



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 774 A5

⑤① Int. Cl.4: C 10 M 129/00  
C 10 M 133/00  
C 10 M 169/00  
C 08 J 5/16

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 5389/85

㉒ Anmeldungsdatum: 18.12.1985

㉔ Patent erteilt: 31.01.1989

④⑤ Patentschrift  
veröffentlicht: 31.01.1989

⑦③ Inhaber:  
Institut Mekhaniki Metallopolimernykh Sistem  
Akademii Nauk Belorusskoi SSR, Gomel (SU)

⑦② Erfinder:  
Pinchuk, Leonid Semenovich, Gomel (SU)  
Struk, Vasily Alexandrovich, Gomel (SU)  
Goldade, Viktor Antonovich, Gomel (SU)  
Lisovsky, Vasily Viktorovich, Gomel (SU)  
Neverov, Alexandr Sergeevich, Gomel (SU)

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Schaad, Balass & Partner, Zürich

⑤④ **Selbstschmierende Antifriktionskomposition.**

⑤⑦ Die selbstschmierende Antifriktionskomposition enthält Polyamid, Schmieröl, Polyolefin, Graphit und einen Korrosionsinhibitor. Letzterer ist entweder ein solcher der Elektronendonatorwirkung, enthaltend Gruppen  $-NO_2$ ,  $>C = O$ , oder der Elektronenakzeptorwirkung, enthaltend Gruppen  $-NH_2$ ,  $-OH$ . Die quantitative Zusammensetzung, in Gew.-%, ist die folgende:

Polyolefin 5 - 15  
Schmieröl 3 - 10  
Graphit 5 - 10  
Korrosionsinhibitor 1 - 5  
Polyamid Rest auf 100.

### PATENTANSPRUCH

Selbstschmierende Antifriktionskomposition, enthaltend Polyamid, Schmieröl und trockenen Schmierstoff, dadurch gekennzeichnet, dass sie als trockenen Schmierstoff Graphit aufweist, sowie einen Korrosionsinhibitor der Elektronendonatorwirkung, enthaltend Gruppen  $-\text{NO}_2$ ,  $\text{C}=\text{O}$ , oder einen der Elektronenakzeptorwirkung, enthaltend Gruppen  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{OH}$ , und Polyolefin enthält, wobei die quantitative Zusammensetzung, in Gew.-%, wie folgt ist:

Polyolefin	5-15
Schmieröl	3-10
Graphit	5-10
Korrosionsinhibitor	1-5
Polyamid	Rest auf 100.

### BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine selbstschmierende Antifriktionskomposition. Die erfindungsgemässen Kompositionen kann man für die Herstellung von Bauteilen der Reibungseinheiten, beispielsweise Gleitlager, anwenden, die hauptsächlich ohne Schmierstoffe oder mit dessen Begrenzung (Saisonschmierstoffe, einmaliges bei Montage, periodisches bei Reparatur) betrieben werden.

Die Anwendung von reinen Polymeren für die Herstellung von Bauteilen der Reibungseinheiten entspricht den Anforderungen, die im Maschinenbau an Betriebssicherheit und Lebensdauer der Gleitlager, beweglichen Dichtungen und anderen Maschineneinheiten gestellt werden, nicht. Das ist durch relativ niedrige Verschleissfestigkeit von Polymeren und Stabilität bei Einwirkung der Atmosphärenfaktoren bedingt. Die Reibungseinheiten werden oft in korrosionsaktiven Medien betrieben, was die Verletzung der Metalloberflächen von Bauteilen, und als Folge erhöhten Verschleiss der gekoppelten polymeren Bauteilen hervorruft. Ähnliche Verletzungen können bei langer Lagerung oder Konservierung der Maschinen und Mechanismen entstehen, die gekoppelte Bauteile aus Polymerkomposition und metallene Bauteile (metallisch-polymere Einheiten) enthalten. In diesem Fall kann die Korrosion zum Beispiel einer Metallwelle die Verteilung der Einheit hervorrufen, was zu deren Zerstörung beim Betrieb führt.

Es ist eine selbstschmierende Antifriktionskomposition bekannt, die aus 70-99,9 Ma.-% Polyamid und 0,1-30 Ma.-% Polyolefin besteht (US-PS Nr. 3 726 945, Klasse C 08 G 41/04). Bei der Reibung entsteht auf der Oberfläche des Bauteiles aus solcher Komposition eine Schmelzdünnschicht von Polyolefin. Verminderung der Reibungszahl und die Erhöhung der Verschleissfestigkeit gewährleistet. Dieser Effekt erscheint aber nur bei ausreichend hohen Belastungen und Gleitgeschwindigkeiten. Darüber hinaus gewährleistet die erwähnte Komposition den Korrosionsschutz der gekoppelten Metallbauteile bei der Arbeit der Reibungseinheit in aggressiven Medien nicht.

