



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 131079

(13) C2

(51) МПК

C21D 1/18 (2006.01)
C21D 1/28 (2006.01)
C21D 1/673 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/22 (2006.01)
C22C 38/26 (2006.01)
C22C 38/28 (2006.01)
C22C 38/32 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01)
C23C 2/12 (2006.01)
C21D 8/0221 (2026.01)
C21D 8/0247 (2026.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2024 01863	(72) Винахідник(и):	Кобо Себастьян (FR), Дюмон Аліс (FR), Діч Паскаль (FR), Мішо Стефані (FR)
(22) Дата подання заявки:	26.08.2022	(73) Володілець (володільці):	АРСЕЛОРМІТТАЛ, 24-26, Boulevard d'Avranches, L-1160 Luxembourg, Luxembourg (LU)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	30.07.2026	(74) Представник:	Слободянюк Оксана Олександрівна, реєстр. №216
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	PCT/IB2021/058358	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 2017/0145533 A1, 25.05.2017 US 2018/0002775 A1, 04.01.2018 US 10301699 B2, 28.05.2019 UA 96739 C2, 12.12.2011
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	14.09.2021		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	IB		
(41) Публікація відомостей про заявку:	31.07.2024, Бюл.№ 31		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	29.07.2026, Бюл.№ 30		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/IB2022/058005, 26.08.2022		

(54) ВИСОКОМІЦНА ЗАГАРТОВАНА ПІД ПРЕСОМ СТАЛЕВА ДЕТАЛЬ ТА СПОСІБ ЇЇ ВИГОТОВЛЕННЯ**(57) Реферат:**

Винахід стосується загартованої під пресом сталевий деталі, сталь якої має склад, який містить у масових відсотках: С - 0,2-0,34, Мп - 0,50-1,24, Si - 0,5-2, P≤0,020, S≤0,010, N≤0,010, і необов'язково містить один або декілька з таких елементів у масових відсотках: Al≤0,2, Cr≤0,8, Nb≤0,06, Ti≤0,06, B≤0,005, Mo≤0,35, решту складають залізо і немінучі домішки, які

UA 131079 C2

утворюються в результаті плавки. Загартована під пресом сталева деталь, яка має мікроструктуру, що включає в частках поверхні не менше 95 % відпущеного мартенситу і менше 5 % бейніту, аустеніту або фериту.

Цей винахід відноситься до високоміцних загартованих під пресом сталевих деталей, які мають відповідні згинання і зварюваність.

Високоміцні деталі, загартовані під пресом, можуть використовуватися як конструктивні елементи в автомобільних транспортних засобах для захисту при зіткненні і для поглинання енергії. В таких випадках бажано виробляти сталеві деталі, які поєднують в собі високу механічну міцність, ударну міцність і відповідну корозійну стійкість. Крім того, одним з основних завдань автомобільної промисловості є зниження ваги транспортних засобів з метою підвищення їхньої паливної економічності з урахуванням глобального збереження довкілля, не нехтуючи при цьому вимогами безпеки. Таке зниження ваги може бути досягнуто, зокрема завдяки використанню сталевих деталей з бейнітно-мартенситною мікроструктурою відпущеного мартенситу. Такі типи деталей можуть бути одержані шляхом зварювання і виробники автомобілів вимагають, щоб зварне з'єднання не було найслабшою зоною сталеві зварюваної деталі. Дійсно, наявність точкових зварних швів на конструктивних елементах кузова автомобіля може спричинити поломку під час аварії через локалізації деформації в зоні навколо шва (ЗТВ).

Таким чином, метою винаходу є вирішення вищезгаданої проблеми і створення загартованої під пресом сталеві деталі, яка поєднує високі механічні властивості: границею міцності на розтяг TS не менше 1000 МПа, зменшенням поперечного перерізу при рівномірному подовженні ΔUEI на ділянках точкового зварювання менше 5 % і кутом вигину не менше 55°. Переважно загартована під пресом сталеві деталь згідно винаходу має деформацію при руйнуванні не менше 0,50. Переважно загартована під пресом сталеві деталь згідно винаходу, має границю плинності YS не менше 980 МПа.

Мета цього винаходу досягається за рахунок створення сталеві деталі за п. 1. Сталеві деталь також може мати характеристики будь-якого з пп. 2-4. Інша мета досягається шляхом створення способу за п. 5. Інша мета досягається шляхом пропозиції способу за пп. 6-8.

