

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ АМОРТИЗАТОРІВ ПОЗДОВЖНЬО-КРУТИЛЬНИХ КОЛИВАНЬ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ

**В. М. Мойсишин, В. І. Векерик**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;  
тел. +380(342)71-72-31; e-mail: math@nung.edu.ua*

*Одним із найраціональніших шляхів поліпшення умов роботи породоруйнівного інструменту, а значить і показників буріння, слід вважати використання віброзахисних пристроїв. Енергія поздовжніх та крутильних коливань трансформується в потенціальну енергію деформації стиску і кручення пружних елементів амортизаторів.*

*Розглядаються конструкції амортизаторів поздовжньо-крутильних коливань бурильної колони. За конструкцією і матеріалом вузла, який сприймає коливання бурильної колони, виокремлено пристрої: з металевими пружними елементами, з гумовими елементами та гумометалевими елементами. До основних параметрів амортизаторів відносять осьові та крутильні коефіцієнти жорсткості і демпфування пружного елемента вузла, який сприймає коливання бурильної колони.*

*Проаналізовано конструктивні особливості п'ятнадцяти пристроїв, які дозволяють знижувати рівень вібрації породоруйнівного інструменту, наведено порівняльні характеристики їх пружних елементів.*

***Ключові слова:** компоновання низу бурильної колони, вібрації, амортизатор поздовжньо-крутильних коливань, пружний елемент.*

### **Вступ**

Підвищення техніко-економічних показників буріння нафтових і газових свердловин безпосередньо пов'язане з раціональним використанням коливальної енергії бурильної колони для інтенсифікації руйнування вибою.

Для усунення негативного впливу низькочастотних поздовжніх і крутильних коливань бурильної колони необхідно не лише досліджувати причини і параметри вібрацій, а й удосконалювати компоновання шляхом підбору віброактивності його елементів. Одним з методів обмеження коливань бурильної колони є введення в компоновання пружних амортизаторів, які дозволяють здійснювати віброзахист як долота,

так і бурильної колони, а також підвищувати показники буріння свердловин [1-3].

Внаслідок того, що низ бурильної колони є, як правило, стиснутим за межі поздовжньої стійкості і спирається об стінку свердловини, взаємний вплив поздовжніх, крутильних та поперечних коливань виявляється незначним. У першому наближенні кожен вид коливань можна розглядати окремо, незалежно від інших.

Провідну роль відіграють поздовжні коливання, які несуть найбільшу енергію (до 60% від сумарної енергії коливального процесу) і викликають значні зміни осьової сили. Внесок крутильних коливань є також доволі відчутним і складає понад 30% від сумарної енергії коливань. Тому включення в компонування низу бурильної колони амортизаторів поздовжньо-крутильних, як правило, є виправданим і доволі ефективним [1-3].

**Метою статті** є аналіз конструктивних особливостей амортизаторів поздовжньо-крутильних коливань бурильної колони.

#### **Виклад основного матеріалу**

За матеріалом вузла, який сприймає вібрації виокремлено: амортизатори з металевими, гумовими та гумометалевими елементами.

До віброзахисних пристроїв (ВЗП) з **металевими пружними елементами** відносять амортизатори АП конструкції фізико-механічного інституту АН УРСР (рис. 1), АПБ (рис. 2) за А.с. №894174 СРСР, наддолотний амортизатор бурильної колони за А.с. №488909 СРСР (рис. 3), пружну муфту за А.с. 1401128 СРСР (рис. 4) та амортизатор поздовжньо-крутильних коливань бурильної колони за патентом № 116762 України (рис. 5).

Амортизатор АП складається з трьох вузлів: корпусу, вала та пружного елемента. До першого вузла входять корпус 4, проміжна радіальна опора 10, зовнішні диски 8, розпірні втулки 5, перехідник 1, нижня радіальна опора 12. Вузол вала складається із стержня 2, на якому встановлено внутрішні диски 7, втулки 6, 11 і 13, які фіксує кріпильний пристрій 3.

Пружний елемент складається з гвинтових пружин стиску 9, які встановлено паралельно між дисками 7 і 8, зовнішня поверхня яких конічна, кут нахилу відповідає кутові навивки пружин стиску 9. Амортизатор працює так. Осьове навантаження від приводу бурильної колони передається породоруйнівному інструментові через пружини стиску 9, а передача обертового моменту здійснюється завдяки силам тертя, які виникають між торцями пружин та дисками 7 і 8. Енергія поздовжніх та крутильних коливань трансформується в потенціальну енергію деформації стиску і кручення пружин 9.

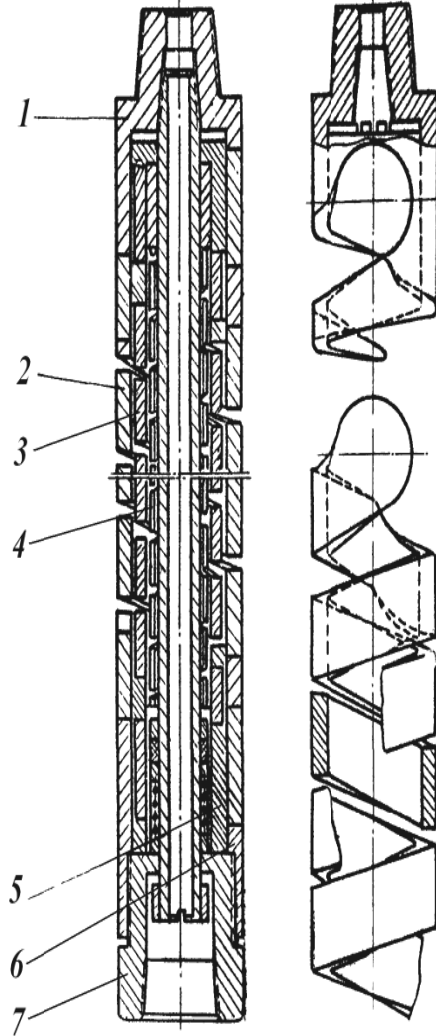
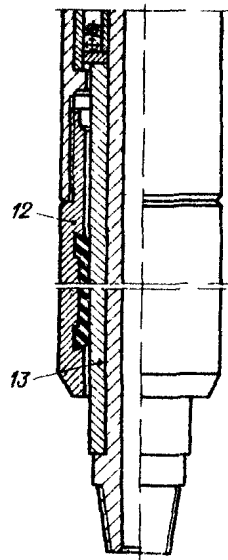
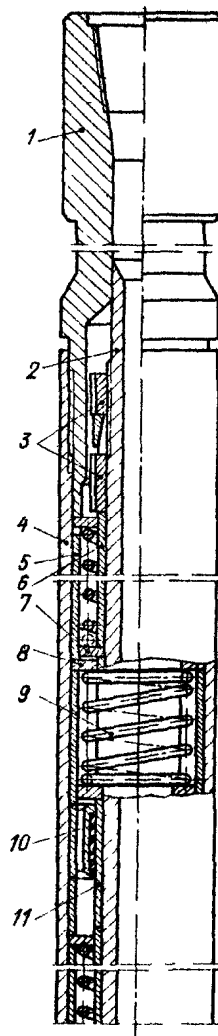