Es ist eine selbstschmierende Antifriktionskomposition bekannt, die aus 100 Gew.-T. Polyamid, 10-30 Gew.-T. Pulver von gebrannten Ölkoxen und 10-15 Gew.-T. Schmieröl besteht (SU-PS 531 831, C 08 L 77/00, veröffentlicht 1976). Diese Komposition ist für die Herstellung von Reibungseinheiten bestimmt, die ausreichend gut von der Einwirkung der Umwelt (Feuchte, Sonnenstrahlung u.a.) geschützt sind und bei relativ niedrigen Temperaturen arbeiten (höchstens 100 °C). Infolge von Überlastungen und bei instabilen Reibungsverhältnissen entstehen aber lokale Überhitzungen, die den Abbau und die Oxydation von Polymerstoffen aktivieren, was zu deren beschleunigter Alterung und zum vorzeitigen Ausfall von Reibungseinheiten führt.

Es ist auch eine selbstschmierende Antifriktionskomposition auf der Polyamidbasis bekannt (SU-PS Nr. 704 958, Klasse C 08 J 5/16, veröffentlicht 1979), die unter anderem aus Schmieröl (10-15 Ma.-%), trockenem Schmierstoff-Polytetrafluoräthylen (10-15 Ma.-%) - und Äthylendiamintetraessigsäure (0,5-0,7 Ma.-%) besteht. Die Komposition weist hohe physikalisch-mechanische Eigenschaften und Verschleissbarkeit und niedrige Reibungszahl auf. Bei Dauerwirkung von erhöhten Temperaturen ( $\sim 100$  °C) verschlechtern sich aber physikalisch-mechanische Kenndaten der Komposition. Die Komposition ist ausserdem nicht befähigt, die Korrosionsprozesse an der Oberfläche des metallenen Gegenkörpers beim Betrieb oder bei der Lagerung der metallischpolymeren Reibungseinheit zu hemmen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine selbstschmierende Antifriktionskomposition zu entwickeln, die Erzeugnisse aus welcher ausreichend hohe physikalisch-mechanische Eigenschaften und Verschleissbarkeit bei längerer Einwirkung von hohen Temperaturen und aggressiven Medien beibehalten.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass es eine selbstschmierende Antifriktionskomposition vorgeschlagen wird, die Polyamid, Schmieröl und trockenen Schmierstoff enthält.

Die erfindungsgemässe Antifriktionskomposition ist dadurch gekennzeichnet, dass sie als trockenen Schmierstoff Graphit aufweist und einen Korrosionsinhibitor der Elektronendonatorwirkung, enthaltend Gruppen  $-\text{NO}_2$ ,  $\text{C}=\text{O}$ , oder einen der Elektronenakzeptorwirkung, enthaltend Gruppen  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{OH}$  und Polyolefin enthält, wobei die quantitative Zusammensetzung in Ma.-%, wie folgt ist:

Polyolefin	5-15
Schmieröl	3-10
Graphit	5-10
Korrosionsinhibitor	1-5
Polyamid	Rest auf 100

Die erfindungsgemässe Antifriktionskomposition weist stabile physikalisch-mechanische und Antifriktionseigenschaften bei erhöhten Temperaturen (bis 150 °C) auf, hemmt die Spaltkorrosion in Reibungseinheiten, die kontinuierlich oder periodisch betrieben werden und lange Konservierungszeit haben, ermöglicht es, die Intensität des korrosionsmechanischen Verschleisses der gekoppelten metallenen Bauteile einer Reibungseinheit herabzusetzen.

