



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

211089

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

C 22 C 33/02

(22) Přihlášeno 15 04 80
(21) (PV 2618-80)

(40) Zveřejněno 29 05 81

(45) Vydáno 15 05 84

(75)
Autor vynálezu

GENKIN VALERIJ ANCELEVIČ ing., KOMAROV JEVGENIJ MICHAJLOVIČ ing.,
FIŠBEJN JEFIM IZRAILEVIČ ing., MINSK (SSSR)

(54) Slinutý frikční materiál na bázi železa

Vynález je z oblasti práškové metalurgie a týká se slinutého frikčního materiálu na bázi železa.

Podle vynálezu jsou do slinutého frikčního materiálu na bázi železa, který obsahuje měď, síran nikelnatý, grafit a sitall, přidány azbest, disilicid vápníku, křemík, karbid křemíku a disilicid železa, přičemž hmotnostní obsah jednotlivých složek je:

měď	1 až 5 %
síran nikelnatý	3 až 6 %
grafit	4 až 8 %
sitall chemického složení $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$	1 až 3 %
disilicid vápníku	3 až 10 %
křemík	0,4 až 2 %
karbid křemíku	0,2 až 1 %
disilicid železa	0,2 až 2 %
azbest	0,5 až 5 % a
železo	zbytek do 100 %.

Vynález se týká slinutého frikčního materiálu na bázi železa.

Jsou známy slinuté frikční materiály na bázi železa, které pracují za podmínek suchého tření a s mazáním kapalinami.

Pórovité slinuté frikční materiály sestávají z kovových a nekovových složek. Kovové složky udělují frikčnímu materiálu pevnost, nekovové složky pak zvyšují součinitel tření a snižují sklon k zadírání. Slinuté frikční materiály se vyznačují tím, že pro tření se vytváří povrchová vrstva, jejíž plasticita a viskozita jsou podmíněny složkami, tvořícími frikční materiál.

Povrchová vrstva, která je při teplotě místnosti a zejména za zvýšených teplot plastičtější ve srovnání s hlavním podílem frikčního materiálu, zajišťuje vytvoření pozitivního spádu mechanických vlastností do hloubky materiálu a vzdoruje dobře deformaci.

Plasticita povrchové vrstvy přispívá ke snížení místních specifických tlaků, ke snížení povrchové teploty, jakož i ke zlepšení schopnosti záběhu. Záběhem se rozumí schopnost frikčního materiálu zvětšovat následkem opotřebení nebo následkem plastické deformace svou skutečnou přiloženou plochu.

Povrchová vrstva slinutých frikčních materiálů má mít heterogenní strukturu, to znamená, že má být směsí složek, tvořících matrici frikčního materiálu, s jemnými tuhými vměsky.

Přítomnost tuhých částic v povrchové vrstvě zvyšuje odolnost slinutého frikčního materiálu proti oděru, poněvadž tuhé vměsky, které jsou vzhledem ke stykovému povrchu příznivě uspořádány, přebírají pod vlivem síly hlavní zatížení. Při špatné kohezi tuhých částic s matriční hmotou se tyto částice vydrolují a mohou tím, že se dostávají do oblasti tření, zvyšovat oděr.

Je znám slinutý frikční materiál na bázi železa (popsaný například Ignatovem L. a kol. v příručce "Výroba frikčních materiálů na bázi železa", nakladatelství Metallurgija, Moskva 1968) o hmotnostním obsahu jednotlivých složek:

měď	15 %
grafit	9 %
kysličník křemičitý	3 %
síran barnatý	6 %
azbest	3 %
železo	zbytek do 100 %

Jiný známý slinutý frikční materiál na bázi železa (viz například patentový spis SSSR č. 358 401) má hmotnostní obsah jednotlivých složek:

měď	9 až 25 %
mangan	6,5 až 10 %
nitrid boru	6 až 12 %
karbid boru	8 až 15 %
karbid křemíku	1 až 6 %
molybdenisulfid	2 až 5 % a
železo	zbytek do 100 %.

Další známý slinutý frikční materiál na bázi železa (viz například patentový spis SSSR č. 397 665) má hmotnostní obsah jednotlivých složek:

měď	1 až 3 %,
cín	0,5 až 2 %,
síran barnatý	3 až 5 %,
grafit	4 až 10 %,
molybden-disulfid	2 až 6 %,
sitall chemického složení $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$	1 až 3 %,
olovo	0,1 až 4 % a
železo	zbytek do 100 %.

Tuhé vměsky kysličníku křemičitého, karbidu boru, karbidu křemíku, azbestu, karbidu železa a kysličníku železa, které jsou ve známých výše uvedených materiálech přítomny jako přísada ke zvýšení součinitele tření, jsou příčinou vzniku vysokých teplot (až 900 °C) na povrchu sdruženého páru frikční materiál/protikus při tření.

