5. Атвиновская, Т. В. Изучение сорбционной способности модифицированного диоксида кремния по отношению к нефти / Т. В. Атвиновская, И. И. Злотников, В. Ю. Писарев // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2024. – № 3. – С. 13–20. – DOI 10.62595/1819-5245-2024-3-13-20

УДК 534.614

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ЗВУКА В ЗАТРУБНОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ЗАЛЕЖИ РЕЧИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

У. В. Клочко, Н. В. Бочаров, И. С. Шепелева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

А. В. Шелюто, А. А. Тишков

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», г. Гомель

Рассмотрены проблемы определения скорости звука и динамического уровня, влияющего на эффективность работы погружного оборудования, на примере нефтяных скважин воронежской залежи Речицкого месторождения при помощи эхометрии. В результате исследований установлено: фактическая скорость звука в скважинных условиях изменяется в широком диапазоне – от 230 до 372 м/с, что относительно стандартной скорости составляет от –28 до +16,3 %, а погрешность измерения уровня при этом может достигать 300 м.

Ключевые слова: скорость звука, эхометрия, динамический уровень, контроль эксплуатации скважин, гидродинамические исследования скважин.

ESTIMATION OF THE SPEED OF SOUND IN THE ANNULAR SPACE ON THE EXAMPLE OF THE VORONEZH DEPOSIT OF THE RECHITSKY OIL FIELD

U. V. Klochko, N. V. Bocharov, I. S. Shepeleva

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

A. V. Sheluto, A. A. Tishkov

RUE "Production Association "Belorusneft", Gomel

The paper considers the problems of determining the speed of sound and the dynamic level that affect the efficiency of submersible equipment, using the example of oil wells in the Voronezh Rechitskoe deposit using echometry. As a result of the research, it was revealed that the actual speed of sound varies in a wide range – from 230 to 372 m/s, which is relative to the standard speed –28…+16,3 %, and the level measurement error can reach 300 m.

Keywords: sound velocity, echometry, dynamic level, well operation control, well hydrodynamic studies.

Большинство нефтедобывающих скважин эксплуатируются механизированным способом. Для стабильной работы насосного оборудования оно должно находится ниже динамического уровня жидкости при заданных параметрах эксплуатации. Этим руководствуются при выборе производительности и глубины спуска насоса [1].

Достоверное определение динамического уровня жидкости в межтрубном пространстве скважины является одним из важных факторов, влияющих на правильную оценку потенциала скважины и адекватности решений, направленных на повышение эффективности работы нефтедобывающего оборудования [2].

Применяемые в нефтяной промышленности приборы контроля уровня жидкости в затрубном пространстве скважины основаны на регистрации времени прихода отраженной волны от поверхности динамического либо статического уровней [3].

Точность замера уровней в значительной степени зависит от учета скорости звука в скважинах. Расчет глубины положения уровня жидкости обычно производится на стандартную скорость звука – 320 м/с вне зависимости от каких-либо геолого-технических условий объектов исследования. Реальные скорости звука будут отличны от 320 м/с ввиду того, что они зависят от параметров среды, в которой производится замер [4].

Оценка величины скорости звука в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» была проведена несколькими способами:

1. Методом эхолокаций муфт комплексом «Сиам Мастер 2С».

2. Методом эхолокаций реперов: переходы эксплуатационных колонн, переходы колонн насосно-компрессорных труб.

Сравнение скорости звука по двум методам для трех скважин показало хорошую сходимость результатов, погрешность отклонения относительно уровня, замеренного манометром, не превышает 3 %. По результатам расчетов была построена зависимость скорости звука от затрубного давления (рис. 1).

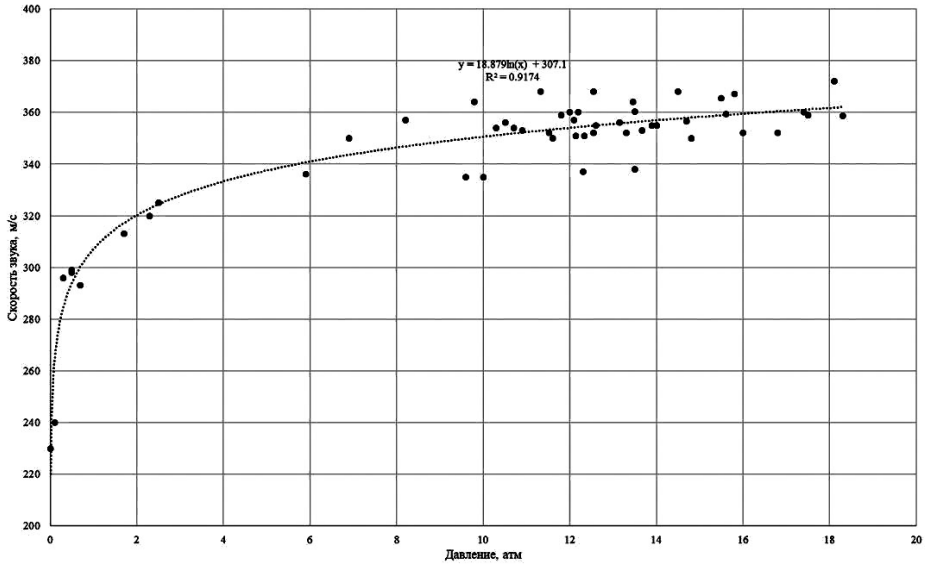

Рис. 1. Зависимость скорости звука от затрубного давления для скважин II пачки воронежского горизонта Речицкого месторождения

