

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0711407-9 A2**

(22) Data de Depósito: 29/03/2007
(43) Data da Publicação: 01/11/2011
(RPI 2130)



(51) *Int.Cl.:*
C10M 103/06
B21B 19/04
B21B 25/04
C10N 20/06
C10N 30/00
C10N 40/24

(54) Título: COMPOSIÇÃO LUBRIFICANTE PARA USINAGEM DE METAL LÍQUIDO, MÉTODO DE USINAGEM DE METAL LÍQUIDO E MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE TUBO SEM COSTURA USANDO O MÉTODO DE USINAGEM DE METAL LÍQUIDO

(30) Prioridade Unionista: 24/04/2006 JP 2006-119270

(73) Titular(es): Sumitomo Metal Industries LTD.

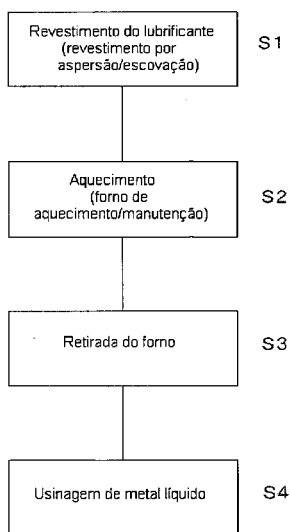
(72) Inventor(es): Hirokazu Okada, Kazuhiro Shimoda, Kazutaka Asabe, Kenji Takeuchi, Naoya Hirase, Shuichi Akiyama, Sumio Iida, Tomio Yamakawa, Yasuyoshi Hidaka

(74) Procurador(es): Araripe & Associados

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007056886 de 29/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/122972 de 01/11/2007

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO LUBRIFICANTE PARA USINAGEM DE METAL LÍQUIDO, MÉTODO DE USINAGEM DE METAL LÍQUIDO E MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE TUBO SEM COSTURA USANDO O MÉTODO DE USINAGEM DE METAL LÍQUIDO. Trata-se de fornecer uma composição lubrificante destinada à usinagem de metal líquido que seja capaz de impedir a formação de falhas na superfície de materiais que serão fornecidos para usinagem em metal líquido, assim como fornecer um método de usinagem de metal líquido. A invenção fornece uma composição lubrificante para usinagem de metal líquido compreendendo uma pluralidade de fritas de vidro, cada uma delas, respectivamente, com diferentes pontos de amolecimento.





“COMPOSIÇÃO LUBRIFICANTE PARA USINAGEM DE METAL LÍQUIDO, MÉTODO DE USINAGEM DE METAL LÍQUIDO E MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE TUBO SEM COSTURA USANDO O MÉTODO DE USINAGEM DE METAL LÍQUIDO”

5 Campo da Técnica

A presente invenção se refere a uma composição lubrificante empregada de modo adequado para a usinagem de metal líquido, por exemplo, linha de produção de tubo/tubulação Mannesmann (daqui por diante referindo-se a "tubulação" como "tubulação/tubo").

10 Técnica Anterior

Os preços recentes de petróleo sulfuroso permitem o desenvolvimento econômico de poços profundos de petróleo ou poços que produzem petróleo de qualidade inferior, como o petróleo sulfuroso. Os materiais a serem usados nos tubos dos poços de petróleo para perfuração dos ditos poços de petróleo, obrigatoriamente, são o aço inoxidável e/ou um aço de alta liga dotados de resistência mecânica mais elevada do que o aço-carbono tradicional, e/ou dotados de excelente resistência à corrosão do componente ácido. Portanto, não apenas na usinagem por extrusão convencional, como também na produção de tubulação Mannesmann, é preciso usar aço inoxidável e aço de alta liga na produção de tubulação sem costura.

20 Entretanto, se comparada com a usinagem por extrusão, como o método de produção do tubo de Eugene, o método de produção de tubos da Mannesmann deforma o material de modo agudo, produzindo falhas específicas da Mannesmann na superfície interna e externa do produto tubular. Especificamente, as falhas na superfície externa geradas durante a etapa de laminação-perfuração é uma das principais causas da redução de produtividade. A falha na superfície externa pode ser classificada nos dois seguintes tipos, dependendo de como foram originadas.

O primeiro tipo de falha é aquela que não pode ser corrigida, mesmo por meio de determinados tratamentos (daqui por diante citados como "falha que não pode ser corrigida"), e é causada pela gripagem entre as guias do disco e uma palanquilha. Deve-se observar que a guia do disco é classificada com uma "sapata de disco" e um

"cilindro de disco" que gira por si só, ao mesmo tempo em que restringe a circunferência externa da palanquilha para reduzir a velocidade em relação à superfície da palanquilha. Abaixo, a descrição será fornecida com base no método que emprega "cilindro de disco" como guias do disco.

5 A falha supracitada, e que não pode ser corrigida, é denominada "marca de disco", e é produzida não apenas na superfície do aço inoxidável e do aço de alta liga, mas também na superfície do aço-carbono, dependendo da condição de laminação-perfuração. Como medida paliativa da marca de disco, um método para revestir um aço inoxidável em forma de palanquilha com um agente anti-gripagem antes do aquecimento, ou um método para revestir a superfície côncava dos cilindros de disco com um lubrificante são sugeridos.

 Como um dos exemplos da técnica citada acima, o documento de Patente 1 revela um lubrificante para laminação a quente de tubos, em que 2 a 100 partes por massa de um ou dois tipos de Al_2O_3 e MgO , assim como 2 a 10 partes por massa de SiO_2 são misturadas a 100 partes por massa de óxido de ferro. Além disso, retrata que um aglutinante é preferencialmente misturado de tal modo que a viscosidade do lubrificante à temperatura ambiente seja de 8.000 centipoise ou inferior.

 Ademais, o documento de Patente 2 revela um método para inibir as falhas da sapata da guia geradas durante a laminação dos tubos, caracterizada nas etapas de revestimento prévio da superfície externa de uma palanquilha com um lubrificante, e fornecer a palanquilha a uma usina de laminação.