Рис. 1. Амортизатор АП фізико-механічного інституту АН А.с. №894174 СРСР УРСР

Рис. 2. Амортизатор АПБ за

До складу амортизатора АПБ [4] входять: верхній перехідник 1, циліндричні гвинтові пружини стиску прямокутного профілю 2, 3, 4, нижня втулка 5 кріплення пружини 3, нижня втулка 6 кріплення пружини 2, нижній перехідник 7. Передача обертового моменту від приводу до долота здійснюється через перехідник 1, верхні втулки кріплення пружин 2 і 3, пружини 2 і 3 лівої навивки, нижні втулки 5 і 6, кріплення цих пружин та перехідник 7. Ці ж пружини сприймають крутильні коливання, які виникають у процесі буріння свердловин. Осьове навантаження передається через пружину 4 правої навивки, яка сприймає поздовжні коливання бурильної колони.

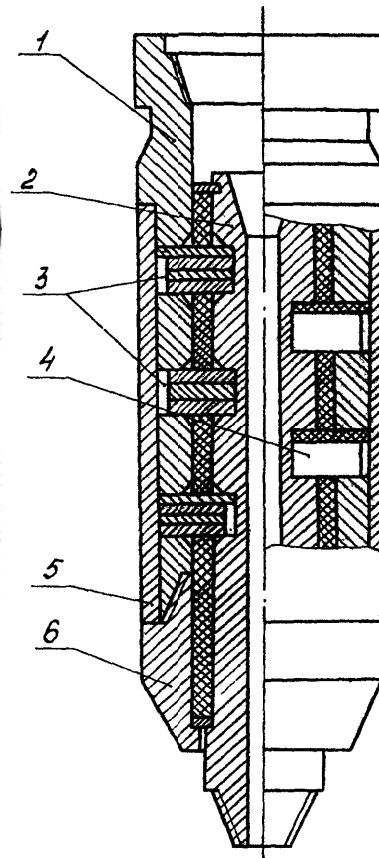
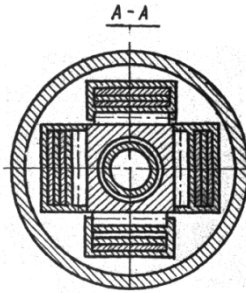
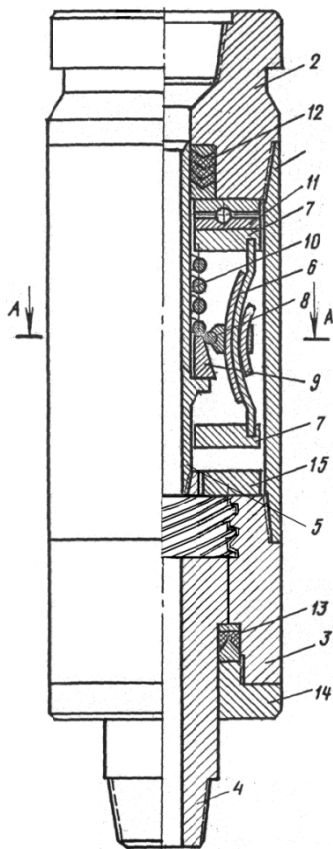


Рис. 3. Амортизатор за А.с. №488909 СРСР

Рис. 4. Пружна муфта за А.с. 1401128 СРСР

Наддолотний амортизатор бурильної колони за А.с. №488909 СРСР [5] (рис. 3) може одночасно сприймати поздовжні та крутильні коливання, якщо вузол передачі обертового моменту виконати у вигляді багатозахідної трапецеїдальної гвинтової пари. Амортизатор (рис. 3) складається з корпусу 1, переходника 2, гайки 3 і гвинта 4 гвинтової пари, ствола 5, панелей циліндричної оболонки 6, дисків 7, роликової опори 8, конічної шайби 9, пружини 10, упорного підшипника 11, верхнього 12 та нижнього 13 ущільнень, гайки нижнього ущільнення 14, гайки вузла передачі обертового моменту 15. Амортизатор працює так: коливання осевого навантаження на долоті та обертового моменту сприймає гвинт 4, який здійснює обертово-поступальний колильний рух відносно гайки 3; під час цього руху конічна шайба 10 стикає пружину 10 і через роликову опору 8 деформує набори панелей циліндричної оболонки 6, перетворюючи енергію поздовжньо-крутильних коливань процесу на потенціальну енергію пружної радіальної деформації.

