

Технічні науки

УДК 622.692.4

Люта Наталія Вікторівна

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Люта Наталия Викторовна

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Liuta Nataliia

PhD, Associate Professor,

Department Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Лісафін Володимир Петрович

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Лисафин Владимир Петрович

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Lisafin Volodymyr

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the

Department Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

**ВИВЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ
СИРИХ НАФТ**

**ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЫРЫХ НЕФТЕЙ
STUDY AND ANALYSIS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE
INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD ON RHEOLOGICAL
PROPERTIES OF CRUDE OILS**

Анотація. Проведено аналіз експериментальних досліджень впливу магнітного поля на реологічні властивості сирих нафт різного походження.

Ключові слова: сира нафта, в'язкість, магнітне поле, реологічні властивості.

Аннотация. Проведен анализ экспериментальных исследований влияния магнитного поля на реологические свойства сырых нефтей различного происхождения.

Ключевые слова: сырая нефть, вязкость, магнитное поле, реологические свойства.

Summary. The analysis of experimental researches of influence of an magnetic field on rheological properties of crude oils of a different origin is carried out.

Key words: crude oil, viscosity, magnetic field, rheological properties.

Сира нафта являє собою складну суміш різних вуглеводнів. Бензин і дизельне паливо – це рідини, що складаються в більшій мірі з легких вуглеводневих сполук, і мають дуже малу в'язкість. Якщо зробити

припущення, що всі інші важкі вуглеводневі сполуки в такій рідині з малою в'язкістю є зваженими частинками, то в такому випадку сирю нафту можна вважати рідкою суспензією. Основною причиною значної в'язкості сирі нафти з парафіновою основою за низьких температур є зважені частинки парафіну. Виходячи з цього, наведена вище теорія дає фізичну основу для створення нового методу пониження в'язкості нафти.

Як показали експерименти, магнітна проникність парафінових частинок відрізняється від магнітної проникності рідини, а цього достатньо для здійснення методу зниження в'язкості, запропонованого доктором R. Тао [1]. У той час як всі електрореологічні та магнітореологічні рідини потребують, щоб діелектрична чи магнітна проникність частинок була вищою, ніж у базової рідини, нам достатньо простої відмінності. Навіть при мінімальній різниці сильний імпульс магнітного чи електричного поля все ще може ефективно зменшити в'язкість.

Як саме впливає магнітне поле на в'язкість нафти – ця тема і сьогодні обговорюється багатьма дослідниками даної сфери. Одні експерименти вказують на збільшення в'язкості нафти під впливом магнітного поля [2], деякі показали відсутність будь-якого ефекту [3], а деякі вказують на зниження в'язкості [4]. За наведеною вище теорією, автори [1] внесли певну ясність в дану суперечність. Насамперед, із відомої теорії, довготривалий вплив потужного магнітного поля підвищує в'язкість нафти з парафіновою основою, однак при дії короткочасного імпульсу в'язкість навпаки зменшується. Це підтверджується їхніми експериментальними дослідженнями.

Для свого експерименту автори взяли зразок сирі нафти на парафіновій основі з нафтопереробного заводу Sunoco, що в Філадельфії. Оскільки це була легка нафта з малою в'язкістю, для експерименту було використано віскозиметр Brookfield LVDV-II+ і наднизький адаптер Ultra Low (UL). Адаптер UL складається з точного циліндричного шпинделя, що

обертається всередині спеціально обробленої трубки, має водяну сорочку для контролю температури і вимірює в'язкість з високою точністю. Під час експерименту, в тому числі під час застосування магнітного поля, зразок залишався всередині адаптера UL, в якому підтримувалася задана температура.

При пониженні температури в'язкість сирої нафти підвищується. Для випадку сирої нафти з парафіновою основою, при зниженні температури до критичної, парафін всередині нафти починає кристалізуватися, утворюючи при цьому дрібні частинки, через що в'язкість зростає значними темпами. Температуру початку кристалізації парафіну називають критичною температурою. За результатами замірів в'язкості зразка було побудовано криву залежності в'язкості від температури, яка має зміну нахилу близько 17° . Це свідчить про те, що температура, за якої починає кристалізуватись парафін даного зразка, становить приблизно 17°C . При зниженні температури нижче 17°C , починали з'являтися частинки парафіну і в'язкість зростала з більшим темпом. Для спостереження за утворенням частинок парафіну всередині сирої нафти, експеримент з впливом магнітного поля проводився за температури на 10°C і на 7°C нижчої за температуру початку кристалізації парафіну.

