

Introdução

O corte de materiais é uma das mais importantes etapas na cadeia dos aços. Tanto as chapas prontas devem ser cortadas em peças para seu destino final, como as sucatas devem ser cortadas em peças de menores dimensões para facilitar seu processamento posterior. Podemos dividir os cortes em:

- Mecânicos: Corte por cisalhamento através de guilhotinas, tesouras ou similares e por remoção de cavacos através de serras ou usinagem.
- Por fusão do metal: Corte através da fusão de uma fina camada do material utilizando-se uma fonte de calor que pode ser um arco elétrico, plasma ou maçarico.
- Por combinação de fusão e vaporização. Processos de corte que utilizam o princípio da concentração de energia como característica principal de funcionamento, não importando se a fonte de energia é química, mecânica ou elétrica. Enquadram-se neste grupo o corte por jato d'água de elevada pressão, LASER e algumas variantes do processo plasma.
- Por reação química: Corte combinado envolvendo os seguintes mecanismos: aquecimento através de chama e reações exotérmicas, seguido de oxidação do metal e posterior expulsão através de jato de O₂. Ex. corte oxi-combustível, o oxicorte.

De todos estes métodos, há uma particular preferência pelo oxicorte devido a ser o processo mais barato de implementar, com equipamentos mais simples, com a maior facilidade de treinamento do operador e, particularmente na faixa de espessuras maiores que 30 mm, ser o processo que propicia o menor custo por metro cortado.

Definição do Oxicorte

Pode-se definir o oxicorte como “um processo de seccionamento de metais pela combustão localizada e contínua devido à ação de um jato de O₂ de elevada pureza, agindo sobre um ponto previamente aquecido por uma chama oxi-combustível”.

Princípio de operação

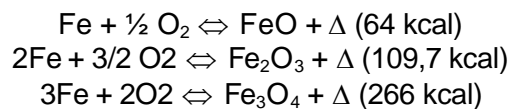
Na temperatura ambiente e na presença de O₂, o ferro se oxida lentamente. À medida que a temperatura se eleva, esta oxidação se acelera, tornando-se praticamente instantânea a 1350°C. Nesta temperatura, chamada de temperatura de oxidação viva, o calor fornecido pela reação é suficiente para liquefazer o óxido formado e realimentar a reação. O óxido no estado líquido se escoar, expulso pelo jato de O₂, permitindo o contato do ferro devidamente aquecido com O₂ puro, o que garante a continuidade ao processo.

O processo baseia-se no aquecimento localizado feito com um maçarico especial de corte. Ao atingir a temperatura de oxidação viva segue-se a injeção de O₂ através do orifício central do bico de corte fixado no maçarico.

As condições básicas para a ocorrência do oxicorte são as seguintes:

- a temperatura de início de oxidação viva deve ser inferior à temperatura de fusão do metal.
- a reação deve ser suficientemente exotérmica para manter a peça na temperatura de início de oxidação viva.
- os óxidos formados devem ser líquidos na temperatura de oxicorte facilitando seu escoamento para possibilitar a continuidade do processo.
- o material a ser cortado deve ter baixa condutividade térmica.
- os óxidos formados devem ter alta fluidez.

O ferro em seu estado metálico é instável, tendendo a se reduzir para o estado de óxido. No processo de corte esta reação é acelerada, havendo um considerável ganho exotérmico. As reações do ferro puro com o O₂ são as seguintes:



No processo, a chama oxi-combustível tem a função de aquecimento do metal. Regula-se a chama no maçarico, inicia-se o aquecimento da região a ser cortada por uma borda ou faz-se uma perfuração na chapa. Quando o material em volta deste ponto inicial estiver na temperatura adequada, abre-se a válvula do O₂ de corte e inicia-se o deslocamento do maçarico, o que inicia o processo.

Gases utilizados no processo

Para a obtenção da chama oxi-combustível, são necessários pelo menos 2 gases, sendo um deles o oxidante (O₂) e o outro o combustível, podendo este ser puro ou mistura com mais de um gás combustível.

Oxigênio (O₂)

É o gás mais importante para os seres vivos, existindo na atmosfera em cerca de 21% em volume ou 23% em massa. É inodoro, incolor, não tóxico e mais pesado que o ar (peso atômico: 31,9988 g/mol), tem uma pequena solubilidade na água e álcool. O O₂ por si só não é inflamável porém sustenta a combustão, reagindo violentamente com materiais combustíveis, podendo causar fogo ou explosões. No processo oxicorte o O₂ faz as funções de oxidação e expulsão dos óxidos fundidos.

Gases combustíveis para a chama de pré-aquecimento

São vários os gases combustíveis que podem ser utilizados para ignição e manutenção da chama de aquecimento. Entre estes podemos citar: acetileno, propano, propileno, hidrogênio, GLP e até mesmo mistura destes.

A natureza do gás combustível influi na temperatura da chama, no consumo de O₂ e conseqüentemente no custo final do processo. Na figura 1 é mostrada a combustão de

diferentes gases combustíveis, podendo se ver na abscissa o volume de O₂ consumido para a combustão completa e na linha das ordenadas a temperatura máxima atingida.