Далі винахід буде докладно описаний і проілюстрований необмежувальними прикладами.

Далі буде описаний склад сталі згідно з винаходом, в якому вміст компонентів виражається у масових відсотках.

Згідно з винаходом, вміст вуглецю становить 0,2-0,34 % для забезпечення задовільної міцності. При вмісті вуглецю вище 0,34 % деформація при руйнуванні і кут вигину сталеві листа не досягають цільових значень. Більш того, зварюваність сталеві листа може знизитися. Якщо вміст вуглецю нижче 0,2 %, границя міцності на розтяг і границя плинності не досягне цільового значення.

Вміст марганцю становить 0,50-1,24 %. При вмісті вище 1,24 % ризик осьової ліквіації збільшується з погіршенням гнучкості, тому деформація при руйнуванні може бути знижена. Нижче 0,50 % зміцнюваність сталеві листа знижується, а границя міцності на розтяг і границя плинності не досягає цільового значення.

Вміст кремнію становить 0,5-2 %. Кремній є елементом, який бере участь у твердорозчинному зміцненні. Кремній додається для обмеження утворення карбідів і забезпечення високого рівня міцності на розтяг. При вмісті вище 2 % на поверхні утворюються оксиди кремнію, що погіршує здатність сталі приймати покриття. Крім того, може знизитися зварюваність сталеві листа. Переважно вміст кремнію становить 0,5-1,8 %. Більш переважно вмісту кремнію становить 0,6-1,8 %, а ще більш переважно 0,6-1,6 %.

Деякі елементи можуть бути додані за необхідності. Вміст алюмінію може бути доведений до 0,2 %, оскільки це дуже ефективний елемент розкиснення сталі в рідкій фазі в процесі одержання. Переважно вміст алюмінію не перевищує 0,1 %. Більш переважно, вміст алюмінію не перевищує 0,06 %.

Необов'язково вміст хрому може бути доведений до 0,8 % для покращення твердорозчинного зміцнення. Вміст хрому не перевершує 0,8 %, щоб обмежити проблеми з технологічністю і знизити вартість. Переважно вміст хрому не перевищує 0,6 %.

Вміст ніобію необов'язково може бути доведений до 0,06 % для попереднього подрібнення аустенітного зерна і покращення пластичності сталі. При вмісті вище 0,06 % збільшується ризик утворення карбідів NbC або Nb(C, N) із погіршенням гнучкості.

Вміст титану необов'язково може бути доведений до 0,06 % для захисту від утворення BN. Переважно вміст титану перевищує 0,01 %.

Вміст бору може бути необов'язково доведений до 0,005 %. Бор покращує зміцнюваність сталі. Вміст бору не перевищує 0,005 %, щоб уникнути ризику руйнування сляба при безперервному розливанні.

Молібден може бути необов'язково доданий у кількості до 0,35 %. Як і бір, молібден покращує зміцнюваність сталі. Вміст молібдену не перевищує 0,35 % для обмеження

собівартості.

Решту складу сталі становлять залізо і домішки, які утворюються в результаті виплавляння. В цьому відношенні P, S і N вважаються, щонайменше, залишковими елементами, які є неминучими домішками. Їх вміст не перевищує 0,020 % для P, не перевищує 0,010 % для S і не перевищує 0,010 % для N.

Далі буде описана мікроструктура сталевих деталей, загартованих під пресом згідно винаходу.

Загартована під пресом сталеві деталь має мікроструктуру, що включає в частках поверхні не менше 95 % відпущеного мартенситу. Цей мартенсит утворюється при нагріванні сталевих деталей до температури T_{temp} , яка становить 390-510 °C, протягом часу витримання t_{temp} , який становить 1-1000 с. Необов'язково може бути присутня деяка кількість бейніту, фериту і аустеніту, сума яких в частках поверхні не перевищує 5 %.

Переважно, мікроструктура сталевих деталей, загартованих під пресом, на 100 % складається з відпущеного мартенситу.

Загартована під пресом сталеві деталь згідно винаходу, може бути виготовлена будь-яким відповідним способом виробництва, і фахівець у цій галузі може його визначити. Однак переважно використовувати спосіб згідно винаходу, який включає такі стадії:

Сталевий лист, який має склад згідно винаходу, одержують і розрізують до заданої форми для одержання сталевих заготовок. Сталеву заготовку нагрівають до температури T_{HF} , яка становить 810-960 °C, переважно 850-950 °C, а більш переважно 880-950 °C, і витримують при зазначеній температурі T_{HF} протягом часу витримання t_{HF} , який становить 5-1200 с, для одержання нагрітої сталевих заготовки з повністю аустенітною мікроструктурою. Зазначену нагріту сталеву заготовку передають у формувальний прес і піддають гарячому штампуванню для одержання сталевих деталей.