Dank dem Vorhandensein in der Komposition von Polyolefin wird der Selbstschmierungsbetrieb bei erhöhten Geschwindigkeiten und Belastungen (Hochtemperaturbetrieb) gesichert. Das Vorhandensein in der Komposition von Schmieröl ermöglicht es, selbstschmierende Eigenschaften beim Tieftemperaturbetrieb zur Geltung zu bringen (bis 80-100 °C). Das Vorliegen von Graphit in der Komposition ermöglicht es, die Reibungszahl zu senken und die Verschleissfestigkeit der Komposition zu erhöhen. Die Einführung eines schwerlöslichen Korrosionsinhibitors in die Komposition gestattet es, die Intensität der Korrosionsprozesse an der Oberfläche des gekoppelten Metallbauteiles bei der Arbeit einer Reibungseinheit in aggressiven Medien (Wasserlösungen von Elektrolyten, Säuren, Laugen) zu vermindern. Die gewählten Typen von Korrosionsinhibitoren weisen darüber hinaus gute Antioxydationseigenschaften in bezug auf den Stoff der Polymerbasis der Komposition - Polyamid - auf, was es ermöglicht, mit Hilfe einer Kompositionskomponente (des Korrosionsinhibitors) gleichzeitig Thermodestruktion der Polymerkomposition und während des Betriebes der Reibungseinheit an der Grenze «Polymerkomposi-

tion-Metall» verlaufende Korrosionsprozesse passiver zu machen.

Das Massenverhältnis zwischen dem Polyolefin und der Flüssigphasenkompositionskomponente (Schmieröl + Korrosionsinhibitor) soll 1:0,8 bis 1:1 sein. Dieses Verhältnis wird aus folgenden Gründen gewählt. Bekanntlich wird bei der Füllung von Polyolefin mit dem Flüssigphasenplastifikator (40–50 Ma.-%) und anschliessendem Schmelzen des Gemisches eine Kolloidlösung gebildet, die sich bei der Kühlung in Gel verwandelt, das heisst in ein System mit nicht vollendeter Phasentrennung. Das gebildete Polymergerüst hat kommunizierende Zellen (Poren) mit einer Grösse von 10 bis 30  $\mu\text{m}$ , in denen sich die Flüssigkeit (Plastifikator) befindet. Dank der Synärese wird regelmässiger Flüssigkeitsaustritt aus den Poren gesichert. Plastifikator dient in der erfindungsgemässen Komposition ein Flüssigphasengemisch von Schmieröl und schwerlöslichem Korrosionsinhibitor. Das Polymergel ist gleichmässig über das ganze Volumen der erfindungsgemässen Komposition verteilt, und folglich wird die erwähnte Flüssigphasenkomponente regelmässig auf die Oberfläche des Erzeugnisses austreten, das aus der erfindungsgemässen Komposition hergestellt ist. Mit dem Verbrauch der Flüssigphasenkomponente in der Reibungszone, die von dem metallenen Gegenkörper fortgetragen wird, wiederholt sich der obenbeschriebene Prozess der Förderung von Inhibitorschmieröl aus dem Stoffvolumen des Erzeugnisses auf die Reibungsfläche. Somit wird die Selbstregulierung sowie der Friktions-, als auch Antikorrosionseigenschaften der Komposition aufrechterhalten.

Es ist unzweckmässig, Polyolefin in einer Menge von unter 5 Ma.-% in die Komposition einzuführen, weil sich dabei die selbstschmierenden Eigenschaften der Komposition beeinträchtigt werden. Die Erhöhung des Polyolefingehaltes über 15 Ma.-% führt zur Verschlechterung der physikalisch-mechanischen Kenndaten der Komposition. Aus ähnlichen Gründen wird das Vorhandensein in der Komposition der Flüssigphasenkomponente (Schmieröl + Korrosionsinhibitor) bestimmt. Wie es schon erwähnt wurde, soll die Menge von Flüssigphasenfüller in bestimmter Proportion zu Polyolefingehalt stehen. Was den Korrosionsinhibitor anbetrifft, empfiehlt es sich nicht, ihn in einer Menge von unter 1 Ma.-% einzuführen, weil dadurch die Antikorrosionseigenschaften der Komposition beeinträchtigt werden, und die Einführung von Inhibitor in einer Menge von über 5 Ma.-% ist unzweckmässig, weil das zu keiner Erhöhung von Antikorrosionseigenschaften führt.

Die Einführung von Graphit in einer Menge von unter 5 Ma.-% setzt die Antikorrosionseigenschaften der Komposition herab (erhöht die Reibungszahl und den Verschleiss). Die Füllung der Komposition mit Graphit in einer Menge von über 10 Ma.-% führt zur Beeinträchtigung der physikalisch-mechanischen Eigenschaften.

