

Наука — виробництву

УДК 622.691.24

ОЦІНКА ВТРАТ НАФТОПРОДУКТУ ПРИ ПЕРВИННОМУ ЗАПОВНЕННІ ПІДЗЕМНОГО РЕЗЕРВУАРА В КАМ'ЯНІЙ СОЛІ

Р.М.Говдяк, Л.К.Дубровський, Ю.А.Нечаєв

*ВАТ “Укргазпроект”, 04050, Київ-50, вул. Артема, 77, тел. (044) 244-72-50,
e-mail: ukrpro@i.kiev.ua*

Проведена оцінка масштабів впливу різних факторів, викликаючих втрату нафтопродуктів при первинному заповненні підземного резервуара, спорудженого в кам'яній солі. Отримано, що основним фактором є неідеальність форми підземного резервуара. Вказано способи корекції форми підземного резервуара і, таким образом, скорочення втрат нафтопродукта.

Evaluation is made of sizes of influence of the various factors causing loss of oil product at initial filling of the underground reservoir constructed in rock salt. It is stated that imperfection of the form of the underground reservoir is a major factor and thus reduction of loss of oil product.

Після завершення будівництва підземного резервуара та випробування на герметичність здійснюється його заповнення нафтопродуктом, для якого він призначений.

Основною складністю при первинному заповненні підземного резервуара є те, що не відома точна величина його об'єму, відома тільки відносна величина, яка визначена за вагою винесеної з розсолу солі, а також за звуколокаційною зйомкою. Обидві величини зазвичай мають точність $\pm 10\%$ [1].

Заповнення нафтопродуктом підземного резервуара здійснюється через буферний наземний резервуар, у якому й ведеться облік продукту, що нагнітається в підземний резервуар. Дотепер немає приладів, які б встановлювалися в підземному резервуарі і показували рівень його заповнення. Відсутність контрольних приладів призводить до випадків перепоповнення підземних резервуарів нафтопродуктом і виходу його в наземне розсолосховище, що викликає негативні екологічні наслідки.

Точний корисний об'єм підземного резервуара встановлюється після першої видачі з нього нафтопродукту. Практика підземного зберігання рідких нафтопродуктів засвідчила, що при цьому в тій чи іншій місткості існує так званий “мертвий” залишок. Це кількість нафтопродукту, що защемлюється в нерівностях, переважно стельової частини підземного резервуара, і не може бути витиснутий розсолу, яким зазвичай нафтопродукт видається на поверхню.

Наявність нерівностей, у яких защемлюється нафтопродукт (так звані “сліпі” кишені),

достовірно фіксуються локатором з вертикальним (або близьким до нього) променем, акустичним каротажем затрубного простору технологічної свердловини (підмив башмака обсадної колони) або припускаються за наявності ділянок стелі, яких не фіксує (“не бачить”) горизонтальний промінь локатора.

“Мертвий” залишок палива є разовою втратою, і величина його не змінюється при подальшій експлуатації підземного резервуара.

Розглянемо причини втрат нафтопродукту при первинному заповненні підземного резервуара з огляду їх кількісних характеристик.

Автори роботи [2] вважають, що на втрати нафтопродуктів при первинному заповненні підземних резервуарів у кам'яній солі впливають такі фактори:

- розчинення нафтопродуктів у розсолі з утворенням емульсії;
- налипання нафтопродукту на поверхні кам'яної солі (стінках резервуара);
- нерівномірний профіль підземного резервуара;
- проникнення нафтопродуктів у поровий простір кам'яної солі.

Автори не дають кількісних оцінок кожного з перерахованих факторів, але вони необхідні для практичних оцінок загальних втрат.

Контакт розсолу з нафтопродуктом обмежений площею перетину резервуара як при нагнітанні продукту в резервуар, так і при його видачі. При нагнітанні і видачі продукт і розсіл впливають один на одного як поршні, ніякої турбулізації при цьому не відбувається, тому

умов для утворення емульсії немає. Зберігання нафтопродукту здійснюється на розсолній подушці-шарі товщиною 1-1,5 м, що перекриває нерозчинний осад, який випав на дно резервуара при його спорудженні. Об'єм розсолної подушки невеликий і зазвичай не перевищує одного відсотка об'єму підземного резервуара.

Як впливає з викладеного, розглянутий фактор не може вважатися таким, що істотно впливає на втрати нафтопродукту як при первинному заповненні підземного резервуара, так і подальшій його експлуатації.

Трохи по-іншому цей фактор виявляється при видачі нафтопродуктів з підземного резервуара прісною водою. Різниця між питомою вагою води і нафтопродукту менша, ніж у нафтопродукті й розсолі, тому можливе перемішування води з нафтопродуктом у нижній частині підземного резервуара. Це підтверджує і використання дизпалива як нерозчинника при керуваному спорудженні підземних резервуарів у кам'яній солі. Постійний вплив прісної води на шар дизпалива, який прикриває стеліну окремої східки підземного резервуара, що споруджується, призведе до значного обводнювання і засолонення дизпалива. Це дизпаливо після декількох циклів нагнітання і видачі з двох-трьох споруджуваних підземних резервуарів втрачає здатність горіти і його доводиться направляти на заводську переробку. Практика видачі нафтопродуктів з підземних резервуарів прісною водою показала, що на контакт між нафтопродуктом і водою утворюється шар емульсії товщиною приблизно один метр. З урахуванням діаметра підземного резервуара 40-60 метрів це — значний об'єм.

