

УДК 622.245.42

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОМАГНІЧУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ АКТИВАЦІЇ ТАМПОНАЖНОГО РОЗЧИНУ

І.Ф.Концур, С.І.Псарук, В.В.Попадюк

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42166
e-mail: tzn g@n u n g . e d u . u a*

Проанализированы конструкции омагничивающих устройств для активации тампонажного раствора. Описана конструкция модернизированного омагничивающего устройства. В результате гидравлического расчета на ЭВМ с помощью программы Mathcad получена графическая зависимость изменения подач в каналах от величины гидравлических сопротивлений модернизированного омагничивающего устройства.

An in-depth analysis of cementing slurry magnetic activator's design has been accomplished. The characteristic features of enhanced magnetic activator are described. On the basis of hydraulic flow calculations the graph of intensity flow - flow resistance function into enhanced magnetic activator is composed by computerized plotting.

Цементування – один з етапів спорудження свердловин, суть якого полягає у тому, що кільцевий простір між обсадною колоною і стовбуром свердловини заповнюють тампонажним розчином, який з часом твердіє.

Цементування – процес складний і відповідальний [1]. Від якісного його проведення залежить не тільки безаварійна провідка свердловини до проектної глибини, а й подальша її безаварійна експлуатація. Аварії, пов'язані з цементуванням, – важкі і потребують витрати значних трудових і фінансових ресурсів. Тому роботи, пов'язані з підвищенням якості тампонажних робіт, є актуальними.

Для підвищення якості цементування використовують різні методи, в тому числі метод магнітної обробки тампонажного розчину. Серед інших даний метод відрізняється простотою і результатами використання. Він не вимагає зміни технології проведення тампонажних робіт і не ставить додаткових вимог до технологічного обладнання.

Метод магнітної обробки полягає в тому, що полем напруженості тимчасово діють на потік середовища. Цією дією досягають зміни властивостей середовища для досягнення певних цілей.

Перші дослідження застосування омагніченої води для затворення цементного тіста проводились багато років тому [2]. Ними відмічено підвищення міцності цементних зразків на 10%, встановлено, що приріст міцності залежить від мінералогічного складу цементу, напруженості магнітного поля і швидкості води в апараті. Підвищена міцність зберігається через сім і двадцять вісім діб, що свідчить про повніше проявлення в'язучих властивостей, а не тільки про прискорення гідратації.

Величина напруженості магнітного поля змінюється в межах $10^2 - 10^6$ А/м. Верхня межа величини обумовлена межею отримання її в робочих зазорах апаратів, які складаються з постійних магнітів. Створення високих полів

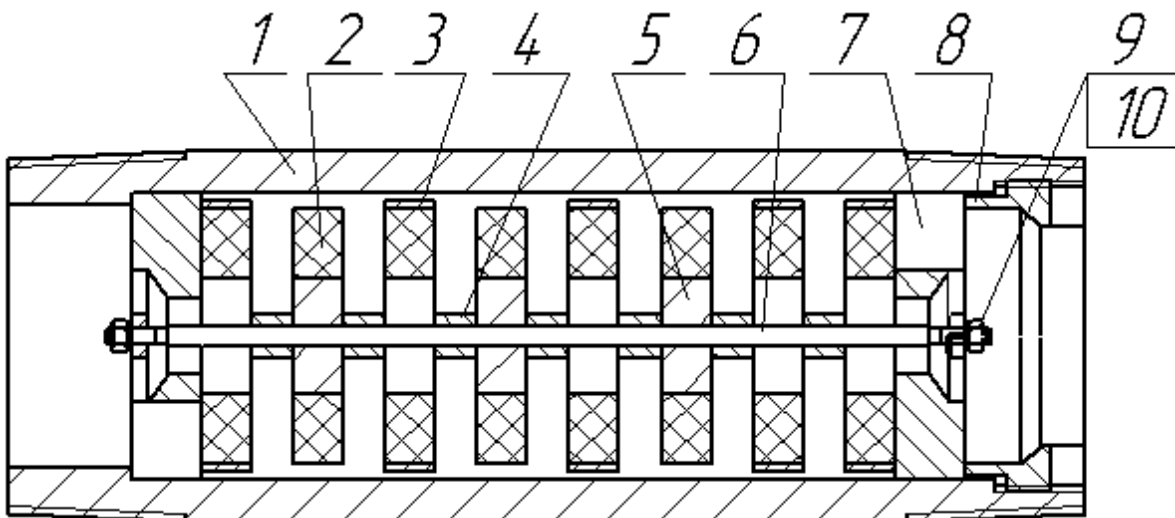
електромагнітами є неприйнятним з погляду зростання енерговитрат. Нижню межу напруженості поля можна ще зменшити. Важче змінювати конфігурацію поля. Найчастіше її зміна веде до зміни напруженості чи до збільшення часу обробки.