Потім сталеву деталь загартовують під пресом до досягнення температури не більше 200 °C. Сталеву деталь повторно нагрівають до температури T_{temp} , яка становить 390-510 °C, і витримують при зазначеній температурі T_{temp} протягом часу витримання t_{temp} , який становить 1-1000 с, для одержання загартованої сталевих деталей для забезпечення однорідності температури по всій сталевій деталі. При температурі вище 510 °C знижується границя міцності на розтяг сталевих деталей. При температурі нижче 390 °C зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні ΔUEI в зонах точкового зварювання перевищує 25 %. Потім загартовану сталеві деталь охолоджують до кімнатної температури.

Для кожного загартованого виробу чутливість ЗТВ оцінюється за зменшенням поперечного перерізу при рівномірному подовженні зразка JIS зі зварним швом у порівнянні з еталонним зразком без зварного шва. Зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні ΔUEI розраховуються в такий спосіб:

Рівномірне подовження UEI сталі вимірюється відповідно до стандарту JIS Z2241 на зразку для випробувань на розтяг. На зразку для випробування на розтяг виконують точкове зварювання по центру деформації зразка. Рівномірне подовження UEI_w цього зварного зразка для випробувань на розтяг вимірюється відповідно до стандарту JIS Z2241. Зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні ΔUEI визначаються за формулою:

$$\Delta UEI = [(UEI - UEI_w) / UEI] * 100$$

У першому переважному здійсненні винаходу сталевий лист, призначений для виготовлення сталевих деталей, виготовляється за допомоги таких послідовних стадій:

відливають сталевий сляб, який має описаний вище склад і повторно нагрівають до температури T_{reheat} , яка становить 1100-1300 °C, перед гарячою прокаткою з кінцевою температурою гарячої прокатки, яка становить 800-950 °C, для одержання сталевих гарячекатаного листа. Потім сталевий гарячекатаний лист змотують в рулон при температурі T_{coil} нижче 670 °C. Гарячекатаний сталевий лист може бути додатково протруєний для видалення продуктів окислення. Гарячекатаний сталевий лист необов'язково може бути нагрітий до температури T_{HBA} , яка становить 500-750 °C, і витримуватися при зазначеній температурі T_{HBA} протягом часу витримання t_{HBA} , який становить від 300 с до 50 год. Потім сталевий лист піддають холодній прокатці для одержання сталевих холоднокатаного листа. Ступінь обтискання при холодній прокатці переважно становить 20-80 %. Ступінь обтискання нижче 20 % не сприяє рекристалізації під час подальшої термообробки, що може погіршити пластичність сталевих листа. При ступені обтискання вище 80 % існує ризик розтріскування крайок під час холодної прокатки.

Холоднокатаний сталевий лист необов'язково відпалюють при температурі відпалу T_A , яка становить 650-900 °C, і витримують при зазначеній температурі T_A протягом часу витримання

t_A , який становить 10-1200 с, для одержання відпаленого сталевго листа, щоб зменшити границю міцності на розтяг для полегшення різання сталі. Сталевий лист остаточно охолоджується до кімнатної температури.

5 Переважно на зазначений відпалений сталевий лист наносять покриття з алюмінію або алюмінієвого сплаву, або покриття з цинку або цинкового сплаву перед охолодженням до кімнатної температури.

В другому здійсненні винаходу сталевий лист, призначений для виготовлення сталевго деталі, виготовляється на таких стадіях:

10 Відливають сталевий сляб, який має склад згідно винаходу, і повторно нагрівають до температури T_{reheat} , яка становить 1100-1300 °C, перед гарячою прокаткою з кінцевою температурою гарячої прокатки 800-950 °C, для одержання сталевго гарячекатаного листа. Потім сталевий гарячекатаний лист змотують в рулон при температурі T_{coil} нижче 670 °C. Гарячекатаний сталевий лист необов'язково може бути протрусений для видалення продуктів окиснення. Гарячекатаний сталевий лист може бути необов'язково нагрітий до температури