Втрати нафтопродуктів через налипання їх на кам'яній солі (стінках підземного резервуара і його стеліні) можуть розглядатися як досить істотна величина для темних нафтопродуктів і сирої нафти. Для світлих же нафтопродуктів вони можуть розглядатися тільки теоретично, на молекулярному рівні.

Нерівномірний профіль підземного резервуара (рис. 1), зокрема наявність “сліпих” кишень, без сумніву, є найістотнішим фактором втрат нафтопродукту при його первинному заповненні. Величина цих втрат, хоч і разова і не збільшується при подальшій експлуатації підземного резервуара, може сягати декількох сотень кубометрів. Для скорочення цих втрат шляхом удосконалення форми підземного резервуара сьогодні є методичні та технічні засоби.

Втрату нафтопродукту за рахунок проникнення його в пористий простір кам'яної солі навіть теоретично важко уявити. Кам'яна сіль є однією з найбільш щільних гірських порід. Мінерал галіт, з якого вона переважно складається, має кубічну кристалічну решітку, що має синонім — “найщільніше упакування”. Пропластки і лінзи пухкої кам'яної солі, так звана “гранатка”, що зустрічаються зрідка, у випадку перебування в стінках сформованого підземного резервуара просочені розсоллом з подальшим заліковуванням будь-яких пор.

У штучних соляних кавернах більш ніж 30 років зберігається гелій, при цьому втрат його не зафіксовано. Це є ще одним практичним підтвердженням високої щільності кам'яної солі.

Є ще один фактор втрати нафтопродуктів у підземних резервуарах, що споруджені у газоносній кам'яній солі.

У роботі [3] наводяться такі величини втрат нафтопродуктів при зберіганні їх у соляних кавернах при контакт з метаном:

– з бензинів відбувається винесення легких фракцій до 14%, внаслідок чого їхня якість погіршується;

– з авіаційного гасу виноситься з метаном до 5% палива;

– втрат дизпалива немає.

На підземному сховищі моторних палив, споруджених в одному із соляних штоків Дніпровсько-Донецької впадини, встановлене виділення газу на гирлі свердловини, що дорівнює 255 м³/рік. Склад газу (макрокомпоненти) — азот і метан. Кількість азоту варіюється в пробах від 50% до 22%. При винесенні 14% бензину і 5% авіагасу, при даній величині генерації газу (255 м³/рік) втрати становлять 35,7 м³/рік і 12,7 м³/рік. Винесення нафтопродуктів азотно-метановою сумішшю може відбуватися через дренажні трубки, установлені на оголовках свердловин, а також при видачі палива з підземних резервуарів в буферні наземні, які оснащені дихальними клапанами.

Варто зауважити, що метан не тільки не погіршує якість дизпалива, а навпаки, поліпшує [4].

Статистичні дані про фактичні втрати нафтопродуктів при первинному заповненні підземних резервуарів на діючих сховищах, споруджених у кам'яній солі, досить мізерні.

За даними по підземному сховищу моторних палив у Білорусі (продукти, що зберігаються, — автомобільні бензини і дизпаливо) величина втрат при первинному заповненні не перевищує 1,5%.

З розгляду усіх фактів втрат нафтопродуктів при первинному заповненні підземних резервуарів у кам'яній солі можна зробити однозначний висновок: основною причиною втрат є недосконалість форм резервуарів, тобто наявність “сліпих” кишень.

Хоча ці втрати і разові, однак, вони небажані, тому що затиснений продукт у кишнях втрачає свою якість і негативно впливає на наступний порції продукту, що нагнітаються в підземний резервуар для зберігання.

На сьогодні розроблений спосіб корекції форми підземних резервуарів та технічний пристрій для ліквідації виступів стінок резервуара [5, 6].

Проведення корекції форм підземних резервуарів дає можливість поліпшити їхні експлуатаційні характеристики, збільшити корисний об'єм і зробити їх більш стійкими до гірського тиску.