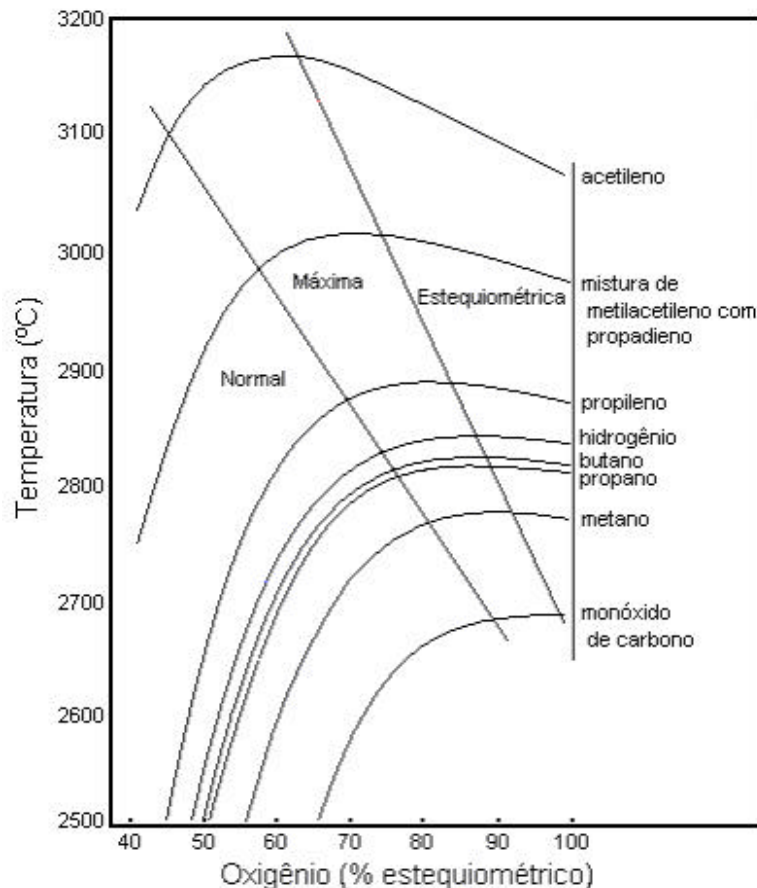


Figura 1 - Curvas estequiométricas de diversos combustíveis.

No Brasil é mais usual a utilização dos gases acetileno ou GLP.

Acetileno (C₂H₂)

Entre os diversos combustíveis gasosos, o acetileno é o de maior interesse industrial por possuir a maior temperatura de chama (3.160 °C) devido, entre outros fatores, a este hidrocarboneto possuir maior percentual em peso de carbono comparativamente aos demais gases combustíveis. É um gás estável a temperatura e pressão ambiente, porém não se recomenda seu uso com pressões superiores a 1,5 kg/cm², onde o gás pode decompor-se explosivamente. É inodoro e por esta razão leva um aditivo que possibilita sua detecção olfativa em caso de vazamento.

GLP (C₃H₈ + C₄H₁₀)

O Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) no Brasil tem como composição quase que totalmente uma mistura de 2 gases: propano e butano que são hidrocarbonetos

saturados. O GLP é incolor e inodoro quando em concentrações abaixo de 2% no ar. Também leva aditivos que possibilitam detectar olfativamente sua presença na atmosfera. É um gás 1.6 vezes mais pesado que o ar, sendo utilizado como combustível para queima em fornos industriais, aquecimento e oxicorte.

Como pode ser visto na figura 1, os diferentes gases apresentam diferentes temperaturas máximas de chama, e cada uma delas atingida com um dado volume consumido de O₂ para a combustão completa do gás.

A seleção do gás combustível deve levar em conta diversos os seguintes fatores [1,2,3]:

- Espessura.
- Tempo requerido no pré-aquecimento para o início da operação.
- Quantidade de inícios de corte na borda ou perfurações no meio necessárias na operação.
- Custo e forma de fornecimento do gás combustível (cilindros, tanques ou tubulação).
- Custo do O₂ requerido para a combustão completa.
- Possibilidade de utilização do combustível em outras operações como soldagem, aquecimento ou brasagem entre outras.
- Segurança no transporte e utilização do produto.

Equipamentos

Em sua configuração mais simples, uma estação de trabalho deve ter no mínimo os seguintes equipamentos para execução do processo:

- Um cilindro ou instalação centralizada para gás combustível.
- Um cilindro ou instalação centralizada para o O₂.
- Duas mangueiras de alta pressão para condução dos gases, podendo ser três se utilizar maçarico com entradas separadas para o O₂ de corte e o de aquecimento.
- Um maçarico de corte.
- Um regulador de pressão para O₂, podendo ser dois nos casos de maçarico com 2 entradas de O₂.
- Um regulador de pressão para o gás combustível.
- Dispositivos de segurança (válvulas unidirecionais e anti-retrocesso de chama).

A figura 2 mostra esquematicamente a instalação de uma estação de trabalho para corte manual [4].