Při tření se zvyšuje teplota se vzrůstajícím specifickým tlakem a s rostoucí kluznou rychlostí sdružených materiálů.

Za podmínek suchého tření začíná aktivní vzájemné působení kovových složek, například železa, mědi, olova, které vytvářejí matrici frikčního materiálu, se vzdušným kyslíkem za vzniku různých kysličníků.

Slinuté frikční materiály na bázi železa jsou heterogenní a pórovité, protože na jejich povrchu chybí souvislá vrstva kysličníků. To vede k rozpadu kysličníků při tření a tuhé částice se dostávají jakožto mikrobrusivo do oblastí tření a způsobují zvýšený oděr.

Změny struktury, spojené s tepelnou oxidací, mají za následek zhoršení pevnostních vlastností v povrchových vrstvách. Zvyšuje se křehkost materiálu a tím, při vyšších (až 6 MPa) zatíženích, přípustných pro použití těchto materiálů, se zhoršuje chování tohoto materiálu za tlakového namáhání následkem případné tvorby trhlin a destrukce.

Znamé slinuté frikční materiály na bázi železa se tedy vyznačují za podmínek suchého tření a při mazání kapalinami nízkou odolností vůči oděru a nedostatečnými pevnostními vlastnostmi a nezaručují potřebnou životnost třecích ústrojí, v nichž se výše uvedené známé slinuté frikční materiály používají.

Podobných výsledků bylo dosaženo se slinutým frikčním materiálem (viz například patentový spis SSSR č. 503 927), který se nejvíce přibližuje zde chráněnému technickému řešení a má hmotnostní obsah jednotlivých složek:

měď	4 až 15 %,
síran nikelnatý	2 až 8 %,
grafit	4 až 10 %,
sitall chemického složení $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$	2 až 10 %,
olovo	2 až 8 %,
železo	zbytek do 100 %.

Jednou ze složek tohoto slinutého frikčního materiálu na bázi železa je sitall chemického složení $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$, který je slabě spojen s matricovou hmotou a tím snižuje pevnost celkového slinutého frikčního materiálu.

Následkem vysokého obsahu brusných částic ve známém slinutém frikčním materiálu na bázi železa nejsou jeho odolnost oděru a jeho pevnost dostatečně vysoké.

Kromě toho se snižuje obsah přítomného grafitu, který představuje suché mazivo, olova, které měkne při teplotách vznikajících při tření, a síranu nikelnatého, který se účastní tvorby sirníků železa při slinování, které přispívají k mazání třecí plochy. Součinitel tření je obzvláště nízký při používání slinutého frikčního materiálu na bázi železa v podmínkách suchého tření.

Podnětem k vynálezu byl úkol, aby se sestavením a volbou složek slinutého frikčního materiálu na bázi železa zvýšila jeho odolnost vůči oděru, jeho pevnost jakož i součinitel tření při použití tohoto materiálu v podmínkách suchého tření a při mazání kapalinami.

Tento úkol vynálezu řeší slinutý frikční materiál na bázi železa, který sestává z mědi, síranu nikelnatého, grafitu, sitallu a podle vynálezu obsahuje i azbest, disilicid vápníku, křemík, karbid křemíku a disilicid železa, přičemž hmotnostní obsah jednotlivých složek je:

měď	1 až 5 %,
síran nikelnatý	3 až 6 %,
grafit	4 až 8 %,
sitall chemického složení $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$	1 až 3 %,
disilicid vápníku	3 až 10 %,
křemík	0,4 až 2 %,
karbid křemíku	0,2 až 1 %,
disilicid železa	0,2 až 2 %,
azbest	0,5 až 5 % a
železo	zbytek do 100 %.

Frikční materiál na bázi železa podle vynálezu je všeobecně použitelný a vhodný pro práci za podmínek suchého tření a s kapalinovým mazáním.

Přes složité chemické složení není technologie výroby tohoto slinutého frikčního materiálu na bázi železa ztížena, poněvadž disilicid vápníku, disilicid železa, křemík a karbid křemíku představují slitinu, označovanou jako silikokalcium, která se používá v podobě prášku.

Přídavek disilicidu vápníku a karbidu křemíku, které jsou přítomny ve směsi a jsou odolné vůči oděru, zlepšuje odolnost frikčního materiálu na bázi železa vůči opotřebení.

Zvýšení odolnosti vůči opotřebení souvisí s přítomností grafitu ve směsi, poněvadž tento představuje tuhé mazivo, jakož i s přítomností síranu nikelnatého, který při slinování vytváří sulfidy železa, jež při tření obklopují částice brusiva jako je skelný křišťál, azbest, karbid křemíku, oddrolují se, dostávají se do oblasti tření a snižují tak brusné vlastnosti těchto částic jakož i oděr.