Оптимальна швидкість потоку середовища становить 1–5 м/с. Цей параметр належить до стабільних, малозмінюваних. Час магнітної обробки взаємопов'язаний з швидкістю, і його зміна в магнітному пристрої без зміни швидкості неможлива.

Дослідження свідчать, що ефект магнітної обробки залежить від хімічного складу води [2]. Зазначається, що найбільший приріст міцності цементних зразків досягається при використанні води з рН 7,7. Під дією магнітного поля проходить деформація водневих зв'язків у структурі води, в результаті чого появляються вільні молекули води і іони H^+ s OH. Маючи значно менші розміри, іони легше проникають в решітку твердого тіла, викликаючи його гідратацію. Крім того, під дією магнітного поля проходить зміна фізико-хімічних властивостей водяної системи, а це прямо стосується кристалізації. Ефективність магнітної обробки водяних систем залежить від параметрів систем омагнічуючих пристроїв, а також від вибору оптимального режиму роботи пристрою.

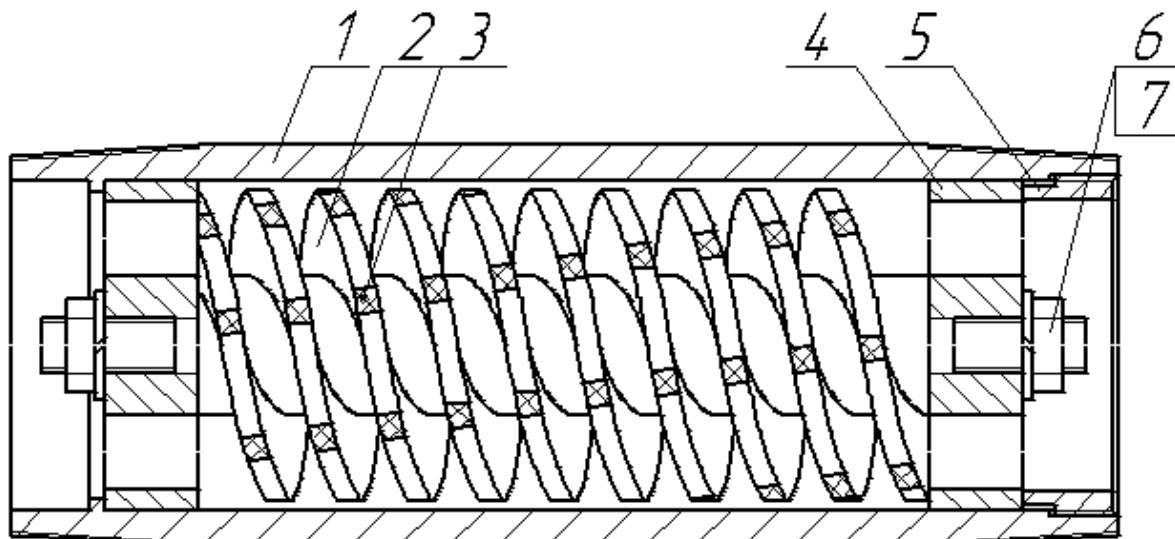
На ефективність магнітної обробки впливає:

- 1) напруженість магнітного поля в пристрої;
- 2) кількість реверсів (число пар полюсів);
- 3) довжина чи час дії магнітного поля;
- 4) швидкість руху середовища в робочому каналі пристрою;
- 5) величина масштабу дрібних турбулентних пульсацій;
- 6) площа поверхні робочого каналу, віднесена до одиниці його об'єму;
- 7) число Рейнольдса для потоку;
- 8) градієнт поля напруженості;



1 - корпус; 2 - магніт постійний; 3 - кільце зовнішнє; 4 - хрестовина; 5 - кільце внутрішнє; 6 - стержень; 7 - упор; 8 - гайка натискна; 9 - гайка; 10 - шайба

Рисунок 1 – Пристрій омагнічуючий лабіринтового типу



1 - корпус; 2 - шнек; 3 - магніт постійний; 4 - упор; 5 - гайка натискна; 6 - гайка; 7 - шайба