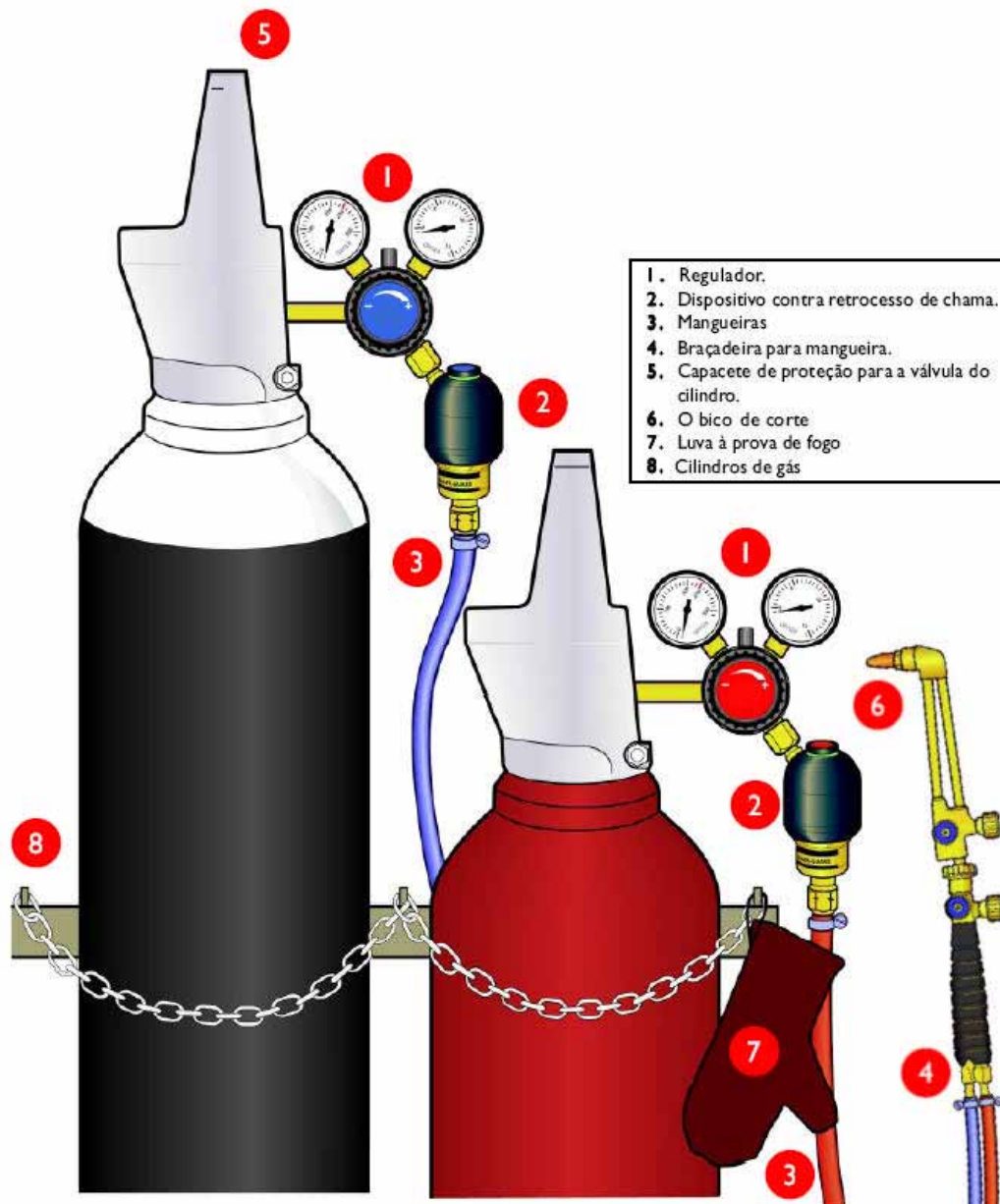


Figura 2 – Configuração mínima para o corte oxi-combustível manual

Maçarico de corte

O maçarico de oxicorte é o equipamento que mistura o gás combustível com o O₂ de aquecimento para a peça na proporção correta para a chama, além de direcionar também o jato de O₂ de alta velocidade para o bico de corte.

Este equipamento se consiste de uma série de tubos de gás e válvulas de controle de fluxo dos gases e suporte para a fixação do bico de corte. A figura 3 mostra o esquema um maçarico de corte automático.

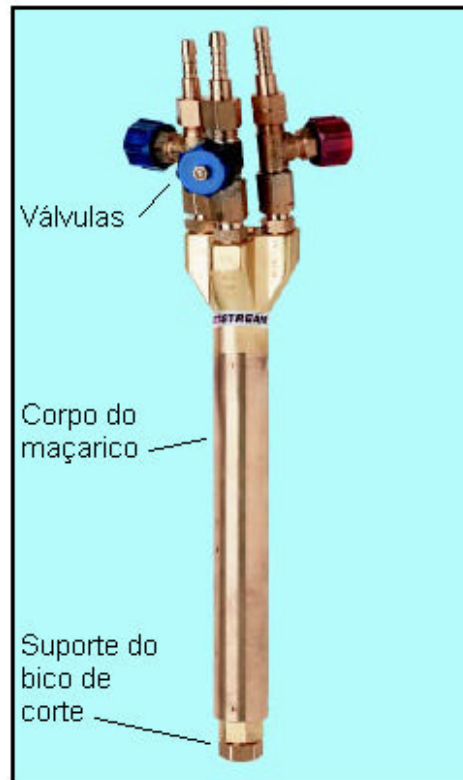


Figura 3 - Maçarico de corte

Tipos de maçaricos

Os maçaricos de corte podem ter o bico de corte montado a 90° em relação à sua base para os processos manuais ou serem retos para acoplamento em máquinas de corte automáticas.

Existem também os maçaricos manuais combinados, que são utilizados em locais ou setores onde existe uma alternância entre operações de corte e soldagem tais como oficinas de manutenção. Neste caso acopla-se a um maçarico de soldagem um dispositivo de corte composto por uma câmara de mistura, sistema de separação e válvula para controle do O₂ de corte. Exemplo de um maçarico combinado é mostrado na figura 4.