Zavedení výše uvedených brusných částic do složení zvyšuje na druhé straně součinitel tření při práci v podmínkách suchého tření a s mazivy, včetně mazacího oleje.

Všeobecnou použitelnost propůjčují přítom slinutému frikčnímu materiálu na bázi železa částice azbestu, poněvadž tyto se v oleji vyznačují nízkým stupněm smáčení a tím téměř shodně uplatní své brusné vlastnosti jak při tření za sucha, tak při tření s mazáním.

Přítomnost křemíku a disilicidu vápníku ve směsi, kteréžto látky se vyznačují pevnou adhezí k matricovému materiálu, totiž k železu, zlepšuje mechanické vlastnosti slinutého frikčního materiálu na bázi železa.

Výhodný je slinutý frikční materiál na bázi železa podle vynálezu, který má tento hmotnostní obsah jednotlivých složek:

měď	2	%
síran nikelnatý	4	%
grafit	4	%
sitall chemického složení $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3$		
$\cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$	1	%
disilicid vápníku	7	%
křemík	1,5	%
karbid křemíku	0,5	%
disilicid železa	1	%
azbest	3	% a
železo	76	%

Toto složení zajišťuje dosažení vyšší odolnosti vůči oděru, vyšší pevnosti a součinitele tření při práci jak bez mazání, tak i s mazáním. Toho se docílí optimálním poměrem množství vápníku a disilicidu železa, křemíku a karbidu křemíku, které dodávají slinutému frikčnímu materiálu na bázi železa zvýšenou pevnost a odolnost proti oděru, a azbestu, který jako mazivo zajišťuje vysoký součinitel tření.

Práškový grafit a silikokalcium, které sestává z disilicidu vápníku, disilicidu železa, křemíku a karbidu křemíku, se vysuší při teplotě 150 °C. Všechny výchozí práškové látky se pak prosijí sítí a naváží v hmotnostním množství, v jakém jsou ve směsi zastoupeny:

měď	1	až 5	%
síran nikelnatý	3	až 6	%
grafit	4	až 8	%
sitall chemického složení $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$	1	až 3	%
disilicid vápníku	3	až 10	%
křemík	0,4	až 2	%
karbid křemíku	0,2	až 1	%
disilicid železa	0,2	až 2	%
azbest	0,5	až 5	% a
železo			zbytek do 100 %

Veškeré složky se promísí v mísiči v přítomnosti neutrální kapaliny, například oleje. Takto získaná směs se lisuje v lisovací formě specifickým tlakem 400 MPa a získané výlis-ky se v podobě frikčního obložení slinují po dobu 3 hodin při teplotě 1 030 °C a tlaku 2 MPa za současného natavení k ocelovému podkladu.

Získané slinuté frikční materiály na bázi železa se zkouší ke zjištění jejich třecích a pevnostních vlastností. Třecí zkoušky se provádějí na stolici, která pracuje na principu brzdění rotujících setrvačných hmot.

Mechanické vlastnosti se měří v normovaném zkušebním zařízení.

Oděr získaného slinutého frikčního materiálu na bázi železa činí po 100 brzdných cyklech s mazáním 4 až 8 μm , bez mazání 15 až 18 μm , součinitel tření činí s mazáním 0,13 až 0,14 a bez mazání 0,38 až 0,40, pevnost je v rozmezí 120,6 až 127,48 a rázová houževnatost 6,86 N.m/cm².

Ve srovnání se známými slinutými frikčními materiály na bázi železa se odolnost slinutého frikčního materiálu na bázi železa výše uvedeného složení vůči oděru zvýšila 1,5 až 3krát za podmínek mazání kapalinami a 1,4 až 1,7krát při suchém tření, součinitel tření se příslušně zvýšil 1,2 až 1,4krát a 1,2 až 1,3krát, pevnost 1,3krát a rázová houževnatost 1,2krát.

Vynález je blíže objasněn dále uvedenými příklady konkrétních provedení. Pokud není uvedeno jinak, procentuální údaje vyjadřují hmotnostní obsah jednotlivých složek slinutého frikčního materiálu na bázi železa.

Ve všech příkladech se používá sitallu chemického složení $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$.

P ř í k l a d 1

Grafit, silikokalcium, disilicid vápníku, křemík, karbid křemíku a disilicid železa se v podobě prášku vysuší při teplotě 150 °C. Všechny tyto práškové hmoty se pak prosijí sítý a naváží v této hmotnostní koncentraci:

měď	5 %
síran nikelnatý	3 %
grafit	8 %
sitall	3 %
disilicid vápníku	3 %
křemík	0,4 %
karbid křemíku	0,2 %
disilicid železa	0,4 %
azbest	5 % a
železo	72 %

V mísiči se pak vzájemně mísí po dobu 10 hodin v přítomnosti 0,5 % oleje, vztaženo na hmotnostní množství směsi. Směs se pak lisuje v lisovací formě specifickým tlakem 400 MPa a vzniklé výlisky se pak v podobě frikčního obložení slinují po dobu 3 hodin v šachtové peci za současného natevení k ocelovému podkladu při teplotě 1 030 °C a tlaku 1,5 MPa.

