

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОВОРОТНОГО РЕЗЦА АДАПТИРОВАННОГО ДЛЯ ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ

Панченко Алексей Евгеньевич

магистрант, Сибирский федеральный университет, РФ, г. Красноярск

Стрелковская Алина Владиславовна

магистрант, Сибирский федеральный университет, РФ, г. Красноярск

Данилов Александр Константинович

канд. техн. наук, доцент, Сибирский федеральный университет, РФ, г. Красноярск

Forecasting the reliability of a rotary cutter adapted for deep drilling

Alexey Panchenko

Master student, Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

Alina Strelkovskaya

Master student, Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

Alexander Danilov

PhD in techniques, associate professor, Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

Аннотация. Целью работы является прогнозирование надежности поворотного резца адаптированного для глубокого бурения скважин на стадии конструирования без проведения экспериментов при помощи математической модели. Задачи: рассмотреть существующие математические модели и адаптировать для выбранного бурового долота. Методом исследования в работе служит математическая модель. В результате получена приспособленная

математическая модель долговечности поворотного резца.

Abstract. The article deals with the mathematical model for reliability forecasting of the rolling cutter bits adapted to deep-hole drilling, without experiments in the design phase. The work objectives are to examine available mathematical models and to adjust them to the selected drill bit. Mathematical model approach is used in the research. The mathematical model for reliability forecasting of the rolling cutter bits is obtained as a result of the research.

Ключевые слова: долговечность; математическое моделирование надежность; наработка на отказ, прогнозирование; поворотный резец; лопастное долото.

Keywords: durability; mathematical model approach; reliability; time between failures; forecasting; rolling cutter bits; blade drill bit.

При бурении скважин на нефть и газ, буровые долота являются ключевыми элементами любой буровой установки. Обеспечение надежности бурового долота - один из важнейших факторов в производстве долот. Прогнозирование состояния бурового долота, как неотъемлемая часть системы обеспечения надежности работы. Такое прогнозирование целесообразно проводить на основе использования математических моделей. Для обеспечения, требуемого в техническом задании уровня безотказности и долговечности, первостепенную значимость приобретают этапы проектно-конструкторской разработки, особенно стадия конструирования, на которой при сравнительном анализе конструкции выполняют контрольную проверку отдельных элементов и изделия в целом.

В связи с этим, целью является прогнозирование надежности поворотного резца адаптированного для глубокого бурения скважин на стадии конструирования без проведения экспериментов при помощи математической модели.

Ресурс бурового инструмента может определяться длиной интервала (проходка долота) или временем бурения при достижении определенной механической скорости. Ресурс бурового инструмента зависит от сохранения породоразрушающих элементов - резцов.

Для создания математической модели необходимо определится с видом долота. На кафедре технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса института нефти и газа СФУ был разработан породоразрушающий инструмент с применением модернизированных и адаптированных для глубокого бурения поворотных резцов горных машин [1].

Буровое долото (рис. 1) представляет собой буровую головку, с шестью лопастями, на каждой лопасти установлены поворотные резцы.