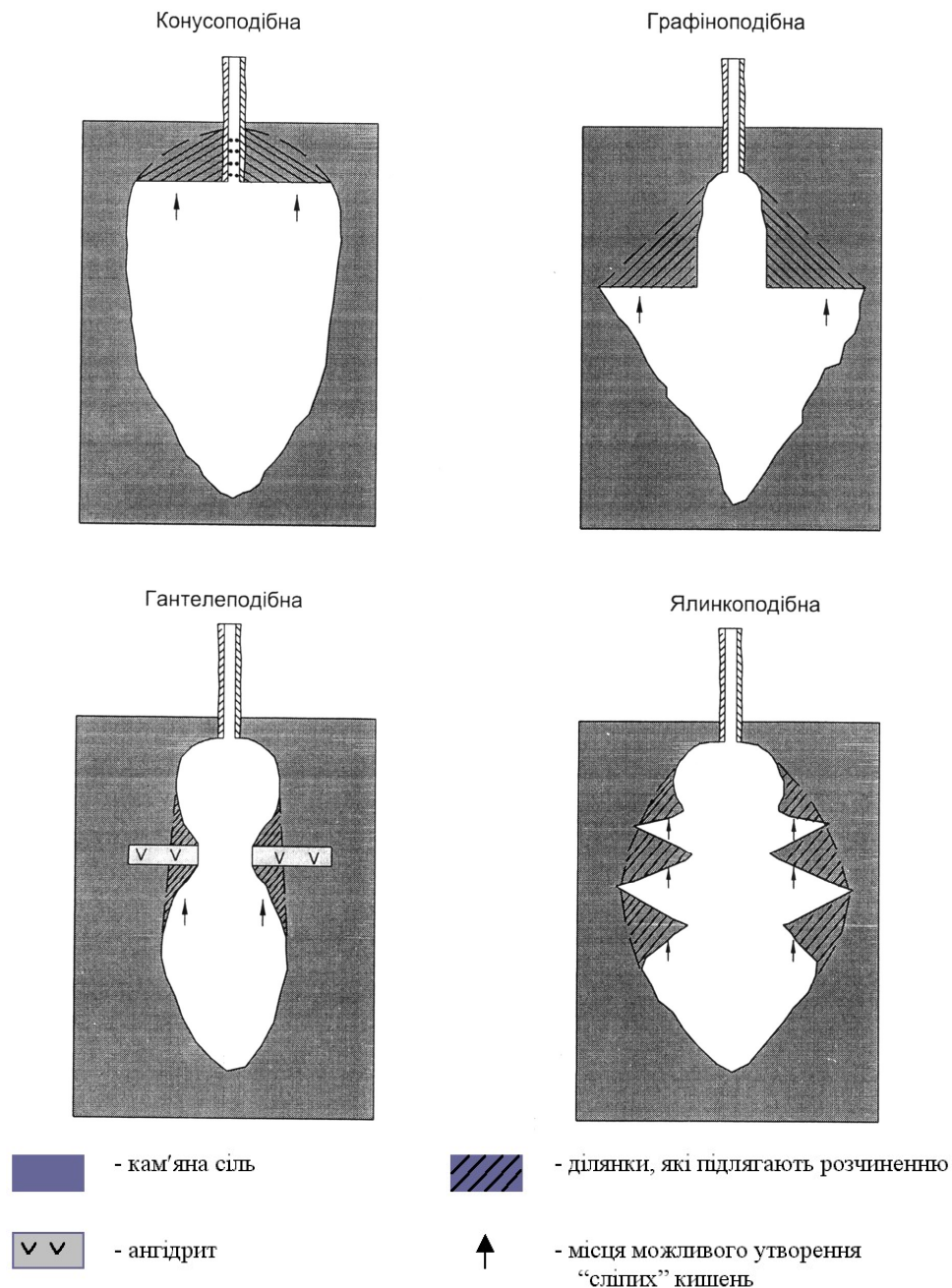


Рисунок 1 — Види дефектів форми підземних резервуарів і місця можливого утворення "сліпих" кишень

Література

1. Лебедева Л.В., Пузырев П.Ф., Чигиринский Р.Э. Звуколокационные исследования подземных выработок-емкостей // Газовая промышленность. – 1999. – № 9. – С. 31-32.
 2. Деклар. патент України № 5297. МПК7G01V1/40. Пристрій для стаціонарного акустичного контролю підземних сховищ / Р.М.Говдяк, Л.К.Дубровський, Ю.А.Нечаєв та ін. – Оpubл. 15.02.2005., Бюл. №2.
 3. Зыбинов И.И., Азев В.С., Котов А.В., Борисов В.Н. Физико-химическое обеспечение строительства и эксплуатации подземных резервуаров // Газовая промышленность. – 1999. – № 9. – С. 49-50.

4. Пятничко А.И. Бинарное топливо для автотранспорта // Газовая промышленность. – 1987. – № 10. – С. 22, 23.
 5. Деклар. патент України № 6966. МПК7F42D3/04. Спосіб створення підземних резервуарів у формаціях кам'яної солі / Р.М.Говдяк, В.П.Нагорний, Л.К.Дубровський, Ю.А.Нечаєв та ін. – Оpubл. 16.05.2005., Бюл. №5.
 6. Деклар. патент України № 6967. МПК7F42D3/04. Установка для вибухової обробки карнизоподібних виступів на стінах підземних резервуарів у формаціях кам'яної солі / Р.М.Говдяк, В.П.Нагорний, Л.К.Дубровський, Ю.А.Нечаєв та ін. – Оpubл. 16.05.2005., Бюл. №5.