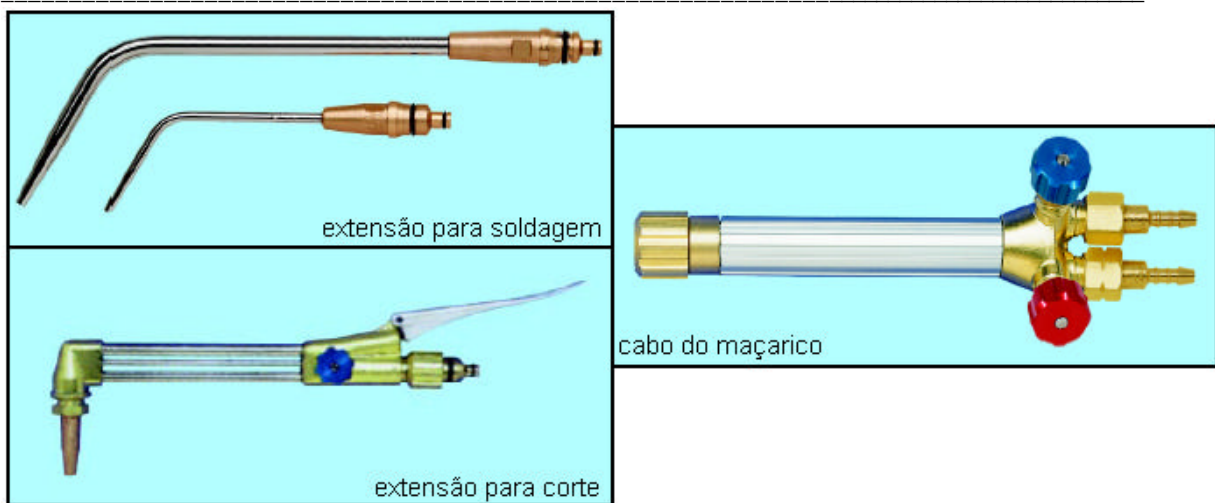


Figura 4 – Maçarico combinado para operações de soldagem e corte

Uma outra variação, ainda em se tratando de maçaricos manuais, são os maçaricos para corte com circuitos separados para o O₂ e para o combustível sendo a mistura feita apenas no bico de corte. Este maçarico, conhecido como maçarico de mistura no bico, é apresentado na figura 5.

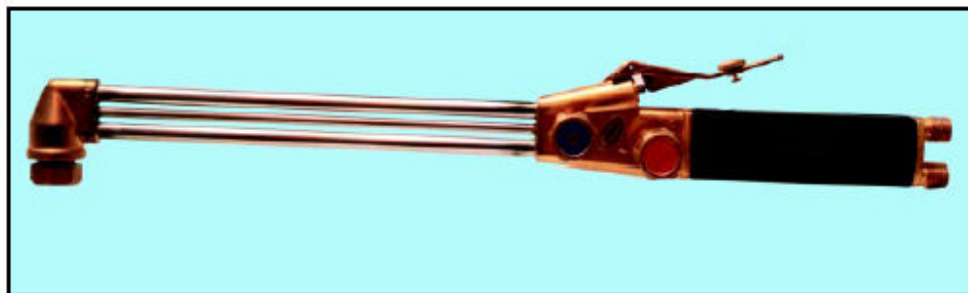


Figura 5 – Maçarico com mistura no bico

E por ultimo há os maçaricos para corte automatizados que se destacam por separarem o O₂ em todo o trajeto, tendo inclusive 2 entradas separadas para o O₂, o que possibilita a regulagem das pressões do O₂ da chama e do O₂ de corte em reguladores separados, conferindo assim a possibilidade de regulagens específicas e não uma mesma pressão para duas utilizações distintas do O₂. Este maçarico é o apresentado na figura 3.

Em relação à mistura dos gases em um maçarico ela pode ser feita também de diferentes formas. Estes podem ser misturados apenas no bico de corte como mostrado na figura 5, ou no maçarico propriamente dito e neste ainda podem ser por injeção de O₂ ou câmara de mistura que propiciam as denominações de maçaricos injetores e maçaricos misturadores respectivamente. Os princípios dos maçaricos injetores e misturadores são apresentados na figura 6.

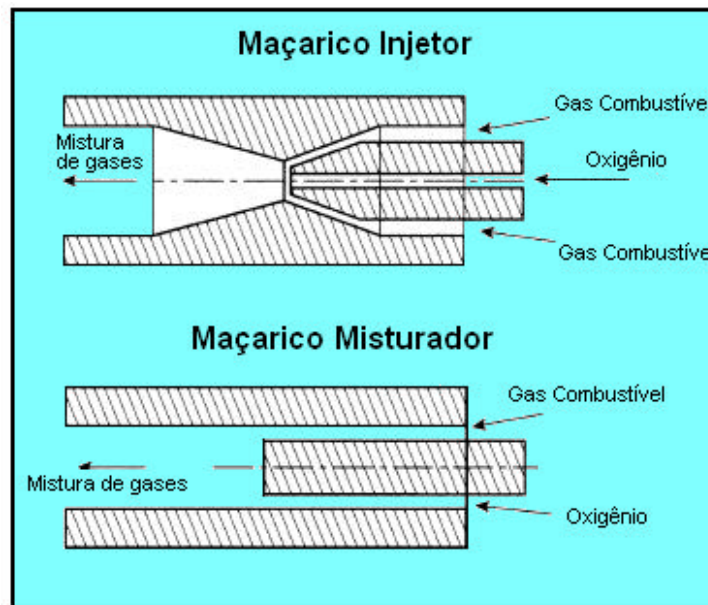


Figura 6 – Maçaricos injetores e misturadores

Nos maçaricos injetores o gás combustível é succionado através da alta velocidade do O₂ por meio de um venturi, enquanto que nos misturadores os gases comburentes e combustível chegam à câmara de mistura com pressões iguais através da regulagem das válvulas. No sistema de mistura no bico, os gases são administrados separadamente até o bico onde é feita a mistura.