Die erfindungsgemässe Antifriktionskomposition wird wie folgt hergestellt. Das Polyamidgranulat wird vorher bei einer Temperatur von 100 bis 110  $^{\circ}\text{C}$  innerhalb von 2 bis 3 Stunden getrocknet (der Gehalt an flüchtigen Komponenten soll nicht 0,10–0,15 Ma.-% überschreiten). Danach werden Polyolefingranulat und Graphitpulver eingeführt, und das Gemisch wird gut verrührt. Dann fügt man Schmieröl mit vorher in ihm gelösten Korrosionsinhibitor zu. Das erhaltene Gemisch wird in einem Gemisch vom beliebigen Typ, zum Beispiel in der Trommelmühle bis zur Erzielung einer homogenen Masse verrührt. Die Komposition wird zu Erzeugnissen nach den Hochleistungsverfahren der Extrusion bzw. des Druckgiessens bei einer Temperatur von 220 bis 270  $^{\circ}\text{C}$  (abhängig von Polyamidsorte) verarbeitet.

Falls nach den Betriebsbedingungen des Erzeugnisses aus der erfindungsgemässen Komposition die Schaffung der be-

trächtlichen Ressource der Flüssigphasenkomponente über das ganze Volumen des Erzeugnisses nicht erforderlich ist, empfiehlt es sich, das Erzeugnis wie folgt herzustellen. Es werden Halbzeuge aus den Kompositionskomponenten mit fester Phase (dem Gemisch aus Polyamid, Polyolefin und Graphit) zum Beispiel nach dem Druckgussverfahren formiert. Dann werden sie in den Behälter beschickt, der mit der Flüssigphasenkomponente gefüllt ist, die ein Gemisch aus Schmieröl und schwerlöslichem Korrosionsinhibitor in einem Verhältnis von 2:1 bis 3:1 darstellt. Die Temperatur der erwärmten Flüssigphasenkomponente soll höher als die Schmelztemperatur vom in der Komposition verwendeten Polyolefin sein, aber nicht 80–90% vom Wert der Schmelztemperatur des Polyamids, der als Kompositionsbasis genommen wird, überschreiten. Die Haltzeit hängt von der erforderlichen Einführungstiefe des Schmieröls ab. So macht die Durchträngungsgeschwindigkeit bei Tiefen bis 500  $\mu\text{m}$  von 8 bis 10  $\mu\text{m}/\text{min}$  aus. Nach dem Durchträngen entspricht die Zusammensetzung der Oberflächenschicht des Erzeugnisses der Zusammensetzung der erfindungsgemässen Komposition.

Als Polyamid kann man in der erfindungsgemässen Komposition verwenden:

Polykaproamid (Giessharz) – das Produkt hydrolytischer Polymerisation von  $\epsilon$ -Kapolaktam in Gegenwart von Katalysatoren, in Form von Granulat mit einem Durchmesser von 1 bis 5 mm, Dichte  $\rho = 1130 \text{ kg}/\text{m}^3$ , Schmelztemperatur  $T_{\text{schm}} = 215 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , zerstörende Zugbeanspruchung  $\sigma_z = 55\text{--}77 \text{ MPa}$ , zerstörende Druckbeanspruchung  $\sigma_{\text{dr}} = 100\text{--}150 \text{ MPa}$ ;

Giesspolyamid – das Produkt der Polykondensation des Salzes von Hexamethyldiamin und Sebazinsäure, in Form von Granulat mit einem Durchmesser von 3 bis 5 mm,  $\rho = 1140 \text{ kg}/\text{m}^3$ ,  $T_{\text{schm}} = 252\text{--}260 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\sigma_z = 80 \text{ MPa}$ ;

glasfasergefüllter Polyamid – Polykaproamidharz, gefüllt mit Glasfasern mit einem Durchmesser von 9 bis 11  $\mu\text{m}$  in einer Menge von 30 Ma.-%, in Form von Granulat mit einem Durchmesser von 3 bis 9 mm,  $\rho = 1360 \text{ kg}/\text{m}^3$ ,  $T_{\text{schm}} = 217 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\sigma_z = 115 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{\text{dr}} = 180 \text{ MPa}$ .

Als Polyolefine empfiehlt es sich, in der Komposition zum Beispiel Hochdruckpolyäthylen ( $\rho = 900\text{--}939 \text{ kg}/\text{m}^3$ ), Polypropylen ( $\rho = 900\text{--}910 \text{ kg}/\text{m}^3$ ) zu verwenden.