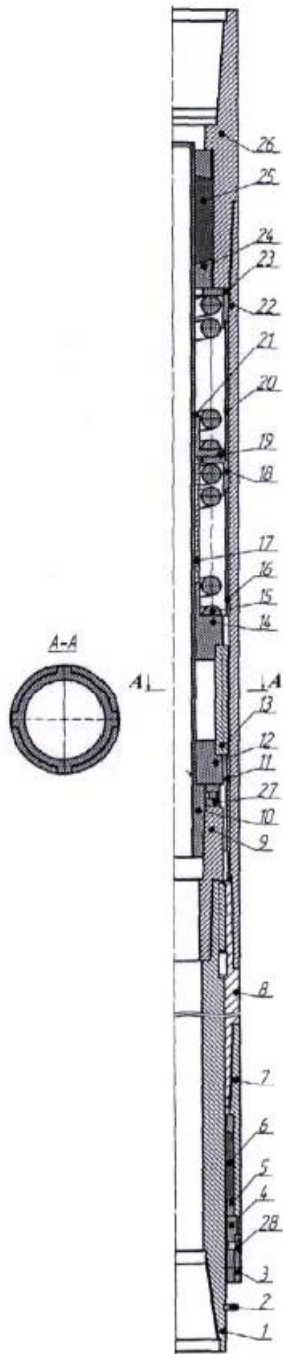


Рис. 5. Амортизатор поздовжньо-крутильних коливань бурильної колони за патентом № 116732 України

До складу пружної муфти за А.с. 1401128 СРСР [6] (рис. 4) входять: перехідник 1, ствол 2, пакети плоских металевих пружин 3, які сприймають осьове навантаження, пакети плоских пружин кручення 4, які сприймають обертовий момент, корпус 5, перехідник 6.

Амортизатор поздовжньо-крутильних коливань за патентом № 116732 [7] (рис. 5) складається з вузла передачі обертового моменту, вузла пружного елемента, вузлів нижнього та верхнього ущільнень.

До складу вузла передачі обертового моменту входять гвинт 1 і гайка 8, які з'єднують між собою несамогальмівною чотиризахідною трапецієдальною різьбою, та перехідника ствола 9, який запобігає випаданню гвинта 1 із зони контакту з гайкою 8. Ствол амортизатора 10 з'єднується з перехідником 9 різьбою насосно-компресорних труб.

Вузол пружного елемента складається із ствола 10, упорного підшипника 27, зовнішньої розпірної втулки 11, внутрішньої шліцьової втулки 13, встановленої між двома упорними дисками 12 і 14, зовнішньої шліцьової втулки 16, декількох пружин стиску 15, розділених між собою зовнішніми упорними 18, 23 та внутрішніми 19 дисками. Для осьової фіксації внутрішніх дисків застосовують розпірні втулки 17 та стопорне пружинне кільце 21. Для осьової фіксації зовнішніх упорних дисків застосовують розпірні втулки 20.

До складу вузла нижнього ущільнення входять: корпус 7, обмежувач деформації пружного елемента 2, шпонка 3, осьова фіксація якої здійснюється гвинтами 28, гайка 4, два кільця 5 та гумова манжета 6.

Між стволом 10 та перехідником 26 розміщено вузол верхнього ущільнення, до якого входять два кільця 24 та гумова манжета 25.

Амортизатор працює наступним чином: у процесі буріння обертовий момент переда-

ється від перехідника 26 через корпус 22, який одночасно забезпечує радіальну фіксацію деталей вузла пружного елемента, та гайку 8 до гвинта 1, який за допомогою замкової різьби з'єднаний з нижньою частиною компонування низу бурильної колони.

Під час одночасної дії поздовжніх та крутильних коливань, генерованих породоруйнівним інструментом, гвинт, повертаючись на витках несамогальмівної чотиризахідної трапецієдальної різьби, переміщується вгору. Обертний рух гвинта 1, перехідника 9, ствола 10 та кільця упорного підшипника, встановленого на ствол, через посередництво шліцьового з'єднання між втулками 13 і 16 трансформується в поступальний рух внутрішніх упорних дисків 14 і 19. Внаслідок цього відбувається одночасне перетворення кінетичної енергії крутильних та поздовжніх коливань у потенціальну енергію пружної деформації стиску пружин 15.

Авторами виготовлено дослідний взірець цього амортизатора поздовжньо-крутильних коливань на Колодницькому газовому родовищі (Стрийський район Львівської області) при бурінні свердловини Колодницька-3 [13].

Під час огляду і перевірки амортизатора АПК-178 після довбання (510 м) встановлено, що амортизатор повністю роботоздатний, знос корпусу відсутній, порожнина не розгерметизована, амортизатор зберігає осьову та крутильну податливість. Включення в компоновку амортизатора значно зменшує низькочастотні та високочастотні коливання верхньої частини бурильної колони.

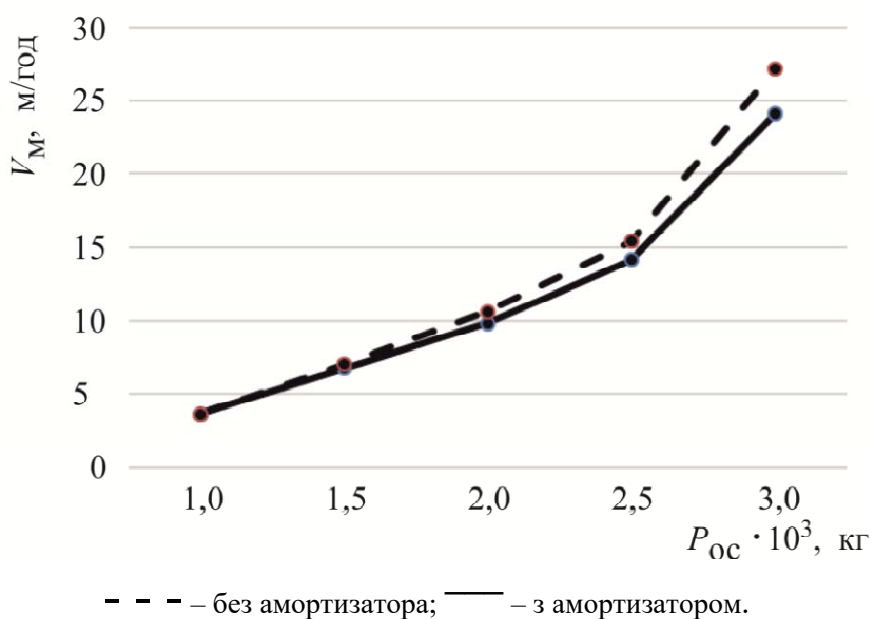


Рис. 6. Зміна механічної швидкості буріння від осьового навантаження

Порівняння даних хронометражу довбань з амортизатором та без нього для оцінки механічної швидкості буріння залежно від осьового навантаження на рис. 6 за постійної частоти обертання долота (68 об/хв.) показує, що включення в компоновку амортизатора збільшує механічну швидкість буріння до 12%.