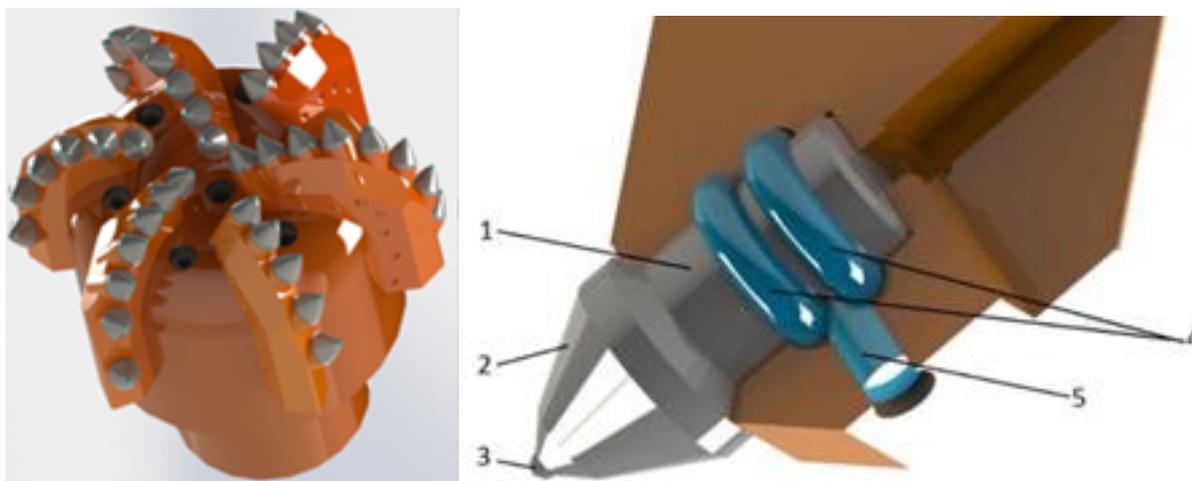


Рисунок 1. Лопастное долото с поворотными резцами

Примечание: 1 - хвостовик резца; 2 - головка резца; 3 - твердосплавный наконечник; 4 - полимерный материал; 5 - отверстие для заливки.

Так как при проходке ствола скважины основным рабочим элементом является резец, то для прогнозирования надежности бурового долота необходимо разработать математическую модель выхода из строя поворотного резца. Одним из важнейших критериев эффективности резцов, является их долговечность, выражающаяся в способности инструмента сохранять свою работоспособность в данных условиях эксплуатации до наступления предельного состояния. Проанализировав научно-техническую литературу, было выявлено, что требуемая математическая модель была описана в кандидатской диссертации Талерова М.П. «Повышение эффективности применения поворотных резцов проходческих комбайнов выбором рациональных геометрических параметров инструмента» [2].

Изучив диссертацию можно сделать вывод, что математическую модель долговечности поворотных резцов, возможно использовать для разработанного бурового долота, но с некоторыми изменениями. Необходимо ввести такие понятия как: осевая нагрузка на долото (G), механическая скорость проходки (v_m) и максимальная проходка на долото (L_{max}) до выхода из строя.

Для того что бы завязать механическую скорость бурения с имеющейся в данной математической модели толщиной срезаемой стружки (h) необходимо задать зависимость:

$$h = \frac{v_m}{n}, \tag{1}$$

где: ϑ_m – механическая скорость бурения;

n – скорость вращения ротора.

Для описания механической скорости бурения выполним анализ всех имеющихся зависимостей. Так оптимальная зависимость представлена в статье «Повышение надежности процесса бурения путем оптимизации управляемых параметров режима бурения» [3]:

$$\vartheta_m = K \cdot G^\delta \cdot n^\alpha \cdot N_D^m, \quad (2)$$

где: K – коэффициент пропорциональности (буримости);

G – осевая нагрузка на долото;

n – скорость вращения ротора;

N_D – гидравлическая мощность привода;

δ, α, m – показатели степени, зависящие от типа долота и качества очистки забоя.

В разработанной Талеровым М.П. модели за показатель долговечности резца принимают его наработку до отказа, а именно длину пути резания (L). Так как при бурении скважин наработку до отказа принимают за максимальную проходку бурового долота (в нашем случае одного резца), то необходимо задать зависимость:

$$L_{\max} = \frac{L}{L_{\text{обор}}} \cdot h, \quad (3)$$

где: $L_{\text{обор}}$ – путь трения, приходящийся на один оборот резца.

Так как путь трения ($L_{\text{обор}}$) для каждого резца разный, то для этого параметра так же необходимо задать уточнение.

$$L_{\text{обор}} = 2 \cdot \pi \cdot r_u, \quad (4)$$

где: r_u – радиус установки резца на буровом долоте.

Таким образом, адаптированная математическая модель для бурения скважин на нефть и газ позволит определить долговечность поворотного резца, выраженного в максимальной

проходке.

Дальнейшее исследование по данной теме состоит из следующих задач. При помощи математической модели выхода резца из строя:

- 1) Скорректировать конструкцию и характеристики поворотного резца, для оптимального проектно-конструкторского решения, которое позволит увеличить наработку до отказа единичного резца.
- 2) Спрогнозировать надежность всего бурового долота, тем самым определить максимальную проходку бурового долота до наступления отказа.

Список литературы:

1. Сусликов А.С. Лопастное долото с поворотными резцами горных машин / А.С. Сусликов, А.К. Данилов // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. – 2015. – С. 246-249.
2. Талеров М.П. Повышение эффективности применения поворотных резцов проходческих комбайнов выбором рациональных геометрических параметров инструмента: дис. ... канд.техн.наук 05.05.06 / Талеров Михаил Павлович. – Санкт-Петербург, 2009. - 154 с.
3. Плющик А.А. Повышение надежности процесса бурения путем оптимизации управляемых параметров режима бурения / А.А. Плющик, Е.А. Сопов, В.В. Бухтояров // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – № 3. С. 40-43.