

Рис. 3. Форма образца горной породы в разрезе: $D_{сква}$ – диаметр скважины, $H_{сква}$ – глубина скважины

Для определения геометрических параметров пробуренной скважины применялись два метода. Первый метод применялся, если глубина скважины была меньше ее диаметра. Делался слепок пробуренной скважины при помощи скульптурного пластилина. Излишек, пластилина, выступающий за плоскость образца, удалялся при помощи лезвия. Производился замер высоты слепка ($H_{сква}$) и диаметр ($D_{сква}$). Вычисленный объем слепка принимался за объем выбуренной горной породой. При необходимости, дополнительно исследовать форму забоя скважины, образец пластилина разрезался по плоскости, проходящей через ось скважины, и полученное сечение переносилось в электронный вид при помощи сканера (рисунок 3).

Резко выделяющиеся результаты экспериментов отсеивались по методу Башинского. Далее, вычислялось среднее арифметическое измеряемого параметра, дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации.

Минимальное достаточное число одинаковых повторяемых опытов рассчитывалось исходя из отношения коэффициента вариации к величине допустимой ошибки, принималось равным 15%.

Для исследования движения шаров использовалась высокоскоростная съемка [1]. Стенд дополнительно был оборудован двумя прожекторами, мощностью по 1000 Вт. Запись производилась на высокоскоростную камеру Phantom Miro M310 с частотой записи 3600 кадр/с и разрешении 1020 на 720. При проведении видеосъемки, был использован снаряд для бурения, изготовленный из оргстекла. Это позволило наблюдать за траекторией движения шаров при прохождении через камеру смещения. Для предотвращения быстрого износа снаряда, бурение производилось порядка 5-10 секунд на один опыт.

Полученные видеофрагменты обрабатывались при помощи программного комплекса Measure Dynamics. Программа позволила исследовать скорость движения шаров при прохождении различных участков движения.

В статье рассмотрены основные элементы стенда для шароструйного бурения, элементы циркуляционной системы. Описана методика проведения исследований и обработки полученных результатов. Разработанная конструкция стенда и описанная методика, позволяют проделать большой объем исследований в относительно короткий промежуток времени.

Литература

1. Исаев, Е. Д. Исследование процессов шароструйного бурения с помощью высокоскоростной видеосъемки [Текст] / Е. Д. Исаев // Труды XVIII Международного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. – С. 401–405.
2. Ковалев, А. В. Теоретические и экспериментальные исследования технологических процессов шароструйного бурения скважин [Текст]. дис. ... канд. техн. наук / Артем Владимирович Ковалев. – Томск, 2015. – 143 с.: илл. – библиогр.: с. 130-141.
3. Уваков, А. Б. Шароструйное бурение [Текст] / А. Б. Уваков. – М.: Недра, 1969. – 207 с.
4. Eckel I. E. Development and testing of jet pump pellet impact drill bits [Text] / I. E. Eckel, F. H. Deily, L. W. Ledgerwood // Transaction AIME. – Dallas, 1956. – V. 207. – P. 15.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Киренков А.Ю.

Научный руководитель - доцент Е.Ю. Валитова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Объекты нефтегазовой отрасли – представляют собой сооружения повышенной опасности. Одними из таких объектов являются газоперекачивающие агрегаты (ГПА). Каждый агрегат имеет свой срок службы, работоспособности и надежности. Установлено, что значительная часть газоперекачивающих агрегатов изношена. Около 8% ГПА отработали более 100 тыс. ч., 45% - 50÷100 тыс. ч. [1]. Данные параметры можно определять с помощью математической статистики и теории надежности. В работе проанализированы гипотезы законов распределения безотказной работы и выбрана одна, которая полностью отражает действительное состояние ГПА.

Приводом нагнетателей служит, как правило, газовая турбина [2]. В системе трубопроводного транспорта ПАО «Газпром» используются стационарные, авиационные и судовые газовые турбины (рис.1). Общее количество эксплуатируемых ГПА составляет более 3000 единиц [3].