Als Schmieröle kann man beispielsweise Mineralöle, mit den Buchstaben a, b, c bezeichnet, verwenden:

a – Mineralöl der Selektivraffination ohne Zusätze, das aus schwefelarmen paraffinhaltigen und paraffinarmen Erdölen erhalten wird, mit folgenden Hauptkennwerten: Dichte bei 20  $^{\circ}\text{C}$  0,89  $\text{g}/\text{cm}^3$ , Viskosität bei 20  $^{\circ}\text{C}$   $14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , Aschegehalt nicht mehr als 0,003%, Säurezahl 0,25 mg KOH/g, Stockpunkt minus 30  $^{\circ}\text{C}$ , Flammpunkt in geschlossenem Tiegel 200  $^{\circ}\text{C}$ ;

b – Mineralöl der Selektivraffination ohne Zusätze, das aus schwefelarmen Erdölen erhalten wird, mit folgenden Hauptkennwerten: Dichte bei 20  $^{\circ}\text{C}$  0,897  $\text{g}/\text{cm}^3$ , Viskosität bei 20  $^{\circ}\text{C}$   $20,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , Aschegehalt nicht mehr als 0,003%, Säurezahl 0,03 mg KOH/g, Stockpunkt minus 18  $^{\circ}\text{C}$ , Flammpunkt in geschlossenem Tiegel 250  $^{\circ}\text{C}$ ;

c – Destillatmineralöl mit hohem Reinigungsgrad mit folgenden Hauptkennwerten: Dichte bei 20  $^{\circ}\text{C}$  0,894  $\text{g}/\text{cm}^3$ , Viskosität bei 20  $^{\circ}\text{C}$  49 cSt, bei 50  $^{\circ}\text{C}$   $20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , Stocktemperatur minus 45  $^{\circ}\text{C}$ , Flammpunkt in offenem Tiegel 163  $^{\circ}\text{C}$ .

Als Schmieröle können auch Silikonöle (siliziumorganische Flüssigkeiten) – Organosiloxanpolymere mit niedriger Molekularmasse verwendet werden, die die Flüssigkeitseigenschaften im weiten Temperaturbereich beibehalten können, chemisch inert, korrosionsfest, löslich in aromati-

schen und chlorierten aliphatischen Kohlenwasserstoffen sind und sich gut mit den Ölen auf Erdölbasis vertragen. Von Silikonölen kann man zum Beispiel folgende, mit den Buchstaben e, f, g bezeichnet, verwenden:

e – Polyäthylsiloxanflüssigkeit, Dichte bei 20 °C 0,97 g/cm<sup>3</sup>, Viskosität bei 20 °C 42·10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s, Siedepunkt 250 °C, Flammpunkt in offenem Tiegel 170 °C, spezifische Wärmekapazität bei 20 °C 0,445 kkal/(kg·Grad);

f – Polyäthylsiloxanflüssigkeit, Dichte bei 20 °C 1,08 g/cm<sup>3</sup>, Viskosität bei 20 °C 20·10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s, Stockpunkt minus 60 °C, Siedepunkt 250 °C, Flammpunkt im offenen Tiegel 265 °C, spezifische Wärme bei 20 °C, 0,392 kkal/(kg·Grad);

g – Polymethylphenylsiloxanflüssigkeit, Dichte bei 20 °C 1,18 g/cm<sup>3</sup>, Viskosität bei 20 °C 54·10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s, Stockpunkt minus 36 °C, Siedepunkt 360 °C, spezifische Wärmekapazität bei 20 °C, 0,34 kkal/(kg·Grad).

Von öllöslichen Korrosionsinhibitoren im Bestand der erfindungsgemässen Komposition sind Inhibitoren vom Donatortyp, enthaltend Gruppen –NO<sub>2</sub>, C=O, und vom Akzeptortyp, enthaltend Gruppen –NH<sub>2</sub>, –OH, effektiv.

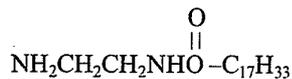
Als Korrosionsinhibitoren der Donatorwirkung können zum Beispiel folgende Produkte, bezeichnet mit den Buchstaben A, B, C, verwendet werden:

A – selektivgereinigtes nitriertes Mineralöl, verdickt mit Paraffin (10 Ma.-%), ist eine ölige Flüssigkeit dunkelbrauner Farbe mit einer Dichte von 0,96 g/cm<sup>3</sup> bei 20 °C, einer Viskosität von 100 cSt bei 20 °C und 30 cSt bei 100 °C, einem Aschegehalt von 3,5%, ist in Mineralölen und organischen Lösungsmitteln löslich, enthält Gruppen –NO<sub>2</sub>;