 O segundo tipo de falha é aquela que pode ser corrigida através de determinado tratamento; a falha é gerada, por exemplo, quando um material dotado de baixa deformabilidade em temperatura elevada, como o aço inoxidável e o aço de alta liga, é usinado. A maioria das falhas apresenta uma profundidade inferior a 1 mm. No entanto, as falhas são produzidas por toda a superfície externa do material, portanto, a correção das falhas exige enorme esforço humano. Como medida de inibição das falhas, um método é descrito, apenas no documento de Patente 3, de modo a manter a temperatura da superfície do material o mais elevada possível através da obstrução da água de resfriamento do cilindro.

Documento de Patente 1: Pedido examinado de Registro de Patente do Japão N°. 7-45056

Documento de Patente 2: Pedido de Registro de Patente do Japão (JP-A) Aberto à Inspeção Pública N°. 60-184410

5 Documento de Patente 3: JP-A N°. 9-271811 (particularmente os parágrafos [0064] a [0068]).

Descrição da Invenção

Problemas a serem equacionados pela Invenção

Entretanto, é difícil que as técnicas mostradas no Documento de Patente 1
10 a 3 supra inibam de forma inequívoca a produção das falhas corrigíveis. Essas técnicas demandam algumas formas de operação para correção das falhas após a produção dos tubos, elevando o custo da operação corretora, o que se torna problemático.

Assim sendo, o objetivo da presente invenção é fornecer uma composição lubrificante destinada à usinagem de metal líquido que seja capaz de impedir a formação
15 de falhas na superfície do material usinado durante a usinagem do metal líquido, assim como fornecer um método de usinagem de metal líquido usando a mesma.

Meios para Solução dos Problemas

De modo a descobrir a causa que estimula a formação de falhas por toda a superfície do material (daqui por diante, citadas como "falhas em forma de crosta"), e
20 desenvolver medidas paliativas, os presentes inventores estudaram com afincos a condição residual de diversos elementos na peça de teste de aço inoxidável dupla na direção da profundidade a partir da camada da superfície, em que a temperatura do forno e o tempo de permanência da peça de teste são variadas. Como resultado, observaram que o teor de N (nitrogênio) e B (boro) está ligado à formação de falhas em
25 forma de crosta. Os resultados obtidos desta forma são mostrados na Tabela 1.

A seção superior da Figura 1 mostra um resultado da pesquisa relativa ao N. A peça de teste que foi submetida a uma temperatura do forno elevada, e cujo tempo de permanência no forno foi prolongado, pode ser observada de tal modo que o teor de N próximo à camada da superfície se torna mais elevado do que os valores de análise de
30 colada. A seção inferior da Figura 1 apresenta um resultado da pesquisa relativa ao B;

em cada uma das peças de teste observa-se a redução do teor de B próximo à camada da superfície para valores de análise de colada inferiores. Especialmente, na peça de teste submetida a uma temperatura de forno elevada, e a um tempo prolongado de permanência no forno, a redução do teor de B pode ser observada até mesmo em torno da profundidade de 1,5 mm a partir da camada da superfície. Segundo estes resultados, admite-se que a causa da formação de falhas em forma de crosta seja a nitruração e a desboronação próxima à superfície externa em função do aquecimento da palanquilha. Em outras palavras, o B_2O_3 como óxido de B é mais estável que o Cr_2O_3 como óxido de Cr, e é dotado de estabilidade comparável à do SiO_2 como óxido de Si; assim, o B é empregado de forma preferencial e simultânea ao aquecimento em temperatura elevada, de modo que a camada livre de B é produzida. A difusão rápida do B permite que esta camada livre de B se expanda até a grandeza de mm. Em decorrência da perda de B originalmente segregado ao longo do contorno do grão, a segregação de S ao longo do contorno do grão se torna possível, fragilizando o contorno do grão. Por outro lado, nos estágios iniciais de aquecimento, o revestimento de Cr_2O_3 é formado para constituir uma barreira, de modo que o N na atmosfera não possa infiltrar facilmente no aço. Entretanto, quando o revestimento é destruído pelo aquecimento em temperatura superior a $1.200^{\circ}C$, a nitruração se torna possível e, portanto, o N é fundido em austenita em um estado de solução sólida, o que provoca o aumento da diferença entre a resistência da austenita e a da ferrita. Portanto, associado ao efeito de fragilização do contorno do grão atribuída à desboronação, a viabilidade é prejudicada, e a formação de falhas em forma de crosta é estimulada.

Os presentes inventores pesquisaram com base no conhecimento reportado acima; conseqüentemente, como uma medida de formação de falhas em forma de crosta, descobriram um método que compreende a etapa de revestir um lubrificante na superfície do material bruto, antes do aquecimento, para impedir que o ar ambiente estabeleça o máximo de contato possível com o material bruto, visando inibir a nitruração e a desboronação da superfície do material bruto. Daqui por diante, a invenção será descrita.

O primeiro aspecto da invenção é uma composição lubrificante para

usinagem de metal líquido que compreende uma pluralidade de fritas de vidro, respectivamente com diferentes pontos de amolecimento, para que os problemas acima sejam solucionados.

5 Aqui a palavra "frita de vidro" da invenção significa um vidro produzido por fusão da matéria-prima e resfriando em água ou ar, em geral é do tipo de vidro refundido ou no estado polvilhado.

10 Mais ainda, a expressão "usinagem de metal líquido" na invenção significa uma operação que consiste das etapas de: pré-aquecer um material bruto até uma temperatura elevada pré-determinada; e em seguida, realizar a usinagem do metal usando, por exemplo, uma maquinaria de processamento, como uma usina de laminação, uma máquina de forja e um extrusor, enquanto mantém em elevação a temperatura do material bruto. Portanto, a expressão "usinagem de metal líquido" da invenção é usada como uma concepção que inclui a etapa de aquecimento do material bruto e a etapa de usinagem metálica do mesmo.

15 O segundo aspecto da invenção é a composição lubrificante para usinagem de metal líquido, de acordo com o primeiro aspecto da invenção, em que dentre a dita pluralidade de fritas de vidro, ao menos uma frita de vidro possui viscosidade de 10^3 a 10^6 dPas a 1.200°C , e outra frita de vidro possui viscosidade de 10^3 a 10^6 dPas a 700°C .

20 O terceiro aspecto da invenção é a composição lubrificante para usinagem de metal líquido, de acordo com o primeiro e o segundo aspectos da invenção, em que um componente (daqui por diante citado como "agente de controle do coeficiente de fricção") é incorporado a fim de aumentar ou diminuir o coeficiente de fricção entre a peça de usinagem e as ferramentas durante a usinagem do metal.