O maçarico de corte mecanizado algumas vezes citado como "caneta de corte" é um maçarico com os mesmos princípios de funcionamento já descritos para os maçaricos manuais. Seu corpo alongado estende-se das válvulas de regulagem dos gases até o bico de corte. Neste maçarico, a válvula do O₂ de corte pode ser acionada manual ou automaticamente de um comando central. Sua utilização é recomendada para trabalhos onde se exija uniformidade do corte, como nos casos de produção seriada.

Bicos de corte

Os bicos de corte são montados na cabeça do maçarico de modo a conservar separadas as misturas dos gases de pré-aquecimento do O₂ de corte, servindo também para direcionar os mesmos para a superfície a ser cortada por meio dos orifícios do seu interior.

A principal e mais importante dimensão do bico de corte é o diâmetro interno do canal do O₂ de corte. Por este orifício se equilibra a pressão e a vazão de O₂ adequadas para a espessura a cortar, devendo o bico ser escolhido em função da espessura, e a partir da escolha de um dado diâmetro de orifício do O₂ de corte, estão determinados os limites de espessura a serem cortados pelo bico. Nos casos citados de mistura dos gases no bico de corte, estes também fazem esta função.

As partes usinadas do bico que ficam em contato com as câmaras de passagem dos gases são denominadas "sedes". Os bicos de corte comuns são chamados de duas sedes enquanto os misturadores são conhecidos como bicos três sedes.

A forma do canal do O₂ de corte também é importante pois determina a restrição que fará a passagem do gás, em consequência sua velocidade e em função disto a velocidade do processo como um todo. Existem canais com orifícios cilíndricos, divergentes, e até bicos com uma cortina de proteção adicional de O₂ para minimizar a contaminação do O₂ de corte durante o processo, possibilitando com isso aumento da velocidade da operação. A figura 7 apresenta alguns dos diferentes formatos dos canais do O₂ de corte.

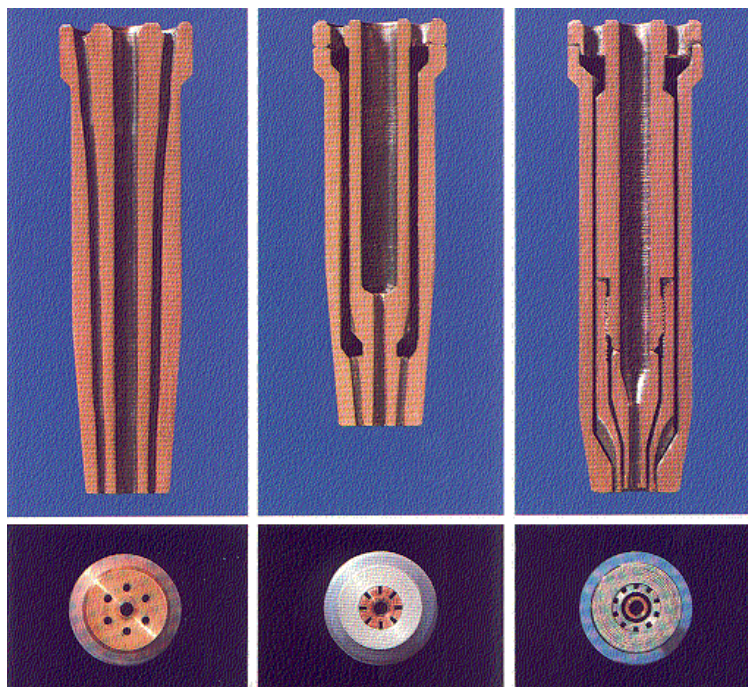


Figura 7– Formatos de diferentes bicos de corte

Os bicos de corte são disponíveis em uma ampla variedade de tipos e tamanhos. A escolha do bico deve levar em consideração os seguintes tópicos:

- Material a ser cortado
- Espessura
- Gás combustível utilizado
- Tipo de sede

Cada fabricante possui características e especificações técnicas próprias para seus bicos o que influencia o resultado do corte nos aspectos de qualidade, velocidade de corte, consumo de gases e em consequência o custo total da operação de corte.

É importante destacar que o bico talvez seja o componente de menor custo em um sistema automatizado de corte, porém quando em mas condições é o que tem maior potencial para aumentar bruscamente o custo final da operação. O incorreto hábito de

limpeza com a introdução de agulhas por exemplo, acaba por aumentar o diâmetro interno do canal de O₂ de corte, fazendo que para a mesma espessura, maior pressão do O₂ de corte seja necessária aumentando desnecessariamente o custo da operação. A limpeza recomendada é a com a utilização de produtos químicos que removam as incrustações mantendo a dimensão do canal de O₂ de corte intacta.

