

10. Ребизова В.Г., Бартнев Г.М., Косенкова А.С. Поведение напряженных резин в процессе длительного воздействия воздуха под высоким давлением // Каучук и резина. —1966. —№ 11. —С. 19-22.  
 11. ГОСТ 9.029-74. Методы испытаний на стойкость к старению при статической деформации сжатия.

УДК 678.4(083):678.4.06

Богуцька Є.О., Хорольський М.С., Лещенко В.І.

## **НОВІ КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ГУМОАРМОВАНИХ УЩІЛЬНЮВАЧІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ ВПЛИВУ ВИСОКОГО ТИСКУ ТА АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩ**

Досліджено можливість створення гум та ущільнювачів з них на основі каучуків БНКС стійких до дії нафтопродуктів та бурового розчину. Показано можливість створення з них ущільнювачів для противикидогового обладнання свердловин.

## **THE NEW COMPOSITES FOR RUBBER-REINFORCED SEALANTS, WHICH ONE WORK IN REQUIREMENTS OF INFLUENCING HIGH-PRESSURE AND HOSTILE ENVIRONMENTS**

The opportunity of making of gums and sealants from them is studied on the basis of caoutchoucs BNCS, resistant to operating petroleum and drill fluid. The opportunity of making from them of sealants for blowout equipment of wells is rotined.

На теперішній час перед Україною стоїть задача у найкоротші строки розвинути нафтовидобувну галузь, яка повинна забезпечити економіку країни власними енергоресурсами.

Проведення розвідки родовищ нафти та газу, їх освоєння та експлуатація потребують оснащення буровим обладнанням та комплектуючих виробів до нього. Превентор є основним робочим елементом противикидогового обладнання, яке забезпечує герметизацію устя свердловини з метою запобігання відкритих викидів рідин та фонтанів при бурінні, випробуванні та освоєнні свердловин. Він забезпечує безпеку обслуговуючого персоналу, запобігає забрудненню навколишнього середовища та виникненню пожеж.

Основним робочим елементом превенторів є гумометалеві ущільнювачі складної конфігурації, які до цього часу в Україні не виготовлялись.

УНДКТІ «ДІНТЕМ» виконано дослідження зі створення гум на основі бутадієн-нітрильних (БНК), гідрованих бутадієн-нітрильних (ГБНК) та епіхлор-гідринних (ЕХГ) каучуків для виготовлення ущільнювачів превенторів [1].

На підставі аналізу матеріалів з використання гум, стійких до дії нафтопродуктів за умов експлуатування ущільнювачів превенторів (заявка 60141736 Японія, патент 3226081 ФРН, патент 2421923 Франція та [1, 2]), визнано доцільним дослідити можливість створення необхідної гуми на основі комбінації каучуків БНКС-40 АМН та БНКС-28 АМН.

Згадані каучуки виготовляються серійно у достатній кількості, що виключає ускладнення сировинного забезпечення. Крім цього передбачалось, що використання у гумах комбінації каучуків БНКС-40 АМН та БНКС-28 АМН надасть їм необхідний комплекс властивостей.

Превентори, для яких необхідно створити ущільнювачі, за конструкцією бувають плашкові, універсальні та обертові [3]. Робочим елементом плашкових превенторів є армовані гумометалеві плашки, робочим елементом універсальних превенторів — гумометалева ущільнююча манжета. В обертових превенторах герметизування кільцевого зазору між устям свердловини та бурильною колоною забезпечується манжетною, яка самоущільнюється під дією тиску.

Зважаючи на те, що жоден з типів згаданих превенторів та ущільнювачів до нього в Україні не виготовляється, настала необхідність комплексного вирішення проблеми: створення матеріалу для виготовлення ущільнювачів трьох типів, оснащення, технології виготовлення та впровадження їх у виробництво.

Після визначення типу каучуків та їх співвідношення підбиралась відповідна вулканізуюча система, наповнювачі та інші інгредієнти з подальшим виготовленням суміші та зразків з неї, випробуванням її властивостей.

Технологічні та фізико-механічні властивості гуми та її вулканізату визначались за відповідними нормативними документами. Виходячи з призначення гуми, у процесі випробувань визначались показники міцності та пружності, твердості, здатності до старіння, морозостійкості, міцності зв'язку гуми з металом та стійкості у ненапруженому стані до дії стандартної рідини СЖР-7.

Як видно з результатів випробувань (табл. 1), показники якості гуми на основі БНКС-40АМН та БНКС-28АМН близькі за властивостями до гум на основі ГБНК В/3330, використання яких неможливе за причини припинення виготовлення такого каучуку. Ці показники знаходяться на рівні технічних вимог до ущільнювачів превенторів. Варто відзначити, що показники якості гуми, передбачені технічними вимогами, визначені з урахуванням досягнень провідних фірм. Якщо звернути увагу на значення таких важливих для ущільнювачів превенторів показників як твердість гуми, міцність зв'язку гуми з металом, опір роздиру та зміну маси під дією стандартної рідини СЖР-7, то можна зазначити, що гума на основі комбінації БНКС-28АМН та БНКС-40АМН з деяких показників перевершує не тільки технічні вимоги, але і показники гуми на основі ГБНК В/3330.

