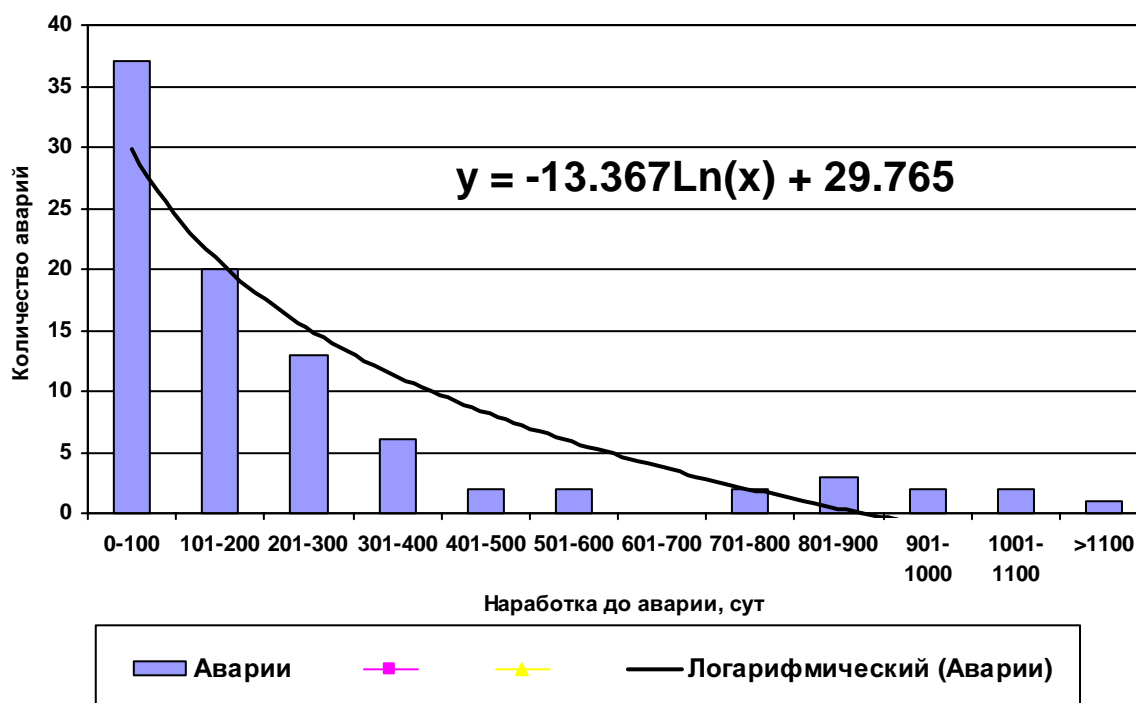


Рисунок 1 – Распределение количества аварий в зависимости от наработки УЭЦН до отказа

