



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50134 (13) U
(51) МПК (2009)
E21B 17/00
F16B 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальністю
власника
патенту

(54) СПОСІБ З'ЄДНАННЯ ТІЛА СКЛОПЛАСТИКОВОЇ НАСОСНОЇ ШТАНГИ ІЗ СТАЛЕВОЮ ГОЛОВКОЮ

1

2

(21) u200912698

(22) 07.12.2009

(24) 25.05.2010

(46) 25.05.2010, Бюл.№ 10, 2010 р.

(72) КОПЕЙ БОГДАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, КУЗЬ-
МІН ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСІЙОВИЧ, КОПЕЙ ВОЛО-
ДИМИР БОГДАНОВИЧ

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕ-
ХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(57) Спосіб з'єднання тіла склопластикової насос-
ної штанги із сталеву головою, який полягає в
тому, що вкладають полімерний стержень в гніздо

сталеву головки штанги до упору і здійснюють
рівномірне обтискання пуансонами в радіальному
напрямку, який **відрізняється** тим, що на дні гніз-
да сталеву головки виконують клини, заповнені
адгезійним матеріалом, всередині склопластико-
вого стержня, вздовж, встановлюють протекторну
вставку, вкладають стержень в гніздо сталеву
головки, ззовні вузол з'єднання підсилюють бан-
дажем, після чого з'єднання обтискають пуансо-
нами, які мають задану, відповідно до форми з'єд-
нання, поверхню обтискання.

Корисна модель належить до нафтогазовидо-
вувної промисловості, а саме до способів зміцнен-
ня з'єднань склопластикового стержня (тіла скло-
пластикової штанги) із сталевими головками
насосних штанг, що застосовуються в штангових
насосних установках при видобутку нафти, для
передачі зворотного-поступового руху через колону
насосних штанг, з'єднану із верстатом качалкою.

Склопластикову насосну штангу (СНШ) являє
собою склопластиковий стержень однонаправле-
ного армування із закріпленими на кінцях сталеві-
ми головками для згвинчування штанг.

Колона насосних штанг складена із штанг різ-
ного перерізу, у відповідності із діючими напругами
і властивостями середовища. При експлуатації
насосні штанги знаходяться під дією змінних зу-
силь і тому працюють в умовах багатоциклічної
втоми. СНШ є однією із складніших конструкцій з
огляду на навантаження і умови експлуатації.
СНШ працює в складних умовах динамічних циклі-
чних навантажень, обтяжених впливом на тіло
штанги і вузол з'єднання із сталеву головою
агресивного середовища нафтової рідини. Кривиз-
на свердловини також збільшує навантаження на
колону, збільшує тертя штанг об насосно-
компресорної труби, що призводить до їх обриву.
Збільшення глибин залягання продуктивних гори-
зонтів вимагає великої довжини колони штанг, при
цьому суттєво зростає навантаження на головку
балансира верстата-качалки. Самою значною
проблемою при створенні СНШ залишається про-

блема розробки конструктивно-технологічних рі-
шень отримання надійних з'єднань склопластик-
метал для важко навантажених штанг із волокни-
стих полімерно-композиційних матеріалів (ПКМ).
Проблема викликана тим, що більшість руйнувань
конструкції із ПКМ виникає в зоні з'єднань скло-
пластик-метал (65-85 %), незважаючи на те, що
маса зони стиків складає всього 20-30 % від маси
СНШ. Найбільші проблеми в застосуванні ПКМ
для СНШ завдає анізотропія їх властивостей. Різ-
номанітність умов, в яких використовують СНШ
накладає особливі експлуатаційні вимоги до них.
При цьому однією із головних задач при конструю-
ванні СНШ з високими міцнісними характеристика-
ми є аналіз розподілення напруг в ній.

При експлуатації СНШ виникає складне наван-
таження, яке включає згинаючі моменти і гідравлі-
чне обтискання, можливе і навантаження стиска-
ючими вздовж волокон ПКМ силами, що необхідно
враховувати при конструюванні вузла з'єднання.

Головними вимогами для створення міцного
надійного з'єднання склопластикового тіла штанги
із металеву головою є:

- збереження неушкодженими армуючих воло-
кон при формуванні з'єднання склопластик-метал;
- забезпечення передачі зусиль від склоплас-
тику в напрямку головки.