Отже, маємо всі підстави стверджувати, що створена гума придатна для виготовлення дослідних зразків превенторів.

В зв'язку з тим, що ущільнювачі превенторів повинні мати складну гумометалеву конструкцію, виготовлення їх можливе тільки литтьовим методом, тобто необхідно створювати литтьові прес-форми. Це викликало необхідність дослідження литтьових властивостей суміші, а також, при необхідності, коригування рецепту для покращання технологічних властивостей.

Таблиця 1 – Фізико-механічні показники гум для ущільнювачів превенторів

№ з/п	Найменування показників	Технічні вимоги	Показники гум	
			На основі ГБНК В/3330	На основі БНКС-40АМН та БНКС-28АМН
1.	Умовна міцність при розтягу, МПа, не менше	20,0	29,0	22,0
2.	Відносне подовження при розриві, %, Н/м	450	580	520
3.	Твердість за Шор А, од. Шор А	70±5	65	73
4.	Опір роздиру, кг/см, не менше	60,0	65,0	83,0
5.	Міцність зв'язку гуми з металом, МПа, не менше	5,0	9,0	9,0
6.	Зміна маси після дії стандартної рідини СЖР-7 на протязі (24±2) г при температурі (23±2) °С, не більше	20,0	18,0	10,0
7.	Накопичення відносної залишкової деформації у навколишньому середовищі, % при 70 °С на протязі 24 г при 23 °С на протязі 72 г	— —	7,5 30,0	10,0 35,0

Проведеними дослідженнями встановлено, що нова суміш має задовільну литтьову здатність: тривалість часу до підвulkanізації  $t_5$  при 120 °С становить не менше 20 хв, в'язкість суміші при 100 °С – 70 од. Муні.

На підставі вихідних даних з технологічних властивостей суміші вперше у вітчизняній практиці здійснено проектування оснащення для виготовлення гумометалевих ущільнювачів різної конструкції, які комплектують противикидове обладнання.

Аналіз конструкцій гумометалевих ущільнювачів превенторів показав необхідність прийняття оригінальних конструкторських рішень при проектуванні прес-форм та розробленні технології їх виготовлення.

Змінний переріз металевої арматури, між якою затиснено гумовий масив, ускладнює визначення допусків на розміри гнізда прес-форми, що вимагає нового підходу до їх визначення. Пояснюється це тим, що при протіканні процесів усадки за умов, коли зовнішні площини гумового масиву, затисненого та прикріпленого до металевих пластин арматури, виникають сили напруги, спрямовані до геометричного центру масиву, які деформують тіло ущільнювача.

Внаслідок цього, залежно від конфігурації гумового тіла на різних ділянках ущільнювача та значення усадки, спостерігається різний ступінь його деформації, а на робочих поверхнях ущільнювача може утворюватися незначний меніск з різною увігнутістю, яка може відрізнитися для різних заправок сумішей.

Отже, в зв'язку з особливостями конструкції створюваних ущільнювачів та з урахуванням коливань коефіцієнту усадки, виникла необхідність проведення дослідно-конструкторської роботи з метою визначення допусків на розміри гнізда прес-форм методом моделювання.

Проведеними дослідженнями встановлено, що похибка визначення коефіцієнту усадки гуми за змодельованих умов доходить до 60 %. Загальноприйнятими вимогами передбачено значення похибки на рівні 20%. Тому нами прийнято, що ці відхилення повинні бути ураховані конструкцією прес-форми, яка забезпечить виготовлення ущільнювача заданих розмірів. Незначний увігнутий меніск, який може утворюватись в процесі виготовлення ущільнювача, як підтвердили випробування, за рахунок деформації у посадочному місці нівелюється і, таким чином, не погіршує роботоздатність виробу.

Технологія виготовлення металоармованих ущільнювачів компресійно-литтвовим способом здійснювалась за загальноприйнятими принципами для такого виду виробів на підставі відповідних рецептурно-режимних та технологічних карт. Вулканізація здійснювалась на пресах серійного виготовлення з розмірами плит не менше 600×600 мм. Технологічних ускладнень при виготовленні дослідних зразків не виникало, гума суміш, з якої виготовлялись ГТВ, технологічна на усіх стадіях перероблення.

При дефектуванні дослідних зразків встановлено, що зовнішній вигляд, розміри, твердість зразків відповідають вимогам креслення та технічного завдання. Фізико-механічні показники гуми, виготовленої з однієї з ущільнювачами заправки, також знаходяться у межах вимог до них.

Геометричні розміри ущільнювачів знаходились у межах, передбачених конструкторською документацією на них.

