

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ГОТОВНОСТИ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГЛУБИННО-НАСОСНЫХ ШТАНГОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

© Хаишханов¹⁾ И.Г., © Иванышин²⁾ В.П., 2007

¹⁾Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

²⁾Долинское линейное производственное управление магистральных газопроводов, г. Долина

Розглянуто процедуру визначення показника готовності системи діагностування глибинно-насосних штангових установок, технічний стан штангової колони якої знаходиться під дією комплексу силових факторів і оцінюється за допомогою розробленого методу контролю. Отримані графіки залежності показників готовності глибинно-насосних штангових установок від періоду діагностування при використанні традиційного і запропонованого методу, який на 5 % дозволяє підвищити вірогідність діагностування стану цих установок

Особенностью диагностирования глубинно-насосных штанговых установок (ГНШУ) по динамограмме является несоответствие ее формы реальному техническому состоянию штанговой колонны, обусловленному пространственным положением ствола скважины, что отмечалось в [1÷4]. Указанное обстоятельство приводит к искажению диагноза при интерпретации результатов диагностирования. Разработанный метод контроля состояния штанговой колонны, учитывающий влияние пространственного положения ствола скважины, позволяет получить динамограмму, которая более точно отображает реальное состояние ГНШУ и тем самым повысить достоверность диагностирования [5].

Для оценки влияния разработанного метода на повышение достоверности диагностирования ГНШУ рассмотрим модель взаимодействия технических средств диагностирования (ТСД) с объектом диагностирования (ОД) - ГНШУ с учетом возникновения ошибок при постановке диагноза.

Построение модели взаимодействия элементов СД необходимо начинать с изучения условий использования и эксплуатации ОД и ТСД и особенностей процесса взаимодействия ОД, ТСД и человека-оператора (ЧО) в системе диагностирования [6].

Взаимодействие элементов системы диагностирования в данном случае можно представить следующей схемой (рис. 1).

По результатам анализа взаимодействия элементов системы диагностирования (СД) необходимо обнаружить множественное число возможных состояний СД. Данная СД может

находится в одном из двух возможных начальных состояний:

- 1) ОД работоспособный,
- 2) ОД неработоспособный.

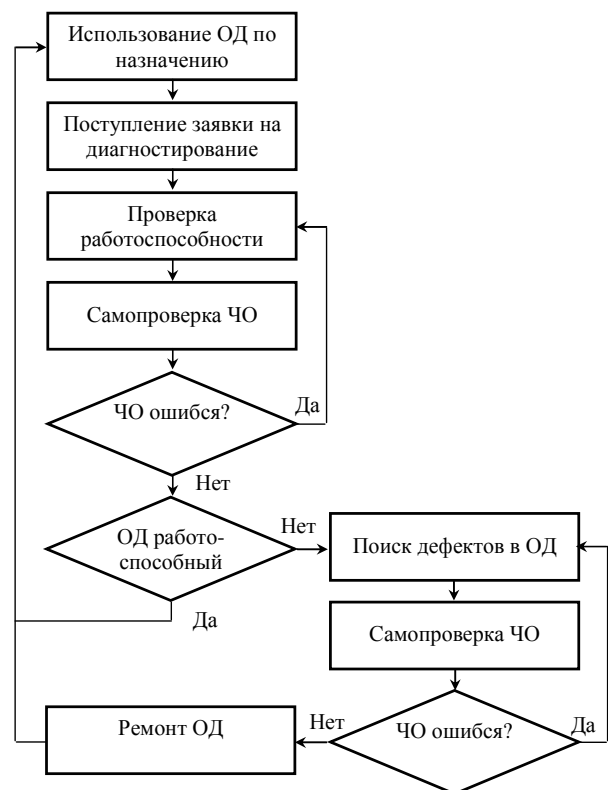


Рис. 1. Схема взаимодействия элементов системы диагностирования

Состояние 7 и 14 объединяем в состояние III – проверка работоспособности неработоспособного ОД, ТСД в рабочем режиме, ЧО оператор выполняет алгоритм проверки работоспособности.

Состояниям 4, 6, 8 и 15 присваиваем номера IV, V, VI, VII соответственно.

Состояния 9 и 12 объединяем в состояние VIII, что отвечает поиску дефектов в неработоспособном ОД с учетом возможности возникновения ошибок при выполнении алгоритма поиска дефектов.

Состояниям 10, 13 и 11 присваиваем соответственно номера IX, X, XI.