В існуючих технологіях при виготовленні скло-
пластикових стержней штанг використовують ме-
тод пултрузії, тому всі відомі конструкції штанг
виконані із охоплюваними з'єднаннями. Для отри-

(19) UA (11) 50134 (13) U

мання міцного з'єднання в склопластиковому стержні напруги повинні плавно падати в зоні з'єднання, а в металічній частини-напваки, повинен спостерігатись ріст напруг від 0 до максимального значення. Тобто напруги від тіла штанги повинні плавно переходити до металічної частини з'єднання.

Складність створення високонавантаженої СНШ полягає у застосуванні в одній конструкції різномірних матеріалів: гнучкого і міцного склопластикового стержня і жорстких сталевих елементів вузла з'єднання. Міцність сталеві головки СНШ складає $\sigma_r=735-835$ МПа, $\sigma_b=765-965$ МПа, а міцність на згин склопластику складає 1200-2500 МПа. Модуль пружності склопластику в 4-5 разів менший, ніж у сталі. Втомна міцність у склопластику вища в 10-20 разів ніж у сталі. Сталь і склопластик мають різні корозійні характеристики. Надійність з'єднання залежить від об'єднання позитивних властивостей обох матеріалів, створення різноманітних конструкцій штангових колон спрямовано на збільшення ресурсу їх роботи. У вітчизняній промисловості для виготовлення насосних штанг здебільшого використовують сталь. Проте властивості СНШ в останні роки надають їм перевагу перед сталевими. Вони мають меншу в три рази масу; більшу міцність на розрив; високу корозійну стійкість; більший, ніж у сталевих штанг ресурс циклічних навантажень. Застосування СНШ збільшує подачу на одній свердловині до 23 % за рахунок збільшення ходу плунжера насоса. Зниження загальної ваги колони штанг дає економію енергії. Мала маса штангової колони із застосуванням СНШ дозволяє збільшити глибину добутки до 5000 м.

На даний час відомі наступні види з'єднань склопластикового стержня із металевією головкою:

- з'єднання охоплюючого типу, коли односпрямований стержень із склопластику жорстко з'єднаний із внутрішньою поверхнею порожнистої сталеві головки;

- з'єднання намотуваного типу, коли головка вклеєна, або вмотана всередину склопластикового стержня;

- комбінована схема з'єднання, коли металевий елемент головки вмотаний в склопластиковий стержень, а ззовні підсилений сталевим бандажом або композиційним матеріалом.

Створення з'єднань із різномірних матеріалів, яким є склопластик і метал, повинно вирішувати задачу забезпечення найменших концентраторів напруг.

Ефективність з'єднання оцінюється по коефіцієнту з'єднання, як відношення навантаження руйнування з'єднання до навантаження руйнування всієї СНШ. Для різних конструкцій з'єднань цей коефіцієнт дорівнює 0,40-0,57.

На підставі аналізу патентної літератури було виявлено, що вдосконалення вузла з'єднання сталеві головки і полімерного стержня здійснювалося за трьома напрямками:

- конструкція СНШ із вклеюванням стержня у порожнину головки, яка має клиновидні кільцеві канавки, що після заливки і затвердження компаунда забезпечують створення напруг, які утримують

стержень в головці (патенти США № 4360288,4401396, 4430018,4653953,4919560, 4193431);

- конструкція СНШ із використанням кільцевої пружини, коли осьове попереднє підтискання пружин створює напруги, які утримують стержень від витягання з головки при осьових навантаженнях (Патент США № 4589697);

- конструкція СНШ із розпушуваним кінцем стержня, розклинюваним в конічній порожнині головки (Патент США № 3739457. Патент Росії № 2052627, 2117132).

- [Копей Б.В. Усовершенствование и расчет соединений полимерных стержней насосных штанг с металлическими головками. Нефтяное хозяйство, - № 2, - 2000. - с. 56-59].

До першого виду з'єднань також належить спосіб з'єднання згідно патенту США № 4919560, МПК F16 B 11/00, опубл. 28.04.89, який складається із тіла штанги з полімерно-композиційного матеріалу і сталевих головок, закріплених з обох кінців штанги. Суцільний кінець тіла штанги заходить в гніздо сталеві головки, внутрішня поверхня якої містить три кільцеві проточки (канавки), утворені парами спрямованих одна до одної конічних поверхонь (одна з більшим, друга з меншим кутами конусності, які збільшуються від отвору гнізда головки до його дна). Порожнину між внутрішньою поверхнею гнізда та поверхнею стержня заповнюють клеєм. Така штанга має незначну міцність клейового з'єднання у порівнянні з міцністю на розрив тіла штанги.