По скоростям звука установлены фактические динамические уровни, проанализировано положение погружного оборудования относительно динамического уровня и выявлен ряд скважин, на которых динамический уровень находится на глубине, близкой к приему насоса (скважина 230 на рис. 2). Результат, полученный по зависимости, подтверждается снижением дебита ниже номинальной производительности оборудования и влиянием выделяющегося из нефти газа на его работу.

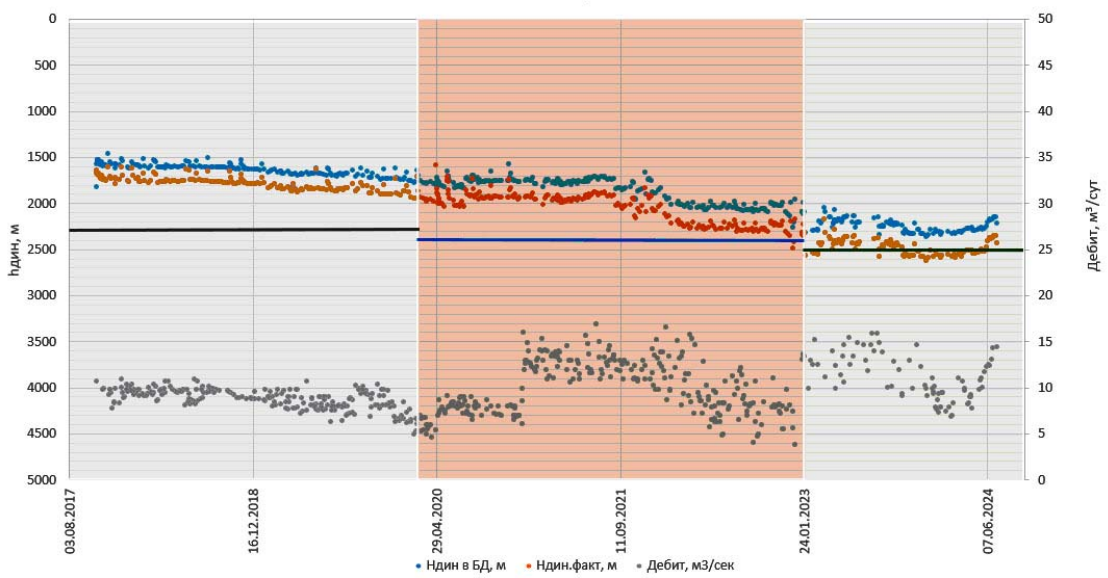

Рис. 2. Изменение динамического уровня
при разных скоростях звука в скважине 230

Полученные кривые скорости звука изменятся со временем по мере разработки залежи и требуют последующей периодической корректировки.

Построение зависимостей скорости звука от затрубного давления и мониторинг скорости звука другими методам позволит улучшить достоверность оценки фильтрационных параметров пласта и продуктивности скважины по устьевым методам гидродинамических исследований, повысит качество подбора и предотвратит преждевременный выход из строя насосного оборудования, что в конечном итоге приведет к повышению эффективности разработки залежи.

Литература

1. Технические решения по оценке уровня жидкости в нефтедобывающих и водозаборных скважинах / И. З. Денисламов, И. К. Гималтдинов, Р. Н. Якубов, А. И. Денисламова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, № 6. – С. 197–207.
2. Бочаров, Н. В. К вопросу определения уровня жидкости в нефтяных скважинах методом эхолокации / Н. В. Бочаров, У. В. Клочко, И. С. Шепелева // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXIV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 25–26 апр. 2024 г. : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель, 2024. – Ч. 1. – С. 32–35.
3. Гидродинамические исследования скважин и методы обработки результатов измерений / Р. С. Хисамов, Э. И. Сулейманов, Р. Г. Фархуллин [и др.]. – Москва : ВНИИОЭНГ, 2000. – 228 с.
4. Сваровская, Н. А. Влияние условий прохождения звуковой волны на скорость ее распространения в затрубном пространстве скважины и оценку уровня жидкости при эхолокации / Н. А. Сваровская, С. Г. Перминов // Известия Томского политехнического университета. Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2002. – Т. 305, № 8. – С. 157–160.