15 T_{HVA} 500-750 °C і витриманий при зазначеній температурі T_{HVA} протягом часу витримування t_{HVA} від 300 с до 50 год. Потім сталевий лист піддають холодній прокатці для одержання сталевго холоднокатаного листа. Ступінь обтискання при холодній прокатці переважно становить 20-80 %. Ступінь обтискання нижче 20 % не сприяє рекристалізації під час подальшої термообробки, що може погіршити пластичність сталевго листа. При ступені обтискання вище

20 80 % існує ризик розтріскування крайок під час холодної прокатки. Холоднокатаний сталевий лист необов'язково відпалюють при температурі відпалу T_A , яка становить 500-750 °C, і витримують при зазначеній температурі T_A протягом часу витримування t_A , який становить від 300 с до 50 год., для одержання відпаленого сталевго листа, щоб зменшити границю міцності, що полегшує різання сталі. Сталевий лист остаточно охолоджується до кімнатної температури.

25 Загартована під пресом сталева деталь, згідно винаходу, має границю міцності на розтяг TS вище або рівний 1000 МПа, зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні ΔUEI на ділянках точкового зварювання не більше 25 % і кут вигину вище або рівний 55°. У переважному здійсненні винаходу загартована під пресом сталева деталь має границю плинності YS не менше 980 МПа. В іншому переважному здійсненні загартована під пресом

30 сталеву деталь винаходу має деформацію при руйнуванні не менше 0,50.

Далі винахід буде проілюстрований такими прикладами, які аж ніяк не є обмежувальними.

Приклад

8 марок сталі, склади яких представлені в таблиці 1, відливають у вигляді напівфабрикатів і перероблюють на сталеві листи, а потім на сталеві деталі відповідно до параметрів процесу, які

35 наведені в таблиці 2.

Таблиця 1

Склади

Тестовані склади наведені в наступній таблиці, де вміст елементів виражений у масових відсотках

Сталь	C	Mn	Si	Al	Cr	Nb	Ti	B	Mo	P	S	N	Інші
A		1,21	1,49	0,03	0,15	0,027	0,02	0,0022	0,001	0,015	0,0015	0,0044	-
B	0,30	0,94	0,79	0	0,31	0,031	0,02	0,0018	0,002	0,01	0,0007	0,0027	-
C	0,29	0,93	1,43	0	0,50	0,031	0,02	0,0024	0,001	0,011	0,0006	0,0026	-
D	0,22	1,23	1,47	0,01	0,51	0,031	0,02	0,0015	0,001	0,012	0,0008	0,0047	-
E	0,31	0,90	0,79	0,03	0,30	0,026	0,018	0,002	0,001	0,013	0,0014	0,0042	-
F	0,31	0,91	0,01	0,03	0,30	0,026	0,018	0,0021	0,001	0,012	0,0015	0,0039	-
G	0,23	1,18	0,25	0,04	0,17	0,0004	0,039	0,0031	0,0009	0,012	0,0009	0,0041	-
H	0,36	0,64	0,54	0,04	0,34	0,046	0,011	0,0014	0,191	0,011	0,0018	0,0029	Ni 0,36

Сталі A-E винаходу, сталі F-H не відповідають винаходу

Підкреслені значення: не відповідають винаходу.

Відлиті сталеві напівфабрикати піддають повторному нагріванню при 1250 °C, гарячій прокатці з кінцевою температурою 800-950 °C, змотують в рулон при 580 °C і холодній прокатці зі ступенем обтискання 58 %. Потім сталеві листи нагрівають до температури T_A 790 °C і

40 витримують при зазначеній температурі T_A протягом часу витримування t_A 180 с. Сталеві листи розрізують до заданої форми, щоб одержати сталеву заготовку. Потім сталеві заготовки

нагрівають до температури T_{HF} протягом часу витримування t_{HF} 120 с, а потім переносять у формувальний прес. Нагріті заготовки піддають гарячому штампуванню у формувальному пресі для одержання сталевих деталей, а потім піддають загартовуванню в штампі до досягнення температури 80 °C.

- 5 Потім сталеві деталі повторно нагрівають до температури T_{temp} 390-510 °C і витримують при зазначеній температурі T_{temp} протягом часу витримування t_{temp} 1-1000 с, а потім охолоджують до кімнатної температури.