До конструкцій ВЗП з **гумовими елементами** відносять буровий амортизатор за А.с. №977683 СРСР (рис. 7), амортизатор «Кубанець» Краснодарського механічного заводу за А.с. №181574 СРСР (рис. 8), амортизатор за А.с. №912908 СРСР (рис. 9) та амортизатор Shock-Sub фірми Drilko Oil Tools (рис. 10).

Амортизатор за А.с. №977683 СРСР [8] складається з корпусу 1, встановленого в ньому вала, виконаного з двох співвісно і телескопічно розміщених верхнього 2 та нижнього 3 валів. Вал 2 може переміщатись відносно корпусу 1 по осі, вал 3 – відносно осі та обертатись навколо неї. Вал 2 з'єднаний з верхнім перехідником 7 і передає обертовий момент від приводу до корпусу 1 через шліцьове з'єднання 5 з кришкою 6. Вали 2 і 3 з'єднані з пружнодемпферним елементом 12 шліцями 10 і 11, до яких привулканізовано шліци 20. В нижній частині корпусу 1 встановлено шліцьову гільзу 13 з виступом 14, який, взаємодіючи з виступом 17 вала 3 обмежує кут повороту вала 3 відносно корпусу 1. Амортизатор працює так: осьове статичне навантаження та обертовий момент передаються від ротора бурової установки через вал 2, пружний елемент 12 і нижній вал 3 до породоруйнівного інструменту. Під дією поздовжньо-крутильних коливань, які виникають під час руйнування гірської породи, елемент 12 деформується по гвинтовій лінії (деформації стиску та кручення), внаслідок чого відбувається перетворення частини енергії цих коливань на теплову. Для запобігання руйнуванню елемента 12 кут повороту нижнього вала 3 обмежений. За збільшення кута повороту виступ 17 вала входить у зачеплення з виступом 14 шліцьової гільзи 13, і елемент 12 не працює.

До складу амортизатора «Кубанець» [9] входять ствол 1, гайка 2, верхня кулачкова півмуфта 3, штифти 4, пружна гумова фігурна втулка 5, проміжна півмуфта 6, корпус 7, штифти 8, нижня півмуфта 9. Осьове навантаження та обертовий момент від приводу до долота передаються через ствол 1, півмуфти 2, 6, 9 та гумові втулки 5. Поздовжньо-крутильні коливання через нижню півмуфту 9 і проміжні півмуфти 6 сприймає ряд послідовно встановлених гумових втулок 5, які перебувають у складному напруженому стані. Частина втулки, яка міститься між боковими поверхнями кулачків обойм, працює на стиск, а ділянки втулки, які розміщені між торцевими поверхнями кулачків обойм, працюють на зсув унаслідок одночасної дії осьового навантаження та обертового моменту. Схему роботи втулок зображено на рис. 8, б.

Наддолотний амортизатор за А.с. №912908 СРСР (рис. 9) складається з корпусу 1, вала 2, верхнього 3 та нижнього 4 перехідників, ніпе-

ля 5, втулки 6, зовнішньої 7 і внутрішньої 8 обійм, пружного елемента 9, торцевих шліцевих з'єднань 10 і 11 (рис. 9). Обертний момент до пружного елемента 9 передається через верхній перехідник 3 і торцеве з'єднання 10 між корпусом 1 та зовнішньою обіймою 7. Від елемента 9 до долота момент передається через шліцеве з'єднання 11 між валом 2 і внутрішньою обіймою 8. Під дією поздовжньо-крутильних коливань, які виникають при руйнуванні гірської породи, елемент 9 деформується по гвинтовій лінії (деформації стиску та кручення), внаслідок чого відбувається перетворення частини енергії цих коливань на теплову.

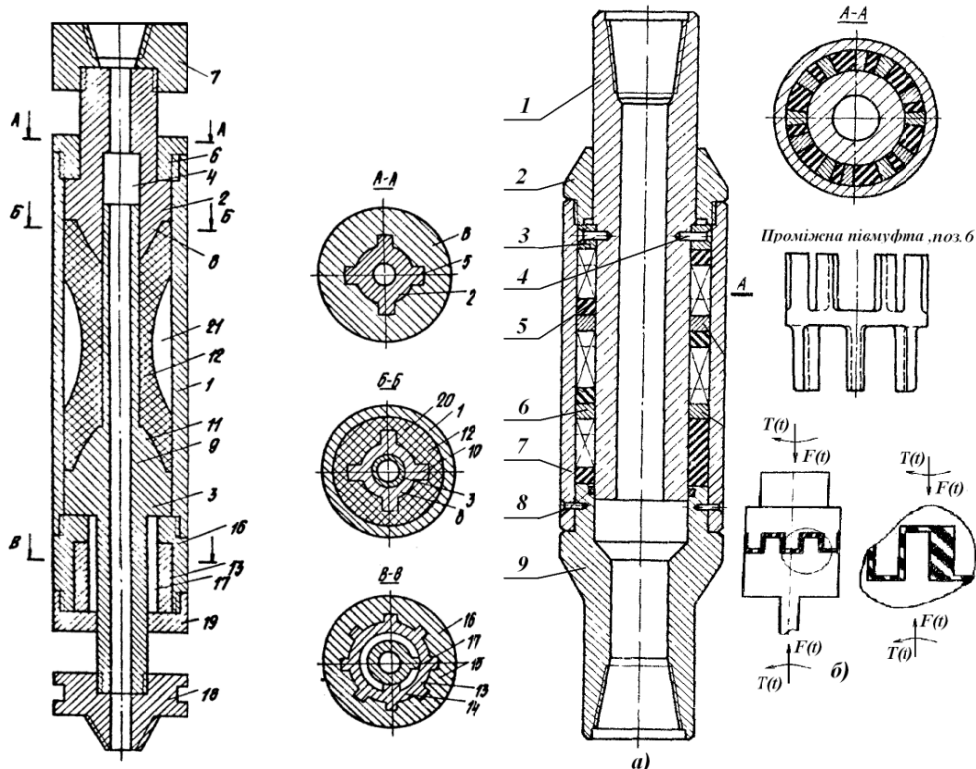


Рис. 7. Амортизатор за А.с. №977683 СРСР

Рис. 8. Амортизатор «Кубанец»