25 O agente de controle do coeficiente de fricção age como partículas sólidas termo-resistentes que impedem o material de estabelecer um contato direto com as ferramentas, além de inibirem o aumento do coeficiente de fricção em função da gripagem. Além disso, o agente de controle do coeficiente de fricção também atua
30 como agente anti-deslizante; garante um coeficiente de fricção apropriado, evitando o

deslizamento do cilindro. Por exemplo, na etapa de laminação-perfuração da linha de produção dos tubos, o alumina, o silício e outros são dispersos em um meio pré-determinada, e o meio disperso é prótese vezes usado como agente anti-deslizante.

O quarto aspecto da invenção é a composição lubrificante para usinagem de metal líquido, de acordo com qualquer um dos aspectos primeiro a terceiro da invenção, em que um componente sólido e um componente líquido em temperatura ambiente estão incorporados, e um agente de suspensão-dispersão está incorporado no componente líquido, em cujo agente o componente sólido está suspenso de modo disperso.

A expressão "um componente sólido em temperatura ambiente" significa um componente dentre as fritas de vidro citadas acima, e um agente de controle do coeficiente de fricção, os quais são sólidos à temperatura ambiente. Por outro lado, a expressão "um componente líquido em temperatura ambiente" significa, por exemplo, água, solvente e outros, que devem ser usados para revestimento ou aspensão sobre a superfície do material bruto, um componente sólido em temperatura ambiente incorporado na composição lubrificante para usinagem de metal líquido da invenção.

Além disso, a expressão "um agente de suspensão-dispersão" da invenção significa uma substância que possui a função de dispersar ou suspender o componente em pó, como frita de vidro incorporada à composição lubrificante para a usinagem de metal líquido em meio como a água. Exemplos específicos incluem argila, pó inorgânico como bentonita e solvente orgânico, como éster de ácido acrílico.

O quinto aspecto da invenção é um método de usinagem de metal líquido que compreende a etapa de revestimento da composição lubrificante para usinagem de metal líquido, de acordo com qualquer um dos aspectos primeiro a quarto da invenção, sobre a superfície de um material bruto antes do aquecimento, de forma a solucionar os problemas acima.

Aqui, a expressão "material bruto" da presente invenção significa um metal geralmente usado para usinagem de metal líquido.

O sexto aspecto da invenção é um método para produção de tubo sem costura usando o método de usinagem de metal líquido, de acordo com o quinto aspecto da invenção.

Efeitos da Invenção

5 De acordo com o primeiro aspecto da invenção, já que a composição lubrificante para usinagem de metal líquido contém uma pluralidade de fritas de vidro, cada uma delas, respectivamente, contendo diferentes pontos de amolecimento, o lubrificante é capaz de manter a viscosidade apropriada correspondente às diferentes faixas de temperatura. Desse modo, em cada etapa da usinagem de metal líquido (isto
10 é, aquecimento/encharcamento na forno de aquecimento, a transferência da forno de aquecimento até a etapa de usinagem do metal, e a usinagem do metal (a quente) seguinte, um revestimento de suficiente pode ser formado na superfície da blindagem oca/palanquilha e assim por diante, como material bruto. Assim sendo, o contato do ar ambiente com a superfície do material bruto pode ser inibido ao máximo; impedindo
15 desta maneira a formação das falhas em forma de crosta.

Se a composição lubrificante para usinagem de metal líquido contiver apenas frita de vidro com baixo ponto de amolecimento, a composição lubrificante para usinagem de metal líquido não pode assegurar uma viscosidade adequada na faixa de temperatura elevada; e, portanto, a composição lubrificante para usinagem de metal
20 líquido se desprende da superfície do material bruto. Em decorrência deste fato, na situação onde a temperatura na superfície de aquecimento é regulada em torno da temperatura máxima, e no momento da usinagem do metal, o ar ambiente pode ser impedido de estabelecer contato com a camada da superfície do material bruto; e desse modo a formação de falhas em forma de crosta não pode ser inibida. Acompanhando o
25 lubrificante, o agente de controle do coeficiente de fricção contido na composição lubrificante para usinagem de metal líquido também se desprende. Por exemplo, quando a usinagem de metal líquido é a laminação-perfuração de uma palanquilha, a palanquilha e os cilindros provocam um deslizamento, resultando na gripagem entre os mesmos, o que é problemático.

30 Por outro lado, quando a composição lubrificante para usinagem de metal

líquido contém apenas frita de vidro com ponto de amolecimento elevado, a composição lubrificante para usinagem de metal líquido não pode impedir o ar ambiente de estabelecer contato com a superfície do material bruto na forno de aquecimento, e dessa maneira, as falhas em forma de crosta não podem ser inibidas.

5 De acordo com o segundo aspecto da invenção, já que ao menos uma frita de vidro possui viscosidade de 10^3 a 10^6 dPas a 1.200°C , mesmo quando a composição lubrificante para usinagem de metal líquido é exposta a uma faixa de temperatura elevada, pode manter a viscosidade apropriada, e dessa forma, não se desprende da superfície do material bruto. Em decorrência deste fato, na situação onde
10 a temperatura na superfície de aquecimento é regulada em torno da temperatura máxima, e no momento da usinagem do metal, o lubrificante pode impedir ao máximo que o ar ambiente estabeleça contato com a camada da superfície do material bruto; e desse modo a formação de falhas em forma de crosta pode ser inibida. Mais ainda, o agente de controle do coeficiente de fricção contido na composição lubrificante para
15 usinagem de metal líquido não se desprende da superfície do material bruto.

Além disso, outra frita de vidro possui viscosidade de 10^3 a 10^6 dPas a 700°C , de modo que o lubrificante encharca e é disseminado sobre a superfície do material bruto de forma suficiente na faixa de temperatura da forno de aquecimento, de modo a revestir a superfície do material bruto; é capaz de impedir que o ar ambiente
20 estabeleça contato com o material bruto, e assim a formação de falhas em forma de crosta pode ser inibida.

De acordo com o terceiro aspecto da invenção, dependendo do uso da composição lubrificante para usinagem de metal líquido, adicionando-se uma substância para reduzir ou incrementar o coeficiente de fricção, a composição lubrificante para
25 usinagem de metal líquido da presente invenção pode ser aplicada em larga escala.