Глибинно-насосна штанга працює в складних експлуатаційних умовах і зазнає змінних навантажень із значним коефіцієнтом асиметрії. Це вимагає проектування колонн насосних штанг з великим коефіцієнтом запасу по міцності. Із збільшенням глибини спуску колони зростає навантаження на штангу, особливо на клейове з'єднання головки із стержнем. При роботі сталеві головок спрацьовуються різьби, стираються бокові поверхні, внаслідок чого виникає необхідність в заміні головки. Ця задача вирішується винаходом «Спосіб з'єднання сталеві головки із полімерно-композиційним тілом глибинно-насосної штанги» (Патент України № 35751, Заявл. 22.04.98, Опубл. Бюл. № 3; 16.04.2001 р.). Для збільшення міцності різьбового з'єднання на внутрішній циліндричній поверхні сталеві головки і на кінці полімерно-композиційного тіла штанги виконують різьбу з великим кроком. Для запобігання зрізання різьби при дії осьового навантаження застосовано принцип заклинювання, згідно з яким профільну сторону різьби зі сторони дії осьового навантаження виконують довшою за іншу. На внутрішній циліндричній поверхні сталеві головки виконують виточку, яку заповнюють клеєм і розміщують в ній розпушений кінець полімерно-композиційного тіла штанги, що збільшує площу контакту при склеюванні полімерних волокон з дном і виточкою сталеві головки.

При проведенні заміни спрацьованих сталеві головок, зовнішню частину сталеві головки в місці склеювання попередньо нагрівають, що полег-

шує розгвинчування полімерно-композиційного тіла штанги і сталевої головки.

До клиново-клейового з'єднання також належить винахід по патенту України № 29783, заявл. 25.06.97 р. Опубл. Бюл. № 6; 15.11.2000 р. «Спосіб з'єднання сталевої деталі зі стержнем з армованого волокнами пластика». З'єднання складається із просоченого клеєм розпушеного кінця полімерно-композиційного стержня, вставленого в гніздо сталевої головки, дно якої виконано у вигляді конусної поверхні, яка збільшує поверхню склеювання разом з розпушеними та просоченими клеєм волокнами. Площа склеювання буде більшою, якщо в отвори, виконані на відторцьованій поверхні дна, входять просочені клеєм розпушені волокна для даного виду з'єднання. Чим більша кількість цих отворів і чим менший їх розмір, тим більша загальна площа їх склеювання. Таке виконання склеювання надійне при дії напружень скручування, що передаються на більшість волокон перерізу стержня, які працюють на зріз.

Найбільш близьким за сукупністю ознак до заявленого з'єднання відомий спосіб складання вузла кріплення полімерного стержня (патент України № 35781, заявл. 18.08.1998; Опубл. Бюл. № 3; 16.04.2001), який полягає в тому, що вкладають полімерний стержень в порожнину сталевої головки штанги до упору і здійснюють рівномірне обтискання пуансонами з заданою поверхнею обтискання навколо головки в радіальному напрямку. Поверхня стержня, завдяки цьому, деформується згідно профілю пуансона. Такий спосіб отримання вузла з'єднання забезпечує міцне кріплення полімерного стержня і сталевої головки за рахунок попередньої точної посадки стержня в головку з нульовим натягом, а також завдяки обтисканню в пуансонах із заданим профілем поверхні обтискання, конусні збіги якого сприяють самозаклинюванню стержня, а закруглення на переходах запобігають перерізанню волокон, що попереджає утворення концентрації напруг на поверхні з'єднання. Пресове з'єднання значно простіше виконати технологічно, ніж клинове, але для досягнення максимальної міцності з'єднання та його надійності необхідно обтискати з'єднання з оптимальним зусиллям, в залежності від матеріалів і форми з'єднання. Недоліком є також можливість проникнення в з'єднання нафтової рідини.

Різноманітність конструкцій штангових колон виникла із необхідності збільшення ресурсу їх роботи. У вітчизняній промисловості для виготовлення насосних штанг здебільшого використовуються сталь. Проте властивості СНШ в останні роки надають їм перевагу перед сталевими. Вони мають меншу в три рази масу, більшу міцність на розрив, високу корозійну стійкість, більший, ніж у сталевих штанг ресурс циклічних навантажень. Застосування СНШ збільшує подачу на одній свердловині до 23 % за рахунок збільшення ходу плунжера насоса. Зниження загальної ваги колони штанг дає економію енергії. Менша маса штангової колони із застосуванням СНШ дозволяє збільшити глибину добутку нафти до 5000 м.