Амортизатор Shock-Sub фірми Drilko Oil Tools [12] (рис. 10) складається з верхнього перехідника 1, ущільнення 2, ствола 3, кільця 4, корпусу 5, гумового пружного елемента 6, ніпеля 7, нижнього перехідника 8. Осьове навантаження та обертний момент від перехідника 1 до перехідника 8 передається через пружний елемент 6, який привулканізовано до зовнішньої частини перехідника 8 і до внутрішньої поверхні корпусу 5. Цей же елемент сприймає і поглинає поздовжньо-крутильні коливання. Схему елемента 6 та його характеристику зображено на рис. 8,б. В нижній частині амортизатора (переріз Б-Б) розміщено контрольну кулачкову муфту, яка спрацьовує тільки у разі руйнування елемента 6.



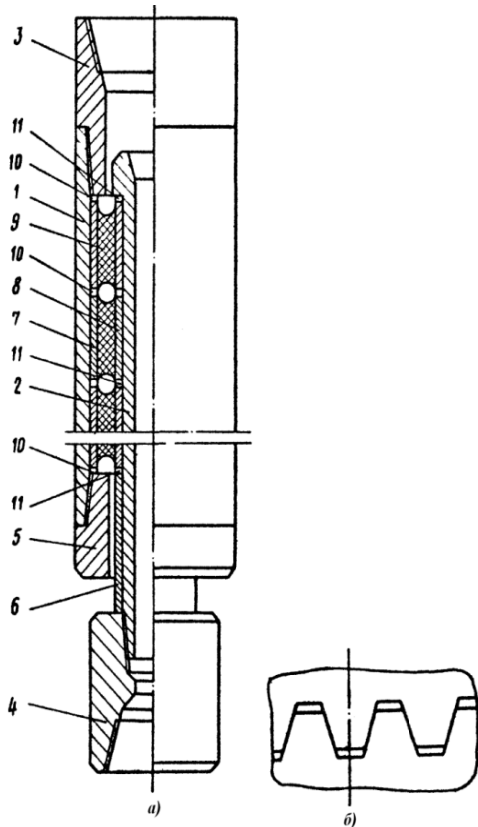


Рис. 9. Амортизатор за А.с. №912908 СРСР

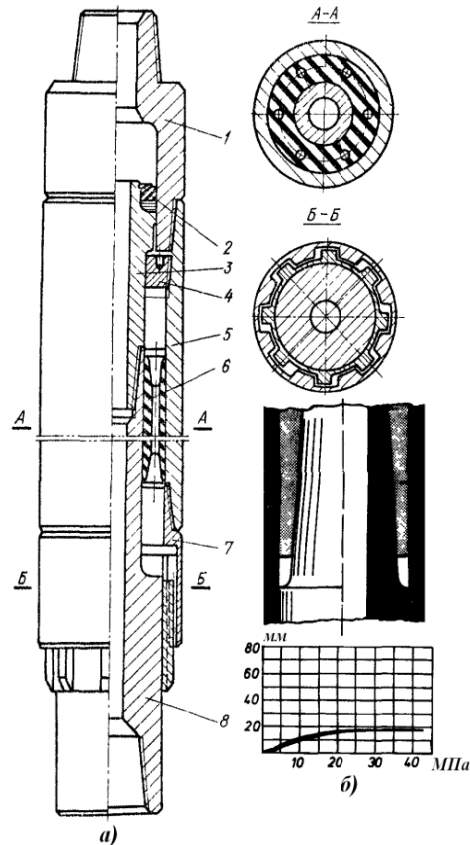


Рис. 10. Амортизатор Shock-Sub фірми Drilko Oil Tools

До конструкцій амортизаторів з **гумометалевими елементами** відносять амортизатор конструкції Уральського геологічного управління (рис. 11), удосконалену конструкцію амортизатора «Кубанец» (рис. 12), амортизатор за А.с. № 300586 конструкції ВНДІБТ (рис. 13), наддолотний амортизатор бурильної колони за А.с. 1213167 СРСР (рис. 14), амортизатор АПОк.34В конструкції Інституту прикладних проблем математики і механіки ім. Я. С. Підстригача (рис. 15) та наддолотний амортизатор ВЗ-240 за А.с. №263524 СРСР (рис. 16).

Амортизатор конструкції Уральського геологічного управління складається з шліцьового вала 1, верхнього ущільнення 2, корпусу вузла верхнього ущільнення 3, сальникової набивки 4, гумових кілець 5, металевих шайб 6, верхнього корпусу 7, нижнього корпусу 8, ущільнення 9, зовнішньої півмуфти 10 шліцьового з'єднання з вузла передачі обертового моменту, гумових пальців 11, нижнього перехідника 12, упорного кільця 13.