De acordo com o quarto aspecto da invenção, já que o componente sólido está suspenso na forma de dispersão no líquido, é possível revestir ou aspergir a composição lubrificante para usinagem de metal líquido de propriedades homogêneas sobre a superfície do material bruto. Além disso, não é necessário fornecer um
30 misturador ao tanque reservatório da composição lubrificante para usinagem de metal

líquido. Como complemento, o agente de suspensão-dispersão oferece como vantagem, na operação de revestimento em temperatura ambiente, a aceleração da composição lubrificante para usinagem de metal líquido sobre a superfície do material bruto, e impedindo que a composição lubrificante se desprenda.

5 De acordo com o quinto aspecto da invenção, é possível fornecer um método de usinagem de metal líquido, em que durante a usinagem de metal líquido, o contato do ar ambiente com a camada da superfície do material bruto seja evitado ao máximo, de modo a inibir a formação de falhas em forma de crosta.

De acordo com o sexto aspecto da invenção, é possível fornecer um
10 método de produção de tubo sem costura, em que durante o aquecimento no forno ou na laminação-perfuração, o contato do ar ambiente com a camada da superfície da palanquilha e/ou blindagem oca seja evitado ao máximo, de modo a inibir a formação de falhas em forma de crosta.

Os ditos efeitos e vantagens da invenção tornar-se-ão visíveis a partir do
15 melhor modo de conduzir a invenção, o que será descrito a seguir.

Breve Descrição dos Desenhos

A Figura 1 é um gráfico que mostra um resultado da pesquisa referente ao teor de N (nitrogênio) e B (boro) da uma peça de teste de aço inoxidável duplo na direção da profundidade a partir da camada da superfície, na situação onde a
20 temperatura do forno e o tempo de permanência da mesma são variados; e

A Figura 2 é um fluxograma que mostra um exemplo para o método de usinagem de metal líquido da presente invenção.

Melhores Maneiras para Executar a Invenção

O primeiro modo da presente invenção é uma composição lubrificante
25 para usinagem de metal líquido que compreende uma pluralidade de fritas de vidro, cada uma delas, respectivamente, com diferentes pontos de amolecimento. A expressão "frita de vidro" significa um tipo de vidro produzido por meio das etapas de: misturar um componente de vidro individual antecipadamente e fundir a mistura; em seguida resfriá-la na água ou atmosfera. Quando um componente inorgânico é usado,
30 como uma frita de vidro, comparando-se com a situação onde componentes individuais

são fornecidos como um dos componentes da composição lubrificante para usinagem de metal líquido, o ponto de fusão do componente inorgânico é reduzido a partir daqueles dos outros componentes individuais, em decorrência da mistura-fusão preliminar, e a reação eutética causada desta forma; portanto, a frita de vidro pode existir de modo estável como um agente anti-gripagem. Mais ainda, na situação onde a água e/ou água cristalina são incluídas em cada componente, se os componentes forem o que são, o revestimento lubrificante tende a descamar devido à fervura quando são aquecidos; entretanto, processando estes componentes individuais para a forma de uma frita, não há preocupações quanto ao descamamento devido à fervura e daí por diante.

Daqui por diante, cada componente contido na composição lubrificante para usinagem de metal líquido será descrito.

(Frita de vidro)

<Primeira frita de vidro>

Uma primeira frita de vidro contida na composição lubrificante para usinagem de metal líquido da presente invenção é uma frita de vidro dotada de ponto de amolecimento elevado. Por meio da primeira frita de vidro, quando a temperatura no forno de aquecimento-encharcamento está em torno da temperatura máxima (por exemplo, 1.200 a 1.300°C), e quando o material bruto está submetido à temperatura elevada em decorrência do calor gerado pela usinagem de metal líquido e pelo calor de fricção, o lubrificante possui uma viscosidade apropriada; dessa forma, encharca e se dissemina por toda a superfície do material bruto. Portanto, em temperatura elevada, já que o lubrificante reveste a superfície do material bruto, o contato do ar ambiente com a superfície do material bruto pode ser inibido ao máximo; e assim, a formação de falhas em forma de crosta pode ser inibida. Além disso, pela primeira frita de vidro, a perda do agente de controle do coeficiente de fricção descrita abaixo a partir da superfície do material bruto pode ser inibida, de modo que a composição lubrificante pode manter um estado de lubrificação adequado no momento da usinagem de metal líquido.

Na circunstância onde a primeira frita de vidro citada acima não está contida na composição lubrificante para usinagem de metal líquido da invenção, no âmbito da faixa de temperatura elevada citada acima, o lubrificante não possui a

viscosidade necessária para aderir à superfície do material bruto. Devido a este fato, a composição lubrificante para usinagem de metal líquido escorre da superfície do material bruto, e desta forma se desprende da mesma, de modo que o ar ambiente estabelece um contato desimpedido com a superfície do material bruto. Além disso, o agente de controle do coeficiente de fricção contido na composição lubrificante para usinagem de metal líquido também se desprende; portanto, a composição lubrificante não pode executar a função exigida pela presente invenção. Por exemplo, quando a usinagem de metal líquido é a laminação-perfuração para a produção de tubos, durante a laminação-perfuração uma palanquilha e os cilindros derrapam entre si, o que resulta na gripagem entre eles; além disso, após a laminação-perfuração, são formadas falhas em forma de crosta na superfície da blindagem oca.

O ponto de amolecimento da primeira frita de vidro não está especificamente limitado; a viscosidade está, preferencialmente, na faixa de 10^3 a 10^6 dPas a 1.200°C . A temperatura " 1200°C " é equivalente à temperatura máxima de aquecimento durante a usinagem de metal líquido do aço, e a temperatura do material bruto durante a usinagem de metal líquido. Ajustando em 10^3 dPas o limite inferior de viscosidade, o escorrimento da composição lubrificante para usinagem de metal líquido em temperatura elevada a partir da superfície do material bruto pode ser inibida. Por outro lado, ajustando para 10^6 dPas o limite superior de viscosidade, a perda da composição lubrificante para usinagem de metal líquido a partir da superfície do material bruto em temperatura elevada pode ser inibida.

O diâmetro médio de partícula da primeira frita de vidro não é particularmente limitado; a fim de fazer com que a primeira frita de vidro seja suspensa em forma de dispersão no lubrificante de forma estática e estável durante o armazenamento e, em vista do revestimento uniforme da superfície do material bruto, o diâmetro é de, preferencialmente, $25\mu\text{m}$ ou inferior.