Рисунок 2 – Пристрій омагнічуючий шнековий

9) якість оброблюваного середовища (кількість домішок заліза, сольовий склад, жорсткість води);

10) сезонний фактор;

11) стан середовища до обробки;

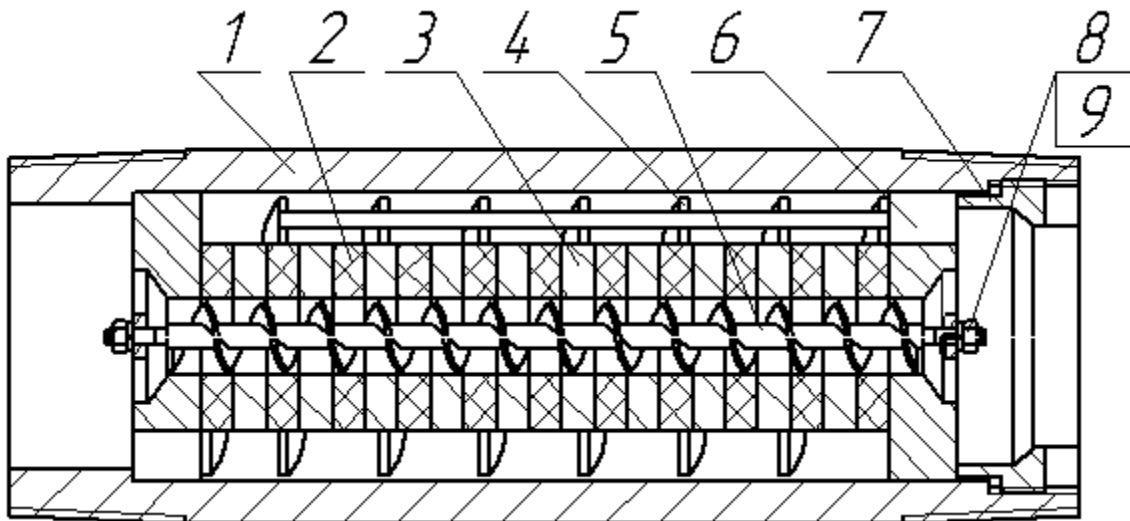
12) умови перебування середовища після магнітної обробки.

Покращання властивостей цементного каменю проходить при обробці в магнітному потоці не тільки води зачинення, але й сухого порошку цементу [3], а також тампонажного розчину.

При проведенні досліджень омагнічування тампонажного розчину при кріпленні свердловин [4] отримано підвищення межі міцності цементного каменю на згин на 40–46%, а на стиск – на 60–100%, на зачеплення з металом –

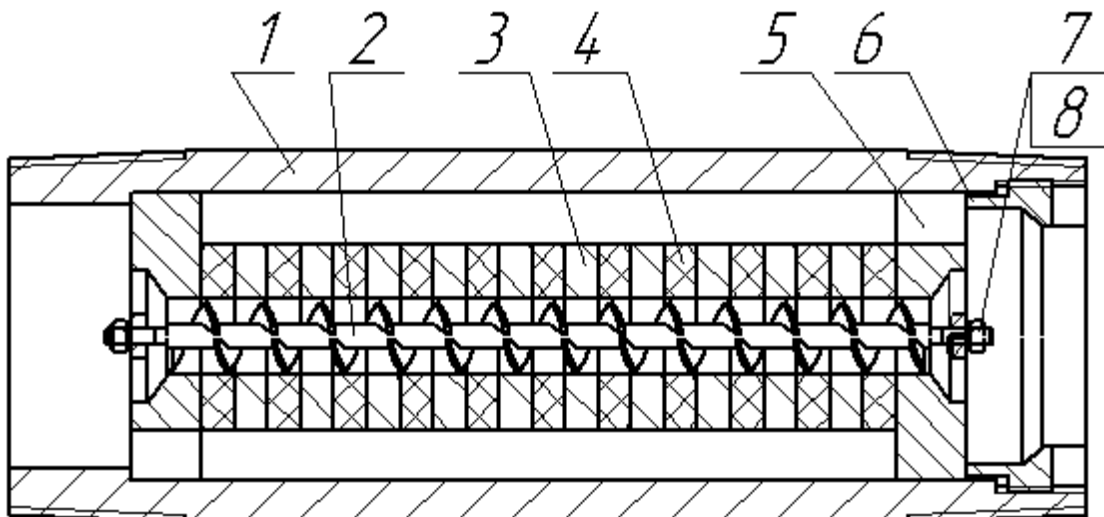
на 16%. Також тампонажний розчин, підданий магнітній обробці, стає більш пластичнішим, що є важливим фактором з точки зору досконалого заповнення кільцевого простору. Омагнічування тампонажного розчину проводять за допомогою спеціальних омагнічуючих пристроїв.