B – Diäthylidihexadezylammoniumnitrat



C – Olefinsäureäthylendiaminmonoamid



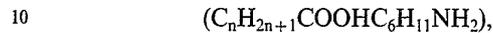
Als Korrosionsinhibitoren der Akzeptorwirkung kann man zum Beispiel folgende Zusätze, bezeichnet mit den Buchstaben D, E, F, verwenden:

D – Salzmischung von Dizylohexylamin (43 Ma.-%) mit

4

synthetischen Fettsäuren mit 10 bis 20 C-Atomen (57 Ma.-%) der allgemeinen Formel (C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>)<sub>2</sub>NH O<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>-COOH, das ein pastenartiges Produkt mit einer Dichte von 0,92 g/cm<sup>3</sup> bei 20 °C, einer Schmelztemperatur von 15–20° darstellt, das in Ölen und organischen Lösungsmitteln löslich ist;

E – Salz von Zyklohexylamin und synthetischen Fettsäuren mit 7 bis 11 C-Atomen der allgemeinen Formel



pastenartiger Stoff, hellbraun, der Stockpunkt – minus 12 °C, löst sich in Alkohol, Ölen, Benzin, Azeton;

F – Kondensationsprodukt von Alkenylbernsteinsäureanhydrid und Harnstoff (hellbraune Flüssigkeit mit einer Dichte von 0,89 g/cm<sup>3</sup> bei 20 °C, mit einer Viskosität von 25 cSt bei 50 °C, löst sich in Ölen und Lösungsmitteln, enthält –NH<sub>2</sub>-Gruppen).

Der Wirkungsmechanismus der Inhibitoren besteht in folgendem. Die Inhibitoren vom Donatortyp übertragen, nachdem sie auf die Oberfläche gelangt haben, überflüssige Elektronen auf den Gegenkörper, und bilden somit auf dessen Oberfläche Chemosorptionsverbindungen. Die Inhibitoren der Akzeptorwirkung bilden, Metallionen aufnehmend, auch Chemosorptionsschichten, die die Oberfläche des Gegenkörpers gegen die Korrosion schützen. Die gewählten Inhibitorengruppen enthalten ausserdem Antioxydationsmittel – Stoffe, die eine Wärmeoxydationsdestruktion von Polymeren hemmen. Die Korrosionsinhibitoren vom Donatortyp enthalten Antioxydationsmittel – Reduktionsmittel: organische Sulfide, Selenide und fettaromatische Phosphite, die mit den Hydroperoxidgruppen von Polyamid ohne Bildung freier Radikale reagieren. Die Akzeptorinhibitoren enthalten aromatische Aminene und alkylierte Phenole, die den Oxydationsprozess von Polyamid blockieren, das heisst mit aktiven freien Radikalen reagieren.

Zur Illustrierung der Erfindung sind nach dem obenbeschriebenen Verfahren einige Zusammensetzungen der erfindungsgemässen selbstschmierenden Antifrikationskompositionen hergestellt, die in der Tabelle 1 angeführt sind. In der Tabelle 1 ist auch die Zusammensetzung der bekannten Kompositionen angeführt, die in der SU-PS Nr. 704 958 beschrieben ist.

45

Tabelle 1

Lfd. Nr.	Komponenten	Kompositionszusammensetzung Ma.-%				
		I 3	II 4	III 5	IV 6	V 7
1	2					
1	Polyakaproamid	86	73	60	–	–
2	Gusspolyamid	–	–	–	73	–
3	Glasfasergefülltes Polyamid	–	–	–	–	73
	Mineralöl:					
4	– a	3	7	10	–	–
5	– b	–	–	–	7	–
6	– c	–	–	–	–	7
	Silikonöl:					
7	– d	–	–	–	–	–
8	– e	–	–	–	–	–
9	– f	–	–	–	–	–
10	Graphit	5	7	10	7	7
11	Polyäthylen	5	10	15	–	10
12	Polypropylen	–	–	–	10	–
	Inhibitor der Donatorwirkung:					

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	Komponenten	Kompositionszusammensetzung Ma.-%				
		I	II	III	IV	V
13	- A	1	3	5	-	-
14	- B	-	-	-	3	-
15	- C	-	-	-	-	3
	Inhibitor der Akzeptorwirkung:					
16	- D	-	-	-	-	-
17	- E	-	-	-	-	-
18	- F	-	-	-	-	-
19	Polytetrafluoräthylen	-	-	-	-	-
20	Äthylendiaminotetraessigsäure	-	-	-	-	-