Na invenção, o material para formar a primeira frita de vidro não é particularmente limitado; os exemplos podem incluir frita de vidro que contém 60 a 70% de massa de SiO_2 , 5 a 20% de massa de Al_2O_3 , 0 a 20% de massa de CaO , assim como, opcionalmente, contém MgO , ZnO , K_2O e assim por diante.

< Segunda frita de vidro >

Uma segunda frita de vidro contida na composição lubrificante para usinagem de metal líquido da presente invenção é uma frita de vidro dotada de ponto de amolecimento inferior ao da primeira frita de vidro. Pela segunda frita de vidro, na
5 situação onde a temperatura no forno de aquecimento-encharcamento é relativamente baixa (por exemplo, 400 a 800°C), o lubrificante possui uma viscosidade adequada, o que permite ao lubrificante encharcar e disseminar por toda a superfície do material bruto. Portanto, no forno de aquecimento-encharcamento, na medida em que o
10 lubrificante reveste a superfície do material bruto, o contato entre a superfície do material bruto e o ar ambiente é restringido ao máximo, e dessa forma a formação de falhas em forma de crosta é inibida.

Quando a segunda frita de vidro citada acima não está contida na composição lubrificante para usinagem de metal líquido da invenção, no forno de aquecimento-encharcamento, o lubrificante não pode revestir a superfície do material
15 bruto. Portanto, o efeito supracitado de se evitar ao máximo o contato do ar ambiente com a superfície do material bruto não pode ser obtido.

O ponto de amolecimento da primeira frita de vidro não é particularmente limitada; a viscosidade está, preferencialmente, na faixa de 10^3 a 10^6 dPas a 700°C. A temperatura “700 °C” é planejada para ser inferior à faixa média de temperatura no
20 forno de aquecimento para aquecer o material bruto. Ajustando em 10^3 dPas o limite inferior de viscosidade, o escorrimento da composição lubrificante para usinagem de metal líquido da superfície do material bruto pode ser inibida no forno de aquecimento-encharcamento. Nesse ínterim, ajustando para 10^6 dPas o limite superior de viscosidade, é possível inibir a perda da composição lubrificante para usinagem de
25 metal líquido no forno de aquecimento-encharcamento a partir da superfície do material bruto.

O diâmetro médio de partícula da segunda frita de vidro não é particularmente limitado; a fim de fazer com que a segunda frita de vidro seja suspensa em forma de dispersão no lubrificante de forma estática e estável durante o
30 armazenamento e, em vista do revestimento uniforme da superfície do material bruto, o

diâmetro é de, preferencialmente, 25 μ m ou inferior.

Na invenção, o material para formar a segunda frita de vidro não é particularmente limitado; os exemplos podem incluir uma frita de vidro que contém 40 a 60% de massa de SiO₂, 0 a 10% de massa de Al₂O₃, 20 a 40% de massa de B, 0 a 10% de massa de ZnO, 5 a 15% de massa de Na₂O, assim como, opcionalmente, contém CaO, K₂O e assim por diante.

(Agente de controle do coeficiente de fricção)

O agente de controle do coeficiente de fricção na presente invenção é um componente que é adicionado à composição lubrificante para usinagem de metal líquido, dependendo do uso pretendido para a composição lubrificante para usinagem de metal líquido, de modo a incrementar ou reduzir o coeficiente de fricção entre a peça de usinagem a ser usinada plasticamente e as ferramentas.

Exemplos de componentes que elevam o coeficiente de fricção da composição lubrificante para usinagem de metal líquido podem ser o alumina (Al₂O₃) e o silício (SiO₂). Ainda, exemplos de componentes que reduzem o coeficiente de fricção da composição lubrificante para usinagem de metal líquido podem ser denominados "lubrificantes sólidos" portadores de uma estrutura em camada, como o grafite e a mica.

Já que o agente de controle do coeficiente de fricção da invenção se destina a ajustar o coeficiente de fricção da composição lubrificante para usinagem de metal líquido, normalmente, a expressão "modificador de fricção" descreve com propriedade a natureza deste componente aditivo. Entretanto, a expressão "modificador de fricção" (FM) tem sido amplamente empregada para representar uma concepção geral de onde está a substância lubrificante aditiva (por exemplo, MoDTC como um FM de série de metal orgânico, uma amina de éster contendo uma cadeia alquila longa como um FM sem resíduo, etc.), que reduzem o coeficiente de fricção através da adsorção na superfície metálica e inibindo o contato direto entre metais opostos. Dessa forma, nesta especificação, a expressão "agente de controle do coeficiente de fricção" é usada de forma evidente. Em complemento à concepção do supracitado "modificador de fricção usado com a finalidade de reduzir o coeficiente de

fricção entre a peça de usinagem e as ferramentas, a expressão "agente de controle do coeficiente de fricção" na presente invenção indica uma extensão variação da concepção, incluindo-se: o grafite usado para a mesma finalidade; o lubrificante sólido dotado de uma estrutura em camada tais como micas variadas; e ainda, pó que deve ser
5 usado para elevar o coeficiente de fricção entre a peça de usinagem e as ferramentas, tais como alumina e silício.

(Agente de suspensão-dispersão)

O agente de suspensão-dispersão na presente invenção é uma substância que possui uma função para dispersar ou suspender o componente em pó, como frita de
10 vidro incorporada à composição lubrificante para a usinagem de metal líquido em meio como a água. Exemplos específicos incluem argila, pó inorgânico como bentonita e solvente orgânico, como éster de ácido acrílico. Face à inibição da produção de gás no forno de aquecimento-encharcamento, em lugar do solvente orgânico, a argila e pós-inorgânicos como bentonita são preferencialmente usados.

15 O exemplo da argila pode ser aquele que contém cerca de 55% de massa de SiO_2 , cerca de 30% de massa de Al_2O_3 , cerca de 11% de Igloss, e opcionalmente contém Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O e outros componentes de menor peso. O exemplo da bentonita pode ser aquele que contém cerca de 60% de massa de SiO_2 , cerca de 15% de massa de Al_2O_3 , cerca de 17% de Igloss, e opcionalmente contém
20 Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O e outros componentes de menor peso.