Одним з перших, запропонованих нами, був омагнічуючий пристрій лабіринтового типу (див. рис. 1). Цей пристрій складається з корпусу 1, магнітної системи (складеної на притягування) постійних магнітів 2, зовнішніх 3 і внутрішніх 5 кілець, розділених хрестовинами 4. Елементи магнітної системи змонтовані на стержні 6 в корпусі 1. Магнітна система фіксується в корпусі за допомогою двох упорів 7 і натискної гайки 8. Омагнічуючий пристрій лабіринтового типу призначений для магнітної



1 - корпус; 2 - магніт постійний; 3 - полюсник; 4 - стрічка гвинтова; 5 - шнек; 6 - упор;
7 - гайка натискна; 8 - шайба; 9 - гайка

Рисунок 3 – Пристрій омагнічуючий шнекового типу з гвинтовою стрічкою



1 - корпус; 2 - шнек; 3 - полюсник; 4 - магніт постійний; 5 - упор; 6 - гайка натискна;
7 - гайка; 8 - шайба

Рисунок 4 – Пристрій омагнічуючий шнекового типу

обробки рідини замішування, яка має набагато меншу густину, ніж тампонажний розчин. Одночасно доведено, що доцільніше обробляти не компоненти, а безпосередньо тампонажний розчин. Великий гідравлічний опір омагнічуючого пристрою лабіринтового типу робить його малоєфективним для омагнічування тампонажного розчину.

Шнековий омагнічуючий пристрій (див. рис. 2) складається з корпусу 1, в якому розміщені шнек 2, що фіксується в корпусі за допомогою двох упорів 4 і натискної гайки 5. Магнітна система являє собою постійні магніти 3, (складені на притягування) і розташовані на торцях витків шнека. Тампонажний розчин, потрапляючи в омагнічуючий пристрій, закручується по шнеку і піддається впливу магнітних

силових ліній, створених магнітною системою. Основним недоліком шнекового омагнічуючого пристрою є складність виготовлення шнека і ненадійність кріплення постійних магнітів на його торцях.

Омагнічуючий пристрій шнекового типу з гвинтовою стрічкою (див. рис. 3) суттєво відрізняється від двох попередніх. В ньому потік тампонажного розчину розділюється на дві частини: одна проходить по шнеку, друга – по гвинтовій стрічці. Пристрій складається з корпусу 1, в якому установлена магнітна система, складена за схемою відштовхування постійних магнітів 2 і полюсників 3 кільцевої форми. Магнітна система фіксується в корпусі за допомогою двох упорів 6 і натискної гайки 7. Шнек і гвинтова стрічка також прикріплюються до

упорів. Тампонажний розчин, закручуючись по шнеку та гвинтовій стрічці, піддається впливу дії магнітного поля, створеного магнітною системою. Основним недоліком даного омагнічуючого пристрою є ненадійність закріплення гвинтової стрічки, що в поєднанні з обмеженістю процесу тампонування в часі робить його малопридатним для використання (через можливість аварії).

