

Корисна модель відноситься до металургії, а саме до хіміко-термічної обробки, зокрема до процесу дифузійного насичення сталевих виробів бором, і може бути використана в багатьох галузях машинобудування для підвищення терміну служби деталей оснащення, експлуатаційних властивостей поверхневих дифузійних шарів інструментів, штампувального і пресового обладнання, різних сопел, мундштуків і насадок.

Відомий склад обмазки для борування сталевих виробів, що містить наступні компоненти в мас. %:

бор аморфний	40-90,
емаль типу ЕВТ	10-60.

Одержану однорідну суміш розводять водою до сметаноподібного стану [1].

Недоліком відомого складу обмазки для борування сталевих виробів є відсутність активаторів дифузійних процесів, що призводить до тривалого часу борування (більше 4 годин). Окрім цього, наявність води в даній суміші, яку додають для отримання обмазки, ускладнює і подовжує за часом технологічний процес за рахунок виконання сушки виробів при 800 °С, що приводить до додаткової витрати електроенергії і наявності додаткового дорогого термічного обладнання.

Найбільш близьким до заявляемого по технічній суті і призначенню є порошкоподібний склад для борування сталевих виробів, що містить наступні компоненти в мас. %:

карбід бору	45-65
фтористий натрій	4-7
залізна окалина	20-25
графіт	4-8
доломіт	7-15.

Доломіт $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ вводять до складу для інтенсифікації процесу насичення і підвищення його насичуючої здатності в процесі експлуатації [2].

Основним і суттєвим недоліком складу-прототипу є наявність кисню в залізній окалині та в складі доломіту, складність приготування суміші із-за наявності великої кількості компонентів. Обов'язкова герметизація контейнера, довга тривалість процесу насичення бором сталевих виробів (більше 8 годин) і додаткова операція герметизації і розгерметизації контейнера призводить до додаткових витрат.

В основу корисної моделі поставлено задачу інтенсифікації складу, підвищення експлуатаційних властивостей сталевих виробів, насичуючої здібності складу, технологічності, зниження трудомісткості процесу і поліпшення умов праці

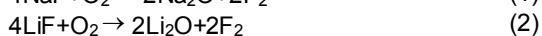
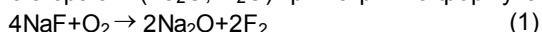
Технічний результат забезпечується тим, що в рішенні, яке пропонується і яке включає фтористий натрій, відповідно корисної моделі додатково міститься фтористий літій і поліборид магнію при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

фтористий натрій (NaF) (ТУ 113-08-586-86)	7-10
фтористий літій (LiF) (ТУ 6-09-3529-84)	7-10
поліборид магнію (ТУ 2112-001-49534204-2003)	80-86.

В якості зв'язуючих додається розчин клею БФ-2 в ацетоні (ГОСТ 12172-74) і 96%-й розчин спирту до необхідної консистенції обмазки.

Пропонований склад дозволяє проводити процес борування в звичайній окислювальній атмосфері без спеціального устаткування і без герметизації, без застосування захисних атмосфер при витримках різної тривалості.

Позитивний ефект пояснюється наступним призначенням компонентів, що вводяться. Введення в склад, окрім фтористого натрію, ще і фтористого літію при нагріві до температур приводить до їх взаємодії з бором і киснем, що утворюють захисну оболонку типу $Na_2B_4O_7$ і $Li_2B_4O_7$, яка не дозволяє розтікатися обмазці і забезпечує захист від кисню. Літій і натрій є лужними металами, які виступають енергійними відновниками, що легко згорають (Na_2O , Li_2O) при нагріві по формулах:



Фтористий натрій і фтористий літій є активаторами дифузійного процесу борування. При збільшенні сумарного змісту активаторів (NaF і LiF) більше 20% активність насичення не підвищується, тому немає сенсу збільшувати їх кількість. При сумарному змісті активаторів (NaF і LiF) менше 14% зменшується товщина боридного шару, що знижує експлуатаційні властивості сталевих виробів.

Крім того, фтористий натрій і фтористий літій є постачальниками фтору F_2 , який взаємодіє з поліборидом магнію (Mg_mB_n), утворюючи BF_3 по загальній формулі:



Реакція 3, в результаті якої утворюється атомарний бор, проходить в основному з участю сполуки BF_3 . Утворена хімічна сполука BF_3 частково дисоціює з утворенням атомарного бору, а також частково взаємодіє з нагрітою поверхнею заліза з утворенням атомарного бору по формулах 7 і 8:



Продуктом реакції 5 є сполука FeF_3 , яка є хімічно нестійкою і відразу ж розпадається з утворенням вільного фтору. Фтор знову взаємодіє з поліборидом магнію, утворюючи BF_3 , після чого знову повторюється процес отримання атомарного бору. Ці реакції носять замкнутий цикл і діють безперервно весь період насичення, що забезпечує доставку на поверхню сталевих виробів все нових і нових порцій атомарного бору.