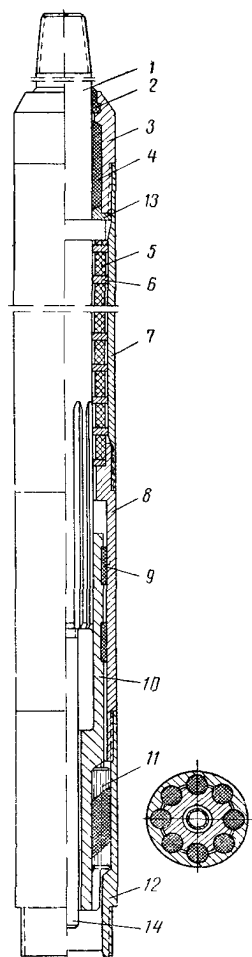


Рис. 11. Амортизатор конструкції Уральського геологічного управління

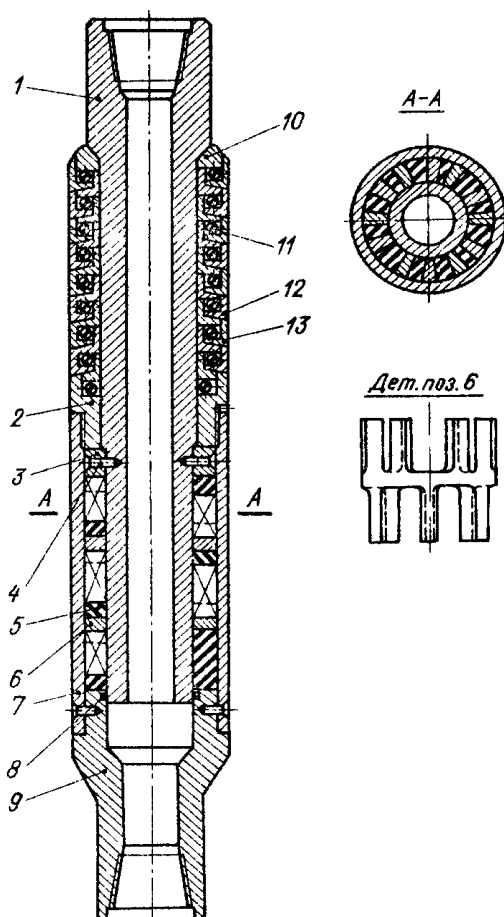


Рис. 12. Удосконалена конструкція амортизатора «Кубанец»

Поздовжні коливання сприймають гумові кільця 5, розділені металевими шайбами 6, а крутильні – гумові пальці 11. Під час пружної деформації кільця змінюють свою форму, заповнюючи щілини між ними та металевими деталями 1 і 7. Внаслідок пружних деформацій гумових кілець 5 та пальців 11 гасяться відповідно поздовжні і крутильні коливання бурильної колони.

До складу вдосконаленої конструкції амортизатора «Кубанец» входять ствол 1, перехідник 2 верхньої секції та верхня кулачкова півмуфта 3 нижньої секції пружного елемента, штифти 4, пружна гумова фігурна втулка 5, проміжна півмуфта 6, корпус 7, ущільнення 8 та перехідник 9 нижньої секції пружного елемента, кільце 10, гумові кільця круглого поперечного перерізу 11, металеві обойми 12 і 13 верхньої секції пружного елемента. Поздовжньо-крутильні коливання через пере-

хідник 9 та проміжні півмуфти 6 сприймає ряд послідовно встановлених гумових втулок 5, а поздовжні коливання через перехідник 9 та корпус 7 сприймають гумові кільця 11 верхньої секції пружного елемента. Під час пружної деформації кільця змінюють свою форму, заповнюючи щілини між ними та металевими обоймами 12, 13 поглинаючи частину енергії поздовжніх коливань. Гумові фігурні втулки 5 перебувають у складному напруженому стані.

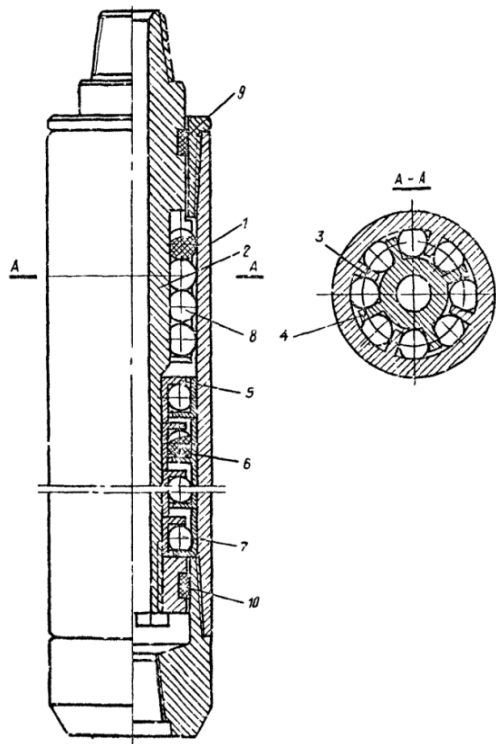


Рис. 13. Амортизатор за А.с. №300586 СРСР

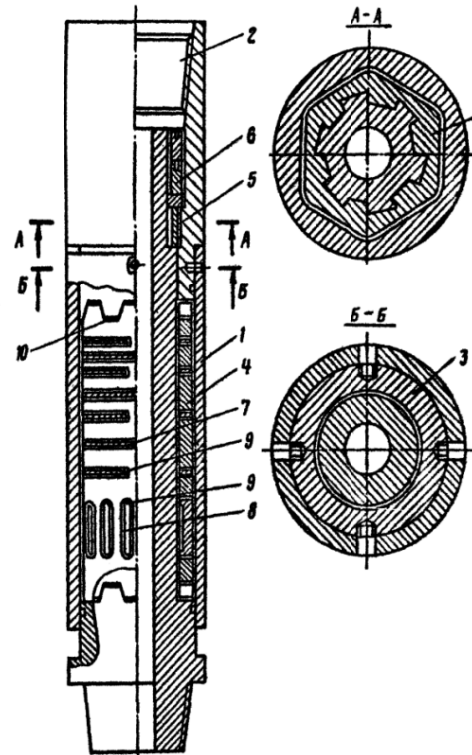


Рис. 14. Амортизатор за А.с. №1213167 СРСР

Частина втулки, яка міститься між боковими поверхнями кулачків обойм, працює на стиск, поглинаючи частину енергії крутильних коливань, а ділянки втулки, які розміщені між торцевими поверхнями кулачків обойм, працюють на зсув унаслідок одночасної дії осевого навантаження та обертового моменту, поглинаючи частину поздовжньо-крутильних коливань.

Амортизатор наддолотний за А.с. №300586 СРСР [10] складається з корпусу 1 з кулачками 3, ствола 2 з кулачками 4, металевих обойм 5 і 6, гумових куль 7 і 8, ущільнень 9 і 10. Осьове навантаження та його коливання сприймає нижня секція пружного елемента (металеві обойми 5, 6 та гумові кулі 7), а обертовий момент передається до долота че-

рез кулачкову муфту верхньої секції (кулачки 3, 4 і гумові кулі 8). Ця ж муфта сприймає і крутильні коливання.