Fortsetzung der Tabelle 1

Lfd. Nr.	VI	VII	VIII	IX	X	Nach der SU-PS Nr. 704 958
1	8	9	10	11	12	13
1	86	73	60	-	-	73,4
2	-	-	-	73	-	-
3	-	-	-	-	73	-
4	-	-	-	-	-	12
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-
7	3	7	10	-	-	-
8	-	-	-	7	-	-
9	-	-	-	-	7	-
10	5	7	10	7	7	-
11	-	-	-	10	10	-
12	5	10	15	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-
16	1	3	5	-	-	-
17	-	-	-	3	-	-
18	-	-	-	-	3	-
19	-	-	-	-	-	14
20	-	-	-	-	-	0,6

Nachstehend, in der Tabelle 2, sind physikalisch-mechanische (zerstörende Zug- und Druckspannung), Friktions- (Reibungszahl und Verschleissintensität) und Antikorrosions- (Korrosionsgeschwindigkeit)-eigenschaften der erfindungsgemässen Komposition (Zusammensetzungen I-VI) und die Kompositionen nach der SU-PS Nr. 704 958 angeführt.

Die physikalisch-mechanischen Eigenschaften der selbstschmierenden Kompositionen wurden mit Hilfe einer Zerreißmaschine bei einer Geschwindigkeit der Verschiebung des beweglichen Greifers von 50 mm/min ermittelt.

Friktionsversuche wurden auf der Reibungsmaschine nach dem Schema «Welle-Lagerschale» durchgeführt. Als Gegenkörper verwendet man eine Rolle aus Kohlenstoffstahl mit einem Gehalt an Kohlenstoff von 0,42-0,50 Ma.-%, einer Härte HRC von 40-45, einer Rauheit  $R_a$  von 0,8-1  $\mu\text{m}$ . Die Fläche der Arbeitsoberfläche der Lagerschale, die aus der selbstschmierenden Antifriktionskomposition hergestellt ist, gleicht 2  $\text{cm}^2$ . Die lineare Gleitgeschwindigkeit in der Reibungszone betrug 0,1 und 1,0 m/s, Beanspruchung

der Lagerschale machte 2,5 bzw. 0,5 MPa aus. Die Verschleissintensität (J) wurde nach der Formel errechnet:

$$J = \frac{\Delta G}{\rho \cdot A \cdot s} \cdot 10^{-8},$$

worin

- $\Delta G$  – Gewichtsverschleiss, mg,  
 $\rho$  – Probenichte bei 20 °C,  $\text{g/cm}^3$ ,  
 $A$  – Probenfläche,  $\text{cm}^2$ ,  
 $S$  – Reibungsweg, km.

Korrosionsversuche wurden nach der Schnellmethode durchgeführt, indem man den Polarisationswiderstand  $R_n$  des Zweielektrodengebers, der mit der Probe aus dem zu prüfenden Material kontaktiert, in einem Elektrolyt mass. Dabei wurden Elektroden verwendet, die aus Kohlenstoffstahl mit einem Gehalt an Kohlenstoff von 0,09 bis 0,15 Ma.-% hergestellt sind. Die Arbeitsflächen der Elektroden wurden bis auf die Rauheit  $R_a = 0,4-0,5 \mu\text{m}$  geschliffen, die nicht arbeitenden Flächen wurden durch Paraffin isoliert.

Als Elektrolyte wurden 0,1n-HCl- und 1n-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösung angewendet.

Die Korrosionsgeschwindigkeit [ $i_B$ , g/(m<sup>2</sup>·h)] wurde nach der Formel errechnet:

$$i_B = \frac{2K_B}{S \cdot R_n}$$

worin

$K_B$  – Gewichtskoeffizient der Korrosion, der von der Elektrolytkonzentration abhängt, Ω·g/h (in der 0,1n-HCl-

Lösung ist  $K_b = 20,1$  und in der 1n-Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösung ist  $K_b = 0,032$ ),

$R_n$  – Polarisationswiderstand, Ω,

$S$  – Fläche gegenseitiger Überdeckung von Elektroden  
5 m<sup>2</sup>.

(«Zaschita metallov», Nr. 6, 1982, Verlag «Nauka»,  
Moskau: V.A. Goldade, Y.M. Zolotovitsky, A.S. Neverov,  
L.S. Pinchuk «Bewertung der Schutzeigenschaften von inhi-  
bierten Materialien nach der Polarisationswiderstandsme-  
10 thode», S. 946–949).