Таким образом, число несовместимых состояний СД ровно одиннадцати. Процесс перехода состояния СД из состояния в состояние представим в виде графа (рис. 3), вершинами которого являются обобщенные состояния СД, а операторами веток – вероятности перехода из состояния в состояние p_{ij} и время пребывания СД в соответствующем состоянии до перехода в следующее состояние $M(\tau_{ij})$.

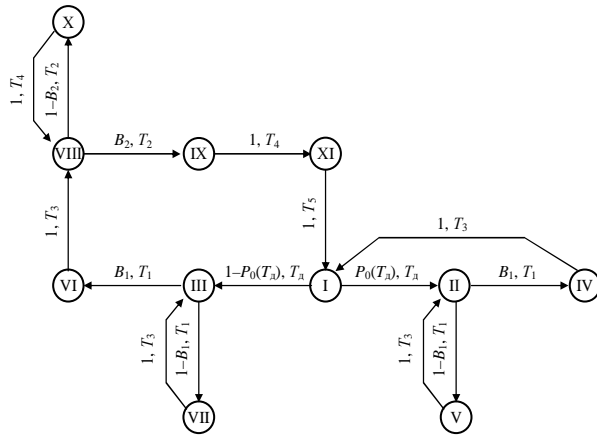


Рис. 3. Граф состояний СД

$$P_z = \frac{1/\lambda_0(1 - \exp(-\lambda_0 t))}{T_\delta + \frac{1}{B_1}(\tau_k + \tau_{c.k.n}) + \frac{[1 - P_0(T_\delta)][1 - B_1]}{B_1 B_2}(\tau_\delta + \tau_{c.k.\delta}) + \frac{[1 - P_0(T_\delta)][1 - B_1]}{B_1} \tau_p}. \quad (4)$$

Учет профиля скважины при расчетах динамограмм позволяет достичь более четкого распознавания состояния штанговой колонны и, тем самым, повысить точность диагноза, а также снизить количество ошибок ЧО при диагностировании. Проведенные экспериментальные исследования на нефтепромыслах НГДУ «Надворнанефтегаз» показали, что с применением разработанного метода диагностирования можно обеспечить вероятность безошибочного выполнения алгоритмов контроля работоспособности на уровне $B_1 = 0,9$; а алгоритмов поиска дефектов $B_2 = 0,9$ за счет повышения достоверности информации и увеличения разрешающей способности классов дефектов.

На основе построенного графа состояний СД записываем систему уравнений согласно [7]:

$$\begin{cases} \pi_1 = \pi_{11} + \pi_4, \\ \pi_2 = P_0(T_\delta)\pi_1 + \pi_5, \\ \pi_3 = [1 - P_0(T_\delta)]\pi_1 + \pi_7, \\ \pi_4 = B_1 \pi_2, \\ \pi_5 = [1 - B_1] \pi_2, \\ \pi_6 = B_1 \pi_3, \\ \pi_7 = [1 - B_1] \pi_3, \\ \pi_8 = \pi_7 + \pi_{10}, \\ \pi_9 = B_2 \pi_8, \\ \pi_{10} = [1 - B_2] \pi_8, \\ \pi_{11} = \pi_9. \end{cases} \quad (1)$$

Решаем систему (1) относительно π_1 и определяем для каждой из проверок отношения $A_i = \pi_i/\pi_j$ [7].

Из совокупности состояний, в которых может находиться СД, выбираем состояния, в которых ОД выполняет свои функции – состояние I. Таким образом, показатель готовности можно определить так

$$P_z = A_1 T_{01} / \sum_{i=1}^{11} A_i T_i, \quad (2)$$

где T_{01} – среднее значение безусловной длительности бездефектной работы ОД во время пребывания в состоянии I; T_i – безусловная длительность пребывания СД в i -м состоянии, которая определяется, так

$$T_i = \sum_{j=1}^k p_{ij} M(\tau_{ij}), \quad (3)$$

где k – количество состояний, из которых возможен переход из i -го состояния.

Определив согласно графу (рис. 3) значение A_i , T_i , T_{01} , выражение для показателя готовности можно представить в следующем виде:

Согласно результатам проведенных исследований разработанного метода диагностирования среднее время контроля работоспособности ГНШУ составляет 0,2 часа, среднее время поиска дефектов – 0,5 часа. В среднем ЧО необходимо 0,05 часа для проверки правильности выполнения алгоритмов контроля работоспособности и поиска дефектов.