Таблица 2

Параметри процесу

Тест	Сталь	Гаряча прокатка	Нагрівання	Витримування	
		Кінцева температура гарячої прокатки (°C)	T_{HF} (°C)	T_{temp} (°C)	t_{temp} (с)
1	A	850	900	430	300
2	B	850	900	420	300
3	C	850	900	410	300
4	D	850	930	390	300
5	E	850	900	420	300
6	E	850	900	500	300
7	E	850	900	460	10
8	B	850	900	370	300
9	F	850	900	380	300
10	G	900	900	0	0
11	H	900	900	430	300

Підкреслені значення: не відповідають винаходу.

- 10 Сталеві деталі аналізують, і відповідна мікроструктура і властивості представлені у таблиці 3 і таблиці 4 відповідно.

Таблица 3

Мікроструктура сталевих деталей

Тест	Відпущений мартенсит (%)	Мартенсит (%)
1	100	-
2	100	-
3	100	-
4	100	-
5	100	-
6	100	-
7	100	-
8	100	-
9	100	-
10	-	100
11	100	-

Підкреслені значення: не відповідають винаходу.

- 15 Частку поверхні визначають в такий спосіб: зразок вирізують із загартованої під пресом сталевих деталей, полірують і протрують відомим реагентом, наприклад, реагентом нітал, для виявлення мікроструктури. Потім зріз досліджують з допомогою оптичного або сканувального електронного мікроскопа, наприклад, з допомогою електронного сканувального мікроскопа з польовою емісійною гарматою ("FEG-SEM") при збільшенні більше 5000 $\times$, з'єднаного з пристроєм дифракції зворотного розсіювання електронів (EBSD). Відпущений мартенсит можна відрізнити від мартенситу завдяки низькій щільності дислокацій порівняно з мартенситом.

- 20 TS і YS вимірюються відповідно до стандарту ISO 6892-1. Кут вигину визначався на загартованих під пресом деталях за методом стандарту вигину VDA238-100 (нормування на

товщину 1,5 мм).

- Термін "деформація при руйнуванні" відноситься до критерію деформації при руйнуванні, визначеному в Pascal Dietsch (Паскаль Дитш) и др. в "Methodology to assess fracture during crash simulation: fracture strain criteria and their calibration", в виданні Metallurgical Research Technology Volume 114, Number 6, 2017. Деформація при руйнуванні еквівалентна деформації всередині матеріалу в точці деформації, при досягненні критичного кута вигину. Значення деформації при руйнуванні були визначені за умови плоскої деформації, які є найбільш важкими умовами з точки зору зіткнення транспортних засобів, і одержані методом аналізу кінцевих елементів.

Таблиця 4

Властивості сталевих деталей

Тест	TS (МПа)	Вигин (°)	YS (МПа)	Деформація при руйнуванні
1	1380	88	1285	0,78
2	1337	94	1260	0,80
3	1516	78	1374	0,63
4	1446	70	1288	0,59
5	1306	101	1244	0,82
6	1035	104	988	0,84
7	1233	101	1187	0,91
8	1546	60	1423	0,45
9	1315	83	1261	0,71
10	1527	56	1098	0,30
11	1340	44	1290	0,32

Підкреслені значення: не відповідають винаходу.

10

На зразку для випробування на розтяг виконують точкове зварювання по центру зони деформації зразка. Відповідне зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні $\Delta UE1$ для контактного точкового зварювання наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Властивості точкового зварювання сталевих деталей, загартованої під пресом

Тест	$\Delta UE1$ (%)
1	15
2	14
3	н.в.
4	22
5	22
6	11
7	3
8	61
9	47
10	70
11	34

Підкреслені значення: не відповідають цільовим значенням
н.в.: значення не визначене

15

Завдяки специфічному складу і використуванню параметрам процесу приклади винаходу, а саме приклади 1-7, є єдиними, які демонструють поєднання високих механічних властивостей з TS вище 1000 МПа, кутом вигину не менше 55°, і зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні менше 25 %. Крім того, приклади 1-7 мають деформацію при руйнуванні більше 0,50.