Máquinas de corte

As máquinas de corte são equipamentos eletromecânicos cuja principal função é a de movimentar o maçarico de corte com velocidade constante por uma trajetória definida.

Existem diversos tipos e modelos destes equipamentos, desde os mais simples conhecidos como "tartarugas" até os mais complexos controlados por micro processadores e integrados com sistemas de bases de dados que podem controlar o uso de retalhos de operações anteriores sem a necessidade de uma chapa nova e também integrados a softwares de nesting que possibilitam determinar, através de algoritmos matemáticos, o melhor aproveitamento para o corte de uma chapa.

As principais características técnicas a serem observadas em uma máquina de corte são:

- Capacidade de corte
- Ângulo de inclinação do maçarico
- Velocidade de corte
- Quantidade de maçaricos suportada
- Área útil de corte (para máquinas estacionárias)
- Estabilidade do conjunto
- Quantidade de mesas para processamento de chapas

Máquina de corte portátil

Conhecido também como tartaruga, este equipamento é composto por um carro motriz, um dispositivo para colocação de um ou mais maçaricos, um contrapeso, uma haste, um trilho e um controle simples da velocidade através de potenciômetro. O maçarico de corte é acoplado no carro motriz através de hastes e o operador acerta o carro nos trilhos definindo a trajetória de corte.

Uma vez iniciado o corte o operador faz eventuais correções na distância bico/peça e/ou trajetória para tornar o corte uniforme. As máquinas portáteis são normalmente utilizadas para cortes retilíneos e circulares, onde seu principal campo de aplicação são os canteiros de obras e montagens industriais.

Máquina de corte pantográfica

Neste equipamento, os maçaricos são acoplados a um dispositivo copiador, normalmente preso a uma mesa. Este dispositivo pode ser fotoelétrico ou mecânico. São equipamentos estacionários, sua velocidade de corte é controlada eletronicamente. Possui recursos automáticos para abertura do gás de corte e compensação de altura do bico que ficam localizados em um painel de comando central.

São equipamentos muito utilizados em indústrias de médio porte, na produção de peças pequenas e médias, seriadas ou não.

Máquina de corte CNC

São os equipamentos de corte com maiores recursos. Tal como nas máquinas pantográficas, podem ser acoplados diversos maçaricos, porém, neste tipo os controles de velocidade e trajetória de deslocamento são feitos através de microprocessadores, possibilitando a utilização deste sistema integrado a sistemas computadorizados controlados por CAD.

São equipamentos utilizados em indústrias de médio e grande porte, na produção de peças médias e grandes. Seu principal campo de aplicação são as caldeirarias pesadas.

Variáveis envolvidas no processo

Vários são os aspectos que influem no corte oxi-combustível, segue-se uma descrição dos principais fatores e sua influência:

a - Pré-aquecimento do metal de base: Ao se fazer o pré-aquecimento do metal de base, a potência da chama de aquecimento pode ser diminuída, assim como o diâmetro do bico, havendo também um aumento na velocidade de corte, entretanto, esta operação pode aumentar os custos de corte uma vez que se gasta energia para efetuar o aquecimento.

b - Espessura a ser cortada: De acordo com a espessura a ser cortada, se determina: o diâmetro do orifício do bico de corte e a pressão dos gases. Estas escolhas determinarão a velocidade de corte. Em linhas gerais, quanto maior a espessura, maior o diâmetro do bico e a pressão de O₂, e menor a velocidade de corte.

c - Grau de pureza do material a ser cortado: A existência qualquer outro elemento no aço modifica a reação química, que deixa de ser apenas a combustão de Fe pelo O₂. Esta passa a apresentar formação de outros produtos, e em alguns casos como, por exemplo, aços ligados ao Cr, forma um produto de reação (CrO₂) que impede a continuidade do processo. Todos os elementos adicionados ou residuais nos aços, de uma forma ou outra alteram a reação. Impurezas tais como pinturas, óxidos e defeitos superficiais, também influenciam e devem ser removidos sempre que possível.

d - Pressão e vazão dos gases: Estas variáveis estão relacionadas diretamente com a espessura a ser cortada, o tipo de bico e a natureza do gás combustível. Em linhas gerais, quanto maior a espessura, maior pressão e vazão necessárias.

e - Velocidade de avanço do maçarico: É talvez a variável mais importante para o custo da operação. Pela velocidade de deslocamento do maçarico o operador controla o tamanho e o ângulo das estrias de corte, buscando encontrar a relação ideal entre a combustão do metal e a velocidade de avanço.

f - Grau de pureza do O₂: A pureza do reagente O₂ é de fundamental importância para o funcionamento do processo. Conforme [3] quando a pureza do O₂ diminui, ocorre

um retardamento na oxidação do metal e mais gases são consumidos por unidade de tempo para a mesma largura de sangria, subindo especialmente o consumo de O₂. Labouriau[5] mostra a impossibilidade de corte com O₂ com 90% de pureza. Dois estudos de diferentes autores e utilizando-se de diferentes espessuras, apresentam a mesma curva de decréscimo da velocidade de corte em função do decréscimo da pureza do O₂. Estes estudos são apresentados na figura 8[6] mostrada a seguir:

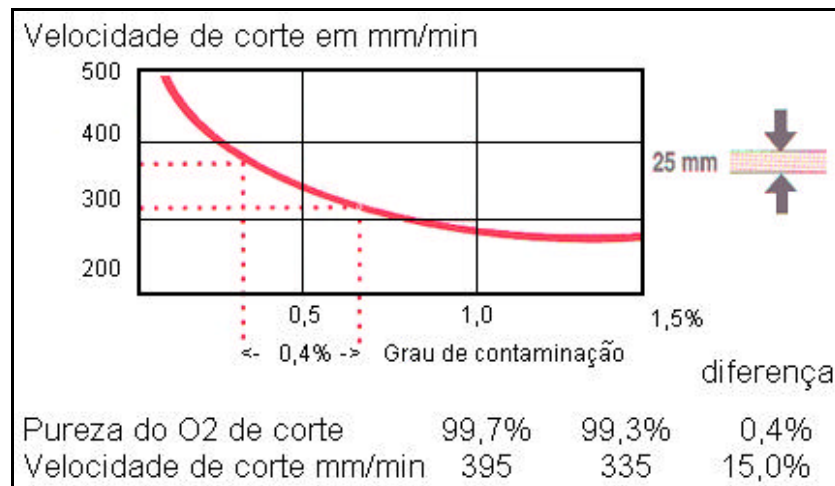


Figura 8 – Relação entre diminuição da pureza e velocidade de corte – fonte AGA

e na figura 9.

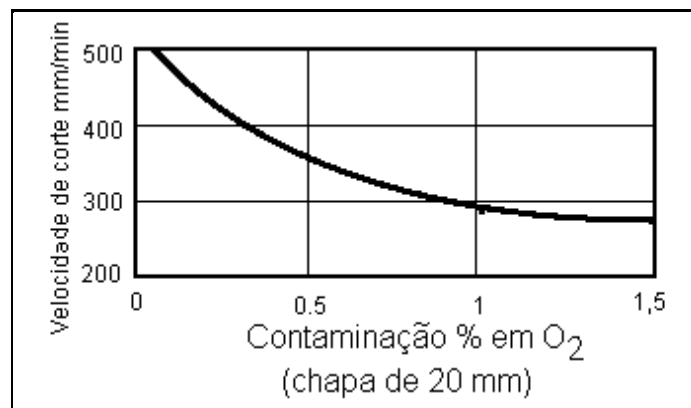


Figura 9 - Relação entre diminuição da pureza e velocidade de corte – fonte TWI [7]

Verificações antes do corte

Na execução do oxicorte manual as verificações principais encontram-se no estado do maçarico, bicos e mangueiras, uma vez que este tipo de corte não permite grande precisão na velocidade de corte nem na distância bico/peça. Já no corte automatizado,

algumas verificações devem ser feitas antes da operação visando assegurar a qualidade e manutenção da qualidade de corte.

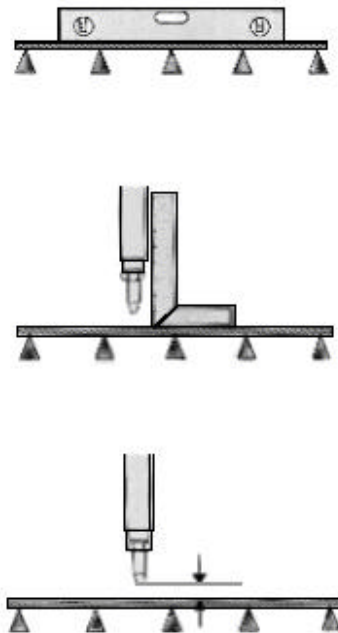


Figura 10 Verificações antes do corte [8]

A chapa: Deve estar nivelada sobre a mesa, esta verificação é feita com o auxílio de um nível.

O maçarico: Deverá estar perpendicular a chapa, excetuando-se cortes especiais inclinados.

O bico: A distância correta do bico/peça tem grande influência na qualidade de corte, as tabelas dos fabricantes mostram quais as distâncias corretas para cada tipo de bico e espessura da chapa.

Dilatações e contrações

Qualquer material submetido a variações térmicas está sujeito a sofrer dilatações. Nos processos de corte e soldagem as dilatações são pontuais e causam deformações, uma vez que as regiões adjacentes ao corte estão frias servindo como um vínculo mecânico.

Durante o corte não há uma deformação homogênea da peça, e quando esta se resfria as partes que sofreram dilatação se contraem, provocando o aumento da tensão residual e deformação da peça.

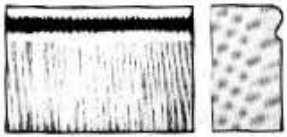
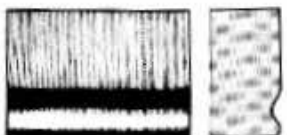
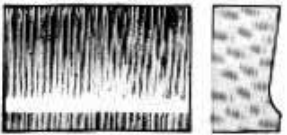




Este efeito deve ser considerado na hora da elaboração do procedimento de corte, que deve levar em conta tanto a seqüência como as regiões da chapa de onde serão retiradas as peças.



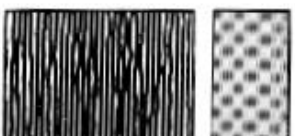
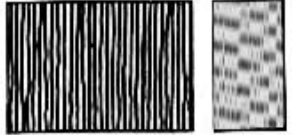

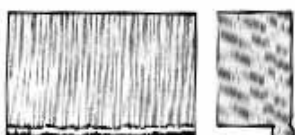
Defeitos de corte

Em um corte de boa qualidade a superfície é lisa e regular, e as linhas de desvio são quase verticais. A escória, aderida na parte inferior do corte pode facilmente ser removida.