A composição lubrificante para usinagem de metal líquido da invenção pode ser revestida ou aspergida de modo uniforme sobre a superfície do material bruto sólido, já que o componente sólido está suspenso de forma dispersa no líquido devido ao agente de suspensão-dispersão. Além disso, o tanque reservatório para conservação da
25 composição lubrificante para usinagem de metal líquido dispensa o misturador. Ainda mais, durante a operação de revestimento em temperatura ambiente, o agente de suspensão-dispersão permite que a composição lubrificante para usinagem de metal líquido seja espalhada sobre a superfície do material bruto, e inibe a perda da composição lubrificante.

30 (Outros componentes)

É possível adicionar outros componentes à composição lubrificante para usinagem de metal líquido da presente invenção, além dos componentes individuais descritos acima, dependendo das intenções de uso. Os exemplos específicos de outros componentes incluem: para aprimoramento da revestibilidade, diversos eletrólitos
5 inorgânicos como 0,5 partes de nitrito de sódio, e um regulador de viscosidade como um aglutinante orgânico; e um composto inorgânico para ajuste de pH.

(Método de usinagem de metal líquido)

O segundo modo da presente invenção é um método de usinagem de metal líquido, o qual compreende a etapa de revestimento da composição lubrificante
10 supra para usinagem de metal líquido sobre a superfície de um material bruto não aquecido. A Figura 2 é um fluxograma que mostra um exemplo do método de usinagem de metal líquido da presente invenção. Na primeira etapa S1, a superfície do material bruto é revestida de modo uniforme com a composição lubrificante para usinagem de metal líquido do primeiro modo da invenção, através do revestimento por
15 escovação ou revestimento por aspersão. Na segunda etapa S2 a continuação, o material bruto, em cuja superfície a composição lubrificante para usinagem de metal líquido é revestida de modo uniforme, é fornecido ao forno de aquecimento ou forno-poço e mantido em uma temperatura pré-determinada por um período pré-determinado. Conforme necessário, o período de aumento do aquecimento deve ser controlado.
20 Quando o material bruto for o aço inoxidável ou aço de alta liga, a máxima temperatura do forno é ajustada na faixa entre 1.200°C e 1.300°C. Em seguida, na terceira etapa, o material bruto citado acima no forno de aquecimento ou forno-poço é retirado para que o material bruto aquecido seja usinado plasticamente na quarta etapa seguinte S4.

A característica do método de usinagem de metal líquido do segundo
25 modo da invenção é, na primeira etapa S1, revestir de modo uniforme a superfície do material bruto com a composição lubrificante para a usinagem de metal líquido do primeiro modo da invenção. Mais ainda, através de uma pluralidade de fritas de vidro contidas na composição lubrificante para usinagem de metal líquido, e sendo cada uma delas, respectivamente, dotada de diferentes pontos de amolecimento, o lubrificante
30 pode manter uma viscosidade adequada apesar da mudança de temperatura ao longo da

segunda etapa S2 até a quarta etapa S4; através do revestimento constante da superfície do material bruto, o contato do ar ambiente com a superfície do material bruto pode ser inibido o máximo possível. Além disso, em decorrência do revestimento citado, a perda do agente de controle do coeficiente de fricção contido na composição lubrificante para usinagem de metal líquido também pode ser inibida, na etapa de usinagem de metal líquido S4, o método pode alcançar o efeito onde a presente invenção exige.

(Método para produção de tubo sem costura)

O terceiro modo da presente invenção é um método para produção de tubo sem costura usando o método de usinagem de metal líquido supracitado. Em primeiro lugar, uma palanquilha é fornecida, em que a palanquilha pode ser obtida cortando-se uma barra de fundição, e sua seção transversal é circular, produzida através de uma linha de fundição contínua até um comprimento pré-determinado, ou pode ser formado em um tamanho pré-determinado de formato cilíndrico através de uma linha de forja.

A composição lubrificante para usinagem de metal líquido reveste de modo uniforme a superfície da palanquilha da primeira etapa S1; e em seguida o aquecimento da palanquilha é executado no forno de aquecimento (ou forno-poço) por um período pré-determinado (etapa S2). Em seguida a esta etapa, a palanquilha aquecida é retirada do forno (etapa S3), e a palanquilha é tratada com uma usinagem de metal líquido pré-determinada através do laminador de laminação-perfuração, de modo a se tornar uma blindagem oca. Posteriormente, a blindagem oca se transforma em um tubo sem costura acabado por meio de processos de laminação-estiramento e dimensionamento.

EXEMPLOS

Usando uma linha de produção efetiva de tubo sem costura dotada de um forno de aquecimento e um laminador de laminação-perfuração, o teste de avaliação pode ser executado.

(1) Peça de teste para avaliação

Material: (1) aço inoxidável duplo e aço de Ni elevado para tubo de poço de petróleo

(2) Condição de aquecimento no forno:

Aço inoxidável duplo: a 1.280°C por 4 horas

Aço de níquel elevado para tubo de poço de petróleo a 1.220°C por 4 horas

5 (3) Condição de laminação-perfuração:

Formato da palanquilha: 220 mm ϕ (diâmetro externo)

Formato após a laminação: 245 mm (diâmetro externo) x 20 mm (espessura) x 8.000 mm (comprimento)

(4) Revestimento do lubrificante: diversos lubrificantes para avaliação
10 ajustada de acordo com a composição pré-determinada, na forma apresentada na Tabela 1 foram respectiva e uniformemente revestidos em cada superfície da palanquilha após o aquecimento. É preciso observar que, na Tabela 1, "agente anti-deslizante" significa um componente dentre os agentes controladores do coeficiente de fricção que agem de modo a elevar o coeficiente de fricção; como um exemplo específico do mesmo, foi
15 usada uma mistura de alumino e silício. Também foi usada argila como agente de suspensão-dispersão na Tabela 1. Uma massa total de componentes sólidos na forma de 60 partes por massa, a qual inclui o agente anti-deslizante, frita de vidro com baixo ponto de amolecimento, frita de vidro com ponto de amolecimento elevado e um agente de dispersão-suspensão, foram suspensos de forma dispersa em 40 partes por massa de
20 água para totalizar 100 partes por massa, compondo desta forma um lubrificante para análise.