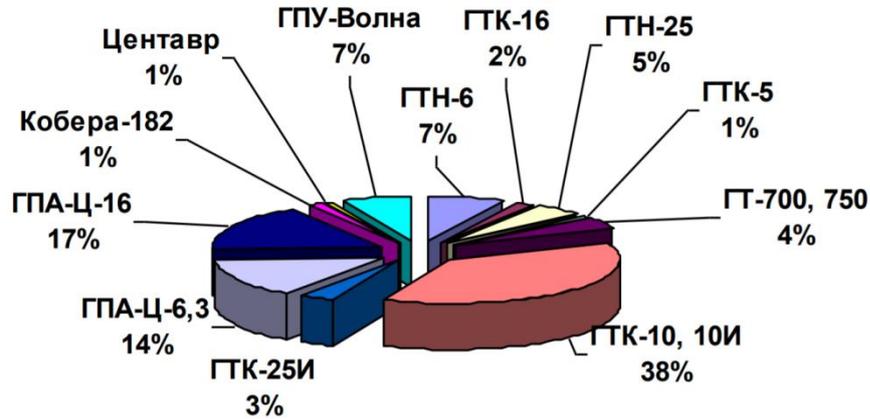


Рис. 1. Структура парка газоперекачивающих агрегатов [1]

Чтобы оценить надежность торцевых уплотнений нагнетателя 370-17- I была проведена статистическая обработка результатов наблюдений за работой 50 агрегатов ГТ-750-6. В таблице 1 представлены данные об отказах элементов ГПА.

Таблица 1

Отказы элементов ГПА

№№ п/п	Интервал времени, t*1000, час	Середина интервала времени, t*1000, час	Частота отказов
1	0-1	0,5	-
2	1-2	1,5	1
3	2-3	2,5	2
4	3-4	3,5	3
5	4-5	4,5	4
6	5-6	5,5	4
7	6-7	6,5	6
8	7-8	7,5	8
9	8-9	8,5	7
10	9-10	9,5	5
11	10-11	10,5	4
12	11-12	11,5	3
13	12-13	12,5	2
14	13-14	13,5	1

Для полного исследования надежности элементов ГПА нужно:
определить на основе статистических данных теоретическую функцию распределения времени безотказной работы ГПА;

определить показатель интенсивности отказов;

провести статистическую оценку принимаемых гипотез о распределении безотказной работы элементов ГПА;

вычислить математическое ожидание наработки между отказами.

На базе статистических данных была определена теоретическая функция распределения времени безотказной работы $P_{со}(t)$ элементов ГПА.

После чего было выдвинуто три гипотезы безотказной работы:

1.закон №1 - экспоненциальное распределение без коэффициента: $P_{ТО1}(t) = e^{-\lambda_1 t}$;

2. закон №2 - экспоненциальное распределение с коэффициентом С2: $P_{ТО2}(t) = C_2 e^{-\lambda_2 t}$;

3.закон №3 – распределения Пуассона: $P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!}$,

где

λ – интенсивность потока отказов;

$n(t)$ -частота отказов от времени;

t-время работы.

Для того, чтобы определить параметр интенсивности отказов и коэффициента С2, нужно воспользоваться методом наименьших квадратов, используя соответствующую встроенную функцию и способ оптимизации "Поиск решения" Excel.

Получены были следующие результаты:

$\lambda_1=0,107$; $\lambda_2=0,145$, $C_2=1,288$; $\lambda_3=0,572$, а также 3 гипотезы P1, P2, P3.

Следующим шагом была статистическая оценка принимаемых гипотез о виде функции распределения времени безотказной работы элементов ГПА. Для этого воспользовались методом параметрической статистики – критерием корреляции Пирсона R.

В нашем случае были определены следующие коэффициенты корреляции для гипотез:

для закона №1 – $R_1=0,95$; для закона №2 – $R_2=0,93$; для закона №3 – $R_3=0,73$.

Отсюда следует вывод, что наиболее адекватной моделью является закон №1 - экспоненциальное распределение без коэффициента.