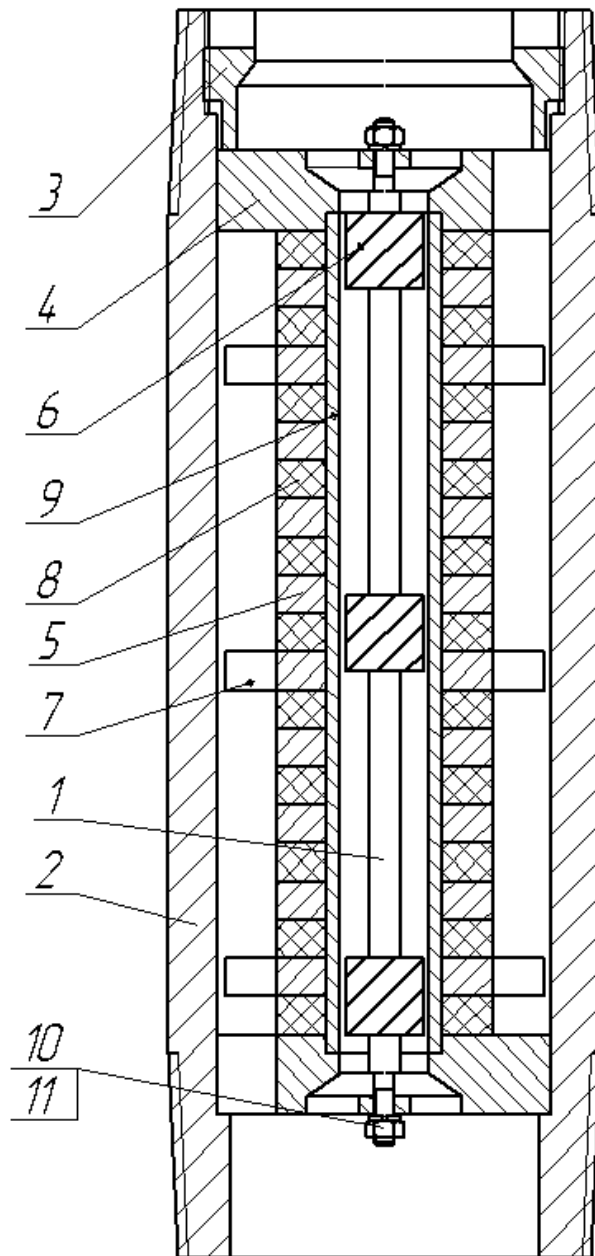
Омагнічуючий пристрій шнекового типу має аналогічну конструкцію за відмінністю одного – відсутність гвинтової стрічки (див. рис. 4). Саме цей пристрій (як один з найдосконаліших з усіх розглянутих) вибраний для модернізації.

Розглянемо основні недоліки прототипу, враховуючи фактори, що впливають на якість магнітної обробки тампонажного розчину.

Одним з факторів є конфігурація магнітного поля, створеного магнітною системою. Магнітні силові лінії повинні проходити перпендикулярно до потоку тампонажного розчину, що піддається магнітній обробці. Конфігурація магнітного поля встановлювалась в лабораторних умовах з використанням датчика Холла. В реальних умовах виявляється, що під дією магніторушійних сил магніти порушують своє концентричне розміщення відносно осі пристрою (частково прилипають до шнека), тим самим спотворюється конфігурація магнітних силових ліній, і зменшується індукція магнітного поля. Для компенсації дії магніторушійних сил пропонується використати діамантну трубку 9 (див. рис. 5). Саме жорсткість цієї трубки компенсуватиме дію магніторушійних сил (в поєднанні з силою тертя, яка є між елементами магнітної системи, але значення якої виявляється недостатнім). В прототипі рух по гвинтовій поверхні тампонажного розчину проходить тільки у циліндричній частині по шнеку. Для усунення даного недоліку пропонується установити по три лопатеві колеса, з лопатками під кутом 35° . Зовнішні лопатеві колеса виготовляються як одне ціле з полюсниками (для закручування зовнішнього потоку), а внутрішні – приварюють до стержня 1 (для закручування внутрішнього потоку).