Оскільки виготовлені ущільнювачі відповідали вимогам нормативної документації, дослідно-промислому партію виробів було надіслано на стендові та експлуатаційні випробування. Випробування проводились на Шебелинському випробувальному полігоні та на випробувальній базі ЗАТ «Випробувальний центр. Бурова та нафтопромислова техніка».

Випробування здійснювались за програмою та методикою експлуатаційних випробувань превенторів плашкових для капітального ремонту свердловин. Мета випробувань — визначення роботоздатності ущільнювачів у складі превенторів.

При здійсненні випробувань визначалось середнє напрацювання до відмови трьох комплектів ущільнювачів за операцій «закриття-відкриття» яке повинно становити не менше визначених програмою 546 циклів, з яких 78 з перевіркою тиском.

Крім цього, визначалось середнє напрацювання до відмови трьох комплектів ущільнювачів за сумарною довжиною розходжування труб (протягування через отвір ущільнювача) при тиску під плашками 7 МПа до появи витіку не більше 4 л/хв або до напрацювання 15000 м.

Перевірка герметичності превентора при закритих глухих плашках здійснювалась під тиском 35 МПа на протязі 15 хв. Випробування проводились на трубах діаметрами 60, 73, 89, 102, 114 мм.

Для випробувань використовувався буровий розчин на водній основі густиною 1600 кг/м<sup>3</sup>, який утримував до 3 % піску, в'язкість розчину — до 50 с.

Під час випробувань на повне «відкриття-закриття» тиск підіймається до 70 МПа, тривалість витримки під тиском — 10 хв. Падіння тиску, руйнування ущільнювачів не допускалось.

Визначення середнього напрацювання до відмови трьох комплектів ущільнювачів здійснювалось перевіркою тиском 35 МПа після кожних 7 циклів закривання, при цьому на протязі 15 хв падіння тиску не допускалось. Результати випробувань для труби діаметром 89 мм представлені у табл. 2.

Таблиця 2 — Результати випробувань ущільнювачів з напрацювання ресурсу «відкриття-закриття»

Найменування етапу випробувань	Діаметр труби (імітатора), мм	Кількість циклів		Примітка
		Закриття-відкриття	опресування	
Перша пара	89	476	76	Витік понад 4 л/хв
Друга пара	89	546	78	Те ж
Третя пара	89	546	78	—
Середні показники		523	77	

Витіку бурового розчину у місці ущільнення та відшарування гуми від металевї арматури ущільнювачів не спостерігалось. Відмова настала за причин втрати герметичності при опресуванні закритого ручного управління.

При визначенні ресурсу напрацювань розходжування спуск — підйом труби діаметром 73 мм здійснювався на висоту 7,5 м, тобто за один цикл напрацювання складало 15 м, тиск під ущільнювачем складав 7 МПа.

Результати випробувань ущільнювачів з розходжування труби до відмови приведені у таблиці 3.

Отже, за результатами проведених випробувань трьох комплектів ущільнювачів з ручним управлінням превентором установлено:

- при «закриванні – відкриванні» з періодичним навантаженням робочим тиском напрацювання складало відповідно 523 та 77 циклів, що є достатнім для превенторів, які випробовувались;
- середнє напрацювання при розходжуванні бурильної труби діаметром 73 мм за тиску у свердловині під ущільнювачем 7 МПа становило 7173 м, що є також достатнім.

Таблиця 3 – Результати випробувань ущільнювачів з напрацювання ресурсу розходжування труб

Найменування випробувань	Діаметр труби (імітатора), мм	Показник напрацювання з розходжування труб, м	Причина відмови
Перша пара	73	4245	Витік перевищив 4 л/хв
Друга пара	73	11590	Те ж
Третя пара	73	5685	—
Середній показник		7170	

Таким чином, виконаною науково-дослідною роботою створено вітчизняний матеріал, конструкцію оснащення, технологію виготовлення ущільнювачів превенторів, нормативну та технологічну документацію на них.

Запропоновано та апробовано принципи проектування прес-форм для виготовлення ГТВ з різною усадкою гуми на різних ділянках ущільнювача.

Створено технологію виготовлення ущільнювачів, виготовлено та випробувано дослідно-промислові партії виробів.

Проведено експлуатаційні випробування ущільнювачів, встановлено ресурс їх роботи.

Технологію виготовлення ущільнювачів впроваджено на виробничій базі УНДКТІ «ДІНТЕМ».

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Богущька Є.О., Семенець О.П., Лещенко В.І. Розроблення гум, роботоздатних в умовах підвищеного тиску та агресивних середовищ для ущільнювачів противикидового обладнання нафтових та газових свердловин // Хімічна промисловість України. –1996, –№ 2. –С. 31-34.
2. Lhoetger L., Mitz I., Shoem N. Применение гидрированного бутадиен-нитрильного эластомера «Тербан» в оборудовании нефтяных скважин // Экспресс-информация РТИ. –1987. –№ 23. –33 с.
3. Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы. –М.: Недра, 1988. –С. 448-457.