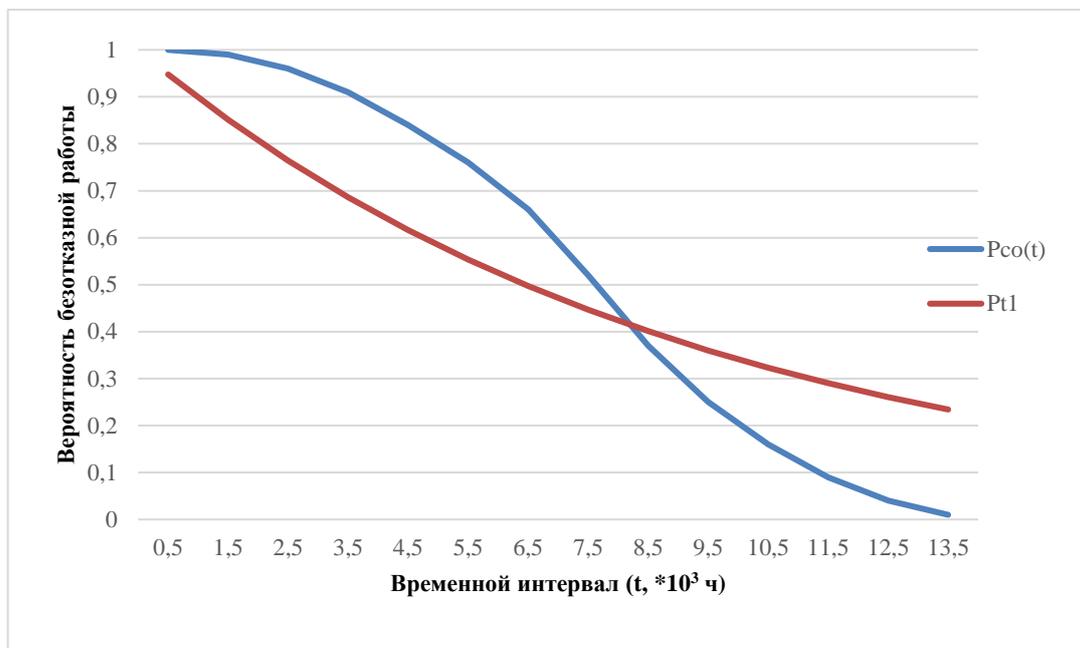


Рис. 2. Распределение вероятности и теоретический закон №1

Вычислено математическое ожидание (среднее значение) наработки между отказами равное 280 часов.

В данной работе было выдвинуто и проанализировано три гипотезы о законе распределения вероятностей безотказной работы: две экспоненциальных и Пуассоновская. Наиболее адекватная действительности модель является закон №1 - экспоненциальное распределение без коэффициента. Было рассчитано математическое ожидание наработки между отказами – 280 часов. Статистическая обработка данных и их анализ отражает полную картину работы ГПА и в будущем может предупредить о возможных авариях и отказах.

Литература

1. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/1_2017/ogbus_1_2017_p95-107_BaikovIR_ru.pdf
2. Перспективы энергоресурсосбережения в условиях длительно эксплуатируемой газотранспортной системы [Текст] И.Р. Байков, С.В. Китаев, И.А. Шаммазов // Изв. Уфимского государственного нефтяного технического университета. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2012. – №4. – С.9 – 13.
3. Костарева С.Н. Совершенствование методов диагностирования технического состояния газоперекачивающих агрегатов на основе данных производственного мониторинга [Текст]: дис...канд. техн. наук / Костарева Светлана Николаевна. – Уфа, 2004. – 163 с.
4. Уточнение методики определения технического состояния газоперекачивающих агрегатов [Текст] / И.Р. Байков, С.В. Китаев, Е.А. Смородов, А.И. Гольянов. //Изв. высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2001. – №3. – С.3 – 6.
5. Эксплуатация энергомеханического оборудования в современных условиях [Текст] И.Р. Байков, С.В. Китаев С.Р. Талхин. // Изв. Уфимского государственного нефтяного технического университета. Нефтегазовое дело. – 2007. – Т.5. – №1. – С.159 – 162.