Температура відпускання, яка використовується для сталевих деталей у випробуваннях 8 і 9, занадто низька, щоб обмежити негативний вплив розм'якшення ЗТВ на рівномірне подовження, як видно із зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні, яке перевищує 25 %. Більш того, порівняно з випробуванням 2 з тим самим складом сталі, низька температура відпускання у випробуванні 8 призводить до більш високого зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні і нижчій величині деформації при руйнуванні, ніж у випробуванні 2. Сталева деталь випробування 10 була піддана відпусканню, що передбачає зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні більше 25 %. У випробуванні 11 вміст вуглецю в сталевій деталі надто великий для досягнення цільових значень деформації при руйнуванні і згинанні.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Загартована під пресом сталева деталь, виготовлена зі сталі, склад якої містить, % мас.:
 - C - 0,2-0,34,
 - Mn - 0,50-1,24,
 - Si - 0,5-2,
 - P ≤ 0,020,
 - S ≤ 0,010,
 - N ≤ 0,010,
 решта складу є залізом і немінучими домішками, які утворюються в результаті плавки, і має мікроструктуру, що включає в частках поверхні:
 - 95 % або більше відпущеного мартенситу,
 - і 5 % або менше суми бейніту, аустеніту і фериту.
2. Сталева деталь за п. 1, склад сталі якої додатково містить один або кілька з таких елементів, % мас.:
 - Al ≤ 0,2,
 - Cr ≤ 0,8,
 - Nb ≤ 0,06,
 - Ti ≤ 0,06,
 - B ≤ 0,005,
 - Mo ≤ 0,35.
3. Сталева деталь за п. 1 або 2, яка має границю міцності на розтяг TS не менше 1000 МПа, зменшення поперечного перерізу при рівномірному подовженні ΔUEI на ділянках точкового зварювання - не більше 25 %, і кут вигину - не менше 55°.
4. Сталева деталь за будь-яким з пп. 1-3, яка має деформацію при руйнуванні не менше 0,50.
5. Сталева деталь за будь-яким з пп. 1-4, яка має границю плинності YS не менше 980 МПа.
6. Спосіб виготовлення загартованої під пресом сталевих деталей, який включає такі послідовні стадії, на яких:
 - отримують сталевий лист, який має склад за п. 1,
 - розрізають зазначений сталевий лист до заданої форми для одержання сталевих заготовок,
 - нагрівають сталеву заготовку до температури T_{HF}, яка становить 810-960 °C, і підтримують її під час зазначеної температури T_{HF} протягом часу витримувannya t_{HF}, який становить 5-1200 с, для одержання нагрітої сталевих заготовок,
 - переносять нагріту сталеву заготовку у формувальний прес,
 - проводять гаряче формування нагрітої сталевих заготовок у формувальному пресі для одержання сталевих деталей,
 - загартовують сталеву деталь до досягнення температури не більше 200 °C,
 - повторно нагрівають сталеву деталь до температури T_{temp}, яка становить 390-510 °C, і підтримують зазначену температуру T_{temp} протягом часу витримувannya t_{temp}, який становить 1-1000 с, для одержання загартованої сталевих деталей,
 - охолоджують загартовану сталеву деталь до кімнатної температури.
7. Спосіб виготовлення сталевих деталей, загартованої під пресом, за п. 6, за яким сталевий лист виготовляють за допомогою таких послідовних етапів, на яких здійснюють:
 - розливання сталі для отримання сляба, причому зазначена сталь має склад, вказаний у п. 1,
 - нагрівання сляба за температури T_{reheat} 1100-1300 °C,
 - гарячу прокатку нагрітого сляба за кінцевої температури гарячої прокатки 800-950 °C для отримання гарячекатаного сталевих листа,
 - намотування гарячекатаного сталевих листа в рулон за температури намотування T_{coil} нижче 670 °C для отримання рулону сталевих листа,

холодну прокатку сталевго листа для отримання холоднокатаного сталевго листа, охолодження сталевго листа до кімнатної температури.

8. Спосіб за п. 7, за яким проводять нагрівання гарячекатаного сталевго листа до температури T_{HBA} , що становить 500-750 °С, і підтримують його за зазначеної температури T_{HBA} протягом часу витримки t_{HBA} , що становить від 300 с до 50 год.
9. Спосіб за п. 7 або 8, за яким холоднокатаний сталевий лист нагрівають до температури відпалу T_A , що становить 650-900 °С, і витримують його за зазначеної температури T_A протягом часу витримки t_A , що становить 10-1200 с, для отримання відпаленого сталевго листа, або
10. холоднокатаний сталевий лист нагрівають до температури відпалу T_A , що становить від 500 до 750 °С, і витримують його за зазначеної температури T_A протягом часу витримки t_A , що становить від 300 с до 50 год, для отримання відпаленого сталевго листа.
10. Спосіб виготовлення загартованої під пресом сталевгої деталі за п. 7, за яким зазначений відпалений сталевий лист покритий алюмінієм або покриттям з алюмінієвого сплаву, або
15. покриттям з цинку або цинкового сплаву.