Tabelle 2

Lfd. Nr.	Kenndaten	Kompositionszusammensetzungen			
		I 3	II 4	III 5	IV 6
1	2 Zerstörende Beanspruchung, MPa:				
1	– beim Zug ( $\sigma_z$ )	50–68	45–60	38–52	60–78
2	– beim Druck ( $\sigma_{dr}$ )	76–95	70–92	64–87	96–123
	Zerstörende Beanspruchung bei Zug ( $\sigma_z$ ) nach 100 Stunden der thermischen Oxydation an der Luft				
3	bei 150 °C, MPa	32–45	40–56	36–49	57–70
4	Reibungszahl an Stahl ohne Schmierung	0,42– 0,46	0,31– 0,35	0,32– 0,35	0,30– 0,36
	Verschleissintensität $J \times 10^8$ ) bei:				
5	– $P=2,5$ MPa, $V=0,1$ m/s	4,8	1,03	1,01	2,3
6	– $P=0,5$ MPa, $V=1,0$ m/s	5,9	2,0	1,9	3,1
	Korrosionsgeschwindigkeit $10^{-3}$ g/(m <sup>2</sup> ·h) einer Stahlelektrode, die mit der Probe des zu untersuchenden Materials kontaktiert:				
7	– in 0,1n-HCl	65–91	20–33	17–25	24–40
8	– in 1n-Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3,4– 4,8	2,4– 3,6	1,0 1,0	1,4

Fortsetzung der Tabelle 2

Lfd. Nr.	V	VI	VII	VIII	IX	X	Nach der SU-PS
1	7	8	9	10	11	12	13
1	106–118	52–67	48–62	41–52	62–76	105–120	60
2	162–178	80–93	71–93	65–80	100–119	168–180	79
3	85–92	36–47	42–57	37–46	56–70	78–89	26
4	0,35– 0,40	0,34– 0,41	0,32– 0,36	0,29– 0,37	0,31– 0,36	0,35– 0,37	0,37
5	1,17	4,7	1,2	1,08	2,24	1,05	3,5
6	2,2	5,3	2,1	1,7	3,12	2,09	3,8
7	21–38	52–76	22–37	16–20	21–42	25–37	120–150
8	1,5– 1,7	3,3– 4,2	1,9– 2,7	0,8	1,6	1,5– 1,9	60–87

Wie es aus in der Tabelle 2 angeführten Werten ersichtlich ist, vergrößert beträchtlich die Einführung in die Zusammensetzung der erfindungsgemässen Komposition eines Korrosionsinhibitors die Wärmestandfestigkeit, das heisst ihre Oxydationsbeständigkeit. So sinkt  $\sigma_z$  der erfindungsge-

mässen Komposition nach 100 Stunden thermischer Oxydation an der Luft bei 150 °C von 5 bis 20%, während für die Komposition nach der SU-PS Nr. 704 958 sich um mehr als die Hälfte verringert. Die Anwendung des Korrosionsinhibitors als Bestandteil der erfindungsgemässen Komposition er-

laubt es, die Korrosionsgeschwindigkeit des metallenen Gegenkörpers auf das 1/50 bis 1/100 herabzusetzen. Auch nach den Friktionskenndaten steht die erfindungsgemäße Komposition der Komposition laut der SU-PS 704 958 nicht nach.

Erzeugnisse, hergestellt aus der erfindungsgemässen Komposition, wurden an den Einheiten von Kraftfahrzeugen, Erntemaschinen sowie Erdöl- und Erdgasausrüstungen geprüft. Die Untersuchungsergebnisse zeugen von hoher Wirksamkeit der Verwendung der gegebenen Komposition in den Reibungseinheiten anstatt des Antifriktionsgusseisens, der Babbite und Lagermetalle auf der Grundlage von Kupfer, Aluminium und Zink.

Die erfindungsgemäße selbstschmierende Antifriktionskomposition weist also hohe physikalisch-mechanische und Antifriktionseigenschaften auf, ermöglicht es, die Spaltkorrosion an den Reibungseinheiten zu hemmen und folglich den korrosionsmechanischen Verschleiss von Bauteilen zu vermindern, steigert die Konstanz physikalisch-mechanischer Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen, ist bei der Verarbeitung zu Erzeugnissen technologiegerecht.

Die erfindungsgemäße selbstschmierende Antifriktionskomposition kann zur Herstellung von Bauteilen der Reibungseinheiten von Kraftfahrzeugen, Erntemaschinen, Erdöl- und Erdgasausrüstungen und in anderen Gebieten der Technik ihre Anwendung finden.