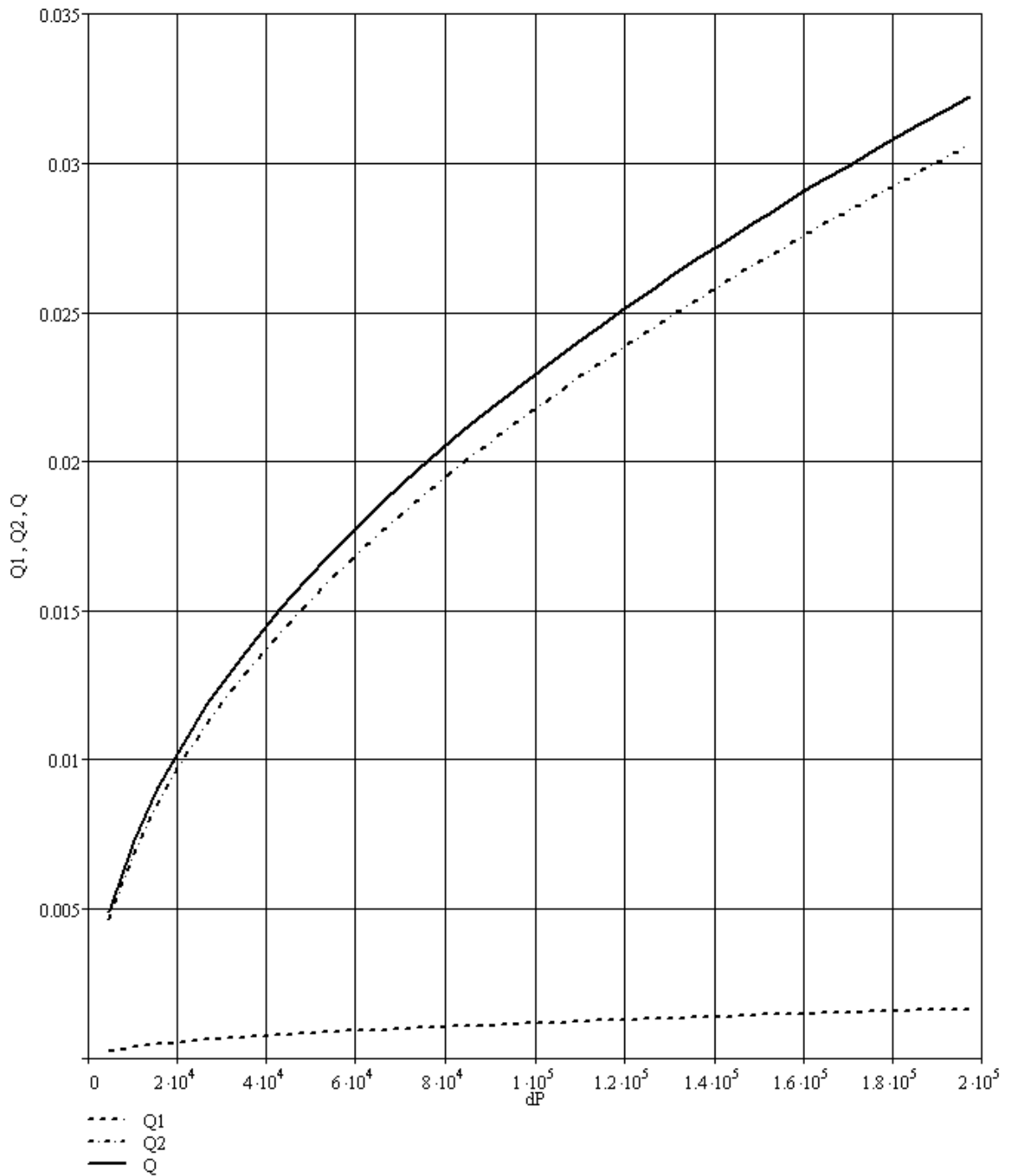
Використання лопатевих коліс дозволяє відмовитись від складного з точки зору технології виготовлення шнека і добитись руху по гвинтових поверхнях потоків в обох каналах модернізованого омагнічуючого пристрою (див. рис. 5).

В результаті проведення гідравлічного розрахунку на ЕОМ за допомогою програми Mathcad отримано графік розподілу величини подачі у каналах від величини втрат напора на місцевих і розподілених гідравлічних опорах модернізованого омагнічуючого пристрою (див. рис. 6). За даним графіком знаходять величини швидкостей потоку в каналах пристрою.



1 - стержень; 2 - корпус; 3 - гайка натискна;
4 - упор; 5 - полюсник; 6 - лопатеві колеса
на стержні; 7 - зовнішні лопатеві колеса;
8 - магніт постійний; 9 - трубка діамантна;
10 - гайка; 11 - шайба

Рисунок 5 – Модернізований омагнічуючий пристрій



Q_1 – у внутрішньому каналі; Q_2 – в зовнішньому каналі; Q – сумарна подача

Рисунок 6 – Залежність розподілу подач від величини втрат напору в каналах модернізованого омагнічуючого пристрою

Література

1. Коцкулич Я.С., Кочкодан Я.М. Буріння нафтових і газових свердловин: Підручник. – Коломия: Вік, 1999. – 500 с.
2. Классен В.И. Омагничивание водных систем. – М.: Химия, 1978. – 238 с.

3. Бережной А.И. и др. Электрические и механические методы воздействия при цементации скважин. – М.: Недра, 1976. – 183 с.
4. Курников Ю.А., Концур И.Ф., Паневник А.В. Активация тампонажного раствора для повышения качества крепления скважин. // Нефтяное хозяйство. – 1989. – №6. – С. 29-32.