Согласно данным по НГДУ «Надворнанефтегаз» за 2005/06 году средняя длительность ремонта одной ГНШУ составляла 600 часов.

Учитывая полученные данные, можно определить оптимальный период диагностирования ГНШУ, который обеспечивает максимум показателя готовности P_z (рис. 4).

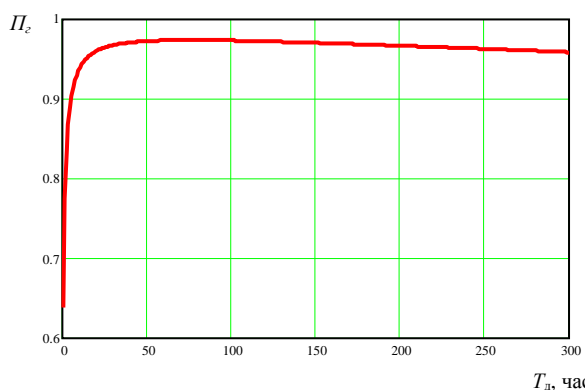
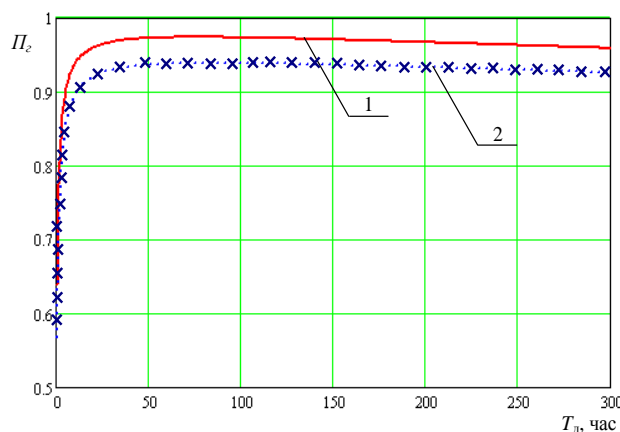


Рис. 4. График зависимости показателя готовности P_r ГНШУ от периода диагностирования

Полученный график (рис. 4) позволяет определить оптимальный период диагностирования ГНШУ, значение которого находится в границах от 70 до 100 часов (3-4 суток).



1- при использовании разработанного метода диагностирования ГНШУ, 2 – при использовании традиционного метода

Рис. 5. Графики зависимости показателей готовности ГНШУ от периода диагностирования

Кроме того, повышение достоверности распознавания состояния ГНШУ за счет получения более точной динамограммы позволяет в целом

повысить показатель готовности установки, т.е. увеличивает вероятность пребывания установки в работоспособном состоянии. Так, на рис. 5 показаны для сравнения два графика зависимости $P_r = f(t)$, полученные при использовании разработанного метода контроля состояния штанговой колонны с учетом ее спиралевидности и с использованием традиционного динамометрического метода. Как видно из графиков, использование разработанного метода позволяет повысить достоверность диагностирования состояния ГНШУ с 0,93 до 0,973, т.е. на 5,0 %.

1. Якимов С.Б. Изучение влияния угла наклона скважины на нагрузки в штангах по результатам динамометрирования скважинных штанговых насосов. // Нефтепромысловое дело. Отечественный опыт: ЭИ ВНИИОЭНГ. – 1986. – №12. – С. 8-10. 2. Багиров Ф.Ш. Распознавание состояния станка-качалки на основе экспертной диагностики // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1987. – №2. – С. 53-55. 3. Ижмурзин А.А., Хоанг Тхинь Нян. Методика расчета крутящих моментов в трубах и штангах, возникающих при спуске в скважину с пространственным искривлением ствола Нефтепромысловое дело. – 2006. – http://www.ogbus.ru/authors/Ishmurzin/Ishmurzin_1.gdj. 4. Ковшов В.Д., Сидоров М.Е., Светлакова С.В. Моделирование динамограммы станка-качалки. Нормальная работа насоса // Нефтегазовое дело. – 2004. – №2. – С. 40-43. 5. Хашиханов И.Г., Замиховський Л.М Математичне моделювання нестационарної деформації ГНШУ.– „ Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ” № 38 (т. 38), 2001 – С. 25-27. 6. Калявін В.П., Мальшиев А.М., Мозгалеvский А.В. Организация систем диагностирования судового оборудования. – Л.: Судостроение, 1991. – 168 с. 7. Замиховський Л.М., Калявін В.П. Проектування систем діагностування: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Вид-во «Полум'я». – 2003. – 248 с.