Проте, існуючі конструкції з'єднань тіла склопластикової штанги із головою технологічно склад-

ні та ненадійні при роботі штангової колони і при дії на неї навантажень стиску, що знижує ресурс її роботи.

Зважаючи на вищенаведене і на проблему розробки конструктивно-технологічних рішень отримання надійних з'єднань склопластикового тіла штанги із металевою головою, задачею корисної моделі є надання з'єднанню такої форми, яка при навантаженні сприяла б бажаному сумісному функціонуванню сталевої головки і склопластикового стержня, щоб забезпечити міцність і надійність з'єднання. Поставлена задача вирішується завдяки тому, що на дні гнізда сталевої головки виконують клини, заповнені адгезійним матеріалом. Всередині склопластикового стержня, вздовж, встановлюють протекторну вставку, вставляють стержень в гніздо сталевої головки і ззовні підсилюють вузол з'єднання бандажом, після чого з'єднання обтискають пуансонами, поверхня яких відповідає формі з'єднання.

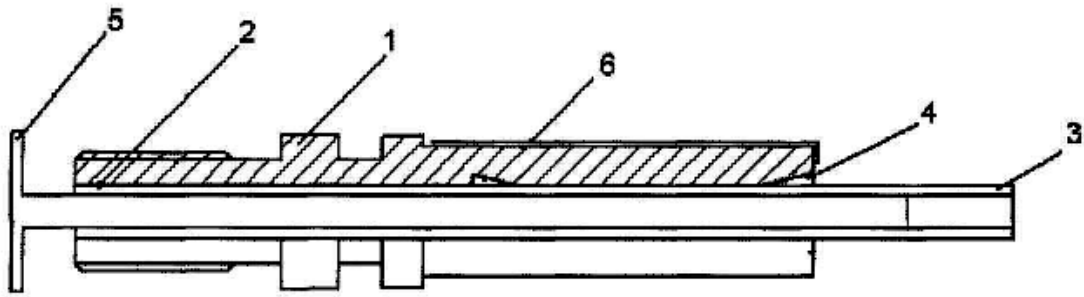
Система клинів у межах з'єднання стискає тіло штанги, під час дії осевого навантаження, клейовий матеріал при цьому займає місце між клинами і тілом стержня і передає зусилля затиску стиском і зсувом. Кути клина зменшуються, якщо прикладається розтягувальне навантаження. Малі кути розподіляють зусилля затиску по більш довшому інтервалу, зменшуючи ефект руйнування тіла штанги, і як наслідок, зменшується ймовірність обриву.

Введення протекторної вставки у з'єднанні запобігає руйнуванню тіла склопластикової штанги внаслідок обтискання.

Розклинювання клинів під час роботи штанги також дозволяє уникнути потраплення нафтової рідини у з'єднання, що збільшує ресурс його роботи. Підсилення поверхні з'єднання бандажом з наступним обтисканням його поверхні пуансоном із поверхнею, що відповідає формі з'єднання, дозволить уникнути виникнення дефектів на поверхні з'єднання внаслідок обтискання.

На фіг. 1 зображено з'єднання тіла склопластикового стержня із сталевою головою з перерізом сталевої головки та із встановленими на дні її гнізда каналами.

З'єднання складається із сталевої головки штанги 1, в якій виконано гніздо 2 із встановленим в ньому склопластиковим стержнем трубчастої штанги 3. На дні гнізда 2 виконані клини 4, заповнені адгезійним матеріалом. Всередині, вздовж склопластикового стержня встановлена протекторна вставка 5. Ззовні з'єднання підсилене бандажом 6. Складання вузла з'єднання здійснюють наступним чином. На дні гнізда сталевої головки виконують клини, які заповнюють адгезійним матеріалом. Кути клинів вибирають в залежності від діючих навантажень на колону. Всередину склопластикового стержня вставляють протекторну вставку для збереження цілісності стержня при обтисканні і вкладають стержень в гніздо сталевої головки. По всій поверхні з'єднання намотують захисний бандаж, який обтискають пуансонами, форма поверхні яких збігається з формою з'єднання.



Фиг.