



ВИКОРИСТАННЯ ВІБРАТОРІВ ДЛЯ ВИВІЛЬНЕННЯ ПРИХОПЛЕНОГО БУРИЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА



Василь Мойсишин

доктор технічних наук, професор
завідувач кафедри вищої математики
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, Україна
math@nung.edu.ua



Катерина Левчук

кандидат технічних наук, доцент
докторант кафедри нафтогазового обладнання
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, Україна
kgl.imp.nan@gmail.com

У процесі розробки нафтових і газових родовищ нафтовика стикаються з технічними та технологічними проблемами, що пов'язані з ускладненнями. Серед усіх видів аварій найпоширенішими залишаються прихоплення бурильного інструмента. Небезпека появи прихоплень зростає зі збільшенням глибини буріння свердловин. Оскільки сучасні технологічні способи й технічні засоби ліквідації таких аварій не забезпечують бажаних результатів, актуальною залишається задача вивільнення заклиненої бурильної колони (БК), що має наукове і практичне значення.

Виявлення і поглиблений аналіз причин виникнення прихоплень є важливою умовою ліквідації аварії. До механічних засобів вирішення даної проблеми відносять: застосування ударних механізмів, вібраційних пристроїв та торпедування. Найбільш універсальним методом ліквідації аварій вважають застосування вібраторів.

Мета даної роботи полягає в проведенні параметричних досліджень ефективності використання вібраторів для ліквідації прихоплень, розробці рекомендацій з вибору режиму роботи та місця встановлення вібраційного пристрою.

З метою розв'язання поставленої задачі, авторами були розроблені дискретно-континуальні математичні моделі динаміки роботи бурильної колони з вібратором: встановленим нагорі БК, вмонтованим в обтяжену бурильну трубу та в зоні прихоплення.

Складені системи рівнянь з початковими умовами, що відповідають стаціонарному стану БК, й граничними умовами були складені кінцево-різницьві схеми. Чисельні дослідження проводились у комп'ютерному середовищі Maple для трьох компоновок БК. Розроблені моделі дозволили оперативню проаналізувати й обґрунтувати вибір місця розташування вібраційного механізму з метою забезпечення швидкого вивільнення прихопленої БК.

На основі проведених досліджень було розраховано власні частоти БК, резонансні амплітуди коливань, збурених вібратором, поздовжні сили та напруження у перерізах бурильних труб, енергетичні характеристики БК з вібратором.

Побудовано амплітудно-частотну характеристику, графік зміни поздовжніх сил і напружень від частоти і місця устанювання вібратора, енергетичні характеристики БК з вібратором, залежності кінетичної й потенціальної енергій БК від місця устанювання вібратора.

Зазначимо, що коефіцієнт передачі амплітуди вимушених коливань збільшується, а амплітудні значення сил й напружень різко спадають, якщо місце устанювання вібратора зміщується по обтяженій бурильній трубі в бік свердловини. Поздовжні напруження зростають при налаштуванні вібратора на вищі власні частоти БК.

За результатами проведених досліджень було розроблено рекомендації:

- використання вібраційних пристроїв нагорі БК (без розгвинчування бурильних труб) можливе лише при буріннях до 200 м, при глибоких буріннях необхідно вібраційний пристрій спускати по бурильних трубах, що збільшує тривалість робіт;

- вібратор доцільно налаштувати на одну з перших трьох власних частот;

- вібраційний пристрій, вмонтований в обтяжену бурильну трубу, необхідно розташовувати на відстані, що складає 0,35 – 0,5 довжини цієї труби. Це дозволить накопичити найбільшу величину потенціальної енергії – пружної деформації низу вільної частини БК;

- у випадку налаштування вібропристрою на власні частоти, вище третьої, його доцільно розташувати якомога нижче, оскільки збурені вібрації можуть привести до руйнування бурильних труб;

- для кожної конкретно вибраної компоновки БК необхідно провести чисельні розрахунки, що дозволить як прогнозувати можливість виникнення прихоплення, так і вибрати місце розташування вібропристрою.

Отримані у роботі результати можна використати для подальших досліджень та удосконалення існуючих інженерних методів моделювання, розрахунку вібраційних пристроїв, які використовують для ліквідації аварій при бурінні свердловин.