(5) Item para análise: presença ou ausência de deslizamento do cilindro no momento da laminação-perfuração, falha de gripagem após a laminação-perfuração e falhas em forma de crosta após a laminação-perfuração foram avaliadas. O lubrificante
25 que é considerado como aquele que satisfaz o nível disponível da linha de produção atual é assinalado como "o", o que é considerado como aquele não satisfaz o nível disponível para a linha de produção atual é assinalado como "x".

Os resultados obtidos desta forma são mostrados na Tabela 1.

30 De acordo com os Exemplos, os seguintes pontos ficaram evidentes:

Quando foi empregado um lubrificante, em que a frita de vidro dotada de um baixo ponto de amolecimento foi apenas misturada (Exemplo comparativo 1), e quando a temperatura no forno de aquecimento atingiu a faixa máxima de temperatura (1.200 a 1.300°C), a frita de vidro do lubrificante foi fundida. Na dita circunstância, a viscosidade do lubrificante é extremamente baixa, de modo que o lubrificante escorre da superfície da palanquilha, e o agente de controle do coeficiente de fricção, como a alumina contida no lubrificante, escorre simultaneamente da superfície da palanquilha. Como resultado, já que não houve um resíduo efetivo de lubrificante na superfície da palanquilha no momento da laminação-perfuração a seguir, os cilindros e uma palanquilha derrapam entre si, e desta forma admite-se que a laminação-perfuração se torne impossível.

Por outro lado, quando foi empregado outro lubrificante em que a frita de vidro dotada de ponto de amolecimento foi apenas misturada (Exemplo comparativo 2), devido à função do agente de suspensão, embora a porção sólida (componente em pó: agente de controle do coeficiente de fricção) no lubrificante tenha aderido à superfície da palanquilha, dentro da faixa de temperatura média a baixa do forno, o lubrificante não possui viscosidade suficiente, de modo que o revestimento não pode ser formado na superfície da palanquilha. Portanto, presume-se que neste intervalo o ar ambiente estabelece livremente contato com a superfície da palanquilha, e dessa forma são produzidas falhas em forma de crosta.

No caso onde uma palanquilha foi fornecida ao forno de aquecimento sem revestimento do lubrificante, e daí por diante, a laminação-perfuração foi executada (Exemplo comparativo 3); embora não se tenha observado derrapagem do cilindro no momento da laminação-perfuração, a falha de gripagem, que é de difícil correção, foi observada. Se o lubrificante não for usado, durante a laminação-perfuração em particular, os cilindros do disco e a superfície circunferente da blindagem oca são severamente emperradas; assim, presume-se que falhas de difícil correção são produzidas.

Por outro lado, quando foi usado o lubrificante da presente invenção em que as fritas de vidro com baixo ponto de amolecimento e ponto de amolecimento

elevado foram misturadas, o lubrificante pode apresentar uma viscosidade adequada através da frita de vidro de baixo ponto de amolecimento dentro da faixa de temperatura de baixa a média no forno de aquecimento, o lubrificante foi revestido sobre a superfície da palanquilha para inibir ao máximo o contato do ar ambiente com a superfície da palanquilha. Ainda, dentro da faixa de temperatura elevada no forno de aquecimento e na laminação-perfuração posterior, o lubrificante pode manter a viscosidade adequada através da frita de vidro de ponto de amolecimento elevado, e o lubrificante foi revestido na superfície da palanquilha/ blindagem oca de modo a inibir ao máximo o contato do ar ambiente com a superfície da palanquilha. É deste modo que a produção de falhas em forma de crosta pode ser inibidas. Ainda mais, frita de vidro com ponto de amolecimento elevado ou frita de vidro com baixo ponto de amolecimento foram fundidas em sequência, correspondendo a cada faixa de temperatura, de modo que o agente de controle do coeficiente de fricção no lubrificante não se desprende da superfície da palanquilha. Como consequência, não ocorreu derrapagem do cilindro durante a laminação-perfuração, e também não ocorreu gripagem entre os cilindros guia e a palanquilha/blindagem oca.

A descrição acima representa a presente invenção associada às suas modalidades mais práticas e preferenciais. Entretanto, a invenção não se limita às modalidades descritas nesta especificação. Assim, a invenção pode sofrer variações desde que a variação não se oponha à matéria objeto e à concepção da invenção, que pode ser entendida a partir do teor completo da especificação. É preciso compreender que a composição lubrificante para usinagem de metal líquido e o método de usinagem de metal líquido usando a mesma com a dita alternância estão inseridos no escopo técnico da invenção.

(Tabela 1)

	Componentes da composição lubrificante para usinagem de metal líquido					Avaliação		
	Agente de controle do coeficiente de atrito	Frita de vidro de baixo amolecimento	Frita de vidro de amolecimento elevado	Agente de dispersão - suspensão	Água	Derrapagem do cilindro	Falha de gripagem	Falha em forma de crosta
Exemplo	o	o	o	o	o	o	o	o
Exemplo Comparativo 1	o	o	-	o	o	laminação impossível	avaliação impossível	avaliação impossível
Exemplo comparativo 2	o	-	o	o	o	o	o	x
Exemplo comparativo 3	Sem revestimento da composição lubrificante					o	x	observação impossível

REIVINDICAÇÕES

1. Composição lubrificante para usinagem de metal líquido, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende uma pluralidade de fritas de vidro, cada uma delas, respectivamente, com diferentes pontos de amolecimento.

5 2. Composição lubrificante para usinagem de metal líquido, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dentre a dita pluralidade de fritas de vidro, ao menos uma frita de vidro possui viscosidade de 10^3 a 10^6 dPas a 1.200°C, e outra frita de vidro possui viscosidade de 10^3 a 10^6 dPas a 700°C.

10 3. Composição lubrificante para usinagem de metal líquido, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que um agente de controle do coeficiente de fricção é incorporado a fim de aumentar ou diminuir o coeficiente de fricção entre a peça de usinagem e as ferramentas durante a usinagem do metal.

15 4. Composição lubrificante para usinagem de metal líquido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que um componente sólido e um componente líquido em temperatura ambiente estão incorporados, e um agente de suspensão-dispersão está incorporado no dito componente líquido, em cujo agente o componente sólido está suspenso de modo
20 disperso.

5. Método de usinagem de metal líquido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende a etapa de revestimento da composição lubrificante para usinagem de metal líquido sobre a superfície de um material bruto antes do aquecimento.