Při zkouškách třecích a mechanických vlastností slinutého frikčního materiálu se zjistí tyto hodnoty:

rázová houževnatost	6,86 N.m/cm ²
pevnost	122,58 MPa
součinitel tření bez mazání	0,38
součinitel tření s mazáním	0,13
opotřebení frikčního materiálu po 100 brzdných cyklech	
bez mazání	19 μm
s mazáním	8 μm.

P ř í k l a d 2

Slinutý frikční materiál na bázi železa, vyrobený postupem podle příkladu 1 z práškových surovin ve hmotnostním poměru:

měď	1 %,
síran nikelnatý	6 %,
grafit	3 %,
Sitall	1 %,
disilicid vápníku	10 %,
křemík	2 %,
karbid křemíku	1 %,
disilicid železa	2 %,
azbest	1 % a
železo	73 %,

se vyznačuje těmito vlastnostmi:

rázová houževnatost	6,86 N.m/cm ²
pevnost	125,53 MPa
součinitel tření bez mazání	0,38
součinitel tření s mazáním	0,13
opotřebení po 100 brzdných cyklech	
bez mazání	17 μm
s mazáním	6 μm.

P ř í k l a d 3

Slinutý frikční materiál na bázi železa, vyrobený postupem podle příkladu 1 z práškových surovin v hmotnostním poměru:

měď	2 %,
síran nikelnatý	4 %,
grafit	4 %,
Sitall	1 %,
disilicid vápníku	7 %,

křemík	1,5 %
karbid křemíku	0,5 %
disilicid železa	1,0 %
azbest	3 %
železo	76 %

se vyznačuje těmito vlastnostmi:

rázová houževnatost	6,86 N.m/cm ²
pevnost	127,49 MPa
součinitel tření bez mazání	0,40
součinitel tření s mazáním	0,14
opotřebení po 100 brzdných cyklech	
bez mazání	15 μm
s mazáním	4 μm.

P ř í k l a d 4

Slinutý frikční materiál na bázi železa, vyrobený postupem podle příkladu 1 z práškových surovin ve hmotnostním poměru:

měď	1 %
síran nikelnatý	3 %
grafit	4 %
Sitall	1 %
disilicid vápníku	3 %
křemík	0,4 %
karbid křemíku	0,2 %
disilicid železa	0,4 %
azbest	0,5 % a
železo	86,5 %

se vyznačuje těmito vlastnostmi:

rázová houževnatost	5,88 N.m/cm ²
pevnost	117,68 MPa
součinitel tření bez mazání	0,38
součinitel tření s mazáním	0,13
opotřebení po 100 brzdných cyklech	
bez mazání	18 μm
s mazáním	7 μm.

P ř í k l a d 5

Slinutý frikční materiál na bázi železa, vyrobený postupem podle příkladu 1 z práškových surovin v hmotnostním poměru:

měď	5 %
síran nikelnatý	6 %
grafit	8 %
Sitall	3 %
disilicid vápníku	10 %

křemík	2 %,
karbid křemíku	1 %,
disilicid železa	2 %,
azbest	5 % a
železo	58 %,

se vyznačuje těmito vlastnostmi:

rázová houževnatost	6,86 N.m/cm ²
pevnost	122,58 MPa
součinitel tření bez mazání	0,39
součinitel tření s mazáním	0,14
opotřebení po 100 brzdných cyklech	
bez mazání	17 μ m
s mazáním	8 μ m.

Vynálezu je možno použít v třecích ústrojích aut, traktorů, letadel, stavebních silničních strojů, jakož i jiných mechanismů, které pracují s využitím suchého tření a s kapalinovým mazáním.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Slinutý frikční materiál na bázi železa, obsahující měď, síran nikelnatý, grafit a sitall, vyznačující se tím, že kromě toho obsahuje azbest, disilicid vápníku, křemík, karbid křemíku a disilicid železa, přičemž hmotnostní obsah jednotlivých složek je:

měď	1 až 5 %,
síran nikelnatý	3 až 6 %,
grafit	4 až 8 %,
sitall chemického složení SiO ₂ . TiO ₂ . B ₂ O ₃ .	
. Al ₂ O ₃ . CaO	1 až 3 %,
disilicid vápníku	3 až 10 %,
křemík	0,4 až 2 %,
karbid křemíku	0,2 až 1 %,
disilicid železa	0,2 až 2 %,
azbest	0,5 až 5 % a
železo	zbytek do 100 %.