Alguns defeitos mais comuns em oxicorte e suas prováveis causas são apresentados na tabelas a seguir [8].

Defeitos e discontinuidades no oxicorte.

Ocorrência	Ilustração	Provável Causa
Goivagem na borda superior		Velocidade de corte excessiva; Bico sujo ou danificado
Goivagem na borda inferior		Velocidade de corte excessiva; Bico sujo ou danificado
Superfície de corte côncava		Velocidade de corte excessiva; Bico sujo ou danificado; Baixa pressão de O ₂ de corte
Superfície de corte convexa		Velocidade de corte excessiva; Bico sujo ou danificado; Baixa pressão de O ₂ de corte
Fusão da borda superior		Baixa velocidade de corte; Pouca ou muita distancia do bico à peça; Bico muito grande; Chama de pré-aquecimento excessiva
Gotas fundidas na borda superior		Pouca distancia do bico à peça; Chama de pré-aquecimento excessiva; Carepas ou ferrugem na superfície da chapa
Borda superior goivada com escória		Distância excessiva do bico à peça; Chama de pré em excesso; Pressão do O ₂ de corte excessivamente alta

Ocorrência	Ilustração	Provável Causa
Borda inferior arredondada		Pressão do O ₂ de corte excessivamente alta; Bico sujo ou danificado; Velocidade de corte excessiva
Entalhe na superfície inferior do corte		Bico sujo ou danificado; Baixa velocidade de corte
Ondulações profundas		Alta velocidade de corte; Velocidade de corte desigual; Pouca distância bico/peça; Chama de pré-aquecimento muito forte
Grandes ondulações desiguais		Alta velocidade de corte; Velocidade de corte desigual; Chama de pré-aquecimento muito fraca
Corte incompleto		Velocidade de corte excessiva; Distância bico/peça muito grande; Bico sujo ou danificado; Chama de pré-aquecimento muito fraca; Retrocesso no bico e maçarico; Carepas ou ferrugem na superfície da chapa; Chapa com inclusão de escória
Escória aderente na borda inferior		Carepas ou ferrugem na superfície da chapa; Bico muito pequeno; Chama de pré-aquecimento muito fraca; Alta ou baixa velocidade de corte; Distância excessiva do bico/peça; Baixa pressão do O ₂ de corte

Comparação com outros processos

Em relação a outros processos de corte, o oxicorte apresenta as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens

- a) Disponibilidade: Diversos podem ser os gases combustíveis e o O₂ por sua vez é encontrado em toda a atmosfera. Além disto o processo não necessita eletricidade.
- b) Pequeno investimento inicial: Os materiais necessários como maçaricos, reguladores e mangueiras são relativamente baratos se comparados a outros processos de corte tais como plasma ou LASER.
- c) Facilidade operacional: O processo é de fácil aprendizagem e não possui muitas variáveis, sendo assim de fácil operação.

Desvantagens

- a) Restrições: Em função das condições necessárias para corte anteriormente descritas, a diversos metais usados industrialmente tais como aço inoxidável, níquel, alumínio, cobre e suas ligas, não podem ser cortados por este processo.
- b) Portabilidade: Os materiais periféricos como cilindros de gás, são pesados e de difícil manuseio, o que dificulta o acesso a lugares altos ou postos de trabalho que se encontrem afastados dos cilindros. Uma solução encontrada para sanar esta limitação é o transporte de todo o conjunto, fato este expõe a riscos adicionais como queda dos cilindros ou danificação das mangueiras condutoras de gases.
- c) Segurança: A constante manipulação de cilindros de O₂ que, além de ser um gás comburente está sob alta pressão, requer a utilização de ferramental e procedimentos adequados para se evitar vazamentos e explosões. As mangueiras e válvulas (reguladoras e anti-retrocesso) devem ser constantemente inspecionadas em sua funcionalidade e estanqueidade.

Referencias Bibliográficas

- 1 HEWITT, A.D. **Technology of oxy-fuel gas processes, part 1,2 and 3:** In: Welding and Metal Fabrication. London. IIV, 1972.
- 2 JOAQUIM, R.; RAMALHO, J.P. **Corte plasma x oxicorte, algumas considerações.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOLDAGEM, XX., Contagem, 1994. **Anais.** São Paulo: ABS, 1994. p.125-138.
- 3 ALMEIDA, M.B.Q. **Oxicorte.** Rio de Janeiro: Editora FIRJAN/SENAI, 2000, 78p.
- 4 AGA. Marketing e Tecnologia. **Catálogo de equipamentos de para corte e solda.** Material Promocional. 2002. São Paulo: 76p.
- 5 LABOURIAU, F. C. **Aspectos relacionados com a pureza do O₂ no oxicorte** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOLDAGEM, XIV., Gramado RS, 1988. **Anais.** São Paulo: ABS, 1988. p.381-396.
- 6 AGA. Latin America Center. **Hacia una Mayor Productividad:** Relatório interno 1984. Venezuela: p.19
- 7 MACKRIDGE, L. et all. **Cutting the Cost of Cutting** In: TWI World Center for Materials Joining Technology. Bulletin 2, vol 36. Inglaterra: 1995 p.4
- 8 AGA. Marketing e Tecnologia. **Manual para o operador de oxicorte mecanizado.** Material Promocional. 2000. São Paulo: 53p.