До складу наддолотного амортизатора бурильної колони за А.с. №1213167 СРСР [11] входять корпус 1, перехідник 2, ствол 3, пружний елемент 4, внутрішня півмуфта 5 вузла передачі обертового моменту, гайки 6. В циліндричному тілі пружного елемента 4 виконано поперечні прорізи 7, під якими розміщені поздовжні прорізи 8. В ці прорізи вставлено пружний матеріал 9. Поперечні прорізи сприймають поздовжні коливання долота, а поздовжні – крутильні. Пружний матеріал, вставлений у ці прорізи, збільшує величину демпфування, завдяки чому зростає частина енергії поздовжньо-крутильних коливань, яка перетворюється на теплову. Торці пружного елемента 4 через трапецеїдальні виступи 10 утворюють гнучку ланку між верхньою та нижньою частинами бурильної колони.

Амортизатор АПОк.34В конструкції Інституту прикладних проблем математики і механіки ім. Я. С. Підстригача складається з перехідника 1, верхнього ущільнення 2, упорного підшипника 3, корпусу 4, пружного елемента 5, до складу якого входять гумовий наповнювач, конічна оболонка і штовхачі з пружинними розрізними кільцями, вузла передачі обертового моменту 6, що складається з гвинта та гайки, з'єднаних несамогальмівною трапецеїдальною різьбою, нижнього ущільнення 7, ніпеля 8. Амортизатор працює так. Під дією осьового навантаження та обертового моменту нижній більший штовхач стискає наповнювач, зменшуючи енергію коливного процесу шляхом перетворення її на радіальну деформацію конічної оболонки. З ростом навантаження та моменту хід штовхача збільшується і стиск наповнювача відбувається у верхній частині оболонки, радіальні розміри якої менші за розміри нижньої частини. Внаслідок цього осьова жорсткість пружного елемента зростає нелінійно.

Наддолотний амортизатор ВЗ-240 [12] (рис. 16, а) складається з вала 1, що з'єднаний з долотом, корпусу 4, який через перехідник 13 з'єднаний з КНБК, і розміщених між ними еластично-металевих східців, що складаються з внутрішньої 5 і зовнішньої 6 обойм, між якими розміщено еластичний елемент 7 і металеву секторну пластину 8. Кріпляться східці на валу гайками 10 і 12, між якими розміщено конічний ковпак 11. Для регулювання зусилля затягування східців використовують кільця 2, 3 і 9. Пружний елемент, до складу якого входять деталі 5-8, сприймає одночасно поздовжні і крутильні коливання. Під час цього еластичні елементи 7 працюють на зсув і стиск, а секторні пластини 8 – на згин (рис. 14,б). Жорсткість амортизатора ВЗ-240, до складу якого входить 14 східців, становить 37500 кН/м.

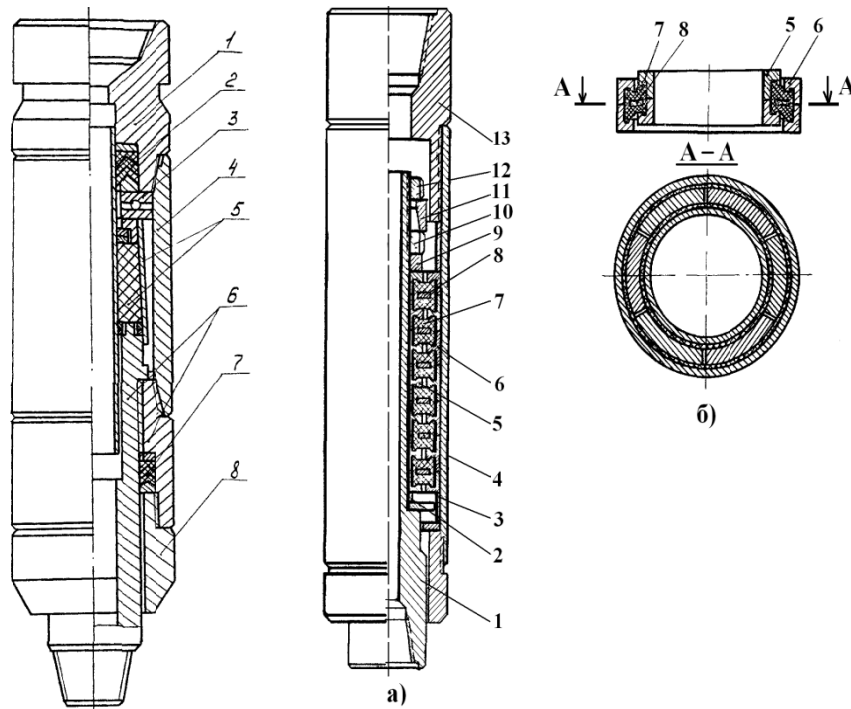
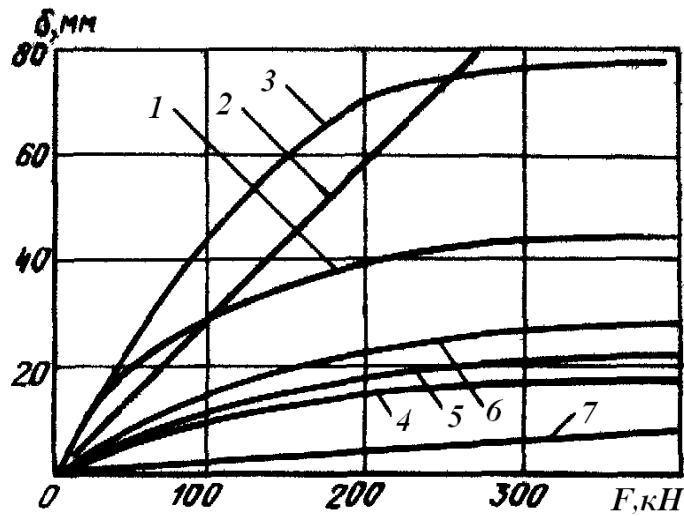


Рис. 15. Амортизатор АПО к.34В

Рис. 16. Амортизатор ВЗ-240

Порівняльні характеристики пружних елементів амортизаторів подано на рис. 17 [14].