Причины «полета» элементов компоновки

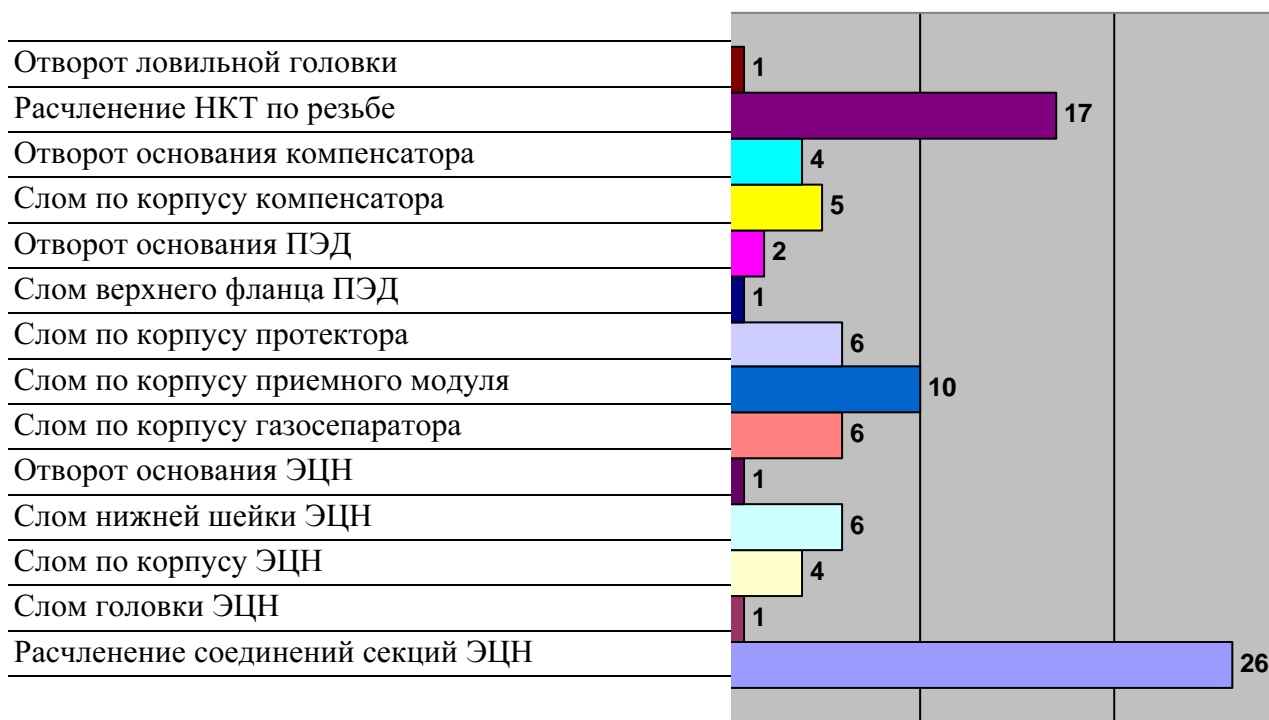


Рисунок 2 - Количество и характер РС - отказов УЭЦН

Полученные функции распределения аварийных отказов УЭЦН дают исчерпывающую характеристику рассматриваемого процесса как интегральный показатель, но требуют оценки адекватности физическим процессам. Таким процессом является, это очевидно, изгибная усталость составных частей насосной компоновки. При нецентральной нагрузке шпильки (болта) напряжение изгиба возрастает многократно. Например, при малых значениях угла изгиба [3, с. 52] напряжение σ_u в сечении болта возрастает кратно в 7,5 раза по отношению к растягивающему напряжению без изгиба σ_p

$$\frac{\sigma_u}{\sigma_p} \approx 7,5.$$

Если этот процесс повторяется многократно с частотой ≈ 10 Гц, то становится очевидным, что причиной большинства аварий оборудования УЭЦН является изгибная усталость.

Следует отметить, что имеется категория отказов установок ЭЦН без МРП, которые выходят из строя, не успев выйти на режим. Это - полеты установок ЭЦН

на забой из-за отворотов составной конструкции насоса, а также колонны насосно-компрессорных труб. Они происходят, как правило, после проведения геолого-технических мероприятий. Предполагаемая причина – изначально повышенная вибрация насосов из-за засорения рабочих органов, в основном пропантом после гидравлического разрыв пласта. Однако проблема требует отдельного исследования хотя бы на наличие крутящих моментов, ибо реализация отворотов может быть только в их присутствии.

Таким образом, обзор состояния аварийности в СНГДУ-2 показывает:

1. Наибольшее количество аварий происходит в соединениях узлов, поэтому категория аварий с аббревиатурой «РС-отказы» точно отражает суть происходящего.

2. Аварии происходят в основном в начальный период работы УЭЦН, когда износ оборудования, тем более, предельный износ не наступает, что указывает на изгибно-усталостный характер РС- отказов.

3. Осмотр мест обрывов также подтверждает причинно-следственную связь усталости и разрушений.

Литература

1. Анализ причин отказов установок погружных центробежных насосов в ООО «Лукойл-Западная Сибирь» /Р.Н.Пономарев, А.А.Ишмурзин //Нефтяное хозяйство. -2001. - № 4. – С. 58 - 62.

2. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA® –Статистический анализ и обработка данных в среде WINDOWS®.–М.: Информационно-издательский дом «Филинть», 1998. -608 с.

3. Иванов М.Н. Детали машин /Учебник для студентов механико-машиностроительных специальностей вузов. –М.: Высшая школа,1964. -447с.