25 6. Método para produção de tubo sem costura usando o método de usinagem de metal líquido, de acordo com a reivindicação 5.

Fig. 1

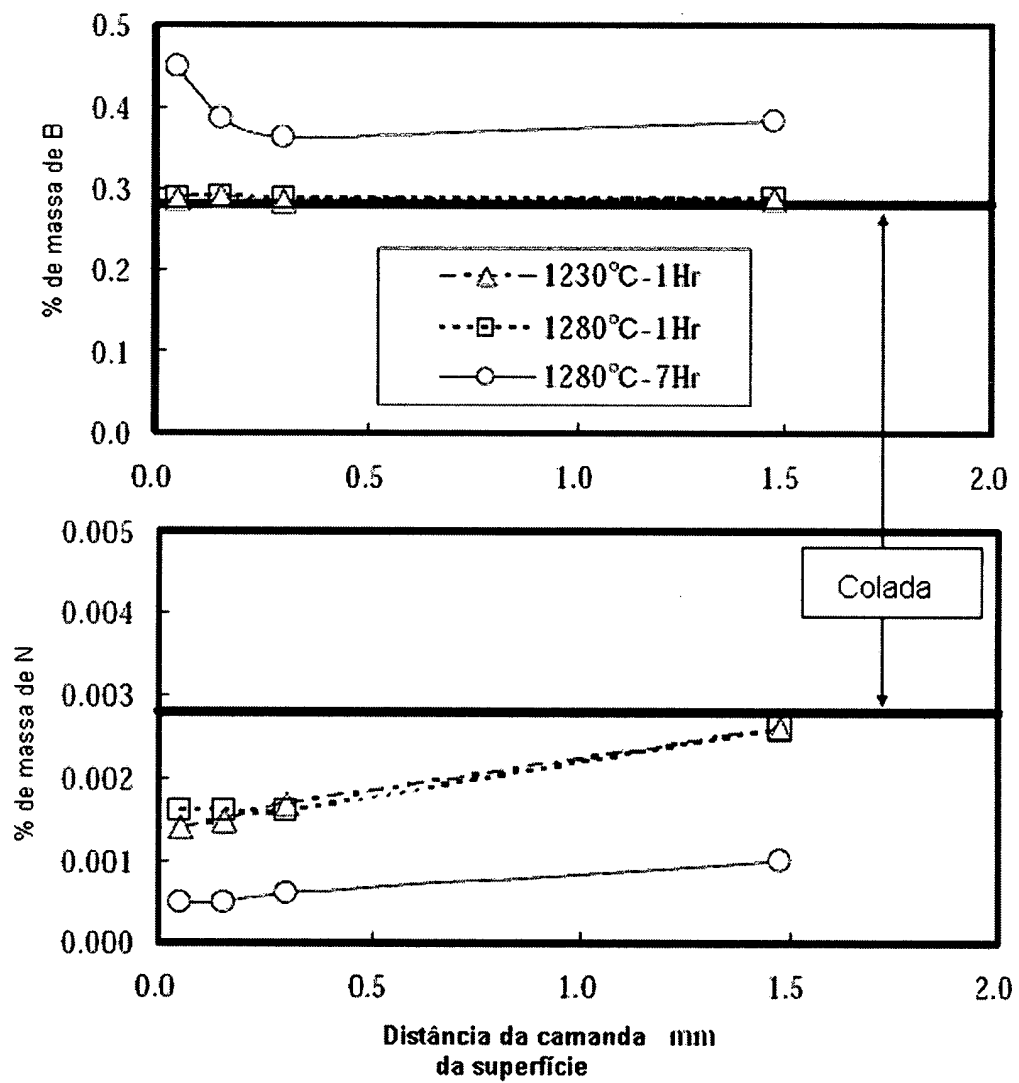
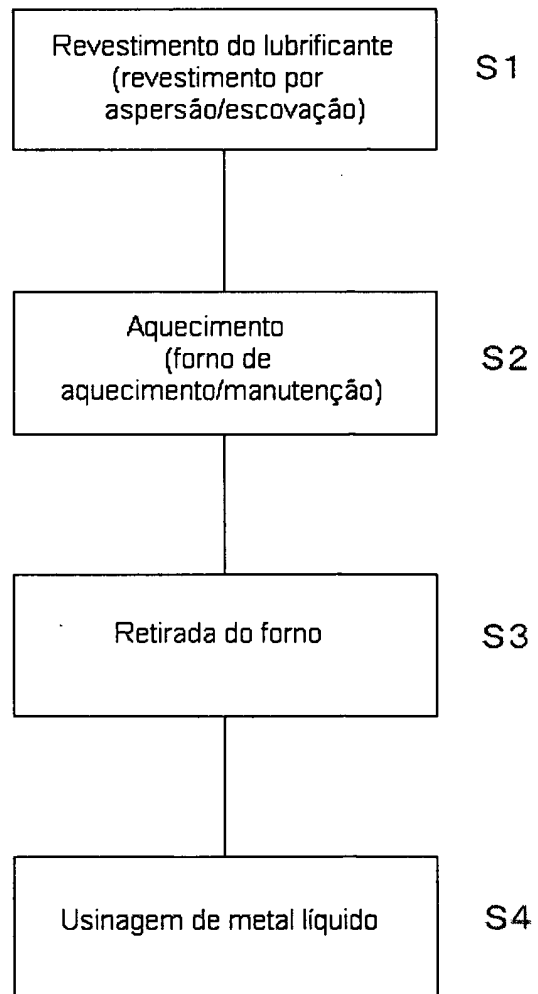


Fig. 2



RESUMO

“COMPOSIÇÃO LUBRIFICANTE PARA USINAGEM DE METAL LÍQUIDO, MÉTODO DE USINAGEM DE METAL LÍQUIDO E MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE TUBO SEM COSTURA USANDO O MÉTODO DE USINAGEM DE METAL LÍQUIDO”

Trata-se de fornecer uma composição lubrificante destinada à usinagem de metal líquido que seja capaz de impedir a formação de falhas na superfície de materiais que serão fornecidos para usinagem em metal líquido, assim como fornecer um método de usinagem de metal líquido. A invenção fornece uma composição lubrificante para usinagem de metal líquido compreendendo uma pluralidade de fritas de vidro, cada uma delas, respectivamente, com diferentes pontos de amolecimento.