- 1 – гвинтова пружина прямокутного перерізу; 2 – пружина типу Tripsaver;  
 3 – набір еластичних елементів, розділених сталевими дисками;  
 4 – конічна гумова втулка; 5 – сталеві стружка (сталеві сітка);  
 6 – циліндрична гумова втулка; 7 – ресора.

Рис. 17. Порівняльні характеристики пружних елементів амортизаторів

**Висновки**

1. Найраціональнішим шляхом поліпшення умов роботи породоруйнівного інструменту, а значить і покращення техніко-економічних показників буріння свердловин, слід вважати використання віброзахисних пристроїв.

2. Проаналізовано конструктивні особливості п'ятнадцяти амортизаторів поздовжньо-крутильних коливань бурильної колони, наведено порівняльні характеристики їх пружних елементів.

3. Найважливішими напрямками подальшої роботи є оцінка впливу параметрів елементів бурильної колони, характеристик і місця установки розглянутих ВЗП на динамічність і ефективність роботи доліт, виготовлення самих технічних пристроїв, створення і впровадження в практику будівництва свердловин інструкцій з їх використання.

**Література**

1. Стійкість і коливання бурильної колони / В.М. Мойсишин, Б.Д. Борисевич, Ю.Л. Гаврилів, С.А. Зінченко. – Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2013. – 590 с
2. Захист бурильної колони від вібраційних навантажень: Наукове видання / П.І. Огородніков, В.М. Світлицький, Ю.З. Щербатюк. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2012. – 279 с.
3. Векерик В.И. Совершенствование технологий углубления скважин изменением динамики работы бурильного инструмента: Дис. ... докт. техн. наук. – Івано-Франковск, 1991. – 750 с.
4. А.с. 894174 СССР Е 21 В 17/07. Амортизатор бурильного инструмента / А.И. Цыхан, М.И. Пехньо. – Опубл. 30.12.81, Бюл. №48.
5. А.с. 488909 СССР МКИ Е 21в 17/06. Буровой амортизатор / Б.В. Пелех, В.М. Шопа, С.В. Вельчкович, З.Д. Васыльченко. – Опубл. 25.10.75, Бюл. №39.
6. А.с. 1401128 СССР МКИ Е21в 17/07. Упругая муфта / Б.В. Пелех, С.В. Вельчкович, В.М. Ивасив, Б.А. Вацьк, З.В. Билый, П.В. Тарабарин. – Опубл. 07.06.88, Бюл. №21.
7. Пат. № 116732 Україна, МПК Е21В 17/07. Амортизатор поздовжньо-крутильних коливань бурильної колони / О.Ю. Витязь, В.М. Мойсишин, Б.Д. Борисевич. – Опубл. 12.06.2017. Бюл. № 11.
8. А.с. 977683 СССР Е 21В 17/07. Буровой амортизатор / Г.Б. Кабишер, В.К. Карпенко, В.И. Лисянский. – Опубл. 30.11.82, Бюл. №44.
9. А.с. 181574 СССР Е 21в 17/06. Амортизатор бурильной колонны / Ф.Ф. Конрад, В.Е. Еременко, Г.В. Зубрицкий, О.П. Кольцов, В.В. Малиночка. – Опубл. 1966, Бюл. №10.
10. А.с. 300586 СССР Е 21В 17/06. Амортизатор наддолотный / С.Л. Залкин, Н.П. Моисеев, Л.А. Торшин и др. – Опубл. 05.10.77, Бюл. №37.

11. А.с. 1213167 СССР Е 21В 17/07. Наддолотный амортизатор буровой колонны / Ф.Ф. Конрад, А.А. Бугаенко, Г.Ф. Пасиченко и др. – Оpubл. 23.02.88, Бюл. №7.
12. А.с. 263524 СССР Е 21в 17/06; 17/07. Наддолотный амортизатор / А.П.Шпренк, Ф.Г.Бевзюк. – Оpubл. 10.11.70, Бюл. №8.
13. Витязь О. Ю. Розвиток наукових основ оцінки роботоздатності колон бурових труб: Автореферат дисертації на здобувача наукового ступеня докт. техн. наук. – Івано-Франківськ, 2021. – 40 с.
14. Ганджумян Р.А. Конструктивные особенности и характеристики устройств для защиты бурового инструмента от вибраций за рубежом // Обзорная информация: Машины и нефтяное оборудование. – М.: ВНИИОЭНГ, 1986. – Вып.1. – 52 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 23.09.2024 р.*

### ANALYSIS OF SHOCK ABSORBERS STRUCTURES OF LONGITUDINAL TORSIONAL VIBRATIONS OF THE DRILLING COLUMNS

**V. M. Moisyshyn, V. I. Vekeryk**

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;  
15, Karpatska Street, Ivano-Frankivsk, 76019;  
tel. +380 (342) 71-72-31; e-mail: [math@nung.edu.ua](mailto:math@nung.edu.ua)*

*Anti-vibration devices should be considered one of the most rational ways to improve the working conditions of the rock-destructive tool, and therefore, the drilling performance. The energy of longitudinal and torsional vibrations is transformed into the potential energy of compression deformation and torsion of the elastic elements of shock absorbers.*

*Designs of shock absorbers of longitudinal torsional vibrations of the drill string are considered. According to the design and material of the node that perceives the vibrations of the drill string, devices are distinguished: with metal elastic elements, with rubber elements, and with rubber-metal elements. The main parameters of the shock absorbers include the axial and torsional stiffness coefficients and damping of the elastic element of the unit, which perceives the vibrations of the drill string.*

*The design features of fifteen devices, which reduce the level of vibration of the rock-destructive tool, are analysed, and the comparative characteristics of their elastic elements are given.*

**Keywords:** *layout of the bottom of the drill string, vibrations, shock absorber of longitudinal and torsional vibrations, elastic element.*