В'язкість експериментального зразка нафти становила 40,97 сП за температури 10°C . Після впливу магнітного поля $1,33\text{ T}$ протягом 50 с в'язкість знизилася до 33,1сП. Далі в'язкість поступово зростала, однак залишалася значно нижчою за первинне значення протягом 120 хвилин після припинення дії магнітного поля. Початковий реологічний стан відновився приблизно через 8 годин після припинення дії магнітного поля. При повторному застосуванні імпульсу магнітного поля, зниження в'язкості відбувалося за тією ж схемою.

В більшості випадків сама сира нафта не є в'язкою рідиною. Її в'язкість зменшується при збільшенні швидкості зсуву. При проведенні

вимірювань віскозиметром, за більш високих обертів, ефективна в'язкість дослідного зразка була меншою, ніж при низьких обертах. Результат, який зображено на рисунку 1, було отримано за частоти обертання 10 об./хв. Однак, зменшення в'язкості після застосування імпульсу магнітного поля було зафіксовано за кожної із швидкостей обертання.

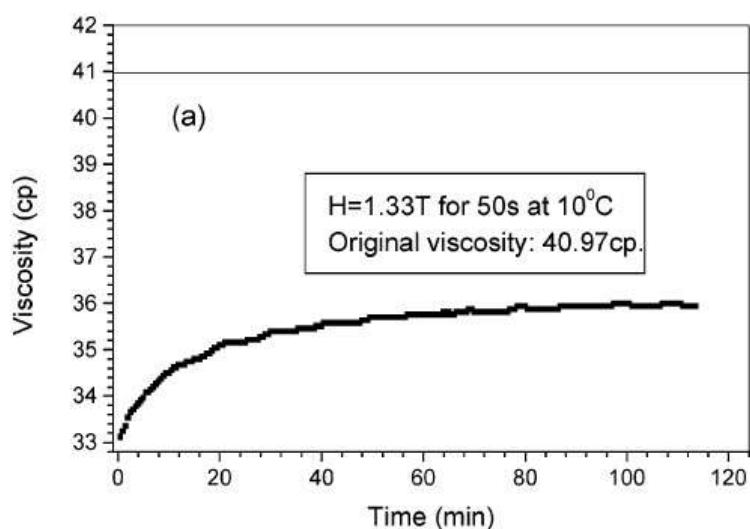


Рис. 1. Динаміка повернення нафти з парафіновою основою до початкових реологічних властивостей після дії на неї імпульсу магнітного поля [1, с. 2050]

Для проведення даного експерименту зразок сирої нафти на асфальтовій основі надала компанія Shell із родовища, що знаходиться в Каліфорнії. За рахунок того, що асфальт має дуже високу температуру плавлення, при кімнатній температурі асфальт в сирій нафті поглинає вологу і затвердіває у вигляді частинок асфальтенів. Через це в'язкість сирої нафти на асфальтовій основі досить чутлива до температури. При зменшенні температури, в'язкість сирої нафти на асфальтовій основі швидко зростає. Але, на відміну від сирої нафти з парафіновою основою, крива залежності в'язкості від температури для сирої нафти на асфальтовій основі, в основному, плавна і не має видимих змін нахилу.

При застосуванні до сирої нафти з асфальтовою основою імпульсу магнітного поля, авторами [1] було виявлено зменшення умовної в'язкості при дії магнітного поля, однак ефект виявився значно меншим, ніж при дії

імпульсу на нафту з парафіновою основою. Одним із пояснень такого ефекту є те, що частинки парафіну є більш чутливими до впливу магнітного поля аніж асфальтові. Враховуючи те, що більшість сирої нафти Північної Америки має асфальтову структуру, можна пояснити, чому більшість експериментів із впливу магнітного поля в США показали відсутність будь-якого впливу на сиру нафту.

Відзначити можна і те, що діелектрична проникність асфальту складає 2,7, а це значення є вищим порівняно з іншими видами нафт (2,0-2,2). За рахунок поглинання частинками асфальтенів вологи, їх діелектрична проникність ще більше підвищується. В такому випадку, згідно із теорією, зниження в'язкості сирої нафти з асфальтовою структурою буде більшим при дії короткочасного імпульсу електричного поля.

Дія магнітного поля на сиру нафту з асфальтовою структурою є незначною. Це свідчить про те, що використання методу дії магнітного поля на сиру нафту зі змішаною структурою буде обмеженою.

Література

1. Reducing the Viscosity of Crude Oil by Pulsed Electric or Magnetic Field. Tao R., X. Xu / *Energy & Fuels*, 2006 (20). PP. 2046-2051.
2. Chow R. *Can. Pet. Technol* / Chow R. et al. 2000. Ed. 39 (6). PP. 56-61.
3. Carlson J. D. Magnetorheological materials based on alloy particles : U.S. Patent 5,382,373 / Carlson J. D., Weiss K. D. 1995.
4. Rocha N. *Pet. Sci. Technol.* / Rocha N. et al. 2000. Ed. 18 (1 and 2). PP. 33-50.