Таким чином, транспортером атомів бору від боровмісних сполук до поверхні насичення є вільний фтор в сполуці BF_3 .

Порошок полібориду магнію, або аморфний бор марки «В», є сумішшю бору аморфної модифікації до 85 мас.%, бориду магнію (Mg_mB_n) зі змістом магнію до 10 мас.%. Мінімальний розмір частинок, що становлять основу порошку, досягає 10 нанометрів. Це дозволяє інтенсифікувати хімічні і дифузійні процеси за рахунок

великої активної площі зіткнення частинок між компонентами порошку і поверхнею виробу. В порівнянні з іншими боровмісними речовинами поліборид магнію є найбільш дешевою сировиною з високим вмістом бору.

Порошок полібориду магнію, окрім постачальника атомарного бору, також служить для видалення з поверхні сталевих виробів оксидів і створення безокисного середовища в реакційному об'ємі при дифузійному насиченні сталі бором. Оскільки магній володіє великою спорідненістю до кисню, то він відновлює поверхню сталевих виробів і насичуючого порошку, а також зв'язує кисень повітря, що знаходиться в реакційному просторі, і при цьому не дифундує в залізо. Введення магнію в реакційний простір повністю забезпечує безокисне середовище в даному об'ємі. Крім того, магній, що знаходиться в насичуючій суміші, після окислення (MgO) служить інертним додатком, який оберігає порошок від спікання, дозволяє інтенсифікувати процес насичення, підвищити його насичуючу здатність, а також виключити налипання суміші на поверхню борируваних виробів.

Процес хіміко-термічної обробки здійснювали таким чином. Для борування сталевих зразків (із сталей 45, 40X, У8, У12, ШХ15, 4Х5МФС, Р18 і Р6М5) готували порошкоподібну суміш в заданій пропорції. Складові перемішували в сухому стані, потім додавали пов'язуючі компоненти (розчин клею БФ-2 в ацетоні і 96%-ний розчин спирту) до необхідної консистенції і отримання однорідної маси. Перед боруванням поверхню досліджуваних матеріалів очищали від слідів окалини, іржі, мастила і інших забруднень. Приготовану обмазку наносили на поверхню зразків завтовшки 3-4 мм з подальшим просушуванням при температурі 140°C протягом 30хв. до повного висихання обмазки. Зразки з вже висушеним шаром обмазки поміщали в піч, нагріту до температури хіміко-термічної обробки 850°C і витримували 2 години. Склад для борування сталевих виробів і результати металографічних досліджень після хіміко-термічної обробки приведені в таблиці.

З приведених результатів витікає, що застосування пропонованого складу для борування сталевих виробів забезпечує у порівнянні з відомими такі переваги:

- ільшує швидкість отримання дифузійних шарів в 2 - 3 рази;
- підвищує експлуатаційні властивості сталевих виробів;
- суттєво знижує трудомісткість процесу при значній економії електроенергії за рахунок виключення використання додаткового дорогого термічного обладнання;
- можливість проведення процесу борування в звичайній окислювальній атмосфері без спеціального устаткування і без герметизації, без застосування захисних атмосфер;
- підвищує технологічність і поліпшення умов праці.

Застосування складу для борування сталевих виробів, що пропонується, дозволить суміщати хіміко-термічну обробку (борування) з операцією термообробки (гартування), що підвищить термін служби деталей оснащення, експлуатаційних властивостей дифузійних шарів інструментів, штампувального і пресового устаткування.

У сукупності ці переваги забезпечать значний екологічний, соціальний та екологічний ефекти.

Таблиця

Склад	Кількість мас. %	Товщина дифузійного шару, мм							
		45	40X	У8	ШХ15	У12	4Х5МФС	Р18	Р6М5
Прототип									
Бор аморфний	90								
Емаль ЕВТ	10	0,060	0,045	0,035	0,03	0,025	0,023	0,015	0,010
Заявляємий									
фтористий натрій	7								
1) фтористий літій	7								
поліборид магнію	86								
фтористий натрій	10	0,140	0,130	0,095	0,085	0,070	0,065	0,055	0,045
2) фтористий літій	10								
поліборид магнію	80	0,135	0,120	0,085	0,075	0,065	0,060	0,050	0,040
фтористий натрій	5								
3) фтористий літій	5	0,120	0,110	0,070	0,065	0,050	0,045	0,035	0,030
поліборид магнію	90								

Джерела інформації

1. 216249 СССР. МПК⁷ C23C8/70 // Состав обмазки для борирования стальных изделий. Заявка 3793701/22-02, дата опубликования 07.03.86.

2. 712462 СССР. МПК⁷ C23C8/70 // Камское объединение по производству большегрузных автомобилей. Порошкообразный состав для борирования стальных изделий. Заявка 4792103/02, дата опубликования 15.02.92.